

PENGARUH JENIS MEDIA DAN ZAT PENGATUR TUMBUH ATONIK TERHADAP PERKECAMBAHAN SPORA DAN PEMBENTUKAN SPOROFIT

Lygodium circinnatum (Burm.f.) Sw. (Schizaeaceae)

The Influence of Media and Atonik on Spore Germination and Sporophyte Formation of *Lygodium circinnatum* (Burm.f.) Sw. (Schizaeaceae)

Mustaid Siregar¹, I Made Ardaka² dan Hartutiningsih-M. Siregar¹

¹Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor - LIPI

Jl. Ir. H. Juanda 13, Bogor 16003

²UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya "Eka Karya" Bali-LIPI,

Candikuning, Baturiti, Tabanan, Bali 82191

Email: mustaid_s@yahoo.co.id

Abstract

Lygodium circinnatum (Burm.f.) Sw. is a climbing fern (Schizaeaceae) used as a material for handicraft. Recently, supply of raw materials decreased due to declining population of the fern in the wild. This plant is not cultivated yet, therefore it is necessary to propagate and conserve this plant. The aim of this study is to know the influence of media and Atonik on spore germination and sporophyte formation of *L. circinnatum*. Two types of media were tested: a) the mud from rice field and b) mixture of *Asplenium nidus* roots and brick particles. The study was conducted in a greenhouse and was arranged in completely randomized design. The results showed that mud from rice field significantly support the germination and sporophytes formation, but must be followed with thinning out the sporophytes. When the sporophytes density is high, they inhibit the gametophyte development into sporophyte. The mud from rice field added with Atonik at concentration of 1.5 ml l⁻¹ was recommended for the germination and sporophyte formation of *L. circinnatum*.

Keywords: Atonik, *Lygodium circinnatum*, media, propagation, spores

Abstrak

Lygodium circinnatum (Burm.f.) Sw. adalah sejenis paku merambat (Schizaeaceae) yang batangnya banyak digunakan sebagai bahan untuk industri kerajinan tangan. Belakangan ini pasokan bahan bakunya mengalami penurunan akibat menurunnya populasi di alam. Tumbuhan ini belum dibudidayakan, sehingga perlu dilakukan tindakan konservasi termasuk upaya perbanyakannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis media dan Atonik terhadap perkecambahan spora dan pembentukan sporofit *L. circinnatum*. Dua jenis media yang diuji adalah: a) lumpur sawah dan b) campuran akar kadaka dan bubuk batu bata. Penelitian dilakukan di dalam rumah kaca menggunakan rancangan acak lengkap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media lumpur sawah secara signifikan berpengaruh terhadap perkecambahan dan pembentukan sporofit, tetapi harus diikuti dengan upaya penjarangan pada sporofit. Tingginya kepadatan sporofit dapat menghambat

pertumbuhan gametofit menjadi sporofit. Penggunaan media lumpur sawah yang diberi Atonik pada konsentrasi $1,5 \text{ ml l}^{-1}$ dapat disarankan untuk perkecambahan dan pembentukan sporofit *L. circinnatum*.

Kata kunci : Atonik, *Lygodium circinnatum*, media, perbanyak, spora

PENDAHULUAN

Lygodium circinnatum (Burm.f.) Sw. (Ind: paku ata) adalah tumbuhan paku merambat (Schizaeaceae) yang panjangnya dapat mencapai 10 m dan diameter batang 2 – 5 mm. Bentuk daunnya menjari 2-5 dengan tepi daun bergerigi, pada permukaan bawahnya terdapat sporangium. Jenis ini memiliki rimpang pendek ($\leq 10 \text{ cm}$), sedikit berdaging dan menjalar dalam tanah. Tumbuh subur pada tempat-tempat terbuka dan hutan-hutan sekunder mulai dari dataran rendah hingga ketinggian 1.500 m dpl. (Holttum, 1966; van Steenis & Holttum, 1982).

Batangnya digunakan sebagai bahan industri kerajinan tangan yang banyak diperdagangkan di daerah-daerah wisata, terutama Bali dan Lombok. Namun karena bahan tumbuhan ini masih diperoleh dari alam dan belum dibudidayakan, belakangan ini pasokan bahan bakunya makin sulit diperoleh, sehingga tindakan budidaya perlu dilakukan.

Percobaan perbanyak *L. circinnatum* secara vegetatif dengan cara pemisahan rimpang (*splitting*) telah dilakukan oleh Hartutiningsih-M. Siregar *et al.*, 2004; Siregar, 2006). Hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa bibit yang dihasilkan dengan cara ini memperlihatkan pertumbuhan yang cepat, namun jumlah bibit yang dihasilkan relatif sedikit.

Untuk mengatasi kendala keterbatasan jumlah bibit yang dihasilkan melalui perbanyak secara vegetatif, maka usaha perbanyak jenis ini secara *ex vitro* maupun kultur spora secara *in vitro* telah dilakukan. Perbanyak *in vitro* yang dilakukan oleh Hartutiningsih-M. Siregar *et al.*, (2004) memperlihatkan bahwa spora yang ditabur pada media akar kadaka : batu bata (2 : 1) dengan konsentrasi Atonik 1 ml l^{-1} air memberi hasil yang terbaik dalam hal kecepatan berkecambah (14 hari) dan persentase tumbuh spora (7 %). Sementara itu

pada perbanyak *L. circinnatum* dengan cara kultur spora secara *in vitro* yang dilakukan oleh Yuswanti *et al.*, (2010) menunjukkan bahwa pemberian zat pengatur tumbuh Kinetin pada media tumbuh dapat mempercepat perkecambahan spora (19,3 hari) dan pembentukan sporofit (122 hari).

Percobaan pendahuluan menggunakan media lumpur sawah untuk mengecambahkan spora memberi harapan yang lebih baik dibandingkan dengan hasil percobaan pada media campuran akar kadaka dan serbuk batu bata (Ardaka & Hartutiningsih-M. Siregar, tidak dipublikasi). Ide penggunaan lumpur sawah muncul dari hasil pengamatan banyaknya anakan *L. circinnatum* tumbuh di parit-parit pinggiran sawah yang mengandung endapan lumpur sawah. Tanah lumpur sawah memiliki tingkat kesuburan relatif tinggi karena diolah secara intensif dan dipupuk secara rutin. Selain itu, jenis tanah ini juga memiliki tekstur yang relatif lebih halus dan mampu menahan air dalam waktu relatif lebih lama sehingga memungkinkan spora dapat berkecambah dengan baik. Keuntungan lain dari penggunaan media lumpur sawah adalah mudah diperoleh dengan biaya murah.

Untuk memperoleh hasil yang optimal dalam upaya mempercepat pertumbuhan dan perkembangan gametofit dan juga pembentukan sporofit *L. circinnatum* maka perlu dipelajari juga pengaruh penggunaan zat pengatur tumbuh (ZPT), yaitu Atonik. Atonik pada dasarnya mengandung auksin sintetik. Auksin pada tumbuhan sangat berperan dalam mendorong terjadinya pembesaran sel (Steward & Shantz, 1955). Sejauh ini penggunaan Atonik pada tumbuhan berbunga memberi hasil yang lebih baik (Shi & Shi, 1999; Srinivas *et al.*, 1986; Bhonde *et al.*, 1992). Pada tumbuhan tingkat rendah seperti paku-pakuan, penggunaan ZPT juga telah banyak diteliti (Chopra & Rashid, 1969; Kumra, 1985; Chopra & Vashistha, 1990; Hartutiningsih-M. Siregar *et al.*, 2004; Siregar, 2006; Yuswanti *et al.*, 2010).

Perkembangan tunas lumut *Anoetangium thomsonii* meningkat setelah pemberian sitokinin dan auksin (Chopra & Rashid, 1969). Kumra (1985) menemukan bahwa tidak hanya sitokinin tetapi juga para auksin IAA, 2,4-D, NAA, dan asam *naphthoxyacetic* (NOA) dapat memperpendek waktu inisiasi kuncup dan meningkatkan jumlah tunas lumut *Anisothecium molliculum*. Demikian juga tunas lumut *Bryum atrovirens* meningkat setelah pemberian auksin (Chopra & Vashistha, 1990). Berdasarkan alasan-alasan seperti tersebut di atas, maka penggunaan media lumpur sawah untuk pertumbuhan dan perkembangan gametofit *L. circinnatum* dipelajari lebih lanjut dengan membandingkannya dengan media campuran akar kadaka dan serbuk batu bata (2 : 1) dengan penambahan zat pengatur tumbuhan (ZPT) dalam konsentrasi yang berbeda-beda.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis media dan zat pengatur tumbuh Atonik terhadap perkecambahan spora dan pembentukan sporofit pada *L. circinnatum*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di rumah kaca Kebun Raya "Eka Karya" Bali - LIPI. Lokasi penelitian terletak pada ketinggian 1.200 m dpl. dengan kelembaban berkisar antara 52% sampai 73% dengan rata-rata 62% dan suhu udara 14°C sampai 23°C dengan rata-rata 19°C.

Spora *L. circinnatum* yang digunakan berasal dari hutan adat Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng - Bali. Pengambilan spora mengacu pada Hartutiningsih-M. Siregar *et al.*, (2004). Spora diambil dari daun fertil yang memiliki sporangium masak berwarna kecokelatan yang terletak di bagian bawah daun. Daun dipetik, kemudian dibungkus dengan kertas koran dan dijemur di bawah sinar matahari selama seminggu. Spora yang berwarna kekuningan dipisahkan dari sporangium dan selanjutnya ditimbang sesuai kebutuhan dalam percobaan ini untuk selanjutnya disemaikan.

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan dua faktor perlakuan yang disusun secara faktorial. Faktor pertama adalah jenis media (M) yang terdiri atas 2 tingkat, yaitu: M₁= media lumpur sawah, dan M₂= media campuran akar kadaka dan serbuk batu bata (2 : 1). Faktor kedua adalah ZPT Atonik (A) yang terdiri atas 4 level, yaitu: 0,5 ml l⁻¹ air (A₁), 1 ml l⁻¹ air (A₂), 1,5 ml l⁻¹ air (A₃) dan tanpa Atonik atau air matang sebagai kontrol (A₀). Dengan demikian terdapat 8 kombinasi perlakuan dengan tiga kali ulangan, sehingga terdapat 48 pot percobaan.

M₁ A₁ = Media lumpur sawah dengan penyiraman ZPT Atonik 0,5 ml l⁻¹ air

M₁ A₂ = media lumpur sawah dengan penyiraman ZPT Atonik 1 ml l⁻¹ air

M₁ A₃ = Media lumpur sawah dengan penyiraman ZPT Atonik 1,5 ml l⁻¹ air

M₁ A₀ = Media lumpur sawah dengan penyiraman air (tanpa ZPT Atonik)

M₂ A₁ = Media batu bata : akarkadaka dengan penyiraman ZPT Atonik 0,5 ml l⁻¹ air

M₂ A₂ = Media batu bata ; akarkadaka dengan penyiraman ZPT Atonik 1 ml l⁻¹ air

M₂ A₃ = Media batu bata ; akar kadaka dengan penyiraman ZPT Atonik 1,5 ml l⁻¹ air

M₂ A₀ = Media batu bata ; akarkadaka dengan penyiraman air (tanpa ZPT Atonik)

Sterilisasi media tumbuh dilakukan dengan mengukus selama 1-2 jam. Sterilisasi ini bertujuan untuk membunuh hama dan penyakit yang terdapat pada media serta membebaskan media dari kontaminasi biji / spora tumbuhan lain. Media yang sudah steril dimasukkan dalam pot tanah liat dan ditempatkan di atas talam berisi air. Masing-masing pot ditutup dengan plastik transparan. Penutupan dengan plastik diperlukan untuk memastikan kelembaban tetap terjaga dan terhindar dari kekeringan (Jagganathan, 1985; Mazumder *et al.*, 2011). Spora *L. circinnatum* seberat 0,05 gr yang ditimbang menggunakan timbangan digital ditabur di setiap pot. Perlakuan konsentrasi zat pengatur tumbuh Atonik dilakukan melalui penyiraman ke dalam talam pelastik tempat pot diletakkan.

Parameter yang diamati adalah hari mulai spora berkecambah (hari setelah semai) atau dapat juga diartikan tahap awal terbentuknya protalus yang secara kasat mata membentuk bintik hijau, persentase perkecambahan yang didasarkan pada persentaseutupan masa protalus pada permukaan media dalam pot, produksi sporofit di dalam pot persemaian dan produksi sporofit hasil penyepitan. Penyepitan dilakukan setelah sporofit mencapai tinggi 5 cm.

Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam sesuai dengan rancangan acak kelompok (RAK). Apabila antar perlakuan terdapat interaksi dan berpengaruh nyata, maka dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5 %, tetapi apabila interaksinya tidak berpengaruh nyata, maka analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5 % terhadap faktor tunggal yang memiliki pengaruh nyata (Gomez & Gomez, 1984).

HASIL PENELITIAN

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa interaksi antara jenis media (M) dan dosis Atonik (A) berpengaruh sangat nyata ($P>0,01$) terhadap variabel yang diamati, kecuali terhadap persentase perkecambahan pada awal spora berkecambah yang hanya berpengaruh nyata ($P>0,05$), serta tidak berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap produksi sporofit pada akhir pengamatan 430 hari setelah semai (hss). Perlakuan tunggal jenis media (M) berpengaruh sangat nyata ($P>0,01$) terhadap variabel yang diamati, kecuali terhadap persentase perkecambahan pada awal spora berkecambah dan 25 hss yang tidak berpengaruh nyata ($P<0,05$). Sedangkan pengaruh tunggal dosis Atonik berpengaruh sangat nyata ($P>0,01$) terhadap variabel jumlah hari spora mulai berkecambah dan pembentukan sporofit pada umur 170, 200 dan 230 hss, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan pada awal spora berkecambah dan 25 hss, serta terhadap produksi sporofit pada akhir pengamatan (Tabel 1).

Tabel 1. Interaksi jenis media (M) dan Atonik (A) terhadap variabel yang diamati

No.	Variabel	Perlakuan		
		M	A	M x A
1	Jumlah hari spora mulai berkecambah (hss)	**	**	**
2	Persentase perkecambahan:			
	- Pada awal spora berkecambah	tn	tn	*
	- 25 hss	tn	tn	**
3	Pembentukan sporofit pada media semai:			
	- 170 hss.	**	**	**
	- 200 hss	**	**	**
	- 230 hss	**	**	**
5	Produksi sporofit pada akhir pengamatan (430 hss)	**	tn	tn

Keterangan: * = berpengaruh nyata ($P>0,05$); ** = berpengaruh sangat nyata ($P>0,01$); tn = tidak berpengaruh nyata ($P<0,05$); M = Perlakuan jenis media; A = Perlakuan dosis Atonik; hss= hari setelah semai

Perkecambahan Spora

Spora mulai berkecambah pada hari ke-12 sejak spora disemaikan. Kriteria spora berkecambah adalah munculnya bintik-bintik hijau pada permukaan media. Bintik-bintik hijau ini menandai munculnya *chlorocyte* atau *rhizoid* pada spora yang berkecambah (Ranal, 1999).

Hasil penelitian menunjukkan penggunaan media lumpur sawah yang diberi Atonik dapat mempercepat waktu spora mulai berkecambah (12 hss) dan berbeda nyata dengan media campuran akar kadaka dan serbuk batu bata yang diberi Atonik (14 hss). Bahkan kecepatan perkecambahan spora pada media lumpur sawah tanpa Atonik ($M_1 A_0$) masih

lebih baik (13 hss) dibandingkan media campuran batu bata dan akar kadaka yang diberi Atonik (14 hss), meskipun dari uji statistik tidak nyata perbedaannya.

Interaksi jenis media dan dosis Atonik relatif lebih kecil pengaruhnya ($P>0,05$) terhadap persentase perkecambahan pada awal spora berkecambah. Hasil terbaik terhadap variabel persentase perkecambahan pada awal spora berkecambah adalah pada perlakuan media lumpur

sawah yang diberi Atonik $0,5 \text{ ml l}^{-1}$ air ($M_1 A_1$) yang menunjukkan persentase tertinggi (15,28 %) dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 2). Namun pada pengamatan 25 hss, pengaruhnya terhadap persentase perkecambahan menjadi sangat nyata ($P>0,01$), dimana penggunaan media lumpur sawah yang diberi Atonik mampu berkecambah 100 % yang ditandai dengan tertutupnya seluruh permukaan pot oleh bintik hijau (Tabel 2).

Tabel 2. Jumlah hari spora mulai berkecambah dan persentase perkecambahan pada awal dan 25 hari setelah semai

Perlakuan	Jumlah hari spora mulai berkecambah	Persentase perkecambahan pada awal spora berkecambah	Persentase perkecambahan 25 hss
$M_1 A_1$	12 ^a	15,28 ^a	100 ^a
$M_1 A_2$	12 ^a	11,56 ^b	100 ^a
$M_1 A_3$	12 ^a	10,29 ^b	100 ^a
$M_1 A_0$	13 ^{ab}	7,47 ^b	75 ^c
$M_2 A_1$	14 ^b	5,00 ^c	80 ^{bc}
$M_2 A_2$	14 ^b	7,00 ^b	85 ^b
$M_2 A_3$	14 ^b	5,00 ^c	85 ^b
$M_2 A_0$	17 ^c	3,33 ^d	15 ^d

Keterangan: hss = hari setelah semai; Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5 %.

Produksi Sporofit

Fase sporofit diawali dengan terbentuknya zigot dari hasil pertemuan spermatozoid yang haploid (n) dan ovum yang haploid (n) di arkegonium. Zigot yang diploid ($2n$) tumbuh menjadi sporofit yang ditandai dengan munculnya calon daun dan akar. Kemunculan daun umumnya mudah dikenali dengan helaian daun berwarna hijau, sedangkan akar (*rhizoid*) berwarna coklat tumbuh ke arah bawah yang berfungsi untuk menyerap air dan nutrisi dari media tanam. Dalam penelitian ini, sporofit mulai muncul pada hari ke-85 setelah semai, yaitu pada media campuran akar kadaka dan batu bata yang diberi Atonik 1 ml l^{-1} air ($M_2 A_2$). Pada pengamatan hari ke-170, produksi sporofit yang paling banyak diperoleh dari perlakuan media campuran akar kadaka dan serbuk batu bata yang diberi Atonik $1,5 \text{ ml l}^{-1}$ air ($M_2 A_3$) dan berbeda nyata dengan

perlakuan lainnya. Hasil yang sama secara kumulatif juga terjadi pada pengamatan 200 hss dan 230 hss (Tabel 3).

Tabel 3. Produksi sporofit selama dalam pot penyemaian

Perlakuan	Jumlah sporofit		
	170 hss	200 hss	230 hss
$M_1 A_1$	8,11 ^d	19,06 ^c	27,39 ^c
$M_1 A_2$	14,44 ^c	20,33 ^c	29,00 ^c
$M_1 A_3$	9,00 ^d	22,67 ^c	30,17 ^c
$M_1 A_0$	8,67 ^d	13,00 ^d	18,00 ^d
$M_2 A_1$	26,89 ^b	38,17 ^b	47,00 ^b
$M_2 A_2$	30,67 ^b	38,22 ^b	46,67 ^b
$M_2 A_3$	41,00 ^a	51,00 ^a	61,33 ^a
$M_2 A_0$	31,00 ^b	36,33 ^b	42,67 ^b

Keterangan: hss = hari setelah semai; Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5 %.

Sporofit yang telah memiliki tinggi 5 cm dipindahkan ke dalam polibag berisi media campuran tanah dan kompos untuk aklimatisasi dan pembesaran. Penyapihan dilakukan secara bertahap sesuai batasan tinggi sporofit, dimulai pada hari ke-210 setelah penyemaian dan diakhiri pada hari ke-430 setelah penyemaian (saat mana sporofit mulai jarang tumbuh).

Hasil perhitungan akhir terhadap jumlah kumulatif sporofit yang dapat disapih menunjukkan bahwa perlakuan yang paling banyak memproduksi sporofit adalah pada media lumpur sawah yang diberi Atonik 1,5 ml l⁻¹ (M₁A₃) yaitu rata-rata sebanyak 118,7 individu, sedangkan yang paling sedikit pada media campuran batu bata dan akar kadaka tanpa pemberian Atonik (M₂A₀) yaitu 58,0 individu (Tabel 4).

Tabel 4. Produksi sporofit yang disapih hingga akhir pengamatan (430 hss)

Perlakuan	Jumlah sporofit	Sd (n=3)
M ₁ A ₁	93,33 ^{ab}	65,9
M ₁ A ₂	97,00 ^{ab}	68,5
M ₁ A ₃	118,67 ^a	83,8
M ₁ A ₀	79,00 ^{ab}	55,7
M ₂ A ₁	72,67 ^{ab}	51,3
M ₂ A ₂	70,67 ^{ab}	49,9
M ₂ A ₃	78,33 ^{ab}	55,3
M ₂ A ₀	58,00 ^b	40,9

Keterangan: Sd = Standar deviasi. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5 %.

Meskipun tidak terdapat interaksi (P<0,05) antara faktor media dan dosis Atonik terhadap produksi sporofit pada akhir pengamatan, dan juga oleh faktor tunggal dosis Atonik (Tabel 1), tetapi faktor tunggal media berpengaruh sangat nyata (P>0,01) terhadap produksi sporofit pada akhir pengamatan (Tabel 1). Hasil uji lanjut BNT taraf 5 % terhadap faktor tunggal media menunjukkan

produksi sporofit pada media lumpur sawah memberikan hasil terbaik dan berbeda nyata (P>0,05) dengan media campuran akar kadaka dan batu bata (Tabel 5). Fluktuasi hasil antar pot percobaan di dalam perlakuan juga relatif kecil, ini tampak dari nilai standar deviasi (sd) yang umumnya lebih kecil dari nilai hasil pengamatan.

Tabel 5. Pengaruh faktor tunggal media terhadap produksi sporofit pada akhir pengamatan (430 hss)

Faktor tunggal media	Jumlah sporofit	Sd (n=12)
M ₁	97,00 ^a	16,40
M ₂	69,92 ^b	8,58

Keterangan: Sd = Standar deviasi. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5 %.

PEMBAHASAN

Penggunaan media lumpur sawah untuk menyemai spora *L. circinnatum* sejauh ini menunjukkan hasil yang lebih baik bila dibandingkan dengan media tanam lain yang pernah dilaporkan. Penggunaan media lumpur sawah yang diberi Atonik

mampu mempercepat waktu spora berkecambah (12 hss) bila dibandingkan dengan hasil percobaan sebelumnya yang dilakukan oleh Hartutiningsih-M. Siregar *et al.*, (2004) yaitu 28 hss pada media campuran akar kadaka dan serbuk batu bata (2 : 1), dan juga lebih cepat dibandingkan dengan hasil percobaan Yuswanti *et al.*, (2010) pada media *in vitro* yang mencatat 19 hss. Penggunaan media lumpur

sawah juga menghasilkan persentase spora yang berkecambah lebih tinggi dibandingkan media campuran akar kadaka dan serbuk batu bata (Tabel 2).

Tekstur lumpur sawah yang lebih halus dibandingkan media campuran akar kadaka dan serbuk batu bata diduga berkontribusi dalam mendukung tersedianya air secara merata di permukaan media lumpur sawah. Pengaruh faktor lain mungkin ada seperti perbedaan pH di kedua jenis media. Dalam beberapa kasus perkecambahan spora spesies paku-pakuan dalam media *in vitro*, tingkat pH media memang memiliki pengaruh besar (Rechenmacher *et al.*, 2010; Whittier & Moyroud, 1993; Nester & Coolbaugh, 1986), juga oleh perbedaan temperatur (Pangua *et la.*, 1994; Testo & Watkins, 2013). Selain pH dan temperatur, faktor kelembaban, intensitas dan kualitas cahaya juga turut berperan dalam perkecambahan spora paku-pakuan (Nondorf *et al.*, 2003). Namun dalam percobaan ini, perbedaan kelembaban, temperatur, intensitas dan kualitas cahaya antar perlakuan tidak terlalu besar dan dapat diabaikan. Sistem pemberian air melalui resapan dari bawah dan penutupan permukaan pot dengan plastik relatif dapat mempertahankan kelembaban media selama percobaan dilakukan. Faktor lain yang juga menjadi penentu adalah viabilitas spora.

Dalam menyemai spora *L. circinnatum* tampaknya perlu memperhatikan tingkat kepadatan spora. Spora yang berkecambah akan menghasilkan rizoid dan benang-benang protalus (filamen) di awal perkecambahan. Filamen tumbuh dan berkembang membentuk spatula yang menghasilkan organ kelamin jantan (anteridium) dan organ kelamin betina (arkegonium). Spatula yang telah memiliki anteridium dan atau arkegonium ini dinamakan gametofit. Dengan demikian pada kepadatan tertentu dan dalam kondisi normal, jumlah spora akan berkorelasi positif dengan jumlah gametofit yang dihasilkan.

Dalam penelitian ini, meskipun persentase spora yang berkecambah lebih tinggi pada media lumpur sawah (Tabel 2), namun produksi sporofit selama dalam pot penyemaian justru lebih banyak

pada media campuran akar kadaka dan serbuk batu bata (Tabel 3).

Argumentasi yang dapat dikemukakan dalam menjelaskan fenomena ini adalah karena tingkat kepadatan protalus dan atau gametofit yang tinggi pada media lumpur sawah menyebabkan seluruh permukaan media ditutupi oleh banyak anteridium dan mungkin sedikit arkegonium. Kondisi ini menyebabkan tidak cukup ruang yang mengandung air pada media, sehingga spermatozoid sulit mencapai ovum untuk terjadinya pembuahan. Keberadaan air sangat diperlukan untuk pergerakan spermatozoid mencapai ovum (Soare, 2008). Pada media campuran akar kadaka dan serbuk batu bata yang memiliki protalus dan atau gametofit lebih sedikit, serta tekstur media yang lebih kasar, memungkinkan tersedianya ruang yang mengandung air, sehingga memudahkan pergerakan spermatozoid mencapai ovum.

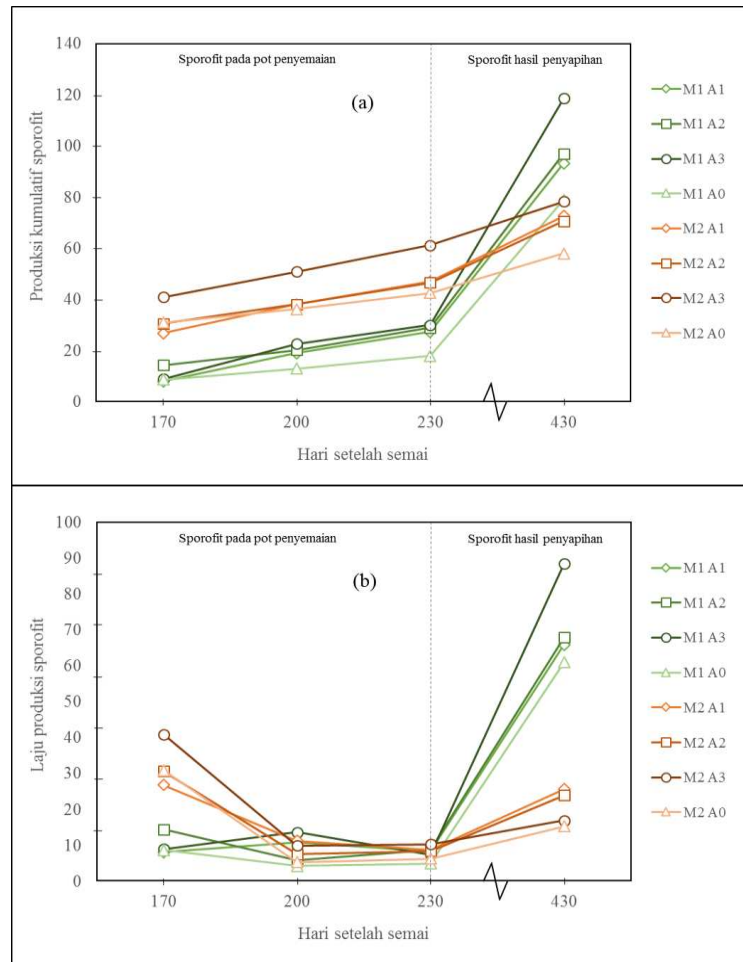
Fenomena yang sama juga ditemui pada perbanyakannya secara *in vitro* spesies paku yang lain (*Asplenium*, *Dryopteris*, *Osmunda*, dll.) dengan sejumlah besar gametofit diproduksi, tetapi tidak diikuti peningkatan produksi sporofit (Soare, 2008). Penelitian lain menunjukkan, bila pertumbuhan gametofit dari spesies *Osmunda* dibatasi, produksi sporofit meningkat (Fernández *et al.*, 1999). Telah dideteksi pula adanya hubungan antara tingkat reproduksi gametofit dan kelangsungan hidup sporofit sebagai akibat adanya pengaruh anteridiogen (*antheridiogen effect*) (Korpelainen, 1997; Quintanilla *et al.*, 2007; Ayrapetov & Ganger, 2009). Suatu kondisi dimana organ kelamin jantan (anteridium) sangat dominan dibanding organ kelamin betina (arkegonium).

Meskipun tidak dilakukan penghitungan terhadap jumlah gametofit yang dihasilkan, namun dapat diduga bahwa tingginya persentase perkecambahan pada media lumpur sawah akan menghasilkan jumlah gametofit yang lebih banyak pula. Akan tetapi gametofit yang dihasilkan tampaknya didominasi oleh anteridium. Dalam hal ini telah terjadi pengaruh anteridiogen (*antheridiogen effect*) yang menyebabkan produksi sporofit di pot persemaian terhambat pada media lumpur sawah

bila dibandingkan dengan media campuran akar kadaka dan serbuk batu bata yang menghasilkan sporofit lebih tinggi di pot persemaian meskipun persentase spora yang berkecambah lebih rendah.

Pengaruh tingkat kepadatan yang menyebabkan terjadinya kompetisi antara dua generasi gametofit dan sporofit telah dilaporkan sebelumnya oleh Soare (2008). Hal yang sama juga

terjadi dalam penelitian ini. Setelah dilakukan penjarangan, laju produksi sporofit meningkat tajam (Gambar 1). Tampaknya setelah dilakukan penjarangan terhadap sporofit, telah membuka ruang bagi perkembangan gametofit dalam menghasilkan zigot baru dari hasil pembuahan ovum oleh spermatozoid yang akhirnya menghasilkan sporofit baru.



Gambar 1. Produksi kumulatif sporofit (a) dan laju produksi sporofit (b) hingga akhir pengamatan (430 hss). Penghitungan sporofit pada umur 170, 200 dan 230 hss dilakukan di pot persemaian, sedangkan produksi sporofit pada umur 430 hss merupakan hasil penyapihan.

Pada media campuran akar kadaka dan serbuk batu bata, produksi sporofit lebih sedikit peningkatannya setelah penjarangan (Gambar 1) yang mungkin hal ini terkait jumlah spora yang

berkecambah dan menghasilkan gametofit yang kurang (Tabel 2). Dalam rentang waktu sejak akhir pencatatan produksi sporofit di pot persemaian (320 hss) hingga akhir pengamatan (430 hss), rata-rata

jumlah sporofit yang bertambah pada media lumpur sawah (M₁) mencapai 71 individu, sedangkan pada media campuran akar kadaka dan serbuk batu bata (M₂) hanya 21 individu. Perbedaan yang sangat nyata ini memberi keyakinan bahwa media lumpur sawah lebih baik hasilnya dibandingkan dengan media campuran akar kadaka dan serbuk batu bata dalam perkecambahan spora dan pembentukan sporofit *L. circinnatum*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan media lumpur sawah untuk menumbuhkan spora *L. circinnatum* menghasilkan persentase spora berkecambah yang lebih tinggi, namun untuk menjamin keberhasilannya tumbuh menjadi sporofit perlu dilakukan penjarangan secara bertahap terhadap sporofit yang tumbuh. Tingkat kepadatan individu yang terlalu tinggi pada fase gametofit, terlebih-lebih karena adanya pengaruh anteridiogen (*antheridiogen effect*) dapat menghambat produksi sporofit. Demikian pula tingkat kepadatan sporofit yang terlalu tinggi akan menghambat perkembangan gametofit menjadi sporofit. Penggunaan media lumpur sawah yang diberi Atonik pada konsentrasi 1,5 ml l⁻¹ untuk menyemai spora *L. circinnatum* untuk sementara dapat disarankan. Akan tetapi mengingat konsentrasi Atonik 1,5 ml l⁻¹ merupakan level tertinggi yang dicoba, terbuka peluang untuk menguji konsentrasi Atonik yang lebih tinggi agar diperoleh hasil yang maksimal. Demikian pula pengaruh pH dan tingkat kepadatan tebar spora masih perlu diteliti lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Kepala UPT BKT Kebun Raya "Eka Karya" Bali – LIPI Ir. I Nyoman Lugrayasa, M.Si yang telah mengizinkan penggunaan tempat penelitian. Terimakasih juga disampaikan kepada Dr. Titien Ng. Praptosuwiryo atas sumbang sarannya selama penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayrapetov, A. and M.T. Ganger. 2009. Nutrient levels do not affect male gametophyte induction by antheridiogen in *Ceratopteris richardii*. *American Fern Journal* 99 (4): 273-278.
- Bhonde, S.R., K.J. Srivastava, L. Ram, U.B. Panfdey and L. Ram. 1992. Effect of growth regulators on yield of kharif onion. *Newsletter Associated Agriculture Development Foundation* 12(1): 6-8.
- Chopra, R. N. and A. Rashid. 1969. Auxin cytokinin interaction in shoot: bud formation of a moss: *Anoetangium thomsonii* Mitt. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* 61: 192-198.
- Chopra, R. N. and B.D. Vashistha. 1990. The effects of auxins and antiauxins on shoot-bud induction and morphology in the moss *Bryum atrovirens* Willd. ex Brid. *Australian Journal of Botany* 38: 177-184.
- Fernández H., A.M. Bertrand and R. Sánchez-Tamés. 1999. Biological and nutritional aspect involved in fern multiplication. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 56: 211-214.
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd Ed. London: John Wiley & Sons, Inc.
- Hartutiningsih-M.Siregar, I D.P. Darma dan W.S. Lestari, 2004. *Paku Ata (Lygodium circinnatum (Burm.f.) Sw.) Budidaya dan Prospeknya*. Bagian Proyek Pelestarian, Penelitian dan Pengembangan Flora Kawasan Timur Indonesia UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya "Eka Karya" Bali-LIPI.
- Holttum, R.E. 1966. *A Revised Flora of Malaya. (II) Fern of Malaya*. Government Printing Office, Singapore.
- Korpelainen, H. 1997. Comparison of gametophyte growth, sex determination and reproduction in three fern species from the tropics. *Nordic Journal of Botany* 17 (2): 133–143
- Kumra, S. 1985. Effect of some auxins and cytokinins on bud formation in the moss *Anisothecium molliculum* (Mitt.) Broth. *Journal Hattori Botanical Laboratory* 59: 279-301.
- Mazumder, P.B., B. Mazumder, M.D. Choudhury and G.D. Sharma. 2011. *In Vitro Propagation of*

- Drynaria quercifolia* (L.) J. Sm., a Medicinal Fern. *Assam University Journal of Science & Technology, Biological and Environmental Science* 7(1): 79-83.
- Nester, E.J. and R.C. Coolbaugh. 1986. Factors influencing spores germination and early gametophyte development in *Anemia mexicana* and *Anemia phyllitidis*. *Plant Physiology* 82: 230-235.
- Nondorf, L.S., A.M. Dooley, M. Palmieri and J. Swatzell. 2003. The effects of pH, temperature, light intensity, light quality, and moisture levels on spore germination in *Cheilanthes feei* of Southeast Missouri. *American Fern Journal* 93(2): 56-69.
- Pangua, E., S. Lyndsay and A. Dyer. 1994. Spore germination and gametophyte development in three species of *Asplenium*. *Annals of Botany* 73: 587-593.
- Quintanilla, L.G., L. DeSoto, A. Jiménez and M. Méndez. 2007. Do antheridiogens act via gametophyte size? A study of *Woodwardia radicans* (Blechnaceae). <http://www.amjbot.org/content/94/6/986.full>. (diakses 18 November 2013)
- Ranal, M.A. 1999. Effects of temperature on spore germination in some fern species from semideciduous mesophytic Forest. *American Fern Journal* 89 (2): 149-158.
- Rechenmacher, C.I., J.L. Schmitt and A. Droste. 2010. Spore germination and gametophyte development of *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaceae) under different pH conditions. *Brazilian Journal of Biology* 70 (4). suppl.: 1155-1160.
- Shi, C. and C.H. Shi. 1999. An experiment on the yield increasing effect of Atonik in tomato. *Zhejiang Nongye Kexue* 4: 182-183.
- Siregar, M. 2006. Pengaruh panjang rimpang, Nitrogen dan zat pemacu pertumbuhan terhadap bibit paku ata (*Lygodium circinnatum* (Burm. f.) Sw.). *Tesis*. Program Studi Lahan Kering - Universitas Udayana, Denpasar.
- Soare, L.C. 2008. *In vitro* development of gametophyte and sporophyte in several fern species. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanyci Cluj-Napoca* 36 (1): 13-19.
- Srinivas, K., B.S. Parabhakar and V. Shukla. 1986. A note on the response of hot pepper (green chilli) to Atonik application. *Haryana Journal of Horticultural Science* 15(3-4): 293-295.
- Steward, F.C. and E.M. Shantz. 1955. The chemical induction of growth in plant tissue culture. In: *The chemistry and mode of action of plant growth substances*. R.L. Wren, and F. Wightman (eds.): 165-185.
- Testo, W.L. and J.E.Jr. Watkins. 2013. Understanding mechanisms of rarity in pteridophytes: competition and climate change threaten the rare fern *Asplenium scolopendrium* var. *americanum* (Aspleniaceae). *American Journal of Botany* 100(11): 2261-2270.
- van Steenis, C.G.G.J. and R.E. Holttum (eds.). 1982. *Flora Malesiana Series II Pteridophyta*. London: Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers.
- Whittier, D.P. and R. Moyroud. 1993. The promotion of spore germination and gametophyte development in *Ophioglossum palmatum* by low pH. *American Fern Journal* 83 (2): 41-46.
- Yuswanti, H., R. Dwiyani dan I.A.P. Darmawati. 2010. Mempelajari perbanyakan paku ata (*Lygodium circinnatum* (Burm.f.) Swartz) melalui kultur spora. *Agritrop* 29 (2): 77-82.