

SITOLOGI DAN TIPE REPRODUKSI *Pteris multifida* Poir. (PTERIDACEAE)

Cytological and Reproductive Studies on *Pteris multifida* Poir. (Pteridaceae)

Diah Virsa Hastuti¹⁾
Titien Ngatinem Praptosuwiryo²⁾
Nina Ratna Djuita¹⁾

¹⁾ Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Institut Pertanian Bogor - Kampus Darmaga, Bogor

²⁾ Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI
Jl. Ir. H. Juanda 13, Bogor, 16003

Penulis untuk korespondensi: Titien Ngatinem Praptosuwiryo (e-mail: tienpfers@yahoo.com)
Makalah diterima 5 Agustus 2010; disetujui untuk diterbitkan 12 September 2010

Abstract

Cytological observations have been carried out by several researchers in South China, Japan, Ceylon, Hongkong, Himalaya and Java. The results from various regions showed that *P. multifida* had a fairly high genetic variation, namely diploid, triploid and tetraploid types. Therefore cytological and reproductive study on *P. multifida* from its geographical distribution areas need to be done. The objectives of this research were to observe the somatic chromosome number and reproductive type of *P. multifida*, and to recognize the relationship between morphological variation and its ploidy level as well as stomatal index. Plants were collected from several localities in Bogor. Ploidy level was determined by observing somatic chromosome number by using squash methods. Reproductive type was determined by counting spore number in each sporangium. Morphological characters examined were the stipe, lamina, pinnae, veins, and indusium. Observations of stomata and epidermis of leaves were done by making an incision paradermal leaf. *Pteris multifida* has two ploidy level and reproduction type, namely apogamous triploid ($2n = 87$) and sexual tetraploid ($2n = 116$). The two ploidy levels could not be distinguished based on morphological characteristics, but they can be differentiated by their epidermal cells number. Apogamous triploid has fewer number of epidermal cells, the sexual tetraploid has a greater number of epidermis.

Keywords : *Pteris multifida*, chromosome, ploidy level, reproductive type

PENDAHULUAN

Pteris L. merupakan salah satu marga besar dari Pteridophyta. Marga ini tersebar di seluruh daerah tropis dan subtropis. Jumlah *Pteris* di dunia diperkirakan sekitar 330 jenis dan 3 hibrid (Hassler dan Swale, 2001). Backer dan Posthumus (1939) melaporkan 19 jenis *Pteris* di Jawa.

Jenis-jenis dari marga *Pteris* biasanya tumbuh di tanah dan tempat-tempat yang ternaungi dari

dataran rendah sampai pegunungan. Seringkali tumbuhan paku ini ditemukan di tempat-tempat terbuka, batuan kapur dan bebatuan lainnya. Beberapa jenis di antaranya tersebar di daerah yang bersuhu hangat (Tryon *et al.*, 1990).

Pteris multifida merupakan salah satu jenis yang sangat bervariasi. Jenis ini dapat dibedakan dari jenis-jenis *Pteris* yang lain dengan ciri-ciri diagnosa sebagai berikut: daun menyirip tunggal; anak daun

ujung memita sampai melanset sungsang, anak daun samping 1-4 pasang; anak daun bawah bercabang pada pangkal dengan 1-3 cabang memanjang; tulang tengah daun bersayap (Edie, 1978).

Pteris multifida mirip dengan *Pteris cretica*. *Pteris multifida* dibedakan dari *P. cretica* dengan banyaknya pasangan anak daun berhadapan silang (*decussate*). Anak daun bawah dewasa secara teratur memperlihatkan helaian anak daun kedua (*pinnule*) akroskopik dan juga basiskopik. Pada *P. cretica* helaian anak daun keduanya hanya terdapat pada bagian basiskopik. Pada *P. multifida* bagian melanjut (*decurrent*) di bawah *pinnae* paling atas secara nyata paralel dengan tulang tengah daun (*rachis*), sedangkan pada *P. cretica* bagian melanjutnya lebih pendek (Perry, 2005).

Informasi tentang kromosom sangat penting untuk mengetahui proses evolusi dan keanekaragaman tumbuhan, karena kromosom membawa gen-gen yang mengandung informasi genetik. Pengamatan kromosom juga dapat digunakan untuk mempelajari klasifikasi dan penggolongan spesies yang dilihat dari jumlah dan bentuknya (Stace, 1980). Ploidi dan reproduksi seringkali terlibat dalam hubungan biogeografi dan penjenisan tumbuhan paku (Kato, 1992).

Laporan penelitian sitologi *Pteris* dari kawasan Malesia masih sangat sedikit. Darnaedi (1992) baru melaporkan 3 jenis yaitu *P. biaurita*, *P. pellucida* dan *P. longipinula* dari Taman Nasional Gede-Pangrango (Jawa Barat). Zubaidah (1998) melaporkan satu jenis yaitu *P. biaurita* yang diambil dari berbagai ketinggian di daerah Malang, Jawa Timur. Praptosuwiryo dan Darnaedi (2008) melaporkan hasil pengamatan sitologi 6 jenis *Pteris* dari Kebun Raya Bogor yaitu *P. biaurita*, *P. ensiformis*, *P. fauriei*, *P. multifida*, *P. tripartita* dan *P. vittata*.

Penelitian sitologi *P. multifida* di luar kawasan Malesia telah dilakukan oleh beberapa peneliti di antaranya adalah dari China Selatan (Roy dan Holttum, 1965), Jepang, Ceylon, Hongkong dan Himalaya (Walker, 1962). Sitologi *P. multifida* di Jawa telah dilaporkan oleh Praptosuwiryo dan Darnaedi (2008). Namun demikian, Praptosuwiryo dan Darnaedi (2008) hanya mengamati 3 individu dari Kebun Raya Bogor (KRB).

Hasil penelitian *P. multifida* dari berbagai kawasan tersebut menunjukkan bahwa *P. multifida* mempunyai variasi genetik yang cukup tinggi, yaitu dari tipe diploid (Walker, 1962), triploid (Praptosuwiryo dan Darnaedi, 2008) dan tetraploid (Walker, 1962; Roy dan Holttum, 1965; Praptosuwiryo dan Darnaedi, 2008). Namun demikian penelitian tersebut belum menemukan hubungan nyata antara tingkat ploidi, model reproduksi dan perbedaan habitat dari *P. multifida*. Untuk menjawab bagaimana hubungan antara tingkat ploidi, model reproduksi dan perbedaan habitat dari *P. multifida* maka penelitian sitologi dan tipe reproduksi *P. multifida* di berbagai area penyebaran geografinya perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan mengamati jumlah kromosom dan tipe reproduksi *P. multifida*, mengetahui hubungan antara variasi morfologi dan tingkat ploidinya serta mengetahui hubungan antara indeks stomata dan tingkat ploidi.

BAHAN DAN METODE

Pteris multifida diambil dari beberapa lokasi di Kabupaten dan Kota Bogor (Tabel 1, Gambar 1). Spesimen bukti disimpan di Herbarium Kebun Raya Bogor (BOHB).

Tabel 1. Lokasi pengambilan spesimen *Pteris multifida*.

No	Lokasi	Jumlah individu
1	Jl. Agatis, kampus IPB (dekat parkir FPIK), Kec. Dramaga, Kab. Bogor 140 m dpl	3
2	Jl. Kebon Pedes, Kel. Kebon Pedes, Kec. Tanah Sareal, Kota Bogor, 142 m dpl	4
3	Jl. A. Yani, Kec. Tanah Sareal, Kota Bogor, 180 m dpl	3
4	Jl. H. Juanda, Kec. Bogor Barat, Kota Bogor, 200 m dpl	2
5	Jl. Kumbang, Kel. Cilibende, Kec. Bogor Barat, Kota Bogor, 200 m dpl	5
6	Jl. Pahlawan, Kel. Empang, Kec. Bogor Selatan, Kota Bogor, 218 m dpl	5
7	Kebun Raya Bogor (KRB), Jl. Kenari 2, Kec. Bogor Barat, Kota Bogor, 220 m dpl	4
8	Kebun Raya Bogor, Jl. Suryakencana, Kec. Bogor Barat, Kota Bogor, 238 m dpl	3
9	Kebun Raya Bogor, Jl. Kenari 1, Kec. Bogor Barat, Kota Bogor, 238 m dpl	1
10	Jl. Batu Tulis, Kel. Batu Tulis, Kec. Bogor Selatan, Kota Bogor, 240 m dpl	4
11	Jl. Raya Puncak, Desa Cipayung, Kec. Cisarua, Kab. Bogor, 440 m dpl	6



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan spesimen *Pteris multifida*

Pengamatan Sitologi (Jumlah Kromosom Somatik)

Pengamatan jumlah kromosom dilakukan dengan menggunakan metode *squash* (Manton, 1950) yang dimodifikasi oleh Darnaedi (1991). Ujung akar sepanjang 1 cm dimasukkan ke dalam botol berisi 8-Hydroxyquinolin 0.002 M dan disimpan selama 24 jam pada suhu 20°C. Selanjutnya ujung

akar difiksasi dengan asam asetat 45% selama 10 menit. Akar dipindahkan ke dalam larutan HCl 1 N : asam asetat 45% (3:1) pada suhu 60°C selama 2-2,5 menit. Pewarnaan akar menggunakan orcein 2%. Ujung akar dipotong sepanjang 1-2 mm, kemudian diletakkan di atas gelas objek dan ditutup dengan gelas penutup dengan media orcein 2%. Selanjutnya, ujung akar dipijit atau dipukul-pukul halus dengan pensil berkaret dan dipanaskan sedikit. Preparat

diamati menggunakan mikroskop Olympus CX31. Sel terpilih diamati dengan perbesaran 40x10. Kromosom dihitung dengan perbesaran 100x10. Dari setiap preparat yang berisi ujung akar, dipilih beberapa sel yang menunjukkan fase metafase dan tidak terjadi tumpang tindih antar sel dan kromosom. Pada fase tersebut kromosom tampak menyebar, sehingga memudahkan untuk diamati.

Pengamatan Tipe Reproduksi

Satu sporangium diletakkan di atas gelas objek, kemudian ditutup dengan kaca penutup. Sporangium dipecah dengan bantuan jarum dengan cara mengetukkan jarum pada kaca penutup. Setelah sporangium pecah, spora dihitung dengan bantuan *hand-counter* untuk menentukan tipe reproduksinya. Tiap individu paling sedikit diamati 10 sporangium (Knobloch, 1966). Individu yang mempunyai 32 spora pada setiap sporangiumnya dinyatakan sebagai individu bertipe apogami, sedangkan yang mempunyai 64 spora per sporangium dinyatakan sebagai individu bertipe seksual (Walker, 1962).

Pengamatan Morfologi

Pengamatan morfologi dilakukan dengan mengukur tangkai daun (panjang dan diameter), daun majemuk (panjang, lebar dan jumlah pasangan anak daun), anak daun bercuping (pasangan), anak daun subur, anak daun mandul, anak daun ujung, urat daun dan indusium.

Pengamatan Anatomi Paradermal Daun (Indeks Stomata)

Pengamatan stomata dilakukan dengan membuat sayatan paradermal daun yang diwarnai dengan safranin 1%. Lapisan epidermis bawah daun diperoleh dengan cara mengerik bagian adaksial daunnya dengan bantuan silet. Epidermis direndam dalam safranin 1% sampai daun berwarna merah. Setelah diwarnai, epidermis diletakkan pada gelas objek dengan medium gliserin, kemudian ditutup dengan gelas penutup. Preparat diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x10. Karakter anatomi yang diamati adalah tipe stomata, jumlah stomata, jumlah sel epidermis, dan indeks stomata. Indeks stomata (IS) dihitung berdasarkan rumus:

$$IS = \frac{S}{S + E} \times 100$$

IS = indeks stomata; S = jumlah stomata; E = jumlah epidermis

(Salisbury, 1928).

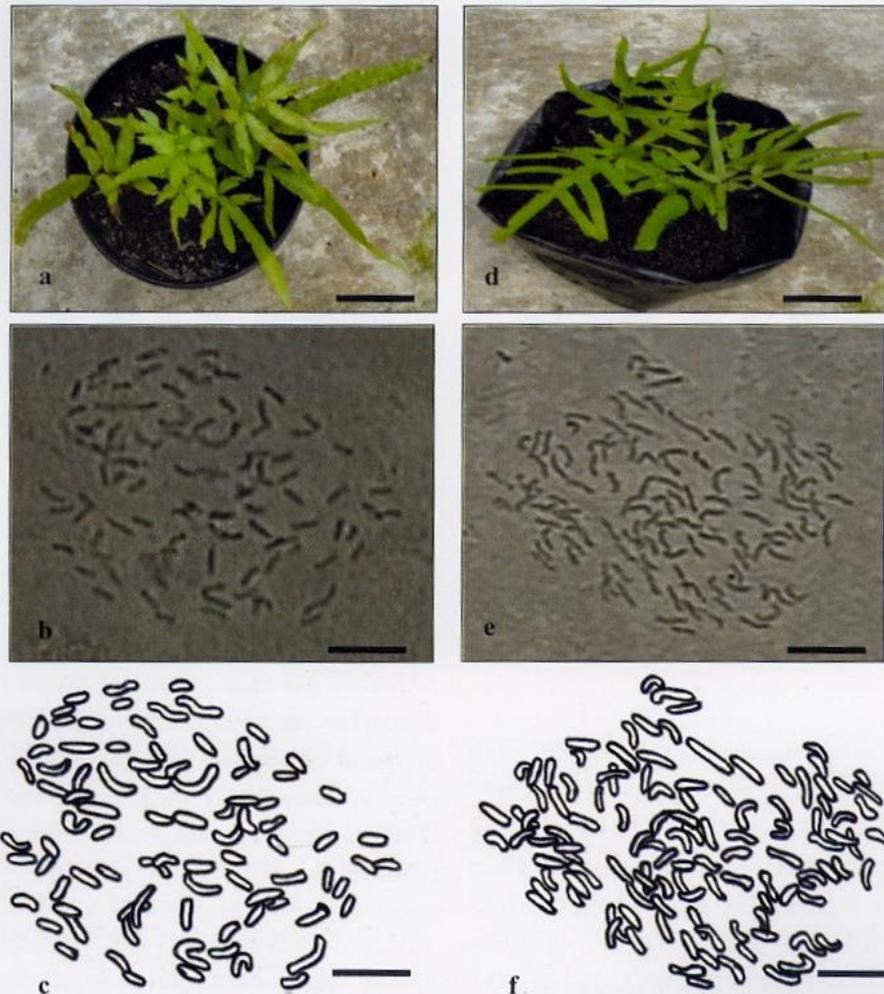
HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Kromosom Somatik

Empat puluh individu *P. multifida* telah diamati jumlah kromosom somatiknya (Tabel 2). Tiga puluh tiga individu memiliki jumlah kromosom $2n=87$, sedangkan sisanya memiliki jumlah kromosom $2n=116$. Karena jumlah kromosom dasar *Pteris* adalah $x=29$ (Walker, 1962), maka individu yang memiliki jumlah kromosom $2n=87$ dinyatakan sebagai tipe triploid (Gambar 2a, b, c), sedangkan yang jumlah kromosomnya $2n=116$ sebagai tipe tetraploid (Gambar 2d, e, f). Individu triploid pernah dilaporkan oleh Praptosuwiryo dan Darnaedi (2008) di Jawa, sedangkan individu tetraploid dilaporkan oleh Walker (1962) di Jepang; Roy dan Holttum (1965) di China Selatan; Praptosuwiryo dan Darnaedi (2008) di Jawa.

Tabel 2. Jumlah kromosom somatik, tingkat ploidi dan tipe reproduksi *P. multifida*.

No lokasi*	Jumlah kromosom somatik	Tingkat ploidi	Tipe reproduksi	Spesimen bukti
1	87	Triploid	Apogami	DV139, DV159
	116	Tetraploid	Seksual	DV161
2	87	Triploid	Apogami	DV101, DV092, DV164
	116	Tetraploid	Seksual	DV163
3	87	Triploid	Apogami	DV107, DV168, DV169
4	87	Triploid	Apogami	DV007, DV009
5	87	Triploid	Apogami	DV192, DV194, DV196, DV197, DV198
6	87	Triploid	Apogami	DV174, DV177, DV178, DV176, DV175
7	87	Triploid	Apogami	DV166, DV171, DV172
	116	Tetraploid	Seksual	DV173
8	87	Triploid	Apogami	DV135, DV085, DV086
9	87	Triploid	Apogami	DV200
10	87	Triploid	Apogami	DV182, DV183
	116	Tetraploid	Seksual	DV180, DV184
11	87	Triploid	Apogami	DV189, DV188, DV190, DV191
	116	Tetraploid	Seksual	DV187, DV186

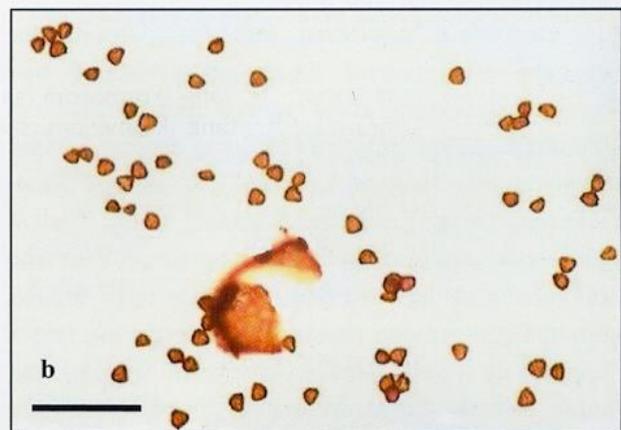
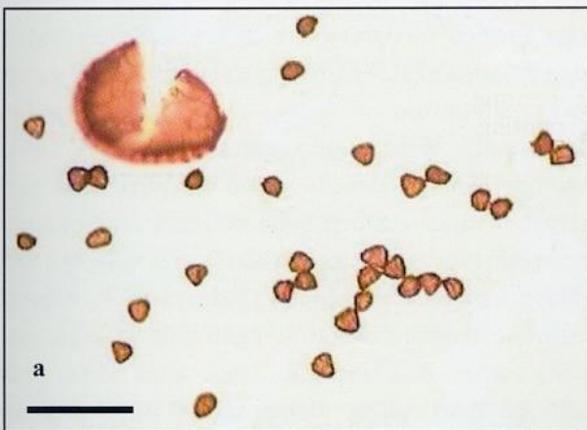


Gambar 2. Hasil pengamatan jumlah kromosom somatik *P. multifida* (a) tipe individu triploid ($2n = 87$), (b) kromosom $2n = 87$, (c) gambar sketsa kromosom $2n = 87$, (d) tipe individu tetraploid ($2n = 116$), (e) kromosom $2n = 116$, (f) gambar sketsa kromosom $2n = 116$. Bar = 7 cm untuk a dan d; 4 μ m untuk b, c, e dan f.

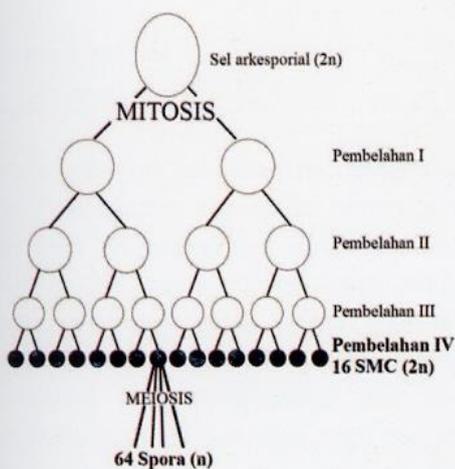
Tipe Reproduksi *P. multifida*

Tiga puluh tiga individu triploid ($2n=87$) memiliki tipe reproduksi apogami dan tujuh individu tetraploid ($2n=116$) bertipe reproduksi seksual. Hal yang sama dilaporkan oleh Praptosuwiryo dan Darnaedi (2008). Tipe apogami dicirikan dengan adanya 32 spora per sporangium (Gambar 3a), sedangkan tipe seksual dicirikan dengan 64 spora per sporangium (Gambar 3b). Menurut Klekowski (1979), tipe seksual tumbuhan paku homospora umumnya mempunyai 16 sel induk spora dan membentuk 64 spora (Gambar 4). Spora haploid tumbuh menjadi gametofit, yang sebagian besar adalah biseksual, mempunyai

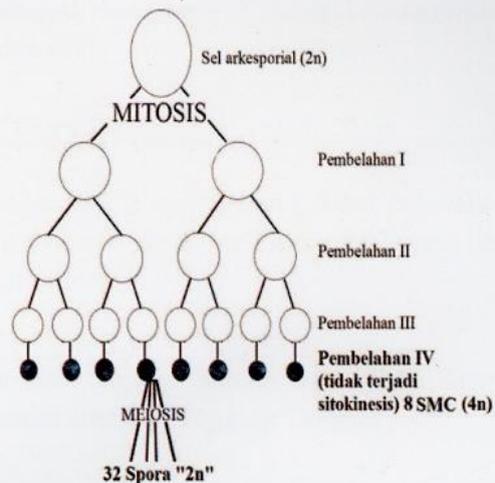
arkegonia dan anteridia, membentuk sel telur dan spermatozoid melalui mitosis. Pada tipe apogami (Gambar 5), sporofit baru terbentuk melalui proliferasi gametofit tanpa adanya fertilisasi (Evans, 1964). Jumlah kromosom dipertahankan pada tingkat yang sama melalui penggandaan kromosom sebelum meiosis. Kedua generasi mempunyai kromosom $2x$. Dasar siklus hidupnya adalah: delapan sel induk spora akan digandakan kromosomnya membentuk kondisi temporer $4x$, dan berpasangan secara normal, kemudian mengalami meiosis membentuk gametofit $2x$ yang akan mengalami proliferasi membentuk sporofit $2x$.



Gambar 3. Hasil pengamatan tipe reproduksi *P. Multifida*. a) triploid b) tetraploid. Bar = 135 μ m.



Gambar 4. Diagram pembentukan spora pada tumbuhan paku seksual (Evans, 1964). SMC = Spore mother cells



Gambar 5. Diagram pembentukan spora pada tumbuhan paku apogami (Evans, 1964). SMC = Spore mother cells

Pada penelitian jumlah kromosom populasi suatu jenis pada suatu rentang wilayah, sering ditemukan ras-ras kromosom (ras poliploid), bahkan di Eropa terdapat keterkaitan antara jumlah kromosom dan kondisi geografi, tetapi tidak selalu bisa dibedakan morfologinya (Favarger, 1984). Selain tingkat ploidi, ukuran spora juga berkaitan dengan faktor lingkungan dan tipe reproduksi, yaitu ukuran spora tipe apogami lebih besar dibandingkan dengan tipe seksual, misalnya pada *Diplazium* (Praptosuwiryo dan Darnaedi, 1994). Pada penelitian ini, ukuran spora *P. multifida* belum bisa dijadikan sebagai ciri pembeda tipe reproduksi apogami dan seksual, karena masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui ukuran sporanya.

Dari hasil penelitian ini, tipe reproduksi apogami lebih banyak dibandingkan dengan tipe reproduksi seksual, sama seperti pada *P. baurita* (Zubaidah, 1998). Beberapa hal yang diketahui dapat menginduksi apogami antara lain etilen, asam suksinat, asam naftalena asetat (NAA), asam gibberelat, konsentrasi fosfor yang tinggi, panjang gelombang cahaya tertentu dan kekeringan tempat tumbuh (Gifford dan Foster, 1989). Selain itu, faktor lingkungan seperti cahaya, ketinggian tempat, dan suhu daerah berperan dalam pengaturan tipe reproduksi apogami dan seksual (Kato dan Iwatsuki, 1986).

Variasi Morfologi *P. multifida* Berdasarkan Tingkat Ploidi

Morfologi *P. multifida* triploid dan tetraploid cenderung tidak menunjukkan perbedaan berdasarkan perbandingan ciri-ciri morfologi kuantitatif dan kualitatif daun (Tabel 3). Hal yang sama juga terjadi pada *Diplazium subsinuatum* (4x, 5x, 6x) (Nakato dan Mitui, 1979) dan *Pteris vittata* L. (Srivastava *et al.*, 2007). Perbedaan tingkat ploidi pada *D. subsinuatum* dan *P. vittata* tidak terlihat secara nyata dalam variasi morfologi. Morfologi luar dari tiga sitotipe *D. subsinuatum*, yaitu tetraploid, pentaploid dan heksaploid, mirip satu sama yang lain dan perbedaan nyata yang berguna untuk mengenali tiga sitotipe tersebut tidak dapat dideteksi (Nakato dan Mitui, 1979). Enam tingkat ploidi dari *P. vittata* yang ditemukan di India, yaitu diploid, triploid, tetraploid, pentaploid dan heksaploid, tidak memperlihatkan ciri-ciri morfologi yang khas yang dapat menjadi ciri pembeda diantara enam sitotipe tersebut (Srivastava *et al.*, 2007). Hal yang berbeda dilaporkan oleh Zubaidah (1998) pada *P. baurita*, individu diploid dicirikan dengan adanya anak daun yang rapat dan sebagian tepi anak daun yang bersebelahan saling bersentuhan atau tumpang tindih, sedangkan individu tetraploid, anak-anak daunnya kurang rapat dibandingkan dengan daun tipe diploid dan tepi anak daunnya jarang atau tidak bersentuhan.

Tabel 3. Morfologi *P. multifida* triploid dan tetraploid (nilai rata-rata \pm S.D.).

Ciri-ciri (Karakter)	Sifat ciri <i>P. multifida</i>	
	TRIPLOID	TETRAPLOID
Tangkai daun (cm)		
- Panjang	7,14 \pm 2,23	8,30 \pm 2,07
- Diameter	0,11 \pm 0,02	0,12 \pm 0,02
Daun (cm)		
- Panjang	17,98 \pm 6,42	21,27 \pm 6,44
- Lebar	10,31 \pm 3,35	9,57 \pm 2,64
Jumlah pasangan anak daun	2 – 4	2 – 5
Anak daun bercuping (pasangan)	1 – 2	1 – 2
Anak daun subur		
1) Anak daun bercuping (cm)		
- Panjang	6,62 \pm 2,22	7,06 \pm 1,62
- Lebar	3,01 \pm 1,28	3,33 \pm 0,83
2) Anak daun tidak bercuping (cm)		
- Panjang	7,06 \pm 3,13	8,44 \pm 1,65
- Lebar	0,48 \pm 0,08	0,45 \pm 0,06
Anak daun mandul		
1) Anak daun bercuping (cm)		
- Panjang	4,69 \pm 0,77	3,6
- Lebar	2,50 \pm 0,07	2,3
2) Anak daun tidak bercuping (cm)		
- Panjang	4,23 \pm 0,61	2,6
- Lebar	0,73 \pm 0,00	0,8
Anak daun ujung (cm)		
- Panjang	13,41 \pm 4,52	14,97 \pm 3,92
- Lebar	0,61 \pm 0,11	0,61 \pm 0,11
Urut daun	tunggal, menggarpu satu kali	tunggal, menggarpu satu kali
Indusium (cm)		
- Lebar	0,06 \pm 0,00	0,06 \pm 0,00

Pada beberapa penelitian, morfologi daun dapat berkaitan dengan tipe reproduksi, seperti daun pada *Doodia* dan *Scolopendrium* yang bertipe seksual berukuran lebih besar dibandingkan dengan tipe apogami (Manton, 1950). Pada penelitian ini, ternyata morfologi daun tidak berkaitan dengan tipe reproduksinya karena keragaman dan bentuknya hampir tidak berbeda, sehingga tidak bisa dijadikan pembeda tipe reproduksi apogami dan seksual. Hal yang sama juga dilaporkan Zubaidah (1998) pada *P. biaurita*. Variasi tipe reproduksi *P. biaurita* tidak bisa dikenali berdasarkan ciri morfologinya. Namun Zubaidah (2006) melaporkan bahwa pada *Dryopteris*

sparsa ciri-ciri morfologinya dapat digunakan untuk mengenali adanya variasi tingkat ploidi dan tipe reproduksinya.

Variasi Tingkat Ploidi dan Tipe Reproduksi Berdasarkan Ketinggian Tempat

Pteris multifida triploid dan tetraploid tidak menyebar berdasarkan ketinggian tempat (Tabel 1 dan 2). Pada tempat terendah yaitu 140 m dpl dan tempat tertinggi 440 m dpl sama-sama ditemukan adanya tipe triploid dan tetraploid. Tidak

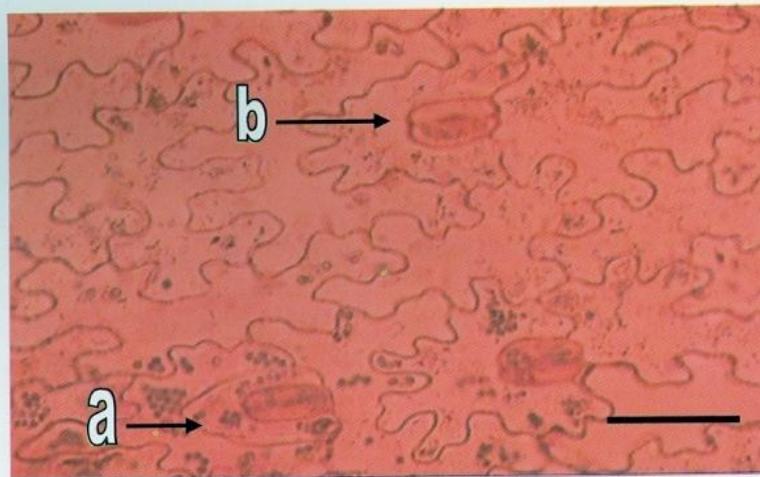
ditemukannya kecenderungan pola distribusi tertentu pada penelitian ini, sama seperti yang terjadi pada *Diplazium subsinuatum* (Nakato dan Mitui, 1979). Namun demikian, hasil penelitian di atas sedikit berbeda dengan hasil penelitian Zubaidah (1998) yang menyatakan tidak terdapat kecenderungan distribusi pada tipe sitologi tetapi terdapat perbedaan atau kecenderungan tipe reproduksi pada daerah berketinggian berbeda.

Menurut Nakato dan Mitui (1979), tidak ditemukannya kecenderungan distribusi tipe sitologi pada pola geografi tertentu dan adanya tipe sitologi berbeda yang tumbuh dalam satu populasi, diduga karena tidak diperlukannya kondisi ekologi tertentu untuk terjadinya keragaman tipe sitologi pada jenis tumbuhan paku tersebut. Dalam studi sitologi tumbuhan paku, faktor ketinggian tempat dan efek iklimnya perlu diperhatikan karena adakalanya ditemukan kecenderungan tertentu. Alberts *et al.* (1983) menyatakan bahwa suhu dingin dapat

menyebabkan poliploidi, tetapi tidak disebutkan seberapa tepat suhunya, mungkin karena suhu tersebut berbeda-beda untuk masing-masing spesies.

Variasi Indeks Stomata

Hasil penelitian yang diperoleh dari sayatan paradermal permukaan bawah daun steril *P. multifida* terdiri atas sel-sel epidermis berbentuk sel poligonal dengan dinding antiklinal berlekuk dalam dan stomata berbentuk ginjal. Stomata *P. multifida* mempunyai tipe *copolocytic* dan *pseudopolocytic* (Gambar 6). Kedua tipe stomata ini dapat ditemukan pada individu triploid dan individu tetraploid. Pada kedua tipe individu tersebut, tipe *pseudopolocytic* mempunyai jumlah lebih banyak daripada tipe *copolocytic*. Pengamatan indeks stomata pada delapan individu *P. multifida* dapat dilihat pada tabel indeks stomata (Tabel 4).



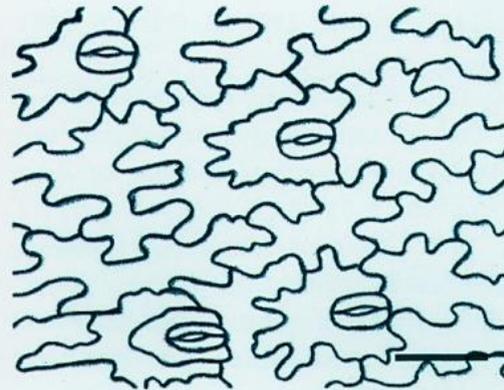
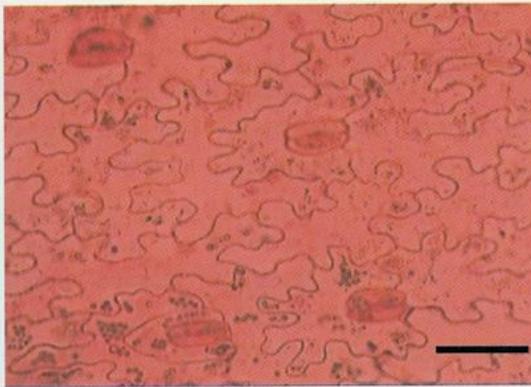
Gambar 6. Tipe stomata *P. multifida* a) *copolocytic* b) *pseudopolocytic*. Bar = 50 μ m. Perbesaran obyektif 40x.

Tabel 4. Indeks stomata *P. multifida*.

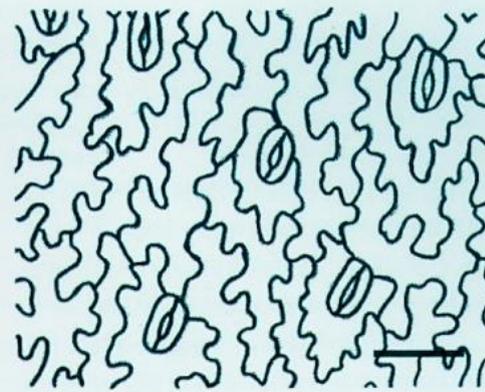
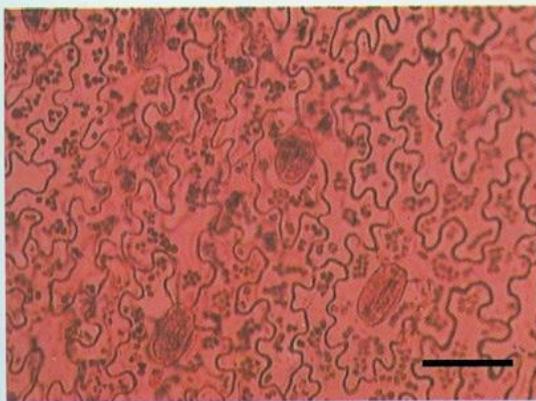
No.	No. koleksi	Tingkat ploidi	Indeks stomata (IS)
1	DV009	Triploid	24,09
2	DV177	Triploid	24,08
3	DV182	Triploid	24,23
4	DV189	Triploid	24,08
5	DV180	Tetraploid	18,11
6	DV184	Tetraploid	18,34
7	DV186	Tetraploid	18,23
8	DV187	Tetraploid	18,14

Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa stomata *P. multifida* hanya terdapat pada satu permukaan saja yaitu pada permukaan bagian bawah. Jumlah epidermis, jumlah stomata dan indeks stomata diduga berhubungan dengan tingkat ploidi dan tipe reproduksi. Tipe triploid mempunyai indeks stomata sekitar 24, sedangkan tipe tetraploid sekitar 18 (Tabel 4). Semakin besar indeks stomata maka jumlah epidermis semakin sedikit.

Berdasarkan hal tersebut, diduga bahwa tingkat ploidi dan tipe reproduksi berhubungan dengan jumlah sel epidermis dan kerapatannya. Individu dengan tingkat ploidi triploid dan tipe reproduksi apogami mempunyai jumlah sel epidermis yang lebih sedikit/kurang rapat (Gambar 7), sedangkan pada individu tetraploid dan tipe reproduksi seksual mempunyai jumlah epidermis yang lebih banyak/rapat (Gambar 8).



Gambar 7. Epidermis *P. multifida* $2n = 87$ a) foto, b) gambar sketsa. Bar = 50 μm .
Perbesaran obyektif 40x.



Gambar 8. Epidermis *P. multifida* $2n = 116$. a) foto, b) gambar sketsa. Bar = 50 μm .
Perbesaran obyektif 40x.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pertama mengucapkan terimakasih kepada Dr. Ir. Iman Rusmana, M.Si, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, yang telah memberikan saran dan koreksi terhadap karya ilmiah ini. Sebagian dana

penelitian ini didukung oleh Pemerintah Daerah Kabupaten Siak, Provinsi Riau. Terimakasih juga disampaikan kepada kepala Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI, atas izin penggunaan fasilitas di Laboratorium TREUB dan Laboratorium Kultur Jaringan Anggrek di Kebun Raya Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts and J.D. Watson. 1983. *Molecular Biology of The Cell*. Garland Publishing Inc., New York.
- Backer, C.A. and O. Posthumus. 1939. *Varenflora voor Java*. Uitgave van's Lands Plantetuin, Buitenzorg.
- Darnaedi, D. 1991. Kromosom dalam Taksonomi. Makalah dalam Kursus Singkat Metodologi Penelitian Taksonomi Tumbuhan. PAU Hayat IPB, 12 Desember 1990-12 Februari 1991. Bogor.
- Darnaedi, D. 1992. A preliminary cytological study of fern flora of Gede-Pangrango National Park (West Java). *Proceedings Seminar of Asian Pteridophytes II*: 73-78.
- Edie, H.H. 1978. *Ferns of Hongkong*. Hongkong University Press, Hongkong.
- Evans, A.M. 1964. Ameiotic alternation of generations: a new life cycle in the ferns. *Science* 143: 261-263.
- Favarger, C. 1984. Cytogeography and Biosystematics. in Grant, W.F. (ed). *Plant Biosystematics*. Academic Press, Toronto.
- Gifford, E. and A.S. Foster. 1989. *Morphology and Evolution of Vascular Plants*. W.H. Freeman and Co., New York.
- Hassler, M. and B. Swale. 2001. *Checklist of World Ferns*. [terhubung berkala]. <http://homepages.caverock.net.nz/~bj/fern/list.htm>. Accessed 22 December 2008.
- Kato, M. and K. Iwatsuki. 1986. Variation in ecology, morphology and reproduction of *Asplenium Sect. Hymenasplenium* (Aspleniaceae) in Seram, Indonesia. *Journal of Faculty of Science Tokyo University III*: 37-48.
- Kato, M. 1992. Cytotaxonomic and reproductive-biological atlas of Asian Pteridophytes. *Proceedings Seminar of Asian Pteridophytes II*: 5-8.
- Klekowski, E.J. 1979. Sexual and subsexual systems in homosporous Pteridophytes: a new hypothesis. *American Journal of Botany* 60: 535-544.
- Knobloch, I.W. 1966. A preliminary review of spore number and apogamy within the genus *Cheilanthes*. *American Fern Journal* 56: 163-167.
- Manton, I. 1950. *Problems of Cytology and Evolution in The Pteridophyta*. University Press, Cambridge.
- Nakato, N. and K. Mitui. 1979. Intraspecific polyploidy in *Diplazium subsinuatum* (Wall.) Tagawa. *Journal of Japanese Botany* 54: 129-136.
- Perry, L. 2005. *Pteris cretica*. [terhubung berkala]. <http://pss.uvm.edu/pss121/pteri.jpg>. Accessed 24 December 2008.
- Praptosuwiryo, T.Ng. and D. Darnaedi. 1994. Cytological study of the fern genus *Diplazium* in Gunung Gede-Pangrango National Park, Java. *Floribunda* 1(15): 57-60.
- Praptosuwiryo, T.Ng, and D. Darnaedi. 2008. Cytological observations on fern genus *Pteris* in Bogor Botanical Gardens. *Buletin Kebun Raya Indonesia* 11(2): 15-23.
- Roy, S.K. and R.E. Holttum. 1965. Cytological observations on ferns from Southern China. *American Fern Journal* 55: 154-158.
- Salisbury, E.J. 1928. On the causes and ecological significance of stomatal frequency with special references to the woodland flora. *Phil. Trans. R. Soc. London* 216: 1-65.
- Srivastava J., S.A. Ranade and P.B. Khare. 2007. Distribution and threat status of the cytotypes of *Pteris vittata* L. (Pteridaceae) species complex in India. *Current Science* 93: 81-84.
- Stace. C.A. 1980. *Plant Taxonomy and Biosystematics*. The Pitman Press, Great Britain.
- Tryon, R.M., A.F. Tryon and K.U. Kramer. 1990. Pteridaceae. Dalam Kramer KU, Green PS (ed.). *The Families and Genera of Vascular Plants: Pteridophytes and Gymnosperms Volume I*. Springer-Verlag, Berlin.
- Walker, T.G. 1962. Cytology and evolution in the fern genus *Pteris* L. *Evolution* 16: 27-43.
- Zubaidah, S. 1998. Kajian sitologi, tipe reproduksi dan ciri-ciri morfologi *Pteris biaurita* L. di daerah berketinggian berbeda [Tesis]. Program Studi Biologi, Program Pasca Sarjana, IKIP Malang.
- Zubaidah, S. 2006. Tingkat ploidi dan tipe reproduksi *Dryopteris sparsa* di Hutan Wisata Cangar Kotatif Batu, Jawa Timur. *Jurnal Berkala Penelitian Hayati* 11: 113-117.