

Keanekaragaman Struktur Reproduksi pada Tumbuhan Paku Epifit di Kawasan Kampus IPB, Dramaga, Bogor

Diversity of Reproductive Structure in Epiphytic Ferns in the Campus Area of IPB University, Dramaga, Bogor

SITI NURUL BADRIAH, TATIK CHIKMAWATI, NINA RATNA DJUITA*

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 13 Februari 2025/Diterima dalam Bentuk Revisi 18 Maret 2025/Disetujui 10 April 2025

IPB University is a campus with high biodiversity and a well-maintained ecosystem. Many plants species have been found including epiphytic ferns, which are particularly abundant. However, information for their reproductive structure remains limited. This study aims to characterize the reproductive structure of epiphytic ferns growing in the IPB University campus area, Dramaga, Bogor. The sorus was collected from the epiphytic ferns and preserved using 70% alcohol. Epiphytic fern spores were observed using a compound microscope connected to an optilab camera. Fern spore measurements were carried out using the ImageRaster v2.1 application. The observed epiphytic ferns varied in the arrangement and location of the sorus and the characteristics of the spores. A total of 22 types of ferns have *monolet* spore forms with laesura lines, one type of spherical shape, and one type of *tetrahedral-globose* form with *triradiate* laesura. Spore sizes found were medium, large, and very large. All spores had a P/E ratio value of ≤ 1.00 with *peroblate*, *oblate*, *suboblate*, round *oblate*, and round *prolate* types. The surface of the perispore is very diverse, including *alate-angular*, *globules*, *shallow verrucae*, *verrucae*, *echinulate*, *tuberculate*, *rugate*, *globules*, *echinate*, *laevate*, *cristate*, *regulate*, *colliculate*, *granulose*, and *costate-alate*.

Key words: Fern, spores, perispore surface, sorus

PENDAHULUAN

Salah satu kampus yang berada di Kabupaten Bogor adalah IPB University. Kampus ini berpusat di Dramaga dengan luas sebesar 250 ha yang terdiri atas berbagai fasilitas meliputi gedung kuliah, perumahan dosen, area kandang hewan, beberapa danau buatan, asrama, kantin, tempat parkir, kebun percobaan, poliklinik, tempat ibadah, dan hutan penelitian (Riyani dan Sulistiyantara 2010). IPB University memiliki beragam biodiversitas dan menjadi habitat bagi beberapa hewan maupun tumbuhan meliputi 22 jenis mamalia, 99 jenis burung, 12 jenis amfibi, 38 jenis reptil, dan 128 jenis kupu-kupu. Di samping itu, ada juga 173 jenis tumbuhan berkayu, 127 jenis tumbuhan obat, dan lebih dari 40 jenis bambu karena kondisi ekosistemnya masih terjaga (Afrianto dan Najah 2017). Kondisi ekosistem tersebut menjadikan kampus IPB University sebagai tempat yang banyak ditumbuhi oleh berbagai jenis flora. Salah satu tumbuhan yang banyak dijumpai adalah paku-

pakuan. Berdasarkan penelitian Nainggolan (2014), di kampus IPB University, Dramaga dijumpai paku epifit sebanyak 22 jenis, sedangkan paku terrestrial ada 56 jenis (Rosalin 2014).

Berdasarkan tempat hidupnya, dikenal tiga macam tumbuhan paku yaitu higrofit, hidrofit, dan epifit. Paku epifit merupakan tumbuhan paku yang hidup menempel atau menjadikan tumbuhan lain sebagai inangnya tanpa menyerap secara langsung unsur hara dan air dari tumbuhan yang ditumpanginya (Suraida *et al.* 2015). Penelitian terkait keanekaragaman struktur reproduksi tumbuhan paku perlu dilakukan karena informasi keanekaragaman dan ekologi tumbuhan paku epifit yang tumbuh di kawasan hijau kampus IPB University telah tersedia, tetapi informasi struktur reproduksinya belum ada. Secara umum, tumbuhan paku dapat diklasifikasikan berdasarkan ciri morfologinya. Namun, sebagian jenis tumbuhan paku memiliki sifat polimorfisme yaitu suatu individu memiliki morfologi yang berbeda pada setiap pertumbuhannya sehingga sulit diidentifikasi. Selain itu, banyak jenis tumbuhan paku yang memiliki kemiripan tinggi dalam ciri daunnya seperti tumbuhan paku anggota Davalliaceae dan

*Penulis Korespondensi:

E-mail: ninadj@apps.ipb.ac.id

Polypodiaceae. Oleh karena itu, untuk identifikasi dan klasifikasi setiap jenis tumbuhan paku akan lebih akurat dengan mengamati juga ciri reproduksinya (Marpaung *et al.* 2016). Struktur reproduksi tumbuhan paku kebanyakan terletak di permukaan bawah daun, berupa spora yang dihasilkan dalam sporangium. Sporangium terkumpul membentuk sorus, sedangkan kumpulan sorus disebut sori. Sorus bervariasi dalam bentuk, ukuran, dan posisinya pada daun. Spora dan sori merupakan salah satu ciri utama untuk mengenal tumbuhan paku (Pranita *et al.* 2017). Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi struktur reproduksi khususnya spora dan ciri morfologi sori dari tumbuhan paku epifit yang terdapat di kawasan kampus IPB Dramaga, Bogor, untuk keperluan identifikasi dan klasifikasinya.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan Sampel. Tumbuhan paku epifit diamati di kawasan Kampus IPB University, Dramaga, Bogor (Gambar 1). Sampel yang diambil berupa daun fertil yang memiliki sorus. Sorus yang menempel pada daun diambil menggunakan silet dan diletakkan di dalam botol kecil lalu diawetkan menggunakan alkohol 70%. Tumbuhan paku yang dikoleksi kemudian diidentifikasi dengan mengacu pada Piggot (1988) dan de Winter & Amoroso (2003).

Pengamatan Spora. Pengamatan spora dimulai dengan meletakkan sporangium yang telah diawetkan di atas gelas objek dan ditutup dengan gelas penutup. Selanjutnya gelas penutup diketuk-ketuk secara perlahan menggunakan jarum sampai spora keluar

dari sporangium tersebut. Keanekaragaman spora dari tumbuhan paku epifit diamati menggunakan mikroskop majemuk Olympus CH20 dengan ukuran perbesaran 40×10 yang dihubungkan dengan kamera optilab. Pengamatan spora dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan.

Pengukuran Spora. Aspek spora yang diukur meliputi panjang sumbu polar dan sumbu ekuatorial.

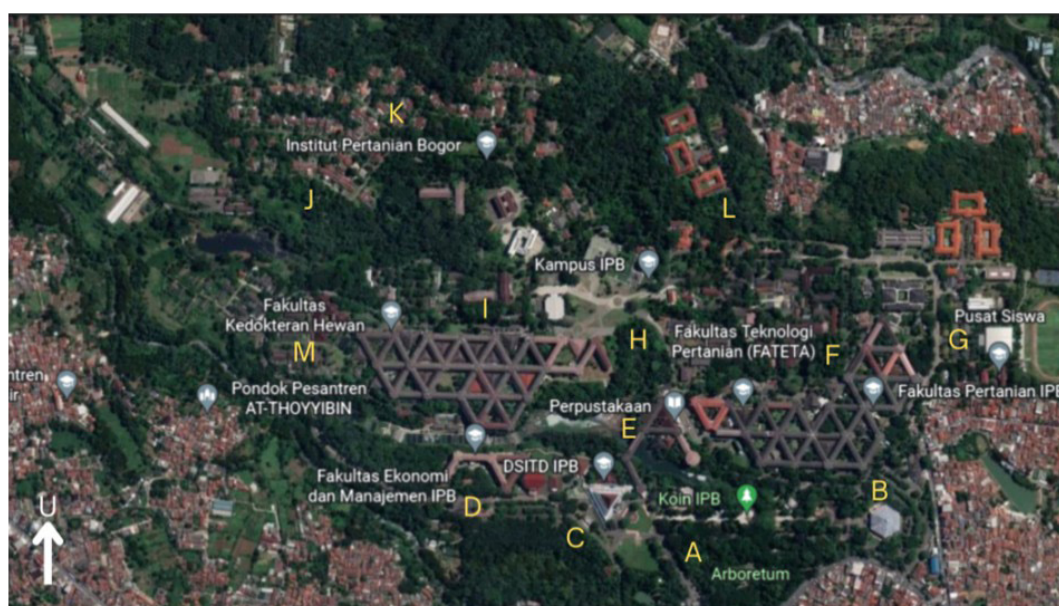
Karakterisasi Spora Paku. Ciri morfologi spora yang diamati meliputi bentuk spora, tipe laesura, ukuran spora, dan tipe permukaan perispora. Pengamatan ciri morfologi seperti bentuk spora dan tipe laesura mengacu pada Tryon dan Lugardon (1991) (Gambar 2). Tipe permukaan perispora yang diamati mengacu pada Viane dan Van Cotthem (1977) (Gambar 3). Tipe spora, ukuran spora, dan rasio polar/ekuatorial (P/E) diamati dengan merujuk pada Erdtman (1957) (Gambar 4).

Analisis Data. Data disajikan dalam bentuk gambar dan tabel yang disertai deskripsi terkait ciri morfologi spora pada setiap jenis tumbuhan paku epifit dan hasil pengukuran spora diolah menggunakan metode kuantitatif melalui Microsoft Excel.

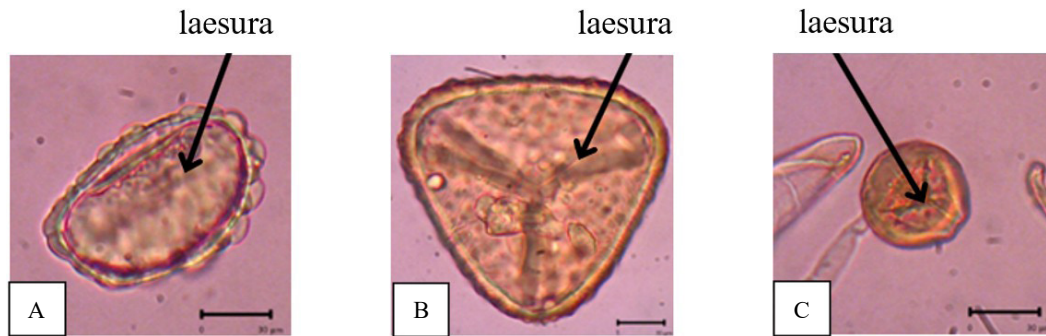
HASIL

Struktur Reproduksi Tumbuhan Paku Epifit.

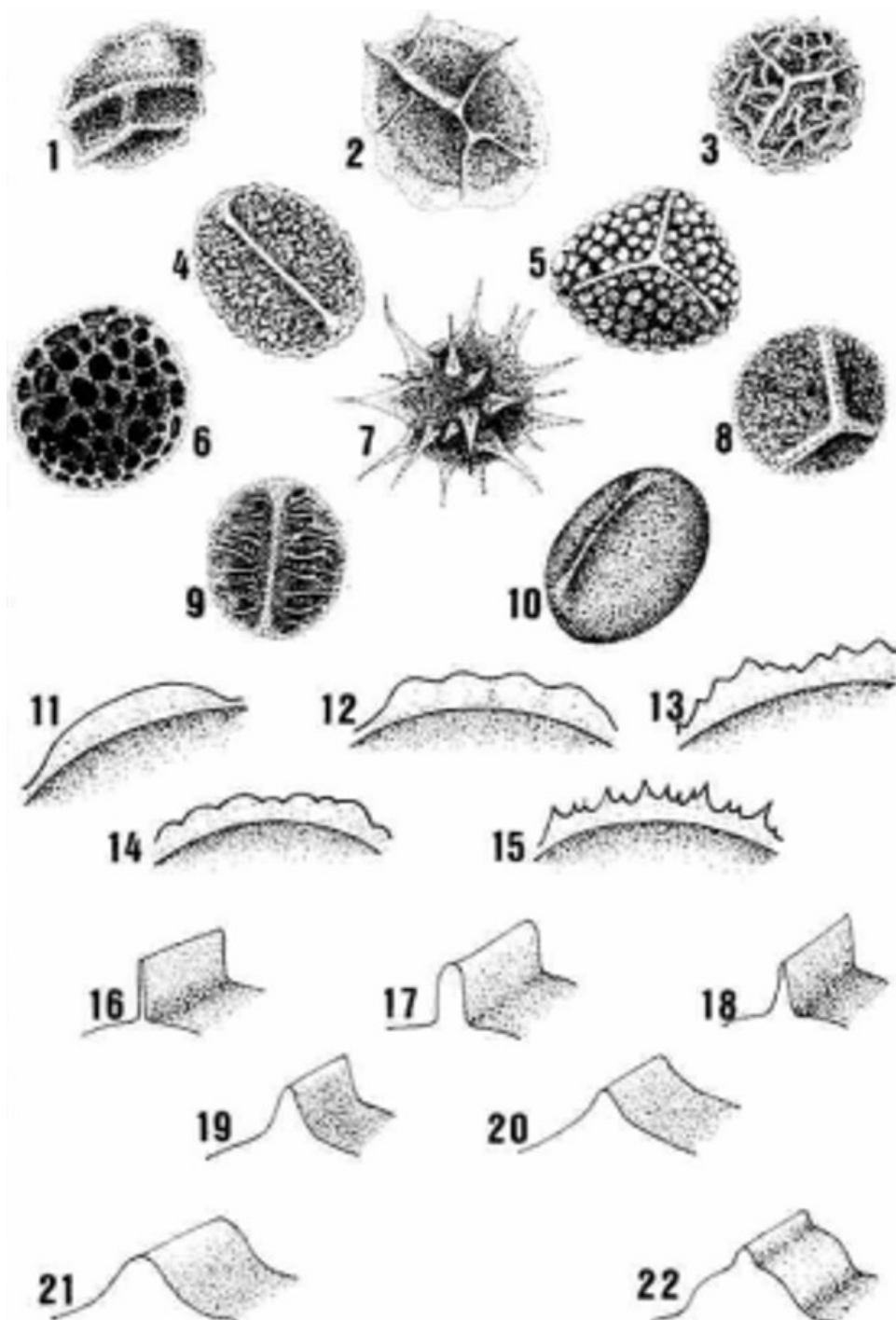
Hasil pengamatan terhadap tumbuhan paku epifit menunjukkan adanya struktur reproduksi yang beragam pada susunan dan letak sorus, bentuk sorus (Tabel 1, Gambar 5), serta ciri morfologi spora (Gambar 6).



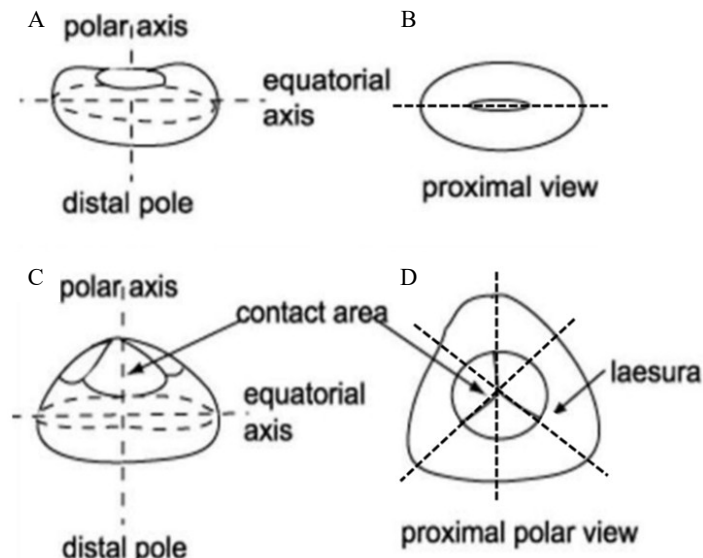
Gambar 1. Peta lokasi pengamatan jenis tumbuhan paku epifit di kawasan kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, (A) area tepi jalan pintu utama kampus, (B) Graha Widya Wisuda, (C) sekitar Gedung Andi Hakim Nasution, (D) sekitar Fakultas Ekonomi dan Manajemen, (E) sekitar Perpustakaan LSI, (F) sekitar Fakultas Teknologi Pertanian, (G) sekitar Gymnasium, (H) sekitar Fakultas Kehutanan, (I) sekitar Fakultas Ilmu Perikanan dan Kelautan, (J) hutan Fakultas Peternakan, (K) area tepi jalan perumahan dosen, (L) sekitar Asrama Putra PPKU, dan (M) sekitar Fakultas Kedokteran Hewan



Gambar 2. Bentuk spora dan tipe laesura (A) bentuk *elips/monolete* dengan laesura garis, (B) bentuk *tetrahedral globose/trilete* dengan laesura *triradiate*, (C) bentuk bulat/*spheroidal* dengan laesura *triradiate* (Tryon & Lugardon 1977)



Gambar 3. Tipe permukaan perispora 1. *costate*, 2. *alate*, 3. *cristate*, 4. *rugulose*, 5. *verrucate*, 6. *reticulate*, 7. *echinate*, 8. *granulose*, 9. *venate*, 10. *laevate*, 11. *smooth*, 12. *undulated*, 13. *angular*, 14. *crenate*, 15. *dentate*, 16. *papillate*, 17. *columnar*, 18. *narrowly conical*, 19. *conical*, 20. *broadly conical with sharp crest*, 21. *broadly conical with blunt crest*, 22. *mammillate* (Viane dan Van Cotthem 1977)



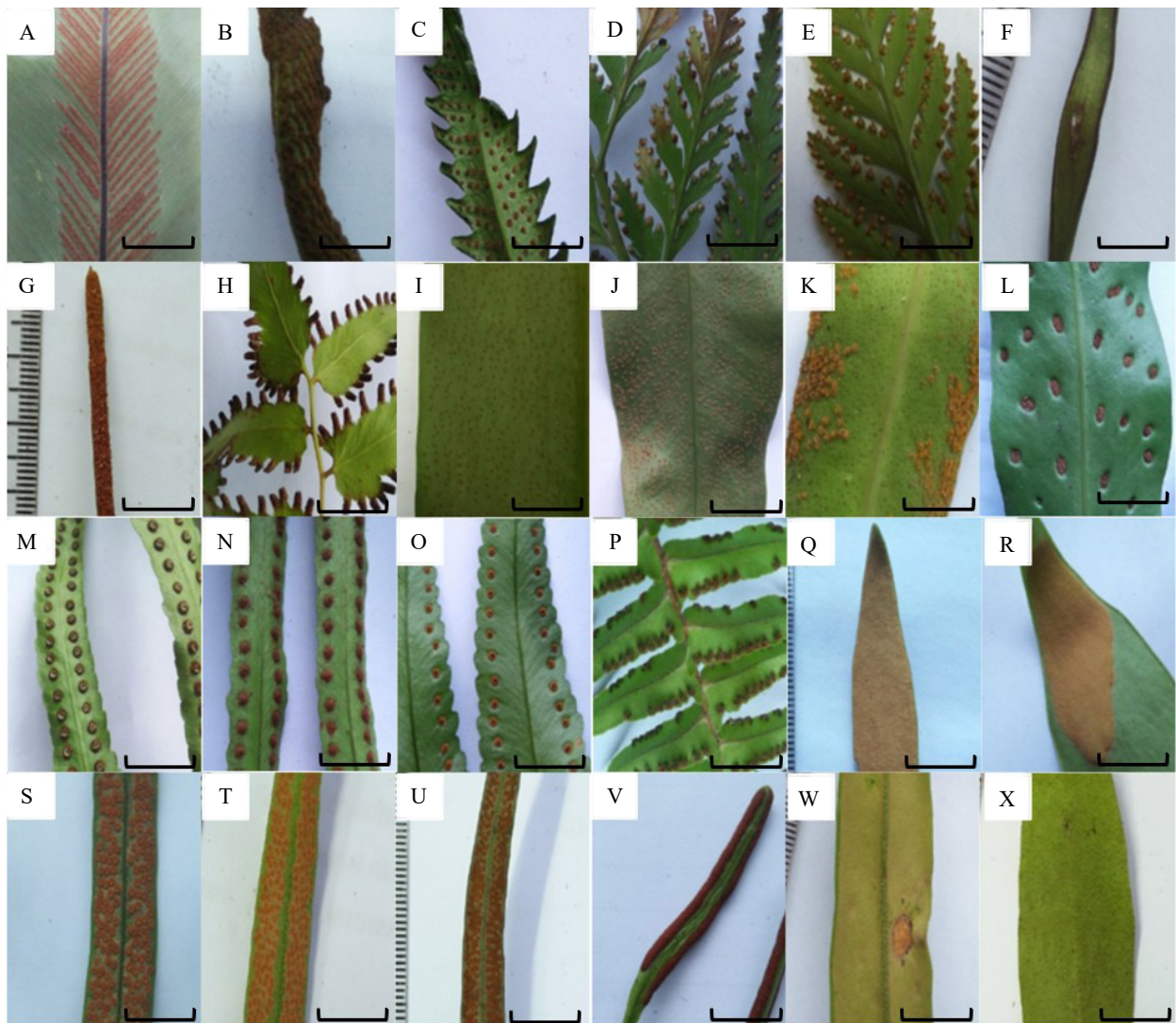
Gambar 4 . Tipe spora, ukuran spora, dan rasio polar/ekuatorial (P/E) (Erttdtman 1957)

Tabel 1. Susunan, letak dan bentuk sorus serta ciri morfologi spora

Nama suku/jenis	Bentuk sorus	Letak sorus	Ciri tambahan	Keterangan gambar
Aspleniaceae				
<i>Asplenium nidus</i> L.	Garis	di percabangan tulang daun	-	5A 6A
Davalliaceae				
<i>Davallia denticulata</i> (Burm.fil.) Mett. ex Kuhn	Bulat	di setiap lekukan tepi pina	-	5D 6D
<i>Davallia thricomanoides</i> Blume	Bulat	di setiap ujung pinnula	-	5E 6E
Dryopteridaceae				
<i>Bolbitis heteroclite</i> (C.Presl) Ching	Garis	di antara pertulangan daun	Susunan cukup rapat menutup permukaan daun	5B 6B
Lygodiaceae				
<i>Lygodium flexuosum</i> (L.) Sw.	Garis	di tepi daun yang bergerigi	-	5H 6H
Nephrolepidaceae				
<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	Bulat	di abaksial daun	-	5M 6M
<i>Nephrolepis falcata</i> (Cav.) C.Chr.	Bulat	di abaksial daun	-	5N 6N
<i>Nephrolepis multiflora</i> (Roxb. ex Griff) F.M.Jarett ex C.V.Morton	Bulat	di abaksial daun	-	5O 6O
<i>Nephrolepis radicans</i> (Burm.) Kuhn	Bulat	di abaksial daun	-	5P 6P
Polypodiaceae				
<i>Lepisorus callifolia</i> (Christ) Copel.	Bulat	di apikal daun fertil	Susunan sorus berkumpul	5G 6G
<i>Microsorium heterocarpum</i> (Blume) Ching	Bulat kecil	di abaksial daun	Susunan sorus menyebar merata	5I 6I
<i>Microsorium musifolium</i> (Blume) Copel.	Bulat	di abaksial daun	Susunan sorus menyebar merata	5J 6J
<i>Microsorium punctatum</i> (L.) Copel.	Bulat	di abaksial daun	Susunan sorus menyebar tidak merata	5K 6K
<i>Microsorium scolopendria</i> (Burm.fil.) Copel.	Bulat-lonjong	di abaksial daun	Susunan tersebar	5L 6L
<i>Platyserium coronarium</i> (D.Koenig ex O.F.Müll.) Desv	Bulat tipis	di ujung permukaan abaksial daun	Susunan rapat	5Q 6Q
<i>Platyserium holttumii</i> de Jonch. & Hennipman	Bulat tebal	di ujung permukaan abaksial daun	Susunan rapat	5R 6R
<i>Pyrrosia albicans</i> (Blume) Ching	Bulat	di ujung sampai pertengahan daun	Sorus berwarna cokelat tua	5S 6S
<i>Pyrrosia lanceolata</i> (L.) Farw.	Bulat	di ujung daun yang berukuran kecil	Sorus berwarna cokelat muda	5T 6T
<i>Pyrrosia longifolia</i> (Burm.fil.) C.V.Morton	Bulat	di ujung sampai pertengahan daun	Sorus berwarna cokelat kemerahan	5U 6U
<i>Pyrrosia pilloselloides</i> (L.) M.G.Price	Garis	di sepanjang tepi daun fertil	-	5V 6V
<i>Pyrrosia stigmosa</i> (Sw.) Ching	Bulat	di ujung sampai pertengahan daun	Sorus bertekstur halus dan tersusun rapat	5W 6W
<i>Pyrrosia</i> sp.	Bulat kecil	di seluruh permukaan abaksial daun	Sorus bertekstur halus dan tersusun menyebar	5X 6X

Tabel 1. Lanjutan

Nama suku/jenis	Bentuk sorus	Letak sorus	Ciri tambahan	Keterangan gambar
Pteridaceae				
<i>Haplopteris ensiformis</i> (Sw.) E.H.Crane	Garis	di sepanjang tepi daun	Sorus tertutup tepi daun yang agak melengkung	5F 6F
Thelypteridaceae				
<i>Christella</i> sp.	Bulat	di setiap lekukan daun	Sorus tersusun menjadi dua baris	5C 6C



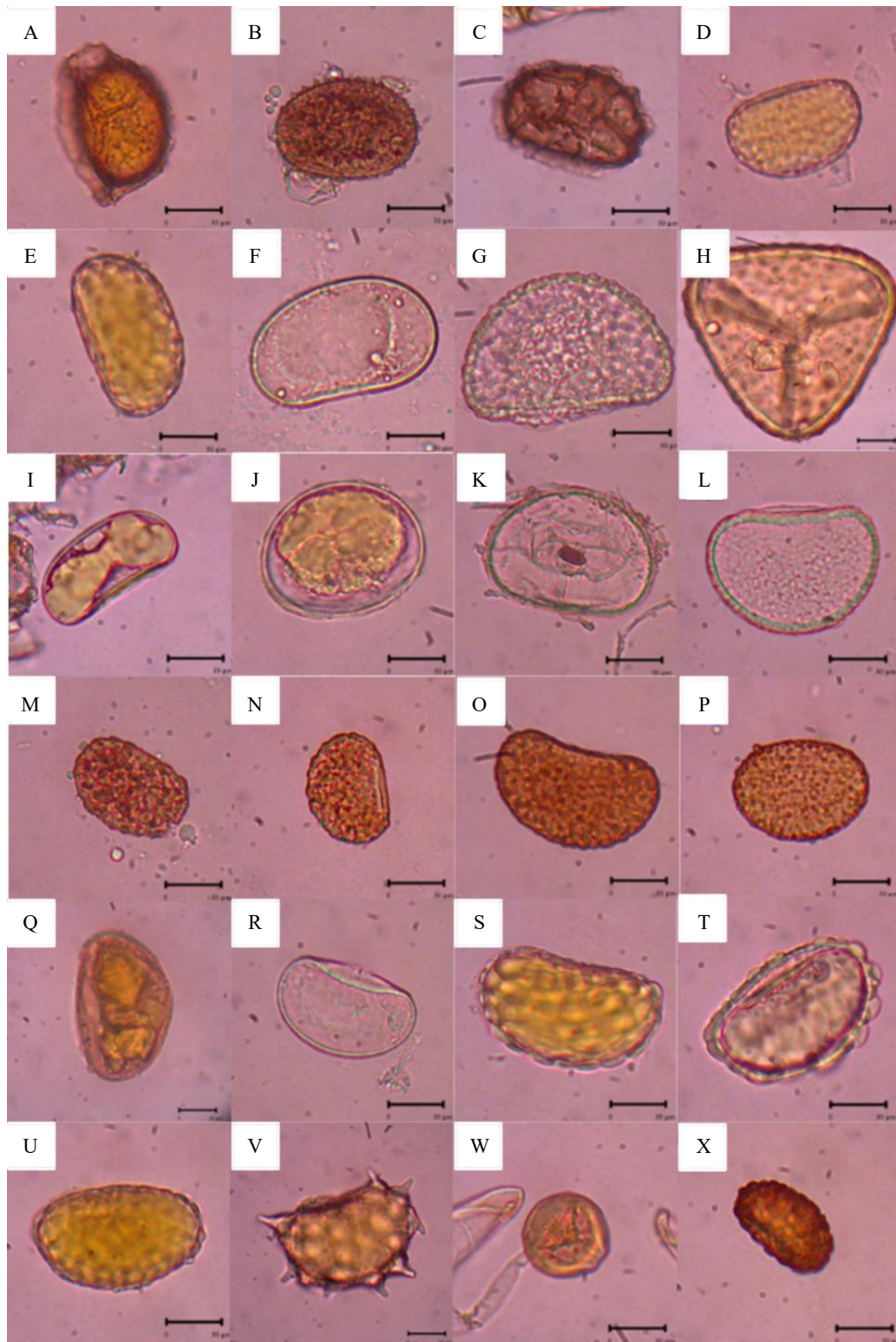
Gambar 5. Variasi bentuk dan letak sorus pada (A) *Asplenium nidus*, (B) *Bolbitis heteroclita*, (C) *Christella* sp., (D) *Davallia denticulata*, (E) *Davallia thricomanoides*, (F) *Haplopteris ensiformis*, (G) *Lepisorus callifolia*, (H) *Lygodium flexuosum*, (I) *Microsorium heterocarpum*, (J) *Microsorium musifolium*, (K) *Microsorium punctatum*, (L) *Microsorium scolopendria*, (M) *Nephrolepis biserrata*, (N) *Nephrolepis falcata*, (O) *Nephrolepis multiflora*, (P) *Nephrolepis radicans*, (Q) *Platynerium coronarium*, (R) *Platynerium holtumii*, (S) *Pyrrosia albicans*, (T) *Pyrrosia lanceolata*, (U) *Pyrrosia longifolia*, (V) *Pyrrosia piloselloides*, (W) *Pyrrosia stigmosa*, dan (X) *Pyrrosia* sp. Skala = 1 cm

Morfologi spora pada tumbuhan paku epifit yang diamati adalah bentuk dasar, ukuran spora, dan tipe permukaan perisporanya (Gambar 2-4). Data pengukuran spora pada masing-masing jenis tumbuhan paku epifit di kawasan kampus IPB University, Dramaga disajikan pada Tabel 2. Morfologi spora pada tumbuhan paku epifit di kawasan kampus IPB University, Dramaga menunjukkan bentuk spora, tipe laesura, dan ciri permukaan perispora yang bervariasi (Tabel 3). Permukaan perispora pada tumbuhan paku

epifit yang telah diamati menunjukkan perbedaan yang lebih beragam daripada bentuk spora dan tipe laesura pada masing-masing jenis.

PEMBAHASAN

Tumbuhan paku epifit di kawasan kampus IPB University, Dramaga Bogor ditemukan 24 jenis (Gambar 5, Tabel 1) meliputi 8 suku yaitu Aspleniaceae (1 jenis), Davalliaceae (2 jenis), Dryopteridaceae (1



Gambar 6. Variasi bentuk spora paku (A) *Asplenium nidus*, (B) *Bolbitis heteroclita*, (C) *Christella* sp., (D) *Davallia denticulata*, (E) *Davallia thricomanoides*, (F) *Haplopteris ensiformis*, (G) *Lepisorus callifolia*, (H) *Lygodium flexuosum*, (I) *Microsorium heterocarpum*, (J) *Microsorium musifolium*, (K) *Microsorium punctatum*, (L) *Microsorium scolopendria*, (M) *Nephrolepis biserrata*, (N) *Nephrolepis falcata*, (O) *Nephrolepis multiflora*, (P) *Nephrolepis radicans*, (Q) *Platyserium coronarium*, (R) *Platyserium holtumii*, (S) *Pyrrosia albicans*, (T) *Pyrrosia lanceolata*, (U) *Pyrrosia longifolia*, (V) *Pyrrosia piloselloides*, (W) *Pyrrosia stigmosa*, dan (X) *Pyrrosia* sp. Skala = 30 μ m.

Tabel 2. Ukuran spora, rasio P/E, tipe spora pada tumbuhan paku epifit di kawasan kampus IPB, Dramaga, Bogor

Nama suku/jenis	Panjang polar (P) (µm)	Panjang ekuatorial (E) (µm)	Rasio P/E	Tipe rasio P/E	Ukuran
Aspleniaceae					
<i>Asplenium nidus</i>	54,49±8,46	79,18±8,87	0,69	oblate	Besar
Davalliaceae					
<i>Davallia denticulata</i>	49,17±2,08	72,75±2,19	0,68	oblate	Besar
<i>Davallia thricomanoides</i>	50,88±4,42	84,11±3,52	0,60	oblate	Besar
Dryopteridaceae					
<i>Bolbitis heteroclita</i>	51,84±8,33	76,83±11,95	0,67	oblate	Besar
Lygodiaceae					
<i>Lygodium flexuosum</i>	144,49±9,33	162,57±6,35	0,89	oblate bulat	Sangat besar
Nephrolepidaceae					
<i>Nephrolepis biserrata</i>	41,12±4,80	63,03±2,17	0,65	oblate	Besar
<i>Nephrolepis falcata</i>	43,70±0,86	59,01±2,50	0,74	oblate	Besar
<i>Nephrolepis multiflora</i>	47,07±4,41	74,02±14,95	0,64	oblate	Besar
<i>Nephrolepis radicans</i>	47,28±6,02	66,27±4,16	0,71	oblate	Besar
Polypodiaceae					
<i>Lepisorus callifolia</i>	70,99±3,66	103,09±8,82	0,69	oblate	Sangat besar
<i>Microsorium heterocarpum</i>	40,69±3,82	82,89±3,07	0,49	peroblate	Besar
<i>Microsorium musifolium</i>	76,21±4,06	93,36±5,42	0,82	suboblate	Besar
<i>Microsorium punctatum</i>	69,10±2,39	94,51±2,86	0,73	oblate	Besar
<i>Microsorium scolopendria</i>	58,00±5,16	80,60±7,16	0,72	oblate	Besar
<i>Platyterium coronarium</i>	77,62±4,86	117,46±5,07	0,66	oblate	Sangat besar
<i>Platyterium holtumii</i>	48,38±0,97	75,96±2,48	0,64	oblate	Besar
<i>Pyrrosia albicans</i>	59,42±3,99	103,43±9,00	0,57	oblate	Sangat besar
<i>Pyrrosia lanceolata</i>	68,87±9,36	104,77±6,40	0,66	oblate	Sangat besar
<i>Pyrrosia longifolia</i>	54,83±6,28	94,15±1,34	0,58	oblate	Besar
Polypodiaceae					
<i>Pyrrosia pilloselloides</i>	92,54±2,94	125,59±15,67	0,74	oblate	Sangat besar
<i>Pyrrosia stigmosea</i>	46,11±1,19	44,80±1,05	1,03	prolate bulat	Medium
<i>Pyrrosia</i> sp.	44,34±4,36	67,05±6,39	0,66	oblate	Besar
Pteridaceae					
<i>Haplopteris ensiformis</i>	54,53±4,20	87,57±5,82	0,62	oblate	Besar
Thelypteridaceae					
<i>Christella</i> sp.	52,16±5,84	80,18±6,76	0,65	oblate	Besar

Tabel 3. Karakter morfologi spora pada tumbuhan paku epifit di kawasan kampus IPB, Dramaga, Bogor

Nama suku/jenis	Morfologi spora		
	Bentuk	Laesura	Permukaan perispora
Aspleniaceae			
<i>Asplenium nidus</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Alate-angular</i>
Davalliaceae			
<i>Davallia denticulata</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Shallow verrucae</i>
<i>Davallia thricomanoides</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Verrucate</i>
Dryopteridaceae			
<i>Bolbitis heteroclita</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Echinulate</i>
Lygodiaceae			
<i>Lygodium flexuosum</i>	<i>Tetrahedral-globose</i>	<i>Triradiate</i>	<i>Reticulate kasar</i>
Nephrolepidaceae			
<i>Nephrolepis biserrata</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Tuberculate</i>
<i>Nephrolepis falcata</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Rugate-undulate</i>
<i>Nephrolepis multiflora</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Rugate-crenate</i>
<i>Nephrolepis radicans</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Globules</i>
Polypodiaceae			
<i>Lepisorus callifolia</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Rugate</i>
<i>Microsorium heterocarpum</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Laevate halus</i>
<i>Microsorium musifolium</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Laevate</i>
<i>Microsorium punctatum</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Cristate</i>
<i>Microsorium scolopendria</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Rugulate</i>
<i>Platyterium coronarium</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Globules</i>
<i>Platyterium holtumii</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Globules halus</i>
<i>Pyrrosia albicans</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Verrucate-undulate</i>
<i>Pyrrosia lanceolata</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Verrucate-crenate</i>
<i>Pyrrosia longifolia</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Verrucate</i>
<i>Pyrrosia pilloselloides</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Echinulate</i>
<i>Pyrrosia stigmosea</i>	<i>Bulat</i>	<i>Triradiate</i>	<i>Granulose halus</i>
<i>Pyrrosia</i> sp.	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Colliculate</i>
Pteridaceae			
<i>Haplopteris ensiformis</i>	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Globules</i>
Thelypteridaceae			
<i>Christella</i> sp.	<i>Monolete</i>	Garis	<i>Costate-alate</i>

jenis), Lygodiaceae (1 jenis), Nephrolepidaceae (4 jenis), Polypodiaceae (13 jenis), Pteridaceae (1 jenis), dan Thelypteridaceae (1 jenis). Tumbuhan paku epifit yang paling banyak ditemukan jenisnya berasal dari suku Polypodiaceae. Suku ini memiliki tumbuhan paku dengan jumlah jenis yang tinggi (Almeida *et al.* 2017). Tumbuhan paku epifit jenis Polypodiaceae berkembang dengan baik di wilayah dengan tingkat kelembapan yang tinggi. Beberapa wilayah dikawasan kampus IPB University memiliki kelembapan yang tinggi, sehingga banyak tumbuhan paku epifit yang tumbuh dan berkembang dengan baik sesuai dengan habitatnya. Intensitas cahaya yang rendah (cenderung gelap) mampu memengaruhi tingkat kelembapan suatu lingkungan dan menjadi habitat yang sesuai bagi tumbuhan paku epifit (Lestari *et al.* 2019).

Tumbuhan paku epifit dapat diketahui jenisnya melalui karakteristik morfologi, tetapi akan lebih akurat jika melihat karakteristik spora yang terletak di dalam sporangium. Karakter morfologi spora digunakan sebagai penentu penamaan jenis tumbuhan paku (Pranita *et al.* 2017). Bentuk spora bermacam-macam antara satu spora dengan yang lain dari berbagai jenis tumbuhan paku dan ukuran spora juga beragam (Erttdtman 1957). Perbedaan ukuran spora dapat disebabkan salah satunya oleh perbedaan material pada tingkat ploidi (Tryon dan Lugardon 1991). Pengaruh tingkat ploidi bervariasi, bahkan ukuran stomata dan spora tumbuhan paku cenderung meningkat karena pengaruh tersebut (Perwati 2009). Ukuran spora tumbuhan paku juga dipengaruhi oleh perbedaan habitat (Harahap dan Sofiyanti 2019).

Hasil pengukuran panjang polar spora yang diamati berkisar $40,69 \pm 3,82$ μm sampai $144,49 \pm 9,33$ μm sedangkan panjang ekuatorial berkisar $44,80 \pm 1,05$ μm sampai $162,57 \pm 6,33$ μm . Berdasarkan aksis terpanjang (panjang ekuatorial), spora tumbuhan paku epifit termasuk ke dalam kategori medium, besar dan sangat besar. Dalam penelitian ini spora tumbuhan paku epifit yang berukuran kecil tidak ditemukan. Perbedaan ukuran spora pada setiap jenis tumbuhan paku yang sama dikarenakan adanya perbedaan habitat. Jenis tumbuhan paku yang menempati habitat hutan yang terputus-putus dengan habitat yang lebih kering dan lebih terbuka cenderung menghasilkan spora yang berukuran kecil, sedangkan jenis tumbuhan paku yang menempati habitat kontinu dengan habitat tertutup dan tingkat kelembapan yang cukup menghasilkan spora yang lebih besar (Barrington *et al.* 2020). Habitat yang lebih kering dan terbuka memiliki intensitas cahaya yang lebih tinggi dan kelembapan yang lebih rendah. Spora yang kecil memiliki kemampuan untuk bertahan hidup dalam kondisi lingkungan seperti ini.

Spora tumbuhan paku epifit yang berukuran medium ($25-50$ μm) hanya dimiliki oleh satu jenis,

spora berukuran besar ($50-100$ μm) dimiliki oleh 17 jenis, dan spora berukuran sangat besar (>100 μm) dimiliki oleh enam jenis (Tabel 2). Berdasarkan rasio P/E, spora tumbuhan paku epifit tergolong dalam spora *peroblate* ($<0,50$), *oblate* ($0,50-0,75$), *suboblate* ($0,75-0,88$), *oblate* bulat ($0,88-1,00$), dan *prolate* bulat ($1,00-1,14$) (Erttdtman 1957). Bentuk spora *oblate* dijumpai pada 20 jenis tumbuhan paku epifit sedangkan bentuk spora *peroblate*, *suboblate*, *oblate* bulat, dan *prolate* bulat masing-masing hanya ditemukan pada satu jenis tumbuhan paku epifit.

Bentuk spora yang paling banyak ditemukan adalah bentuk spora *elips* atau *monolet* yang dijumpai pada 22 jenis tumbuhan paku epifit. Bentuk spora *tetrahedral-globose* dan bulat masing-masing hanya dijumpai pada satu jenis tumbuhan paku epifit. Hal ini dijumpai juga dalam penelitian Rahayu *et al.* (2021) yang banyak menemukan bentuk spora *elips* atau *monolet* pada tumbuhan paku yang diamati di Desa Bukit Selamat, Kecamatan Besitang, Sumatera Utara.

Laesura spora tumbuhan paku epifit yang diamati dominan berbentuk garis daripada bentuk *triradiate*. Menurut Tryon dan Lugardon (1991) bentuk laesura biasanya mengikuti bentuk dasar spora. Hasil pengamatan dalam penelitian ini menunjukkan spora dengan bentuk *monolet* pada 22 jenis tumbuhan paku memiliki bentuk laesura garis dan dua jenis dengan bentuk *tetrahedral-globose* memiliki bentuk laesura *triradiate*. Selain itu, permukaan perispora yang diamati menunjukkan hasil yang lebih beragam jika dibandingkan dengan bentuk dasar dan laesura spora. Menurut Anas (2016) permukaan perispora pada semua spesies tumbuhan paku menunjukkan bentuk yang jelas dengan beberapa variasi ketebalan. Permukaan perispora merupakan hal yang penting dalam kajian ilmu taksonomi sebagai ornamen dari dinding spora pada tumbuhan paku (de Winter dan Amoroso 2003). Harahap dan Sofiyanti (2019) juga menyatakan bahwa dalam klasifikasi taksonomi tumbuhan paku, permukaan perispora merupakan satu ciri konstan yang berperan sebagai penciri setiap jenis pada marga yang sama.

Asplenium nidus memiliki bentuk spora *monolet* dengan laesura garis. Menurut Pranita *et al.* (2017) tumbuhan paku dari marga *Asplenium* yang ditemukan memiliki bentuk spora yang sama yaitu *monolet*. Tidak hanya itu, spora *A. nidus* menunjukkan ukuran yang besar dengan tipe spora *oblate*. *Asplenium nidus* memiliki panjang polar $54,49 \pm 8,46$ μm dan panjang ekuatorial $79,18 \pm 8,87$ μm . Permukaan perispora dari *A. nidus* yaitu alate-angular. Menurut Tryon dan Lugardon (1991) permukaan perispora pada suku Aspleniaceae meliputi tonjolan membentuk sayap (*alate*) atau *cristate*, *echinate*, *reticulate*, atau *fenestrate*. Berdasarkan karakteristik spora, tumbuhan

paku dari marga *Asplenium* menunjukkan persamaan yang signifikan seperti bentuk, ukuran, tipe/jenis spora dan tipe ornamentasi eksin pada setiap jenisnya (Pranita *et al.* 2017).

D. denticulata dan *D. thricomanoides* memiliki bentuk spora *monoletе*, laesura garis, ukuran spora besar, dan tipe spora *oblate* berdasarkan rasio P/E. *D. denticulata* memiliki panjang polar $49,17 \pm 2,08 \mu\text{m}$ dan panjang ekuatorial $72,75 \pm 2,19 \mu\text{m}$ sedangkan *D. thricomanoides* memiliki panjang polar $50,88 \pm 4,42 \mu\text{m}$ dan panjang ekuatorial $84,11 \pm 3,52 \mu\text{m}$. Hasil ini sejalan dengan penelitian Harahap dan Sofiyanti (2019) yang melaporkan bahwa tumbuhan paku jenis *D. denticulata* memiliki bentuk spora *monoletе*, dengan panjang ekuatorial $78,30 \pm 24,70 \mu\text{m}$ dan termasuk ke dalam spora berukuran besar dengan tipe spora *oblate* berdasarkan rasio P/E. Akan tetapi, Sofiyanti *et al.* (2019a) menyatakan bahwa *D. denticulata* termasuk ke dalam spora berukuran medium dengan tipe spora *subprolate* berdasarkan rasio P/E. Permukaan perispora dari *D. denticulata* yaitu *shallow verrucae* sedangkan *D. thricomanoides* yaitu *verrucate*. Hal ini didukung dengan literatur yang menyatakan bahwa permukaan perispora pada *D. denticulata* yaitu *verrucae* atau lebih rata daripada permukaan perispora *D. thricomanoides* yang terlihat berkulit atau *verrucate* (Meliza *et al.* 2019). Tryon dan Lugardon (1991) menyatakan hal yang sama yaitu permukaan perispora dari marga *Davallia* umumnya *verrucae* atau *tuberculate* dan beberapa *papillate*.

Bentuk spora *B. heteroclita* adalah *monoletе* dan laesura garis. Spora dari jenis ini termasuk ke dalam ukuran yang besar dengan tipe spora *oblate*. *B. heteroclita* memiliki panjang polar $51,84 \pm 8,33 \mu\text{m}$ dan panjang ekuatorial $76,83 \pm 11,95 \mu\text{m}$. Permukaan perispora dari *B. heteroclita* yaitu *echinulate*. Penelitian sebelumnya juga melaporkan bahwa marga *Bolbitis* memiliki bentuk spora *monoletе* dan ukuran spora berkisar $20\text{--}55 \mu\text{m}$ dengan permukaan perispora *echinulate* atau *reticulate* (Tryon dan Lugardon 1991). Selain itu, berdasarkan penelitian Makgomol (2006) marga *Bolbitis* yang meliputi *B. appendiculata* dan *B. copelandii* memiliki bentuk spora *monoletе* sedangkan dari segi ukuran menunjukkan bahwa *B. appendiculata* dan *B. copelandii* tersebut memiliki ukuran spora medium dan permukaan perispora pada masing-masing spesies tersebut adalah *reticulate* dan *undulate*.

Bentuk spora *L. flexuosum* adalah *tetrahedral-globose* dan laesura *triradiate*. Ukuran spora *L. flexuosum* termasuk ke dalam ukuran yang sangat besar dengan tipe rasio spora *oblate* bulat. *L. flexuosum* memiliki panjang polar $144,49 \pm 9,33 \mu\text{m}$ dan panjang ekuatorial $162,57 \pm 6,35 \mu\text{m}$. Permukaan perispora dari *L. flexuosum* adalah *reticulate* kasar. Literatur lainnya

menyebutkan bahwa *L. flexuosum* memiliki bentuk spora *tetrahedral* dan ukuran spora besar berkisar $62\text{--}78 \mu\text{m}$ dan $57\text{--}70 \mu\text{m}$ dengan permukaan perispora *spheroid-tuberculate* (Makgomol 2006). Hal tersebut berbeda dengan penelitian Morajkar *et al.* (2021) yang menyebutkan bahwa permukaan perispora *L. flexuosum* adalah *gemmate*, menurut Tryon dan Lugardon (1991) marga *Lygodium* memiliki ukuran spora berkisar $53\text{--}127 \mu\text{m}$ dan bentuk spora *tetrahedral-globose* dengan permukaan perispora *spheroid-tuberculate*, *verrucate* atau *reticulate*.

Tumbuhan paku epifit dari suku *Nephrolepidaceae* yang diamati terdiri atas empat jenis yaitu *Nephrolepis biserrata*, *N. falcata*, *N. multiflora*, dan *N. radicans*. Bentuk spora dari jenis tersebut adalah *monoletе* dan laesura garis. Selain itu, keempat jenis tersebut memiliki ukuran dan tipe spora yang sama yaitu berukuran besar dan tipe spora *oblate*. Menurut Harahap dan Sofiyanti (2019) marga *Nephrolepis* memiliki bentuk spora *monoletе* dan termasuk ke dalam spora berukuran besar dengan tipe spora *oblate*. Permukaan perispora dari *N. falcata* dan *N. multiflora* yaitu *rugate* sedangkan *N. biserrata* yaitu *tuberculate* dan *N. radicans* yaitu *globules*. Menurut Tryon dan Lugardon (1991) marga *Nephrolepis* memiliki permukaan perispora *tuberculate* tidak teratur atau *rugate* dan beberapa *globules*. Spora *N. biserrata* berukuran besar dengan panjang polar $41,12 \pm 4,80 \mu\text{m}$ dan panjang ekuatorial $63,03 \pm 2,17 \mu\text{m}$. Berdasarkan penelitian Kao *et al.* (2014) *N. biserrata* memiliki spora berukuran medium dengan ukuran $28,7 \pm 4,0 \mu\text{m}$ dan permukaan perispora *rugate*. Spora *N. falcata* berukuran besar dengan panjang polar $43,70 \pm 0,86 \mu\text{m}$ dan panjang ekuatorial $59,01 \pm 2,50 \mu\text{m}$. Spora *N. multiflora* berukuran besar dengan panjang polar $47,07 \pm 4,41 \mu\text{m}$ dan panjang ekuatorial $74,02 \pm 14,95 \mu\text{m}$. Hal ini berbeda dengan Vijayakanth dan Sathish (2016) yang menyatakan bahwa *N. multiflora* memiliki spora berukuran medium dengan ukuran $37 \pm 45 \mu\text{m}$ dan permukaan perispora *ornate* atau *verrucate*. Spora *N. radicans* berukuran besar dengan panjang polar $47,28 \pm 6,02 \mu\text{m}$ dan panjang ekuatorial $66,27 \pm 4,16 \mu\text{m}$. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa *N. radicans* memiliki ukuran spora medium (Setyati *et al.* 2021).

Jenis *L. callifolia*, *M. heterocarpum*, *M. musifolium*, *M. punctatum*, *M. scolopendria*, *P. coronarium*, *P. holttumi*, *P. albicans*, *P. lanceolata*, *P. longifolia*, *P. pilloselloides* dan *Pyrrosia* sp. memiliki spora *monoletе* dengan laesura garis sedangkan *P. stigmosa* memiliki bentuk spora bulat dengan laesura *triradiate*. Menurut Nayar (2016) tumbuhan paku epifit dari suku *Polypodiaceae* memiliki bentuk spora *monoletе*. Selain itu, pada umumnya tumbuhan paku dari marga *Lepisorus*, *Platyserium*, *Pyrrosia*, dan *Microsorium*

memiliki bentuk spora *monolete* (Tryon dan Lugardon 1991).

Suku Polypodiaceae memiliki tiga ukuran spora yang berbeda. Ukuran spora medium hanya dimiliki oleh *P. stigmosa*, ukuran besar dimiliki oleh *M. heterocarpum*, *M. musifolium*, *M. punctatum*, *M. scolopendria*, *P. holtumii*, *P. longifolia*, dan *Pyrrosia* sp. sedangkan ukuran sangat besar dimiliki oleh *L. callifolia*, *Pyrrosia pilloselloides*, *P. coronarium*, *P. albicans*, dan *P. lanceolata*. Berdasarkan rasio P/E, terdapat empat tipe spora yang berbeda pula meliputi *peroblate*, *oblate*, *suboblate*, dan *prolate* bulat. Permukaan perispora yang dimiliki oleh *L. callifolia* yaitu *rugate*. Hal ini didukung dengan literatur yang menyebutkan bahwa permukaan perispora pada marga *Lepisorus* yakni *rugate*, *tuberculate*, atau *lamine* (Tryon dan Lugardon 1991). Jenis *M. heterocarpum*, *M. musifolium*, *M. punctatum*, dan *M. scolopendria* masing-masing memiliki permukaan perispora *laevate* halus, *laevate*, *crystate*, dan *rugulate*. Berbeda dengan pernyataan dari Morajkar *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa permukaan perispora dari *M. punctatum* adalah *gemmate*. Sinonim dari tumbuhan paku jenis *M. scolopendria* yaitu *Phymatosorus scolopendria*. Menurut Sofiyanti (2019) *P. scolopendria* memiliki tipe spora *oblate* dan spora berukuran besar dengan ukuran spora $50,57 \pm 6,35 \mu\text{m}$ dan permukaan spora *rugulate*. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian Tryon dan Lugardon (1991) yang menyatakan bahwa marga *Microsorium* memiliki permukaan perispora *tuberculate*, *globules*, atau *rugate* tidak teratur. *Platyserium coronarium* memiliki permukaan perispora *globules* sedangkan *P. holtumii* memiliki permukaan perispora *globules* halus. Menurut Tryon dan Lugardon (1991), marga *Platyserium* memiliki permukaan perispora *papillate* atau *tuberculate* dan beberapa *globules* atau *echinate*. Jenis *P. albicans*, *P. lanceolata*, dan *P. longifolia* masing-masing memiliki permukaan perispora *verrucate-undulate*, *verrucate-crenate*, dan *verrucate*. *Pyrrosia pilloselloides* memiliki permukaan perispora *echinate*, *P. stigmosa* memiliki permukaan perispora *granulose* halus sedangkan *Pyrrosia* sp. memiliki permukaan perispora *colliculate*. Marga *Pyrrosia* memiliki permukaan perispora *globules*, *verrucate* atau *colliculate* dan beberapa *verrucae* atau *echinate* (Tryon dan Lugardon 1991).

Bentuk spora *H. ensiformis* adalah *monolete* dan laesura garis. Jenis lain yaitu *H. heterophylla* memiliki bentuk spora *monolete* dan laesura garis. Spora dari suku Pteridaceae beberapa ditemukan berbentuk *monolete* (Tryon dan Lugardon 1991). Berbeda dengan penelitian Sofiyanti *et al.* (2019b) yang menyatakan bahwa tiga jenis tumbuhan paku dari suku Pteridaceae yaitu *Acrostichum aureum*, *Ceratopteris thalictroides*, dan *Pteris vitata* memiliki spora berbentuk *trilete*. Spora

H. ensiformis berukuran besar dengan panjang polar $54,53 \pm 4,20 \mu\text{m}$ dan panjang ekuatorial $87,57 \pm 5,82 \mu\text{m}$. Permukaan perispora dari *H. ensiformis* adalah *globules*. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian lain yang menyatakan bahwa spora *H. ensiformis* memiliki ukuran yang besar dengan tipe *oblate* dan permukaan perispora *papillate* (Chen *et al.* 2013).

Bentuk spora *Christella* sp. yaitu *monolete* dan laesura garis. Menurut Morajkar (2021), *C. dentata* dan *C. parasitica* memiliki bentuk spora *monolete*. Spora *Christella* sp. memiliki ukuran yang besar dengan tipe spora *oblate*. Menurut Tryon dan Lugardon (1991) tumbuhan paku dari suku Thelypteridaceae memiliki spora bentuk *monolete* atau beberapa ditemukan spora bentuk *trilete*. Spora pada suku Thelypteridaceae memiliki permukaan perispora *rugate*, *gemmulate*, *cavate*, *crystate*, bersayap (*alate*), *echinate*, *reticulate*, atau *tuberculate*. *Christella dentate* memiliki permukaan perispora *alate* (Gorrer *et al.* 2021). Permukaan perispora pada umumnya bersifat khas, sehingga ciri ini dapat bernilai taksonomi dalam membedakan taksa tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto WF, Najah SK. 2017. Institut Pertanian Bogor sebagai kampus biodiversitas: potensi, tantangan dan implikasi terhadap konservasi, di dalam: Septriasari A, Astuti A, Berlian IN, Kharismamurti K, Merdekawati NC, Alkarim YR (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas*. Surakarta: Kelompok Studi Biodiversitas Program Studi Biologi FMIPA UNS. p 158-161.
- Almeida TE, Salino A, Dubuisson JY, dan Hennequin S. 2017. Adetogramma (Polypodiaceae), a new monotypic fern genus segregated from *Polypodium*. *PhytoKeys* 78:109-131. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.78.12189>
- Anas A. 2016. Karakterisasi Spora Tumbuhan Paku (Pteridophyta) dari Hutan Lumut Suaka Margasatwa "Dataran Tinggi Yang", Pegunungan Argopuro [Skripsi]. Jember, Indonesia: Universitas Jember.
- Barrington DS, Patel NR, Southgate MW. 2020. Inferring the impact of evolutionary history and ecological constraints on spore size and shape in the ferns. *APPS* 8:1-10. <https://doi.org/10.1002/aps3.11339>
- Chen CW, Huang YM, Kuo LY, Chang YH, Liu YC, Chiou. 2013. A new vittarioid fern species, *Haplopteris heterophylla* (Pteridaceae). *Syst Bot* 38:901-909. <https://doi.org/10.1600/036364413X674805>
- de Winter WP, Amoroso VB. 2003. Plant Resources of South-East Asia No. 15(2). Cryptogams: Fern and Fern Allies. Bogor: Prosea Foundation.
- Erdtman G. 1957. Pollen and Spore Morphology/ Plant Taxonomy: Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta, (illustrations) (an Introduction to Palynology, II). Stockholm: Almqvist & Wiksell, Ronald Press Co. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.5683>
- Gorrer DA, Berrueta PC, Giacosa JPR, Luna ML, Giudice GE. 2021. Spore atlas of isosporate ferns of Punta Lara Nature Reserve, Argentina. *Bol Soc Argent Bot* 56:17-32. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v56.n1.30531>
- Harahap PH, Sofiyanti N. 2019. Inventarisasi dan kajian palinologi jenis-jenis tumbuhan paku (Pteridofita) epifit di Kawasan Universitas Riau, Provinsi Riau. *JBT* 19:214-220. <https://doi.org/10.29303/jbt.v19i2.1266>
- Kao TT, Chiou WL, Hsu SY, Chen CM, Chao YS, Huang YM. 2014. Hybrid origin of *Nephrolepis* x *hippocrepis* Miyam. (Nephrolepidaceae). *JPRB* 6:1-14. <https://doi.org/10.1186/1471-2482-14-72>

- Lestari I, Murningsih, Utami S. 2019. Keanekaragaman jenis tumbuhan paku epifit di Hutan Petungkriyono Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah. *NICHE J Trop Bio* 2:14-21.
- Makgomol K. 2006. Morphology of fern spores from Phu Phan National Park. *Kasetsart J (Nat Sci)* 40:116-122.
- Marpaung AA, Sofiyanti N, Iriani D. 2016. Morfologi spora paku pteridaceae di Hutan PT. CPI Rumbai Riau. *JRB* 1:149-154.
- Meliza R, Chikmawati T, Sulistijorini. 2019. Morfologi spora dan perkembangan gametofit *Davallia denticulata* dan *Davallia thricomanoides*. *JBB* 6:1-10. <https://doi.org/10.29122/jbbi.v6i1.2607>
- Morajkar S, Sajeev S, Hegde S. 2021. Spore morphology of selected pteridophytes found in the Western Ghats of India. *BBRA* 18:99-106. <https://doi.org/10.13005/bbra/2899>
- Nainggolan AF. 2014. Keanekaragaman jenis paku epifit dan pohon inangnya di kawasan kampus IPB Darmaga Bogor, Jawa Barat [skripsi]. Bogor, Indonesia: IPB University.
- Nayar BK. 2016. Spore morphology of *Loxogramme*. *Grana* 39:7-19.
- Perwati LK. 2009. Analisis derajat ploidi dan pengaruhnya terhadap variabel ukuran stomata dan spora pada *Adiantum raddianum*. *Bioma* 11:39-44.
- Piggot, A. 1988. Ferns of Malaysia in Colour. Kuala Lumpur: Tropical Pr.
- Pranita HS, Mahanal S, Sari MS. 2017. Karakteristik spora tumbuhan *Asplenium* Kawasan Hutan Raya R. Soerjo. *JPTPP* 2:454-458.
- Rahayu MD, Elfrida, Suwardi AB. 2021. Karakteristik spora pteridophyta di Perkebunan Kelapa Sawit Masyarakat Desa Bukit Selamat, Kecamatan Besitang, Sumatera Utara. *J Jeumpa* 8:472-477. <https://doi.org/10.33059/jj.v8i1.3690>
- Riyani E, Sulistyantara B. 2010. Kajian potensi fasilitas pendidikan sebagai obyek pariwisata pertanian di Kampus Institut Pertanian Bogor Darmaga. *JLI* 2:100-107.
- Rosalin I. 2014. Keanekaragaman morfologi dan struktur reproduksi tumbuhan paku terestrial di Kampus Institut Pertanian Bogor [skripsi]. Bogor, Indonesia: IPB University.
- Setyati D, Sulistyowati H, Rahmawati R, Ratnasari T. 2021. The spores structure of ferns growing in mountain Gunitir coffee plantation area Jember Regency. *IOP Conf Ser: Earth Environ Sci* 743:1-12. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/743/1/012089>
- Sofiyanti N. 2019. Aspleniaceae and Polypodiaceae from the coastal regions of Riau, Indonesia and their palynological study. *Tropical Plant Research* 6:326-334. <https://doi.org/10.22271/tpr.2019.v6.i2.042>
- Sofiyanti N, Iriani D, Fitmawati, Marpaung AT. 2019a. Morphology, palynology, and stipe anatomy of four common ferns from Pekanbaru, Riau Province, Indonesia. *Biodiversitas* 20:327-336. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200138>
- Sofiyanti N, Isda MN, Juliantari E, Suriatno R, Pranata S. 2019b. The inventory and spore morphology of ferns from Bengkalis Island, Riau Province, Indonesia. *Biodiversitas* 20:3223-3236. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201115>
- Suraida, Susanti T, Amriyanto R. 2013. Keanekaragaman tumbuhan paku (*Pteridophyta*) di Taman Hutan Kenali Kota Jambi, di dalam: Dwi S, Apkuanbo H, Saidi S (Eds.), *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Lampung: Universitas Lampung. p 387-392.
- Tryon AF, Lugardon B. 1991. Spores of the Pteridophyta: Surface, Wall Structure and Diversity Based On Electron Microscope Studies. New York: Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8991-0>
- Viane R, Van Cotthem W. 1977. Spore morphology and stomatal characters of some Kenyan *Asplenium*-Species. *Ber Deutschr Bot Ges Bd* 90:219-239. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1977.tb02817.x>
- Vijayakanth P, Sathish SS. 2016. Studies on the spore morphology of pteridophytes from Kolli Hills, Eastern Ghats, Tamil Nadu, India. *IJREB* 4:1-12.