

## POLIPLOIDI INTRASPEKIFIK PTERIS VITTATA L. (PTERIDACEAE) DI PULAU JAWA

Mugi Mumpuni<sup>1</sup>, Tatik Chikmawati<sup>2</sup> & Titien Ngatinem Praptosuwiryo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Pascasarjana, Program Studi Biologi Tumbuhan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Kampus IPB Dramaga, Bogor  
Email : mugi\_mumpuni@yahoo.com

<sup>2</sup>Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Kampus IPB Dramaga, Bogor  
tchikmawati@yahoo.com

<sup>3</sup>Pusat Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya Bogor, LIPI Jl. Ir. H. Juanda 13, Bogor 16003

Mugi Mumpuni, Tatik Chikmawati & Titien Ngatinem Praptosuwiryo. 2015. Intraspecific Polyploidy *Pteris vittata* L. (Pteridaceae) in Java. *Floribunda* 5(2): 53–59. — The Chinese ladder brake fern, *P. vittata*, shows considerable morphological variations and has wide geographical distribution throughout the world. In India and China this species was reported as cryptic species with five cytotypes, namely diploid, triploid, tetraploid, pentaploid and hexaploid, and has basic chromosome number 29. Cytological studies on *P. vittata* in Indonesia is vew informed. There were two ploidi levels and reproduction type among 37 individuals of *P. vittata* in Java, sexual tetraploid ( $2n = 4x = 116$ ) and apogamy pentaploid ( $2n = 5x = 145$ ). Pentaploid is a new record in Java. The tetraploid and pentaploid types were morphologically not differentiated clearly, but the pentaploid has larger stomata size than that of the tetraploid.

Keywords: Java, *Pteris vittata*, morphology, intraspecific polyploidy

Mugi Mumpuni, Tatik Chikmawati & Titien Ngatinem Praptosuwiryo. 2015. Poliploidi Intraspekif *Pteris vittata* L. (Pteridaceae) di Pulau Jawa. *Floribunda* 5(2): 53–59. — *P. vittata* atau yang dikenal dengan ‘The Chinese Ladder Brake Fern’ memiliki variasi morfologi tinggi dan daerah geografi yang luas di seluruh dunia. Di India dan Cina, jenis ini dilaporkan sebagai “cryptic species” dengan lima tingkat ploidi yaitu diploid, triploid, tetraploid, pentaploid and heksaploid, dan memiliki kromosom dasar 29. Studi sitologi *P. vittata* di Indonesia masih sangat sedikit diinformasikan. Pada penelitian ini ditemukan dua variasi *P. vittata* di Jawa dalam tingkat ploidi dan tipe reproduksi dari 37 individu yang diamati, yaitu tetraploid seksual ( $2n = 4x = 116$ ) dan pentaploid apogami ( $2n = 5x = 145$ ). Pentaploid merupakan laporan terbaru data sitologi *P. vittata* di Pulau Jawa. Tetraploid dan pentaploid tidak dapat dibedakan dengan jelas secara morfologi, namun pentaploid memiliki ukuran stomata yang lebih besar dibandingkan tetraploid.

Kata kunci: Jawa, *Pteris vittata*, morfologi, poliploidi intraspekif

*Pteris vittata* merupakan tumbuhan paku liar yang tersebar di daerah tropik dan subtropik. Jenis ini memiliki rentang toleransi adaptasi yang cukup luas mulai dari daerah dataran rendah hingga dataran tinggi ( $\pm 2000$  m dpl), tersebar di hutan primer dan sekunder, hidup di daerah yang terbuka dengan kondisi lingkungan yang kering atau pun lembab, tumbuh menempel pada bebatuan di pinggir jalan dan celah tembok bangunan (Schneider & Rusea 2003). Jenis ini dapat berperan sebagai fitoremediator, mampu hidup di daerah-daerah yang terkontaminasi oleh zat-zat kimia yang mengandung Arsenik dan zat-zat lain yang mengandung unsur-unsur logam berat lain seperti Cadmium, Tembaga, Besi, Mangan, Timbal, dan Zink yang umumnya ditemukan di daerah yang berpolusi dan daerah-daerah pertambangan (Ma *et al* 2001).

*P. vittata* memiliki ciri morfologi yang khas dibandingkan dengan jenis dari marga *Pteris* lainnya, yaitu memiliki daun monomorfis. Jenis ini memiliki anak daun menyirip tunggal, tepi anak daun rata dan tangkai yang pendek, seolah-olah melekat pada batang. Pertulangan anak daun dikotomi. Sorus terletak di sepanjang pinggir anak daun, namun tidak mencapai ujung maupun pangkal anak daun. Spora berbentuk trilet-tetrahedral dan memiliki papila (Edie 1978). Tipe reproduksi seksual dan apogami (Khare & Kaur 1983a).

Secara taksonomi *P. vittata* sangat menarik karena tergolong jenis yang kompleks dengan jumlah kromosom dasar  $x = 29$  (Srivastava *et al* 2007). Keanekaragaman infraspekif pada tingkat ploidi merupakan fenomena umum yang terjadi pada jenis ini (Khare & Kaur 1983a). Di India, *P.*

*vittata* dilaporkan sebagai jenis yang memiliki lima tingkat ploidi yaitu diploid, triploid, tetraploid, pentaploid dan heksaploid. Tetraploid merupakan tingkat ploidi yang paling banyak dilaporkan, sedangkan untuk triploid dan pentaploid hanya dilaporkan sekali di India (Srivastava *et al* 2007). Di Cina, *P. vittata* diploid juga ditemukan di beberapa daerah seperti Sichuan, Yunnan, Guizhou, Hubei dan Hunan (Wang 1989) dan kebanyakan jenis yang dijumpai di Cina memiliki tipe reproduksi seksual (Xiao & Zhang 2010).

Studi sitologi *P. vittata* di Indonesia masih sangat sedikit diinformasikan. Ruma (2002) melaporkan jumlah kromosom beberapa jenis tumbuhan paku di Nusa Tenggara Timur, salah satunya adalah *P. vittata* dengan tingkat ploidi tetraploid ( $2n = 4x = 116$ ). Praptosuwiryo & Darnaedi (2008) juga menemukan *P. vittata* tetraploid di Jawa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi jumlah kromosom somatik pada *P. vittata* yang dijumpai di Jawa dan mengetahui hubungan antara karakter jumlah kromosom dengan morfologi dan tipe reproduksi dalam kelompok jenis ini.

#### BAHAN DAN CARA KERJA

Pengambilan material tumbuhan dilakukan dengan menggunakan metode eksplorasi atau jelajah yaitu menyusuri setiap lokasi yang diketahui dan memungkinkan dijumpainya *P. vittata* pada 30 lokasi yaitu di Jawa Barat (18 lokasi), Jawa Tengah (2 lokasi) dan Yogyakarta (1 lokasi) (Tabel 1). Material hidup ditanam di Kebun Raya Bogor. Spesimen herbarium disimpan di Herbarium Bogoriense (BO) dan Herbarium Medanense (MEDA). Karakter morfologi yang diamati meliputi ukuran panjang dan lebar stipe (tangkai daun), bentuk dan ukuran helaian daun, jumlah total anak daun, jumlah anak daun subur, jumlah anak daun mandul, pertulangan anak daun, ukuran panjang dan lebar anak daun terminal dan rasio perbandingan antara anak daun terminal dengan anak daun dibawahnya, ukuran dan bentuk anak daun subur, serta ukuran dan bentuk anak daun mandul. Pengamatan kerapatan dan ukuran stomata dilakukan dengan membuat sayatan paradermal epidermis bawah anak daun. Preparat diamati di bawah mikroskop menggunakan perbesaran 40 x 10. Sebanyak 25 bidang pandang diamati untuk mendapatkan data rerata kerapatan stomata. Rerata ukuran stomata ditentukan dengan mengukur 30 stomata yang dipilih secara acak pada setiap nomor koleksi. Luas bidang pandang ditentukan dengan mengukur luas permukaan daun yang berupa

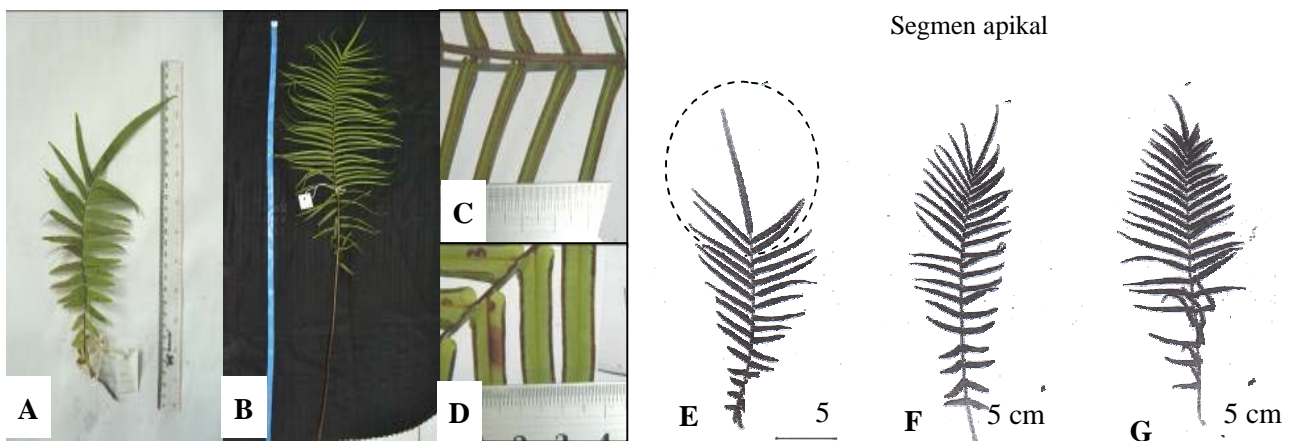
lingkaran pada perbesaran mikroskop yang digunakan. Pengamatan jumlah kromosom somatik dilakukan dengan menggunakan metode *squash* (Manton 1950) yang dimodifikasi oleh Darnaedi (1991). Tiap nomor koleksi hidup diambil 7–10 ujung akar. Ujung-ujung akar dimasukkan ke dalam larutan 8-hydroxyquinolin 0.002 M dan disimpan selama 24 jam pada suhu 20 °C. Ujung-ujung akar difiksasi dengan asam asetat 45% selama 10–15 menit. Ujung akar yang telah difiksasi tersebut dimaserasi ke dalam larutan asam klorida 1 N : asam asetat 45% (3 : 1) pada suhu 60 °C selama 2–3 menit. Pewarnaan dan *squash* dilakukan menggunakan aceto orcein 2%. Preparat diamati dengan mikroskop cahaya (Olympus U-TVO SXC–3) dengan pembesaran 1000x dan didokumentasikan dengan menggunakan kamera Sony (Exware HAD Colour Video Camera). Kromosom yang tampak menyebar dalam satu sel utuh diamati dan dihitung. Tipe reproduksi ditentukan dengan mengamati bentuk dan menghitung jumlah spora pada setiap sporangium. Individu yang memiliki 32 spora pada setiap sporangiumnya dinyatakan sebagai individu bertipe apogami, sedangkan yang memiliki 64 spora per sporangium dinyatakan sebagai individu bertipe seksual.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

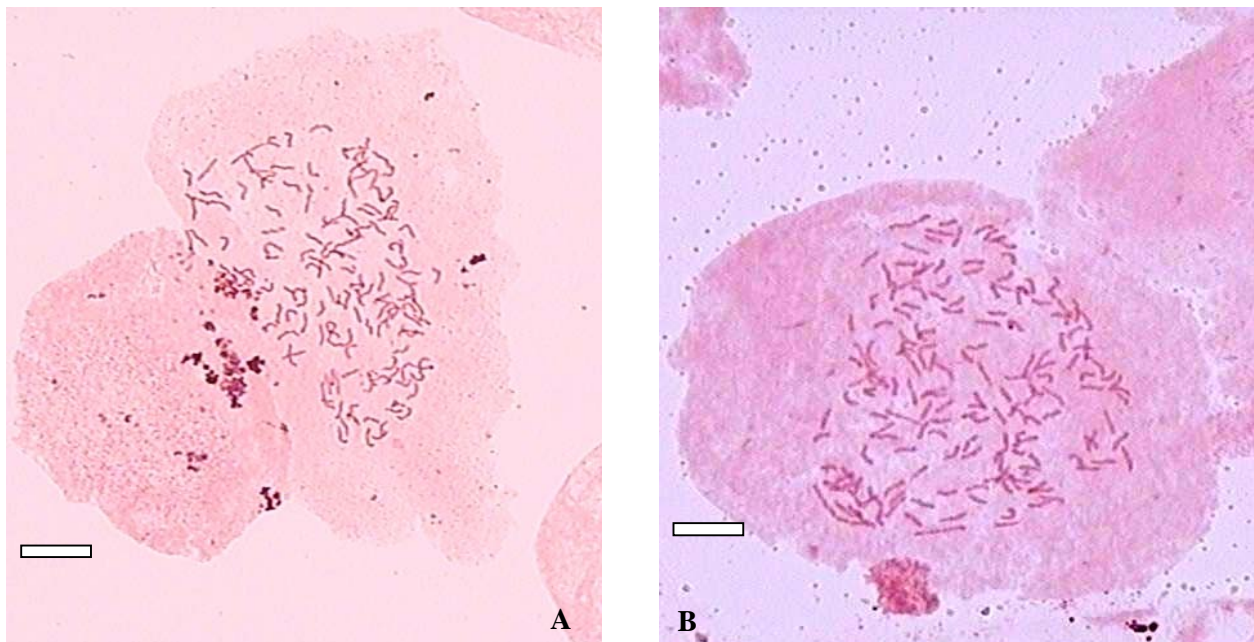
*P. vittata* memiliki variasi dalam ukuran dan bentuk daun utuh dan anak daun. Korelasi antara variasi morfologi dengan tingkat ploidi memperlihatkan bahwa variasi ukuran dan bentuk morfologi antara tetraploid dan pentaploid sulit dibedakan dengan jelas karena karakter saling tumpang tindih. Hasil pengamatan stomata menunjukkan bahwa terdapat perbedaan ukuran dan kerapatan stomata dari kedua tingkat ploidi *P. vittata*. *P. vittata* tetraploid memiliki ukuran stomata yang lebih kecil dan kerapatan yang tinggi dibandingkan yang pentaploid

Morfologi *P. vittata* bervariasi dalam bentuk dan ukuran daunnya (Holtum 1966). Variasi morfologi *P. vittata* terlihat pada ukuran panjang dan lebar dari tangkai daun, helaian daun, bagian terlebar helaian daun, jumlah anak daun, anak daun paling ujung, anak daun subur dan mandul, bentuk ujung dan ukuran anak daun subur dan mandul yang terpanjang dan terpendek (Gambar 1).

*P. vittata* memperlihatkan variasi dalam jumlah kromosom. Dari 37 individu yang diamati jumlah kromosomnya, 35 individu memiliki jumlah kromosom  $2n = 4x = 116$  (tetraploid) dan hanya 2 individu menunjukkan jumlah kromosom



Gambar 1. Variasi morfologi daun *P. vittata* : A. daun berukuran pendek B. daun berukuran panjang C. Anak daun sempit. D. Anak daun lebar E–G. Ukuran anak daun yang paling ujung (apikal), E. segmen apikal panjang, F–G. segmen apikal pendek.



Gambar 2. Variasi jumlah kromosom *P. vittata*; A.  $2n = 4x = 116$  (Tetraploid). B.  $2n = 5x = 145$  (Pentaploid). Perbesaran 10x100. Bar = 0.01 $\mu$ m.

$2n = 5x = 145$  (pentaploid) (Gambar 2). Hasil ini mendukung hasil penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa kromosom dasar marga *Pteris* adalah 29 (Srivastava *et al* 2007).

Individu tetraploid lebih sering ditemukan di lokasi penelitian dengan berbagai ketinggian tempat, sedangkan individu pentaploid dengan tipe reproduksi apogami hanya ditemukan pada dua lokasi (Tabel 1). Pentaploid yang ditemukan berasal dari dua ketinggian tempat yang berbeda yaitu pada 1050 m dpl di daerah Jalur Salabintana, TNGGP, Jawa Barat pada tembok di pinggir jalan, sedangkan yang lainnya pada ketinggian 30 m dpl

di daerah Dusun Pituruh Pereng, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah pada tanah yang kering.

Tingkat ploidi tetraploid merupakan tingkat ploidi yang banyak dilaporkan di kawasan tropis lainnya seperti di India (Srivastava *et al* 2007), Filipina (Walker 1962), Indonesia (Ruma 2002, Praptosuwiryo & Darnaedi 2008). Menurut Wang (1989) kawasan subtropik Cina merupakan kawasan tempat ditemukannya nenek moyang *P. vittata* dan kawasan tropis merupakan kawasan yang cocok untuk pembentukan poliploid daripada kawasan subtropik.

Tabel 1. Nomor koleksi, lokasi pengambilan material tumbuhan, ketinggian lokasi, jumlah kromosom dan tipe reproduksi *P. vittata*

No	Nomor Koleksi	Lokasi Pengambilan Material Tumbuhan	Ketinggian Lokasi (m dpl)	Jumlah Kromosom Somatik (2n)	Tipe Reproduksi
		Jawa Barat			
1.	MM 88 a	Danau Mandalawangi, TNGGP	1357	116/ Tetraploid	Seksual
2.	MM 88 b	Danau Mandalawangi, TNGGP	1357	116/ Tetraploid	Seksual
3.	MM 89 a	Taman Komodo, TNGGP	1343	116/ Tetraploid	Seksual
4.	MM 89 b	Taman Komodo, TNGGP	1343	116/ Tetraploid	Seksual
5.	MM 94 a	Rawa Denok, TNGGP	1805	116/ Tetraploid	Seksual
6.	MM 95 a	Rawa Denok, TNGGP	1812	116/ Tetraploid	Seksual
7.	MM 95 b	Rawa Denok, TNGGP	1812	116/ Tetraploid	Seksual
8.	MM 101 b	Kebun Raya Cibodas	1371	116/ Tetraploid	Seksual
9.	MM 103 a	Kebun Raya Cibodas	1343	116/ Tetraploid	Seksual
10.	MM 107 a	Shelter II Air Panas, TNGGP	2158	116/ Tetraploid	Seksual
11.	MM 108 a	Air Panas, TNGGP	2161	116/ Tetraploid	Seksual
12.	MM 109 a	Jalur Gunung Putri, TNGGP	1633	116/ Tetraploid	Seksual
13.	MM 110 a	Jalur Gunung Putri, TNGGP	1683	116/ Tetraploid	Seksual
14.	MM 110 c	Jalur Gunung Putri, TNGGP	1683	116/ Tetraploid	Seksual
15.	MM 112 c	Jalur Gunung Putri, TNGGP	1449	116/ Tetraploid	Seksual
16.	MM 114 a	Jalur Gunung Putri, TNGG	1381	ca. 116/ Tetraploid	Seksual
17.	MM 115 c	Jalur Gunung Putri, TNGGP	1278	ca. 116/ Tetraploid	Seksual
18.	MM 116 a	Jalur Gunung Putri, TNGGP	1251	116/ Tetraploid	Seksual
19.	MM 119 a	Jalur Salabintana, TNGGP	1271	116/ Tetraploid	Seksual
20.	MM 121 b	Jalur Salabintana, TNGGP	1050	145/Pentaploid	Apogami
21.	MM 123 a	Jalur Salabintana, TNGGP	924	116/ Tetraploid	Seksual
22.	MM 124 a	Kebun Raya Bogor	300	116/ Tetraploid	Seksual
23.	MM 126 a	Kebun Raya Bogor	289	116/ Tetraploid	Seksual
24.	MM 130 a	Cipayung, Bogor	615	ca. 116/ Tetraploid	Seksual
25.	MM 131 a	Cibogo, Bogor	702	116/ Tetraploid	Seksual
26.	MM 132 c	Puncak, Cisarua	1250	116/ Tetraploid	Seksual
27.	MM 134 a	Lembah Nyiur Kopo, Cisarua	825	ca. 116/ Tetraploid	Seksual
28.	MM 134 h	Lembah Nyiur Kopo, Cisarua	825	116/ Tetraploid	Seksual
29.	MM 136 b	Ciawi, Bogor	440	116/ Tetraploid	Seksual
30.	MM 136 e	Ciawi, Bogor	440	116/ Tetraploid	Seksual
31.	MM 137 a	Tajur, Bogor	349	ca. 116/ Tetraploid	Seksual
32.	MM 139 c	Depok	96	ca. 116/ Tetraploid	Seksual
33.	MM 149 a	Jalan Paledang, Bogor	274	ca. 116/ Tetraploid	Seksual
34.	MM 153 a	Jalan Juanda, Bogor	275	116/ Tetraploid	Seksual
		Jawa Tengah			
35.	MM 202 a	Purworejo	45	116/ Tetraploid	Seksual
36.	MM 204 a	Pituruh, Pereng, Purworejo	30	145/Pentaploid	Apogami
		Yogyakarta			
37.	MM 196 a	Sleman	210	116/ Tetraploid	Seksual

Berdasarkan data dari 22 karakter (Tabel 2), variasi ukuran dan bentuk morfologi antara tetraploid dan pentaploid sulit dibedakan dengan jelas karena karakter saling tumpang tindih. Hal ini kemungkinan disebabkan sedikitnya material tumbuhan *P. vittata* dengan tingkat ploidi pentaploid (dua nomor koleksi) yang diperoleh sehingga kurang mewakili keseluruhan karakter individu

pentaploid dan kondisi lingkungan pengambilan material tumbuhan yang beragam kemungkinan juga mempengaruhi variasi morfologi. Menurut Aldasoro *et al* (2004) selain perbedaan tingkat ploidi, variasi morfologi juga dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti habitat, elevasi, tutupan awan, curah hujan, suhu, iklim, paparan matahari, dan kesuburan tanah.

Tabel 2. Perbandingan variasi morfologi tetraploid dan pentaploid *P.vittata*

No	Karakter	Tetraploid	Pentaploid
1.	Panjang tangkai daun (cm)	1.7–52.6	2.7–6.2
2.	Lebar tangkai daun (cm)	0.1–0.5	0.25–0.31
3.	Panjang helaian daun (cm)	22.1–100	29–74
4.	Lebar helaian daun (cm)	10.2–37.8	14.3–40.8
5.	Bentuk helaian daun	<i>Obovatus - Oblongus</i>	<i>Oblongus</i>
6.	Jumlah total anak daun	14–45 pasang	23–25 pasang
7.	Jumlah anak daun subur	9–44 pasang	19–20 pasang
8.	Jumlah anak daun mandul	2–12 pasang	4–5 pasang
9.	Panjang anak daun terminal (cm)	7.7–20.2	4.7–11
10.	Lebar anak daun terminal (cm)	0.3–1.2	0.35–0.43
11.	Rasio panjang anak daun terminal : dua daun di bawahnya (segmen apikal)	1:1–3:1	1:1–2:1
12.	Panjang anak daun subur terpanjang(cm)	5.3–19.5	7.3–21
13.	Lebar anak daun subur terpanjang (cm)	0.3–0.85	0.4–0.54
14.	Bentuk ujung anak daun subur	Runcip - meruncip	Meruncip
15.	Panjang anak daun mandul terpanjang (cm)	1.1–9.9	4.4–10.5
16.	Lebar anak daun mandul terpanjang (cm)	0.25–1.35	0.5–1.14
17.	Bentuk bangun anak daun mandul terpanjang	Lanset - segitiga	Lanset
18.	Bentuk ujung anak daun mandul terpanjang	Runcip - meruncip	Meruncip
19.	Panjang anak daun mandul terpendek (cm)	0.5–8	1.2–4
20.	Lebar anak daun mandul terpendek (cm)	0.2–1.3	0.5–0.7
21.	Bentuk bangun anak daun mandul terpendek	Bulat, segitiga, lanset	Segitiga - lanset
22.	Bentuk ujung anak daun mandul terpendek	Membundar - runcip	Membundar - runcip

Stomata *P. vittata* terdistribusi di kedua permukaan epidermis anak daun, baik epidermis atas maupun bawah. Tipe stomata *P. vittata* adalah anomositik dengan 2–5 sel penjaga yang tidak berbeda ukuran dan bentuk dengan sel epidermis (Bondada *et al* 2006). Hasil pengamatan stomata menunjukkan bahwa terdapat perbedaan ukuran dan kerapatan stomata dari kedua tingkat ploidi *P. vittata*. *P. vittata* tetraploid memiliki ukuran stomata yang lebih kecil dan kerapatan yang tinggi dibandingkan yang pentaploid (Tabel 3 dan

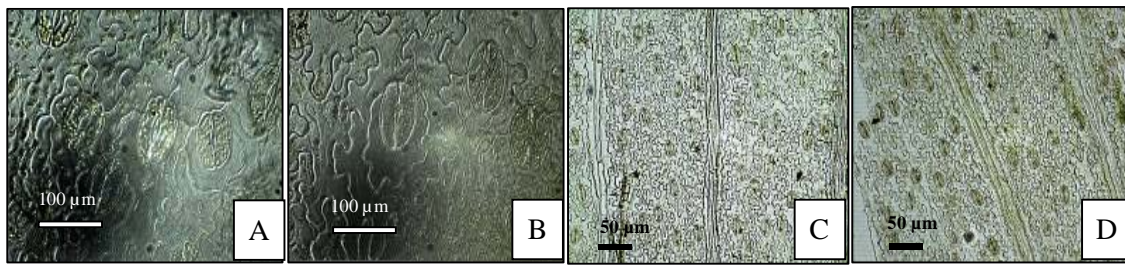
Gambar 3). Hal ini kemungkinan terjadi karena ukuran stomata dipengaruhi oleh tingkat ploidi. Semakin tinggi tingkat ploidi, maka ukuran stomata juga semakin besar (Verma & Agarwal 1974). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Khare & Kaur (1983a) menunjukkan hal yang serupa, pada tetraploid *P. vittata* ditemukan ukuran rata-rata stomata yang lebih kecil dan kerapatan stomata paling tinggi dibandingkan dengan tingkat ploidi pentaploid.

Tabel 3. Variasi ukuran dan kerapatan stomata *P. vittata* tetraploid dan pentaploid

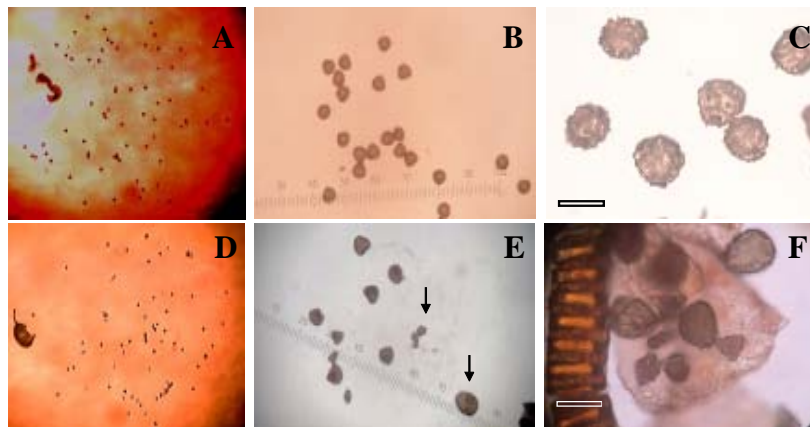
Karakter pembeda	Tetraploid	Pentaploid
Ukuran stomata		
Panjang (µm)	± 37.37–56	± 41.59–58.16
Lebar (µm)	± 25.39–38.15	± 25.71–33.06
Kerapatan stomata	82.92 stomata/1 mm <sup>2</sup>	68.03 stomata/1 mm <sup>2</sup>

Tipe seksual merupakan tipe reproduksi *P. vittata* yang paling sering ditemukan dalam penelitian ini. Tipe apogami yang ditemukan adalah sporangium dengan 64 spora yang bervariasi dalam bentuk dan ukuran sedangkan sporangium dengan jumlah spora 32 tidak dijumpai. Jumlah spora 64 dengan ukuran dan bentuk spora yang relatif sama dijumpai pada tingkat ploidi tetraploid (Gambar 4

A–C) sedangkan pada individu pentaploid dijumpai sporangium yang memiliki jumlah spora 64 namun bentuk dan ukuran dari spora tersebut tidak sama (Gambar 4 D–F). Hal ini kemungkinan disebabkan karena adanya sporogenesis yang abnormal yang mengindikasikan terjadinya variasi pada jumlah spora per sporangium, ukuran dan bentuk spora (Khare & Kaur 1983b).



Gambar 3. Variasi ukuran dan kerapatan stomata *P. vittata*. A–B Variasi ukuran stomata A. tetraploid B. pentaploid. Perbesaran 10x40. C–D Variasi kerapatan stomata; C. tetraploid D. pentaploid. Perbesaran 10x10



Gambar 4. Spora *P. vittata* pada tipe reproduksi seksual dan apogami. A–C. Tipe reproduksi seksual. D–F. Tipe reproduksi apogami (ukuran dan bentuk spora yang tidak sama ditunjukkan dengan tanda panah). Perb. 10x10 dan 10x40. Bar = 0.5 cm.

## KESIMPULAN

*P. vittata* memiliki variasi pada karakter morfologi, tipe reproduksi dan tingkat ploidi. Variasi morfologi yang diamati meliputi ukuran dan bentuk helaian daun utuh dan anak daun serta variasi pada segmen apikal. Tingkat ploidi yang ditemukan adalah tetraploid ( $2n = 4x = 116$ ) dengan tipe reproduksi seksual dan pentaploid ( $2n = 5x = 145$ ) diduga memiliki tipe reproduksi apogami, dengan kromosom dasar  $x = 29$ . Pentaploid merupakan laporan terbaru data sitologi *P. vittata* di Pulau Jawa. Dua individu pentaploid ditemukan di lokasi berbeda dengan ketinggian tempat berbeda. Secara morfologi, tetraploid dan pentaploid sulit dibedakan dengan jelas, namun ukuran stomata tetraploid lebih kecil dan memiliki kerapatan stomata yang lebih tinggi dibandingkan pentaploid.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Prof. Dr. Alex Hartana dan Dr. Rugayah yang telah memberikan masukan dalam tulisan ini.

Ucapan terima kasih ditujukan juga kepada Balai Besar Taman Nasional gunung Gede-Pangrango (BBTNGGP), Pusat Konservasi Tumbuhan (PKT) Kebun Raya Bogor dan Kebun Raya Cibodas atas izin penelitian. Terima kasih kepada Dirjen Pendidikan Tinggi (DIKTI) atas pemberian Beasiswa Unggulan. Terima kasih kepada Bapak Sopian, Giyanto, R. Agus Hadi Santoso, M. Fiqih Nurseha dan Putri Sri Andila yang telah membantu pekerjaan di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldasoro JJ, Cabezas F & Aedo C. 2004. Diversity and distribution of fern in Sub-Saharan Africa, Madagascar and some islands of the South Atlantic. *J. Biogeogr.* 31: 1579–1604.
- Bondada B, Yu C & Ma L. 2006. Surface structure and anatomical aspects of Chinese brake fern (*Pteris vittata*; *Pteridaceae*). *Brittonia* 58(3): 217–228
- Darnaedi D 1991. *Informasi Kromosom*. Herbarium Bogoriensis. Balitbang Botani. Bogor: Puslitbang Biologi - LIPI.
- Edie HH. 1978. *Fern of Hong Kong*. HK: Hong

- kong Univ. Pr. 228–229.
- Holtum RE. 1966. *Flora of Malaya*. Vol ke-2. Ed ke-2. Singapore. Government Pr. p: 396–398.
- Khare PB & Kaur S. 1983a. Intraspecific polyploidy in *Pteris vittata* Linn. *Cytologia* 48: 21–25.
- Khare PB & Kaur S. 1983b. Gametophyte differentiation on pentaploid *Pteris vittata* L. *Proc. Indian Nat. Sci. Acad. B* 49: 770–742.
- Ma LQ, Komar KM, Tu C, Zhang W, Cai Y & Kennelley ED. 2001. A fern that hyperaccumulates arsenic: a hardy, versatile, fast-growing plant helps to remove arsenic from contaminated soils. *Nature*. 409: 579.
- Manton I. 1950. *Problems of Cytology and Evolution in The Pteridophyta*. London: Cambridge Univ Pr.
- Praptosuwiryo TN & Darnaedi D. 2008. Cytological observations on fern genus *Pteris* in Bogor Botanic Gardens. *Bul. Kebun Raya* 11 (2): 15–24.
- Ruma MTL. 2002. *The fern of West Timor East Nusa Tenggara* [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Schneider H & Rusea G. 2003. *Pteris* L. In: de Winter WP & Amoroso VB (eds.). *Plant Resources of South-East Asia* No. 15(2). *Cryptogams: fern & fern allies*. Backhuys Publishers. Leiden, NL. Pp: 166–170
- Srivastava J, Ranade SA & Khare PB. 2007. Distribution and threat status of the cytotypes of *Pteris vittata* L. (*Pteridaceae*) species complex in India. *Current Sci.* 93: 81–85.
- Verma PS & Agarwal VK. 1974. *Cell Biology, Genetics and Ecology*. Ram Nagar. New Delhi: S Chand. p: 158.
- Walker TG. 1962. Cytology and evolution in the fern genus *Pteris* L. *Evolution* 16: 27–43.
- Wang Z. 1989. A preliminary study on cytology of Chinese *Pteris*. *Acta Phytotax. Sin.* 27: 421–438.
- Xiao C & Zhang S. 2010. Index to chromosome number of Chinese Pteridophyta 1969–2009. *J. FairyLake Bot. Gard.* 9: 12.