

Studi Mikromorfologi Kapsul dan Spora serta Implikasinya terhadap Pengelompokkan Lumut *Pogonatum* P. Beauv. (Polytrichaceae)

Micromorphological Study of Capsule and Spore and its Implication on Classification of *Pogonatum* P. Beauv. (Polytrichaceae)

Windahayati¹⁾, Ardinis Arbain^{1)*} dan Syamsuardi²⁾

¹⁾Laboratorium Taksonomi Tumbuhan, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas, Sumatera Barat

²⁾Herbarium Universitas Andalas (ANDA), Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas

*)Koresponden : ardinisarbain@fmipa.unand.ac.id

Abstract

The micromorphology capsule and spore are important characters for identification and clarification of problematic taxa in Bryophyta. The number of *Pogonatum* species in West Sumatra are still unclarified. The purpose of this study is to identify and to make a *Pogonatum* cluster based on micromorphology of capsule and spore characters. This study has been conducted from March to August 2013. Samples were directly collected in two exploration routes namely Cagar Alam Lembah Anai (Kandang Ampek - Mega Mendung route) and Singgalang Mountain (Pandai Sikek - Top Singgalang route). The micromorphology of capsule and spore of *Pogonatum* were observed using a Scanning Electron Microscope (SEM). The results showed that five species of *Pogonatum* (*P. ciratum*, *P. microstomum*, *P. macrophyllum*, *P. Teysmannianum*, and *P. cf. urnigerum*) were identified. The key characters of *Pogonatum* was nematodontous peristome teeth, monolete spore type, prolate spore shape with granulate and echinate ornamentation. Cluster analysis of 44 individuals indicated that *Pogonatum* tends to be in the same group. Based on micromorphological analysis, the results supported that *Pogonatum* was similar to *Polytrichum*.

Keywords: peristome teeth, *Pogonatum*, *Polytrichum*, SEM, spore

Pendahuluan

Pogonatum P. Beauv. merupakan genus yang terbesar dari ordo Polytrichales dan famili Polytrichaceae. Di Indonesia, *Pogonatum* telah ditemukan sebanyak 9 spesies yang tersebar di Pulau Jawa dan Sumatera di ketinggian 400-1600 mdpl pada suhu 16-22°C dengan kelembaban 70%-90% (LIPI, 2006; Tan *et al.*, 2006; Antania, 2011).

Pogonatum merupakan keturunan termuda dari *Polytrichum* berdasarkan analisis filogenetik (Koskinen dan Hyvonen, 2004). *Pogonatum* dan *Polytrichum* ini merupakan genus yang terpisah secara genetik berdasarkan analisis enzim (Derda, Wyatt, Hyvonen, 1999). Koskinen dan Hyvonen (2004) menggolongkan spesies *Pogonatum japonicum* serta *P. volvatum* secara

morfologi lebih menyerupai genus *Polytrichum*.

Sampai saat ini, jumlah jenis *Pogonatum* di Sumatera Barat juga belum diketahui secara pasti. Keberadaan jenis-jenis lumut Polytrichales di Kawasan Cagar Alam Lembah Anai Kabupaten Tanah Datar Sumatera Barat telah dilaporkan oleh Antania (2011) dengan diduplikasinya 4 spesies *Pogonatum*, 1 spesies *Polytrichum* dan 1 spesies *Pseudoracelopus*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengelompokkan lumut *Pogonatum* (Polytrichaceae) berdasarkan karakteristik mikromorfologi kapsul dan spora.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan Agustus 2013 di kawasan Cagar Alam Lembah Anai dan Gunung Singgalang, Sumatera Barat.

Metode yang digunakan yaitu survei dengan penjelajahan dan pengkoleksian langsung terhadap setiap individu lumut *Pogonatum* yang memiliki organ sporofit.

Pengolahan spesimen dilakukan di Herbarium ANDA Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas, Herbarium Bogoriense dan Laboratorium Cryptogam-LIPI dengan beberapa tahap yaitu, pengeringan, pelabelan, karakterisasi morfologi, pengidentifikasian, serta pembuatan kunci determinasi.

Preparasi sampel mikromorfologi dilakukan di Laboratorium Biota Sumatera, Universitas Andalas, melalui tiga proses yaitu pencucian, dehidrasi, dan pengeringan/ pembekuan. Pencucian sampel dilakukan menggunakan aquadest selama beberapa menit, sebanyak 4 kali. Selanjutnya direndam dengan aquadest selama 24 jam dan disimpan di freezer. Kemudian dilakukan dehidrasi bertingkat dalam larutan alkohol, dimulai dari alkohol 50% sebanyak 4 kali selama 5 menit. Selanjutnya dipindahkan ke dalam alkohol 70%, alkohol 85%, alkohol 95% masing-masing selama 20 menit. Pembekuan sampel dilakukan dalam freezer selama 24 jam, kemudian dikeringkan dengan freeze drying selama 7-8 jam (Ensikat, Kuru, dan Barthlott, 2010).

Selanjutnya untuk pemotretan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan di Laboratorium SEM Bidang Zoologi-LIPI, Cibinong, Bogor. Penempelan (*mounting*), sampel diseleksi menggunakan mikroskop binokuler biasa, kemudian disebar di atas stub. Selanjutnya dilakukan pelapisan (*coating*) menggunakan logam. Stub yang sudah berisi sampel dimasukkan ke alat *coating* (*Ion coater IB-2*), dan divakum selama 15 menit. Sampel dipasang pada mikroskop elektron pemindai JEOL JSM

5310 LV dan diambil gambar spora yang paling baik kemudian dipotret untuk diidentifikasi (Nurainas *et al.*, 2011).

Analisis Data

Satuan Taksonomi Operasional (STO) yang digunakan yaitu 44 individu *Pogonatum* dan 6 spesies yang terdiri dari 5 spesies *Pogonatum* dan 1 *Polytrichum commune*. Sebanyak 15 karakter (kualitatif dan kuantitatif) telah diseleksi dan dilakukan pengukuran/pengamatan. Kemudian dihitung nilai rata-rata, standar deviasi dan standarisasi data (Radford, 1986). Kemudian ditentukan korelasi dan dilanjutkan dengan analisis pengelompokkan menggunakan program komputer PAST versi 2.11. Perbedaan nilai hasil pengelompokkan antar taksa diuji menggunakan *Kruskall-Wallis Test* dan jika terdapat diferensiasi antar dua kelompok individu yang berbeda maka dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney U*.

Hasil dan Pembahasan

Identifikasi Jenis

Telah diidentifikasi 5 spesies dari genus *Pogonatum* (Tabel 1). Kelima spesies *Pogonatum* ini umumnya ditemukan tumbuh di daerah hutan dataran rendah dan hutan pegunungan. *Pogonatum* tumbuh pada substrat tanah, batu, dan banir yang merupakan substrat organik. Windadrii (2009) menyatakan substrat organik merupakan substrat terbaik bagi lumut, karena mampu menyediakan air dan zat-zat yang diperlukan oleh lumut. Menurut Eddy (1988) *Polytrichaceae* secara khusus tumbuh di substrat yang kaya akan air dan mineral. Akan tetapi, *Pogonatum* mampu tumbuh di daerah terbuka dengan substrat tanah dan bebatuan.

Tabel 1. Jenis *Pogonatum* yang ditemukan di Beberapa Lokasi di Sumatera Barat

No.	Spesies	No. Coll	Lokasi	Ketinggian (mdpl*)	Substrat
1.	<i>Pogonatum cirratum</i> (Sw.) Brid.	04	Lembah Anai	413	Tanah
2.	<i>P. macrophyllum</i> Dozy & Molk.	012	Gn. Singgalang	2148	Banir
3.	<i>P. microstomum</i> (R. Br. ex Schwägr.) Brid.	03	Lembah Anai	420	Tanah
4.	<i>P. Teysmannianum</i> (Dozy & Molk.) Dozy & Molk.	05	Lembah Anai	432	Batu
5.	<i>P. cf. urnigerum</i> (Hedw.) P. Beauv.	013	Gn. Singgalang	2358	Banir

Keterangan: *mdpl : meter di bawah permukaan laut

Tabel 2. Perbandingan Karakter Mikromorfologi *Pogonatum*

No.	Karakter	CIR	MAC	MIC	TEY	URN
1	Jumlah gigi peristom	34	32	32	32	32
2	Panjang gigi peristom (mm)	8,50	1,19	1,46	1,36	1,64
3	Lebar gigi peristom (mm)	8,22	1,16	1,36	1,21	1,12
4	Tipe ornamentasi	<i>echinate</i>	<i>granulate</i>	<i>echinate</i>	<i>granulate</i>	<i>granulate</i>
5	Panjang sumbu polar (μm)	5,97 \pm 0,02	6,51 \pm 0,02	5,70 \pm 0,00	6,15 \pm 0,07	6,35 \pm 0,03
6	Panjang sumbu ekuatorial (μm)	5,65 \pm 0,03	6,18 \pm 0,03	5,34 \pm 0,00	5,64 \pm 0,06	6,55 \pm 0,01
7	Rasio panjang sumbu polar/ ekuatorial (μm)	1,05 \pm 0,26	1,05 \pm 0,02	1,06 \pm 0,03	1,09 \pm 0,43	1,04 \pm 0,33

Keterangan: CIR: *P. cirratum*, MAC: *P. macrophyllum*, MIC: *P. microstomum*, TEY: *P. Teysmannianum*, URN: *P. cf. urnigerum*.

Karakter Makromorfologi dan Mikromorfologi Kapsul dan Spora *Pogonatum*

Berdasarkan analisis karakter makromorfologi, telah disusunlah kunci determinasi kelima spesies *Pogonatum* untuk memperjelas pengenalannya di lapangan. Kunci pengenalan jenis *Pogonatum* adalah sebagai berikut :

1. a. Arah tumbuh kapsul tegak..... 2
b. Arah tumbuh kapsul condong
..... *P. microstomum*
2. a. Bentuk philoid *lanceolate*..... 3
b. Bentuk philoid *ovate-lanceolate*.
..... *P. Teysmannianum*
3. a. Apex philoid *acute* 4
b. Apex philoid *acuminate*
..... *P. macrophyllum*
4. a. Warna philoid hijau (*green*)
..... *P. cirratum*
b. Warna philoid tidak hijau (*green*)
..... *P. cf. urnigerum*

Berdasarkan pengamatan pada karakter mikromorfologi kapsul dan spora lima spesies *Pogonatum* yang diamati menggunakan *Scanning Electron Microscope* (Tabel 2), kelima spesies *Pogonatum* memiliki tipe gigi peristom *nematodontous* dengan jumlahnya 32 dan 34. Menurut Hyvonen (1989a) karakter yang mencirikan *Pogonatum* salah satunya adalah gigi peristom. Gigi peristom pada genus ini berjumlah 32 dengan epiphragm yang melekat pada bagian ujung.

Morfologi spora merupakan aspek penting dalam ilmu taksonomi (Rocha, Esteves, dan Ponzio, 2008). Berdasarkan hasil pengamatan pada kelima spesies

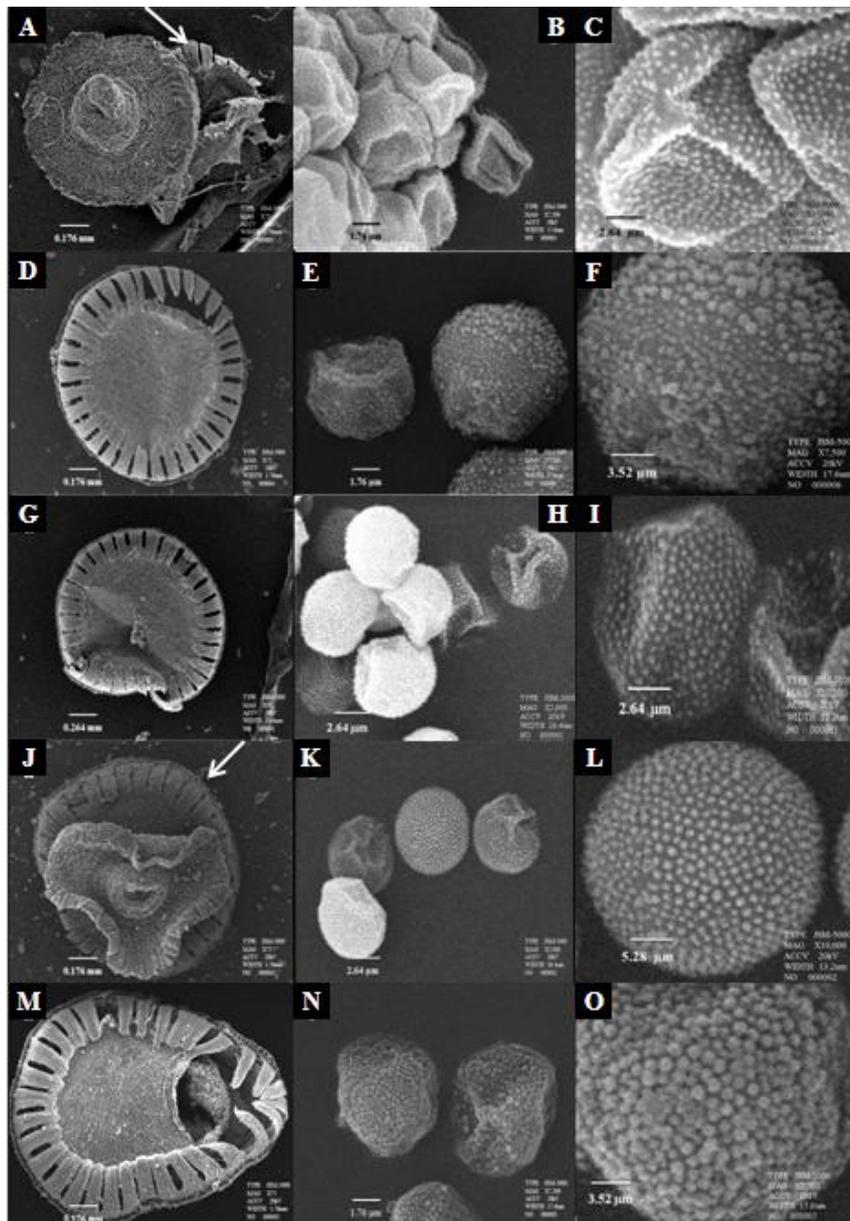
Pogonatum (*P. cirratum*, *P. macrophyllum*, *P. microstomum*, *P. Teysmannianum*, dan *P. cf. urnigerum*) (Gambar 1), morfologi spora yang teramati jelas adalah ukuran, tipe, bentuk, dan ornamentasi. Spora dari lima spesies *Pogonatum* memiliki tipe *monolete* dengan ukuran yang sangat kecil (<10 mikron) mengacu pada Hesse *et al.* (2009).

Kisaran indeks rasio P/E terbesar terlihat pada *P. Teysmannianum* yaitu 1,09 μm sedangkan yang terkecil terlihat pada *P. cf. urnigerum* yaitu 1,04 μm (Tabel 2). Ada dua cara untuk menetapkan bentuk spora, jika penetapan bentuk spora mengacu pada kriteria Erdtman (1952), bahwa jika indeks rasio P/E pada interval 1,00-1,14 maka spora memiliki bentuk *prolate spheroidal*. Penetapan bentuk spora pada Erdtman (1952) ini hanya berlaku jika polaritas spora isopolar. Namun, hampir keseluruhan polaritas spora pada kelima spesies *Pogonatum* mempunyai bentuk heteropolar. Hal ini menyebabkan pemakaian bentuk spora menurut Erdtman (1952) menjadi kurang tepat. Oleh karena itu, bentuk spora *Pogonatum* hanya mengacu pada kriteria Hesse *et al.* (2009) yakni berbentuk *prolate* yang mana sumbu polar lebih panjang daripada sumbu ekuatorial.

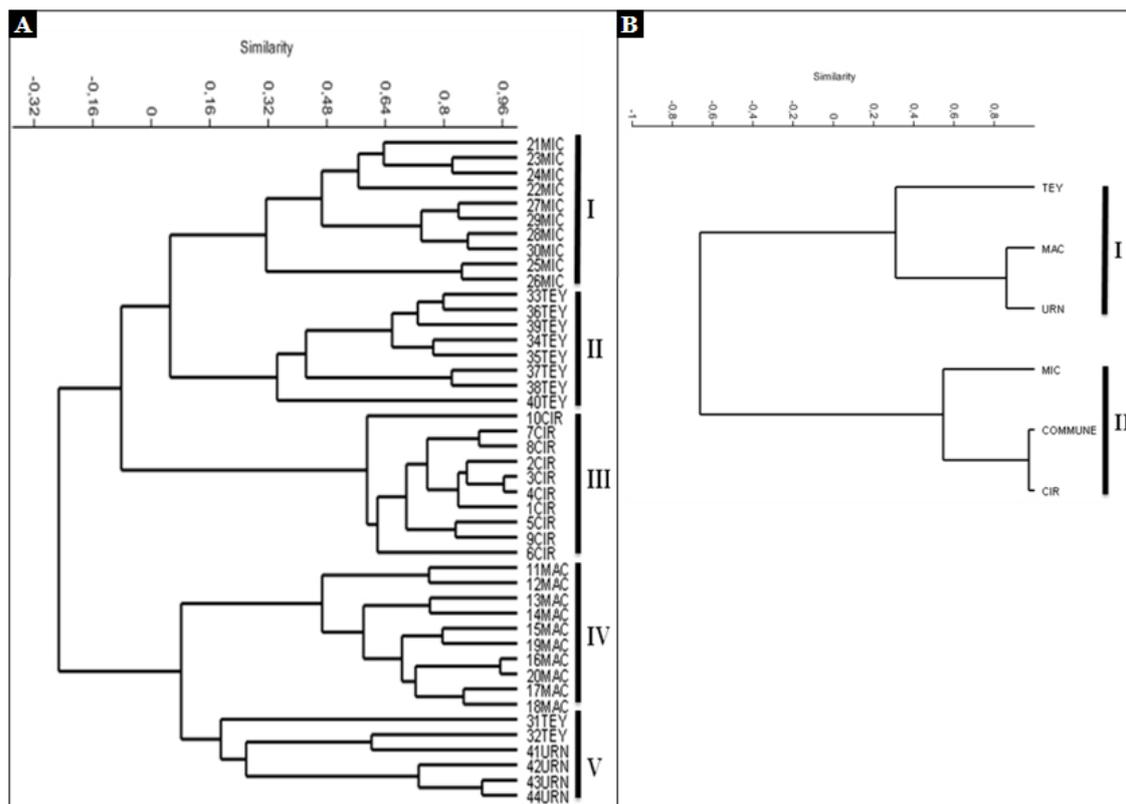
Kelima spesies *Pogonatum* ini memiliki dua tipe ornamentasi spora yaitu, *granulate* pada *P. macrophyllum*, *P. Teysmannianum*, dan *P. cf. urnigerum*; *echinate* pada *P. cirratum* dan *P. microstomum*. Menurut Hyvonen (1989a) tipe ornamentasi *granulate* pada spora merupakan karakter yang mencirikan genus *Pogonatum*. Hal ini didukung oleh Hesse *et*

al. (2009) dan Nurainas *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa karakter ornamentasi bernilai dalam identifikasi karena mempunyai variasi yang tinggi. *Pogonatum* memiliki ornamentasi yang sama dengan *Polytrichum*, terlihat bahwa tipe ornamentasi permukaan spora pada kedua

genus ini yaitu *granulate* dan *echinate*. Namun, *Pogonatum* mempunyai ornamentasi yang berbeda sekali dengan *Itatiela* dan *Oligotrichum*, yaitu *baculate*. Perbedaan terlihat juga pada genus *Polytrichadelphus* dengan tipe ornamentasi *microechinate* (Rocha *et al.*, 2008).



Gambar 1. Mikromorfologi kapsul dan spora *Pogonatum*. A-C. *P. cirratum*. A. Gigi peristom, *nematodontous*. B. Butir spora. C. Ornamentasi spora, *echinate*. D-F. *P. macrophyllum*. D. Gigi peristom, *nematodontous*. E. Butir spora. F. Ornamentasi spora, *granulate*. G-I. *P. microstomum*. G. Gigi peristom, *nematodontous*. H. Butir spora. I. Ornamentasi spora, *echinate*. J-L. *P. Teysmannianum*. J. Gigi peristom, *nematodontous*. K. Butir spora. L. Ornamentasi spora, *granulate*. M-O. *P. cf. urnigerum*. M. Gigi peristom, *nematodontous*. N. Butir spora. O. Ornamentasi spora, *granulate*. Tamda panah menunjukkan gigi peristom. Difoto dari spesimen Windahayati (ANDA, spr.).



Gambar 2. Dendrogram *Pogonatum*. **A.** 44 STO *Pogonatum* berdasarkan karakter kombinasi makromorfologi dan mikromorfologi. **B.** Hubungan kekerabatan *Pogonatum* dan *Polytrichum* berdasarkan karakter mikromorfologi (CIR: *P. cirratum*; MAC: *P. macrophyllum*; MIC: *P. microstomum*; TEY: *P. Teysmannianum*; URN: *P. cf. urnigerum* ; COMMUNE: *Polytrichum commune*) (PAST, 2.11).

Hasil analisis pengelompokan antar 44 individu yang digunakan sebagai STO (Satuan Taksonomi Operasional) diperoleh dendrogram yang mengelompokkan terbentuknya 5 kelompok yang masing-masing kelompoknya cenderung terdiri dari kelompok individu-individu yang sama jenisnya (kecuali kelompok V). Kelompok I terdiri dari 10 individu *P. microstomum*, kelompok II terdiri dari 8 individu *P. Teysmannianum*, kelompok III terdiri dari 10 individu *P. cirratum*, kemudian kelompok IV terdiri dari 10 individu *P. macrophyllum* dan kelompok V terdiri dari 2 individu *P. Teysmannianum* dan 4 individu *P. cf. urnigerum* (Gambar 2A).

Pada kelompok V terdapat 2 individu *P. Teysmannianum* yang terpisah dari kelompoknya, diduga akibat adanya diferensiasi morfologi yang lebih tinggi pada 2 individu tersebut dari individu lainnya dalam satu kelompok. Tingginya

diferensiasi morfologi tersebut mengindikasikan terjadinya perubahan yang mengarah ke varian. Shaklee dan Tamaru (1981) dalam Hadie (1997) menyatakan diferensiasi morfologi dapat dipertimbangkan sebagai indikator perbedaan genetik antar jenis kelamin, populasi, atau spesies. Namun demikian, adanya diferensiasi morfologi dalam suatu populasi dapat juga terjadi karena adanya perbedaan respon individu-individu terhadap lingkungan.

Selanjutnya pengelompokan pada lima spesies *Pogonatum* dan *Polytrichum commune* yang dijadikan sebagai pembandingnya (Gambar 2B) memperlihatkan terbentuknya dua kelompok. Kelompok I terdiri dari 3 spesies *Pogonatum* yaitu *P. Teysmannianum*, *P. macrophyllum*, dan *P. cf. urnigerum* sedangkan kelompok II terdiri dari 2 spesies *Pogonatum* (*P. microstomum* dan *P.*

cirratum) serta 1 spesies *Polytrichum commune*. Karakter yang terdiferensiasi signifikan antara kelompok I dan II yaitu, lebar gigi peristom, panjang sumbu polar, dan tipe ornamentasi spora.

Hyvonen (1989b), pernah menganggap bahwa *P. macrophyllum* merupakan subspecies dari *P. cirratum*. Akan tetapi hasil analisis pengelompokan (Gambar 2A dan B) menunjukkan bahwa *P. macrophyllum* dan *P. cirratum* berada dalam kelompok yang berbeda dengan nilai korelasi rendah yaitu $r = -0,643$ sehingga hasil penelitian ini mendukung pendapat Hyvonen (1989a) yang menyatakan bahwa *P. macrophyllum* dan *P. cirratum* merupakan spesies berbeda karena adanya perbedaan pada philoidnya.

Berdasarkan hasil penelitian Koskinen dan Hyvonen (2004) dan Derda *et al.* (1999) yang menunjukkan bahwa *Pogonatum* dan *Polytrichum* merupakan genus yang terpisah secara genetik. Akan tetapi, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya hubungan kekerabatan yang dekat antara genus *Pogonatum* dan *Polytrichum* yang terlihat pada kelompok II (Gambar 2B). Hal ini sesuai dengan penelitian Hyvonen *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa genus *Pogonatum* dan *Polytrichum* masih berkerabat dekat dan terkelompok dalam 1 kelompok berdasarkan analisis DNA mitokondria.

Hubungan kekerabatan yang paling dekat pada kelompok II diperlihatkan oleh spesies *P. cirratum* dan *Polytrichum commune* dengan nilai korelasi tinggi ($r = 0,631$). Hal ini didukung dengan hasil penelitian Hyvonen (1989b) yang menunjukkan bahwa *P. cirratum* bersinonim dengan *Polytrichum cirratum* dan *P. microstomum* bersinonim dengan *Polytrichum microstomum* (Bartram, 1939) sehingga terdapat kemungkinan bahwa *P. cirratum* dapat dianggap sebagai spesies *Polytrichum cirratum* begitu juga *P. microstomum* dapat dianggap sebagai *Polytrichum microstomum*.

Hasil analisis mikromorfologi menunjukkan bahwa spesies *P. cirratum*, *P. microstomum* dan *Polytrichum commune* memiliki bentuk dan tipe ornamentasi spora yang sama sehingga dapat diduga ketiga

spesies ini digolongkan dalam genus *Pogonatum* atau *Polytrichum*. Demikian juga dengan hasil penelitian Rocha *et al.* (2008) terhadap *Pogonatum* dan *Polytrichum* yang menunjukkan adanya kesamaan karakter yang dimiliki antar kedua genus tersebut. Hal ini membuktikan bahwa secara mikromorfologi genus *Pogonatum* dan *Polytrichum* sulit dibedakan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa mikromorfologi kapsul dan spora lima spesies *Pogonatum* (*P. cirratum*, *P. macrophyllum*, *P. microstomum*, *Pogonatum Teysmannianum*, dan *P. cf. urnigerum*) memiliki tipe gigi peristom *nematodontous*, tipe spora *monolete* dengan bentuk *prolate*, tipe ornamentasi spora *granulate* dan *echinate*. Pengelompokan individu yang dianalisis cenderung terkelompok dalam spesiesnya masing-masing. Hasil penelitian mendukung penempatan *Pogonatum* sebagai genus yang mirip dengan *Polytrichum* secara mikromorfologi.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Rezi Rahmi Amolia yang telah membantu dalam pengambilan sampel lapangan. Ir. Endang Purwaningsih dan Yuni Aprianti, S.Si yang telah membantu dalam proses *Scanning Electron Microscope*. Dra. Florentina Indah Windadri yang telah membantu dalam proses pengidentifikasian. Dr. Tesri Maideliza, M.Sc, Dr. Nurainas, M.Si, dan Mildawati, M.Si yang telah memberikan masukan dalam penelitian dan penyelesaian artikel ini.

Daftar Pustaka

- Antania, E. 2011. Jenis-jenis Lumut Polytrichales di Kawasan Cagar Alam Lembah Anai Kabupaten Tanah Datar Sumatera Barat. [Skripsi]. Universitas Andalas. Padang.

- Bartram, E. B. 1939. *Mosses of The Philippines*. Otto Koeltz Publishers Koenigstein. Taunus.
- Derda, G. S., R. Wyatt, dan J. Hyvonen. 1999. Genetic Similarities Among the Hair-Cap Mosses (Polytrichaceae) as Revealed by Enzyme Electrophoresis. *The Bryologist* 102(3) 352-365.
- Eddy, A. 1988. *A Handbook of Malesian Mosses Volume 1 Sphagnales to Dicranales*. British Museum (Natural History). London.
- Ensikat, H. E., P. D. Kuru, dan W. Barthlott. 2010. Scanning Electron Microscopy of Plant Surfaces: Simple But Sophisticated Methods for Preparation and Examination. *Microscopy: Science, Technology, Applications and Education-A*. Méndez-Vilas and J. Díaz (Eds.).
- Erdtman, G. 1952. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy Angiosperm*. Almquist dan Wiksell Stockhom. Sweden.
- Hadie, W. 1997. Studi Morfometrik dan Keanekaragaman Genetika pada Populasi Ikan Lele (*Clarias batrachus*) di Sungai Musi dan Bengawan Solo. [Tesis]. Universitas Indonesia. Depok.
- Hesse, M., H. Halbritter, R. Zetter, M. Weber, R. Buchner, A. F. Radivo, dan S. Ulrich. 2009. *Pollen Terminology An Illustrated Handbook*. Springer Wien New York. New York.
- Hyvonen, J. 1989a. A Synopsis of Genus *Pogonatum* (Polytrichaceae, Musci). *Acta Bot. Fenn.* 138: 1-87.
- _____. 1989b. The Bryophytes of Sabah (North Borneo) with Special Reference to The BRYOTROP Transect of Mount Kinabalu. *Willdenowia*. 18.
- _____, S. Koskinen, G. L. S. Merrill, T. A. Hedderson, dan S. Stenroos. 2004. Phylogeny of The Polytrichaceae (Bryophyta) Based on Simultaneous Analysis of Molecular and Morphological Data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 31: 915-928.
- Koskinen, S. dan J. Hyvonen. 2004. *Pogonatum Polytrichales (Bryophyta) Revisited*. <http://www.helsinki.fi/~jhyvonen/koskinendanhyvonen.pdf>. 15 November 2012.
- LIPI. 2006. *Koleksi Bryophyta Taman Lumut Kebun Raya Cibodas Vol. II No. 4*. UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas. Cibodas-Bogor.
- Nurainas, Syamsuardi, dan A. Arbain. 2011. Morfologi Pollen Marga *Hornstedtia* Retz. (Zingiberaceae) dari Sumatera dan Implikasinya dalam Taksonomi. *Berita Biologi* 10(5).
- Radford. 1986. *Fundamental of Plant Systematics*. Harper and Row Published Inc. New York.
- Rocha, L. M. da, V. G. Esteves, dan A. P. L. Ponzio. 2008. Morfologia de Esporos de Espécies de Polytrichaceae Schwägr. (Bryophyta) do Brasil. *Revista Brasil Bot.* 31(3): 537-548.
- Tan, B. C., B. C. Hon, V. Linis, E. A. P. Iskandar, I. Nurhasanah, L. Damayanti, S. Mulyati, dan I. Haerida. 2006. Mosses of Gunung Halimun National Park, West Java, Indonesia. *Reinwardtia* 12(3): 205–214.
- Windadri, F. I. 2009. Keragaman Lumut Di Resort Karang Ranjang, Taman Nasional Ujung Kulon, Banten. *Jurnal Teknik Lingkungan* X(1).