

**MORFOLOGI PERKEMBANGAN JENIS PAKU *Davalia denticulata*,
Microsorium scolopendria, *Nephrolepis biserrata* DAN SUMBANGANYA PADA
PEMBELAJARAN BIOLOGI SMA**

Muhammad Akbar¹, Didi Jaya Santri², Ermayanti³

¹Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sriwijaya

^{2,3}Dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Indralaya, OI, Sumatera Selatan 30662

¹Email: Akbaralhabsy@gmail.com

²E-mail: dj_santri@unsri.ac.id

³E-mail: ema_antik@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan morfologi pada tiap fase perkembangan siklus hidup tumbuhan paku (*Pteridophyta*) dan waktu yang diperlukan selama proses perkembangan mulai dari fase pembelahan sampai fase sporofit muda. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif. Data dikumpulkan melalui kegiatan pengamatan dan dokumentasi kemudian data tersebut deskripsikan secara komprehensif serta disajikan dalam bentuk tabel. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa struktur morfologi siklus tumbuhan paku yaitu *Davalia denticulata*, *Microsorium scolopendria* dan *Nephrolepis biserrata* mengalami perubahan-perubahan pada setiap fase siklus hidupnya. Waktu yang dibutuhkan tumbuhan paku mulai dari fase pembelahan sampai dengan terbentuknya sporofit muda yaitu selama 7-10 minggu. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan materi tambahan pada pelajaran biologi di SMA kelas X semester 1 yang berhubungan dengan kompetensi dasar 3.8 Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan tumbuhan ke dalam divisio berdasarkan pengamatan morfologi dan metagenesis tumbuhan serta mengaitkan peranannya dalam kelangsungan kehidupan di bumi.

Kata-kata kunci: Morfologi, pembelahan, protalium, siklus hidup, sporofit.

Pendahuluan

Tumbuhan paku merupakan tumbuhan perintis. Tumbuhan jenis ini dapat ditemukan di setiap tipe kawasan hutan dan memegang peran penting dalam menyusun ekosistem hutan.

Kelompok tumbuhan ini umumnya berperawakan herba, semak atau perdu, hanya sedikit saja yang berbentuk pohon. Daunnya berwarna hijau mengkilat atau kusam, tunggal atau majemuk. Batangnya jarang nampak

kelas, umumnya tumbuh di tanah, merambat, epifit di pohon atau terapung bebas di air (Tjitrosoepomo, 1994). Menurut Holttum(1967), tumbuhan paku telah memiliki sistem pembuluh (kormus), tidak menghasilkan biji untuk reproduksinya, tetapi menggunakan spora sebagai alat perbanyak generatifnya. Siklus hidup tumbuhan paku meliputi dua fase yaitu fase gametofit dan fase sporofit.

Tumbuhan paku mengalami pergiliran keturunan (metagenesis) antara dua generasi tersebut. Fase gametofit pada tumbuhan paku berupa protalium sedangkan fase sporofitnya merupakan tumbuhan paku itu sendiri. Pada siklus hidup tumbuhan paku, fase yang paling dominan adalah fase sporofit dibandingkan dengan fase gametofit. Tumbuhan paku memiliki kotak spora atau sporangium yang menghasilkan spora. Banyak sporangium terkumpul dalam satu wadah yang disebut sorus, yang dilindungi oleh suatu selaput yang disebut indusium. Spora terdapat di dalam kantung-kantung spora yang berkelompok membentuk sori, merupakan ciri khas tumbuhan paku. Spora yang masih muda berwarna hijau, tersebar atau berkelompok kecil-kecil di seluruh permukaan bawah atau sepanjang tepi daun (Kremp, 1965).

Dalam taksonomi, tumbuhan paku (*Pteridophyta*) termasuk juga yang telah punah dibedakan dalam beberapa kelas yaitu kelas *Psilophytinae* (paku purba), kelas *Lycopodiinae* (paku rambut atau paku kawat), kelas *Equisetini* (paku ekor kuda) dan kelas *Filicinae* (paku sejati).

Kelas *Filicinae* meliputi beranekaragam tumbuhan yang menurut bahasa sehari-hari dikenal sebagai tumbuhan paku atau pakis yang sebenarnya. Contoh spesies dari kelas *Filicinae* yaitu *Davalia denticulata*, *Microsorium scolopendria* dan *Nephrolepis biserrata*. Dari segi ekologi tumbuhan ini termasuk higrofit, banyak tumbuh ditempat-tempat teduh dan lembab. Kelas *Filicinae* meliputi tiga sub kelas yaitu *Eusporangiate*, *Leptosporangiate* dan *Hydropterides*. Tumbuhan paku subkelas *Leptosporangiate* beranggotakan sekitar 90% dari total genus dalam kelas *Filicinae* yang tersebar diseluruh muka bumi. Tumbuhan ini paling banyak terdapat didaerah tropika (Tjitrosoepomo, 1998).

Kajian mengenai tumbuhan paku terdapat dalam materi pembelajaran biologi SMA, namun gambar-gambar mengenai contoh siklus hidup (metagenesis) tumbuhan paku tersebut masih bersifat umum, karena tidak berdasarkan pada spesies tumbuhan paku tertentu. Hal tersebut tentunya tidak sejalan dengan prinsip pembelajaran biologi yang kontekstual. Sementara itu jenis-jenis tumbuhan paku sendiri sangat beraneka ragam. Di Indonesia sendiri diperkirakan terdapat sekitar 1300 jenis dari 10.000 spesies tumbuhan paku yang tumbuh di permukaan bumi (LBN 1979) dan di pulau Jawa tercatat sekitar 515 jenis (Khoiriyah, 2004).

Menurut Dayat dan Santri (2000), selama ini penelitian mengenai inventarisasi keberadaan jenis-jenis tumbuhan paku di dataran rendah

Sumatera Selatan masih terus dilakukan. Sementara itu, penelitian mengenai siklus hidup tumbuhan paku sudah pernah dilakukan oleh Hartini (2005) dengan judul “Perkecambahan Spora dan Siklus Hidup Paku Kidang (*Dicksonia blumei* Moore) pada Berbagai Media Tumbuh” dan penelitian yang dilakukan oleh Handayani (2003) dengan judul “Perkecambahan Spora Paku Pohon (*Cyathea contaminans*) (Wall. ex Hook.) Copel) pada Berbagai Media Tumbuh”, namun kedua penelitian tersebut ternyata memakan waktu yang cukup lama yaitu 18-36 minggu berdasarkan jenis paku dan keadaan lingkungan pengamatan.

Karena keterbatasan informasi mengenai siklus hidup tumbuhan paku dari jenis paku tertentu, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai siklus hidup tumbuhan paku terutama dari jenis *Davalia denticulata*, *Microsorium scolopendria* dan *Nephrolepis biserrata*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur morfologi dan lama waktu yang diperlukan ketiga jenis tumbuhan paku tersebut pada setiap fase siklus hidupnya. Hasil penelitian yang disumbangkan dalam bentuk RPP dan LKPD ini diharapkan dapat digunakan oleh siswa dan guru dalam pembelajaran Biologi SMA serta dapat dijadikan informasi dasar bagi penelitian tumbuhan paku selanjutnya.

Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu baskom plastik

berlubang (besek), Kertas HVS ukuran A4, saringan teh, kantong plastik transparan, tusuk gigi, karet gelang, kertas label, *tissue*, tali, *hand sprayer*, kamera, pinset, mikroskop cahaya, mikroskop stereo, kertas milimeter block, neraca analitik, termometer dan penggaris. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah spora dari jenis paku *Davalia denticulata* (Paku tertutup), *Microsorium scolopendria* (Paku cacing) dan *Nephrolepis biserrata* (Paku Pedang), air cacahan batang pakis dan kompos. Penelitian ini diawali dengan pengumpulan spora dari ketiga jenis paku yang telah ditentukan. Kemudian menyiapkan media tanam berupa cacahan batang pakis yang dicampur dengan kompos yang diperoleh dari toko penjual tanaman hias. Media yang baik untuk perkecambahan spora paku yaitu cacahan batang pakis. Menurut Hartini, (2006) jenis media ini merupakan media yang cocok untuk perkecambahan spora dan pertumbuhan semai. Sifatnya yang remah memungkinkan adanya sirkulasi udara yang baik dalam media. Selain itu media tersebut memiliki kemampuan untuk menahan air dan meloloskan air dengan baik. Selanjutnya dilakukan penyemaian spora, spora ditabur di atas media tanam secara merata. Spora tersebut ditabur dengan bantuan saringan teh. Setelah penyemaian spora selesai, selanjutnya spora disiram dengan air menggunakan *hand sprayer*. Penyiraman dilakukan secukupnya hingga permukaan media tanam dalam keadaan lembab, lalu baskom

secepatnya dimasukkan kedalam kantong plastik transparan sehingga cahaya matahari dapat menembus masuk, kemudian kantong diikat menggunakan karet gelang sehingga media dalam keadaan tertutup rapat sehingga terhindar dari kontaminasi.

Pemeliharaan meliputi penyiraman dan penyiangan. Penyiraman dilakukan dengan menggunakan hand sprayer setiap 2-3 kali dalam satu minggu. Hal ini dilakukan untuk menjaga kelembaban dari media tanam sehingga spora tetap dapat tumbuh dengan baik. Penyiraman dilakukan sejak spora disemai hingga penelitian selesai. Penyiangan dilakukan dengan membersihkan kontaminan berupa rumput dan parasit pengganggu yang

tumbuh dalam media tanam. Pengamatan morfologi paku *Davalia denticulata*, *Microsorium scolopendria* dan *Nephrolepis biserrata* dilaksanakan di Laboratorium Botany dan Laboratorium Biologi FKIP Unsri kampus Indralaya Kabupaten Ogan Ilir pada bulan Juni sampai bulan September 2017.

Pengamatan morfologi pada fase siklus hidupnya dilakukan setiap hari pada masing-masing media tanam dan lama waktu yang dibutuhkan pada setiap fase dihitung berdasarkan ciri morfologi yang muncul. Pengamatan dilakukan secara langsung menggunakan mata telanjang dan dengan bantuan mikroskop cahaya maupun mikroskop stereo.

Hasil

Siklus Hidup *Davalia denticulata*

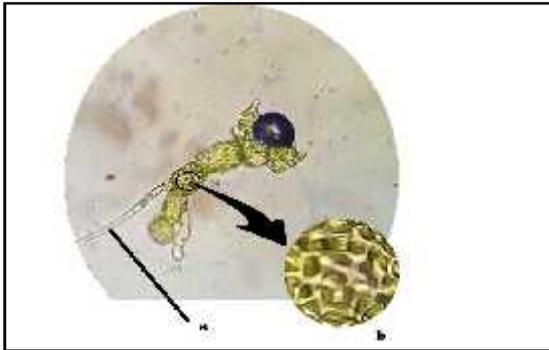
Hasil pengamatan siklus hidup *Davalia denticulata* dibedakan menjadi 4 (empat) fase yaitu fase pembelahan sel rata-rata mulai terlihat pada minggu ke-2 hari ke-10 sampai minggu ke-3 hari ke-18, fase protalium muda terlihat pada minggu ke-4 hari ke-19 sampai minggu ke 5 hari ke-32, fase protalium dewasa terlihat pada minggu ke-6 hari ke-33 sampai minggu ke-9 hari ke-61, dan fase sporofit muda terlihat pada minggu ke-10 hari ke-62 sampai minggu ke-11 hari ke-74. Setiap fase ditandai dengan adanya perubahan-perubahan bentuk (Gambar 1).

Fase Pembelahan

Fase Pembelahan pada *Davalia*

denticulata diawali dengan terjadinya pembelahan sel menjadi beberapa sel yang disertai munculnya rizoid. Pengamatan secara langsung, fase ini terlihat seperti benang-benang yang sangat halus berwarna hijau transparan dan menutupi sebagian permukaan media tanam.

Pengamatan di bawah mikroskop menunjukkan bahwa sel-sel yang membelah berbentuk seperti lembaran pita bersekat-sekat dan berwarna hijau. Sedangkan dari pangkal sel yang membelah muncul struktur seperti akar yang dinamakan rizoid, jumlahnya dapat lebih dari satu dan tidak bersekat-sekat. Rizoid cenderung tumbuh ke arah bawah. (Gambar 2.)



Gambar2.Fase Pembelahan *Davalia denticulata*;a. Rizoid (perbesaran 100x),b. Kloroplas (perbesaran 400x)

Fase Protalium Muda

Fase ini ditandai dengan sel-sel yang terus membelah hingga terbentuk suatu struktur seperti lembaran kecil, yang disebut protalium muda. Pengamatan dengan mata telanjang tampak jelas berbentuk lembaran bundar kecil dan apabila diamati dengan menggunakan mikroskop bagian ini berbentuk seperti jantung, berwarna hijau dan bagian tepi protaliumnya tidak rata serta melekat di permukaan media. Bentuk sel penyusunya terlihat jelas dan jumlahnya bertambah banyak sehingga ukuran protalium semakin besar. Pada fase ini jumlah rizoid bertambah banyak dan melekat di permukaan media. Anteridium mulai terlihat pada pengamatan minggu ke-4, sementara Arkegonium terlihat pada minggu ke-5 (Gambar 3).

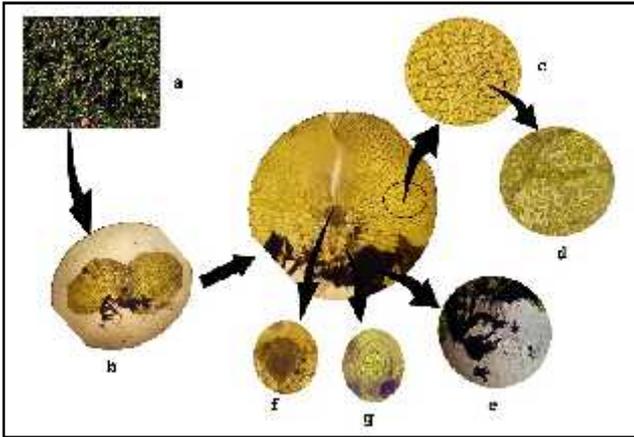


Gambar3. Fase Protalium Muda *Davalia denticulata*(perbesaran 100x); a. Susunan sel, b. Rizoid

Fase Protalium Dewasa

Protalium muda terus tumbuh dan berkembang menjadi protalium dewasa. Pengamatan langsung pada media tanam ditandai dengan suatu bentukan berupa sepasang lembaran yang menyerupai sayap kupu-kupu. Lembaran ini hampir menutupi sebagian besar permukaan media (Gambar 4).

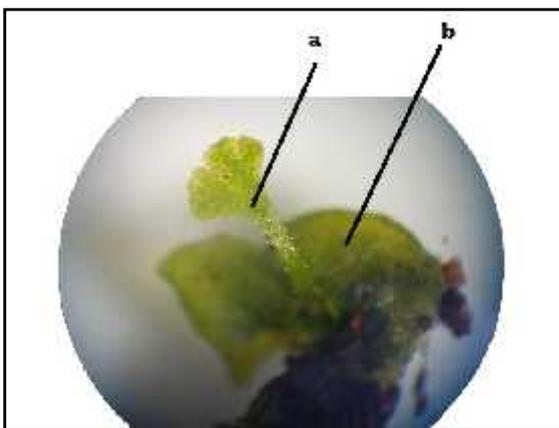
Arkegonium dan anteridium pada organ yang menyerupai lembaran tersebut terlihat jelas dan jumlahnya semakin banyak. Arkegonium tumbuh di dekat lekukan bagian atas, sedangkan anteridium tumbuh di bagian daerah yang menyempit diantara rizoid-rizoid. Pembuahan akan menghasilkan zigot yang akan berkembang menjadi embrio, pengamatan pada fase ini terlihat struktur embrio yang terletak pada bagian lekukan protalium. Ukuran protalium pada fase ini rata-rata berdiameter 0.5 cm.



Gambar 4. Fase Protalium Dewasa *Davalia denticulata*; a. Perkembangan Pada Media , b. Protalium (perbesaran 40x), c. susunan sel (perbesaran 100x), d. Kloroplas (perbesaran 400x), e. Rizoid (perbesaran 100x) , f. Arkegonium (perbesaran 400x), g. Anteridium (perbesaran 400x)

Fase Sporofit Muda

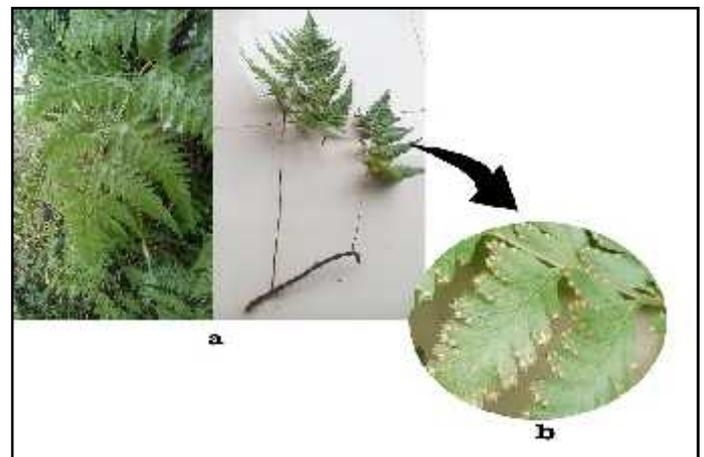
Fase ini ditandai dengan munculnya struktur daun dan akar yang tumbuh didaerah lekukan protalium. Jumlahnya terus bertambah sesuai dengan masa perkembangannya. Adapun ukuran rata-rata sporofit muda sampai minggu ke 12 mencapai 2 cm (Gambar 5).



Gambar 5. Fase Sporofit Muda *Davalia denticulata*; a. Sporofit Muda, b. Protalium

Fase Sporofit Dewasa

Morfologi pada sporofit dewasa berupa daun (Ental), batang (rimpang) dan akar. Ental pada *Davalia denticulata* berbentuk segitiga (tripinnate), tebal dan sedikit kaku, berwarna hijau muda. Permukaan entalnya licin dan mengkilat. Ada dua macam tipe ental yaitu ental steril dan ental fertil, yang ukurannya kadang-kadang hampir sama. Ental muda menggulung yang berwarna merah kecoklatan. Sori berkumpul ditepi ental yang berlekuk-lekuk pada ujung pinna dan berwarna coklat saat matang. Rimpangnya kuat, berdaging dan menjalar. Jika tumbuhan ini masih muda, rimpang-rimpangnya ditutupi oleh sisik-sisik yang padat dan berwarna putih. Entalnya berjumbai sampai 87 cm dan lebar 49 cm. (Gambar 6).



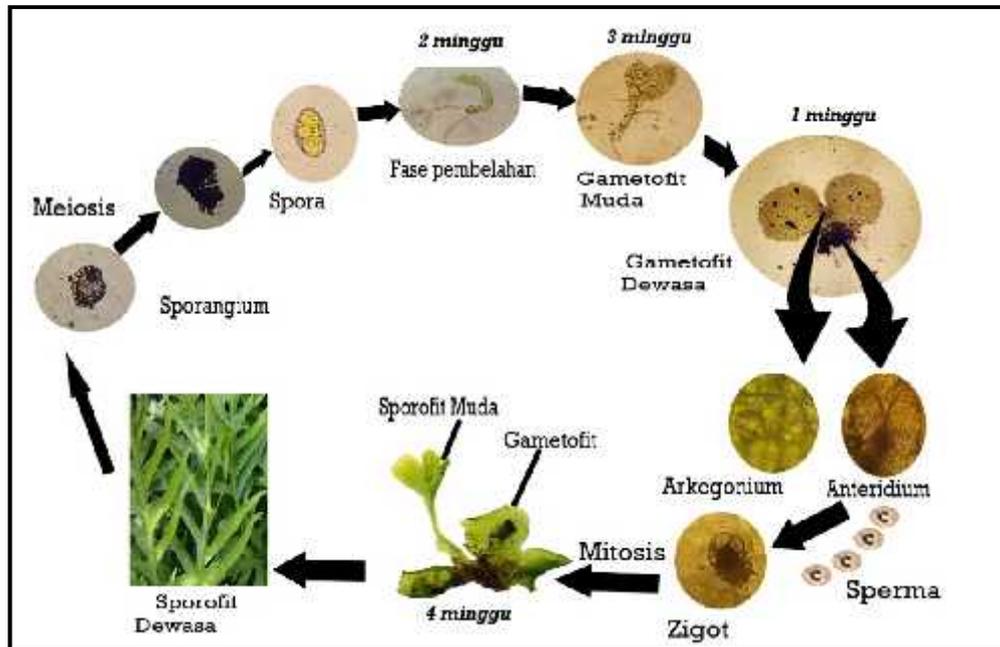
Gambar 6. Struktur Sporofit Dewasa *Davalia denticulata*; a. Daun, b. Letak Sori pada Daun, c. Sorus

Siklus Hidup *Microsorium scolopendria*

Hasil pengamatan siklus hidup *Microsorium scolopendria* dibedakan

menjadi 4 (empat) fase yaitu fase pembelahan sel yang rata-rata mulai terlihat pada minggu ke-2 hari ke-10

membelah tersebut terlihat seperti pita bersekat-sekat dan ada juga yang



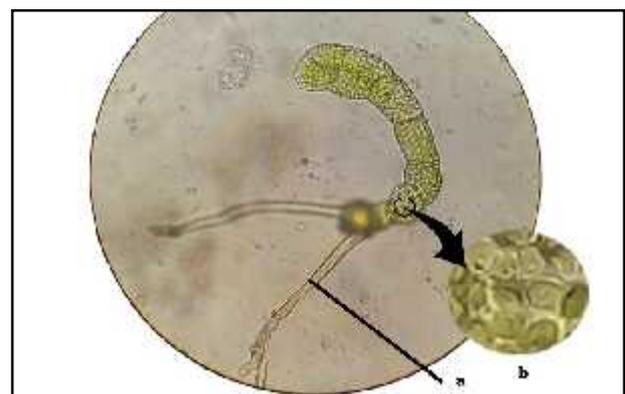
Gambar 7. Siklus Hidup *Microsorium scolopendria*

sampai minggu ke-3 hari ke-20, fase protalium muda pada minggu ke-4 hari ke-21 sampai minggu ke 6 hari ke-39, fase protalium dewasa pada minggu ke-7 hari ke-40 dan berakhir pada hari ke-47 dan fase sporofit muda pada minggu ke-8 hari ke-48 sampai minggu ke-12 hari ke-84. Setiap fase ditandai dengan terbentuknya suatu organ baru dan penambahan massa sel (Gambar 7).

menyerupai bentuk spatula berwarna hijau. Jumlah sel masih sedikit, namun terus membelah sampai terbentuk badan protalium. Rizoid muncul pada pangkal sel yang membelah dan berjumlah tidak lebih dari 2 buah serta tidak bersekat (Gambar 8).

a. Fase Pembelahan

Fase ini terlihat pada pengamatan minggu ke-2 sampai minggu ke-3. Berdasarkan pengamatan secara langsung, sel-sel yang membelah terlihat seperti benang-benang yang berwarna hijau transparan dan menutupi permukaan sebagian media tanam. Sedangkan pengamatan dibawah mikroskop cahaya, sel-sel yang

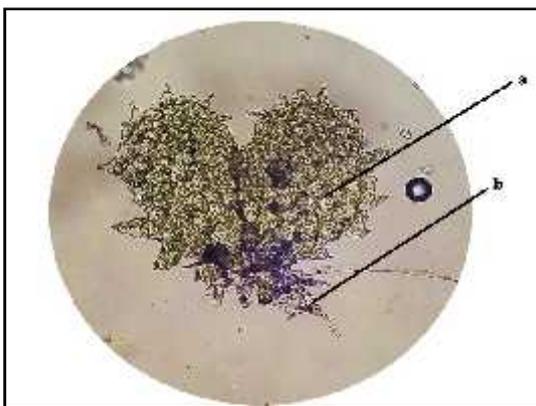


Gambar 8. Fase Pembelahan *Microsorium scolopendria*; a. Rizoid (perbesaran 100x), b. Kloroplas (perbesaran 400x)

b. Fase Protalium Muda

Fase ini terlihat pada pengamatan minggu ke-4 sampai minggu ke-6. Pengamatan protalium didalam besek persemaian terlihat struktur berupa lembaran-lembaran kecil yang melekat pada substrat media tanam. Pengamatan pada minggu ke-5 menunjukkan bahwa protalium sudah menutupi seluruh permukaan media tanam. Sedangkan pengamatan dibawah mikroskop cahaya terlihat jelas protalium berbentuk jantung, jumlah sel-sel penyusun protalium bertambah banyak sehingga protalium semakin besar. Bagian tepi protalium tidak rata hal ini diduga karena sel-sel dibagian tersebut masih aktif membelah.

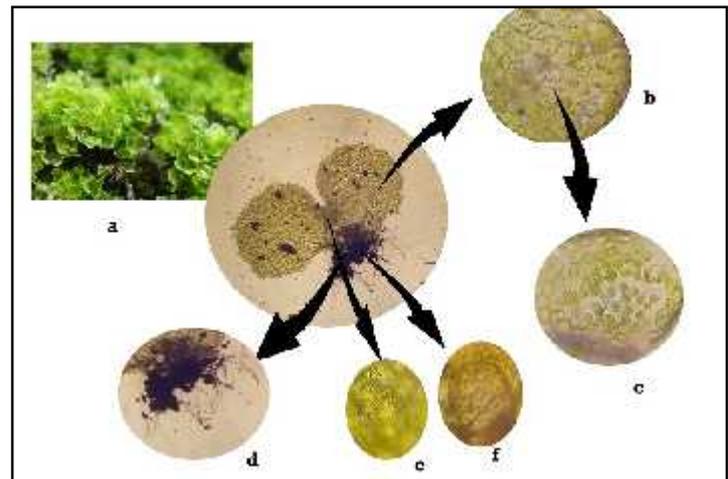
Jumlah rizoid semakin banyak, sementara arkegonium dan anteridium baru terlihat jelas pada pengamatan minggu ke-5. Spermatozoa yang dihasilkan anteridium terlihat berbentuk spiral dan nampak bergerak serta berenang bebas melalui media air disekitar badan protalium (Gambar 9).



Gambar.9. Fase Protalium Muda *Microsorium scolopendria* (perbesaran 100x); a. Susunan Sel, b. Rizoid

c. Fase Protalium Dewasa

Fase ini terlihat pada pengamatan minggu ke-7. Pengamatan di dalam besek penyemaian terlihat struktur lembaran kecil menyerupai bentuk kupu-kupu yang melekat dan menutupi seluruh permukaan media tanam. Lembaran tersebut rata-rata berukuran 0,6 cm. Pengamatan dibawah mikroskop cahaya terlihat struktur protalium yang lebih besar, susunan selnya terlihat jelas dan terdapat banyak klorofil. Arkegonium dan anteridium terlihat jelas serta terdapat struktur embrio pada bagian lekukan protalium (Gambar 10).

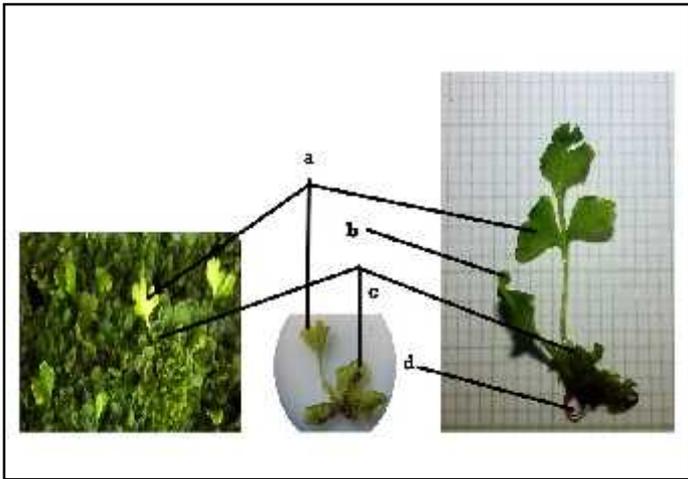


Gambar 10. Fase Protalium Dewasa *Microsorium scolopendria*; a. Protalium pada Media Tanam, b. Susunan Sel (perbesaran 100x), c. Kloroplas (perbesaran 400x), d. Rizoid (perbesaran 100x), e. Arkegonium (perbesaran 400x), f. Anteridium (perbesaran 400x)

d. Fase Sporofit Muda

Fase ini terjadi pada pengamatan minggu ke-8 sampai minggu ke-12. Pengamatan dalam besek penyemaian terlihat beberapa struktur daun yang

muncul diantara protalium. Struktur ini mulai terlihat pada minggu ke 7 dan mengalami perkembangan pada minggu-minggu selanjutnya. Seiring perkembangan itu juga, massa protalium semakin menyusut. Pengamatan dibawah mikroskop stereo menunjukkan bahwa terdapat daun muda yang masih menggulung (Gambar 11).



Gambar 11. Fase Sporofit Muda *Microsorum scolopendria*; a. Daun, b. Daun Muda yang Menggulung, c. Protalium, d. Akar

e. Fase Sporofit Dewasa

Ental ini berwarna hijau mengkilat, panjang 50 cm dan lebar 40 cm, bentuk ental sterilnya lebih lebar dari ental fertilnya. Ujung pinna tersebut menyempit dan pangkal pinnanya menjari. Ental mudanya menggulung tumbuh dari rimpang dan terdapat sisik coklat yang menutupi. Rimpang berwarna hijau pekat dan panjang, memanjat dengan akar

merambat. Ental tunggal dan menjari. Sori tersebar merata diurut-urati ental, berbentuk bulat, tersusun acak dalam 3 baris, sejajar di sisi kanan dan kiri ental (Gambar 12).

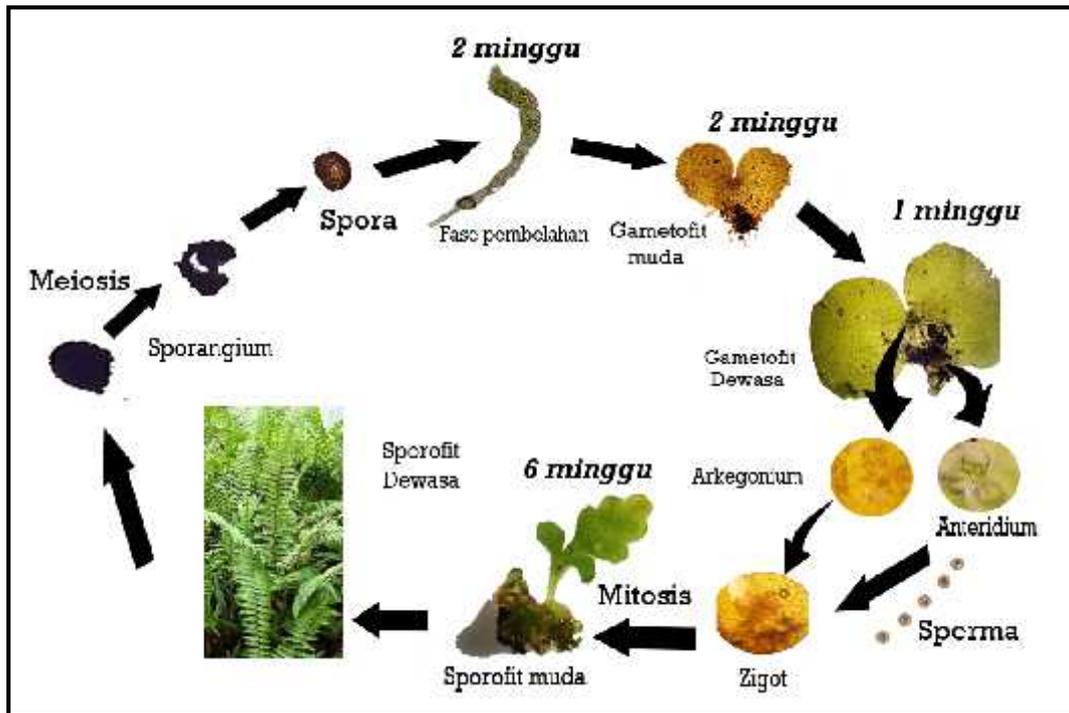


Gambar 12. Struktur Sporofit Dewasa *Microsorum scolopendria*; a. Daun Steril, b. Daun Fertil, c. Sorus

Siklus Hidup *Nephrolepis bisrata*

Hasil pengamatan siklus hidup *Davalia denticulata* dibedakan menjadi 4 (empat) fase yaitu fase pembelahan sel yang mulai terlihat pada minggu ke-2 hari ke-10 sampai minggu ke-3 hari ke-20, fase protalium muda pada minggu ke-4 hari ke 21 sampai minggu ke 5 hari ke-32, fase protalium dewasa pada minggu ke-6 hari ke-33 sampai hari ke-39 dan fase sporofit muda pada minggu ke-7 hari 40 sampai minggu ke-12 hari ke-84. Setiap fase ditandai dengan adanya perubahan bentuk dan ukuran (Gambar 13).

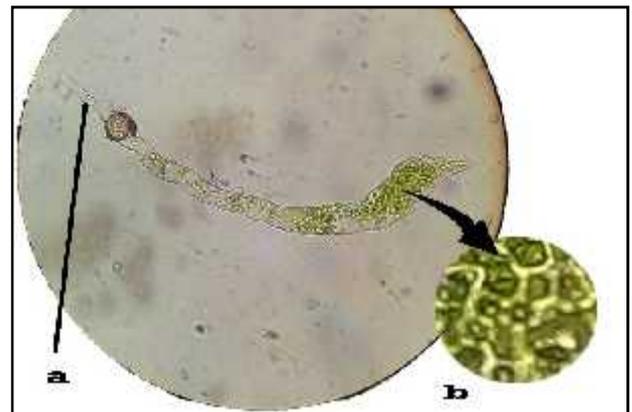
a.



Gambar 13. Siklus Hidup *Nephrolepis biserrata*

Fase Pembelahan

Fase ini terjadi pada pengamatan minggu ke-2 sampai minggu ke-3. Berdasarkan pengamatan secara langsung, sel-sel yang membelah terlihat seperti benang-benang hijau transparan yang menutupi seluruh permukaan media tanam. Sementara itu pengamatan dibawah mikroskop cahaya terlihat pita berwarna hijau bersekat-sekat, lalu meruncing pada bagian ujungnya. Adapula struktur yang menyerupai spatula. Pada media tanam tersebut, terdapat pula kontaminan berupa rumput serta tumbuhan lain yang tidak diinginkan. Jumlah rizoid yang muncul masih sedikit. (Gambar 14).



Gambar 14. Fase pembelahan *Nephrolepis biserrata*; a. Rizoid (perbesar 100x), b. Kloroplast (perbesaran 400x)

b. Fase Protalium Muda

Fase ini terlihat pada pengamatan minggu ke-4 sampai minggu ke-5. Pada besek persemaian, protalium terlihat menyerupai lembaran kecil berwarna hijau yang melekat pada media tanam. Struktur berupa lembaran tersebut tersebar diseluruh permukaan

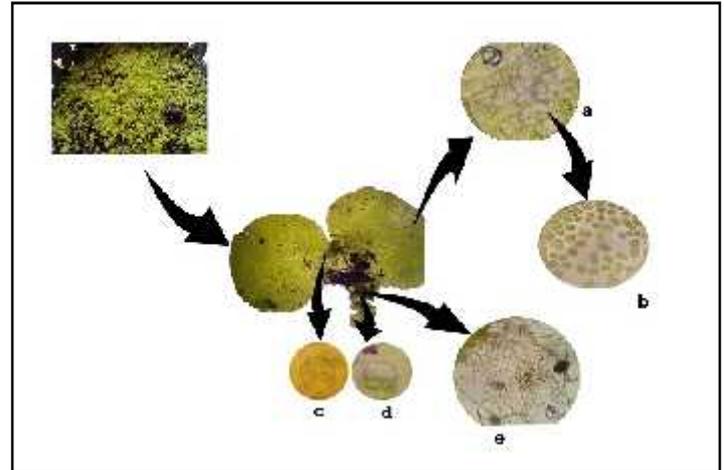
media tanam. Pada pengamatan dibawah mikroskop cahaya, protalium dengan jelas terlihat berbentuk jantung, jumlah sel yang menyusunnya bertambah banyak, bagian tepi protalium masih tidak rata dan jumlah rizoid semakin banyak. Arkegonim dan anteridium terlihat jelas pada minggu ke-5, selain itu melalui media air spermatozoa juga terlihat berenang disekitar badan protalium (Gambar 15).



Gambar 1.5 Fase Protalium Muda *Nephrolepis biserrata* (perbesaran 100x), a. Susunan Sel, b. Rizoid

c. Fase Protalium Dewasa

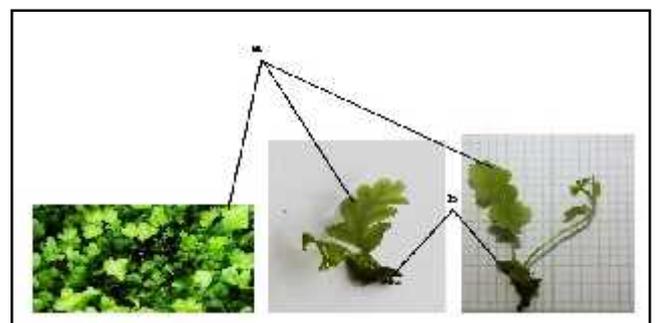
Fase ini terlihat pada pengamatan minggu ke-6. Pengamatan secara langsung terlihat protalium berbentuk seperti lembaran yang menyerupai kupu-kupu. Protalium menutupi seluruh permukaan media tanam. Pengamatan dibawah mikroskop cahaya terlihat sel-sel penyusun protalium bertambah banyak, bagian tepi protalium sudah rata, anteridium dan arkegonium terletak diantara rizoid-rizoid yang berjumlah banyak dan terdapat struktur embrio pada bagian lekukan protalim (Gambar 16).



Gambar 16. Fase Protalium Dewasa *Nephrolepis biserrata*; a. Susunan Sel (perbesaran 100x), b. Kloroplast (perbesaran 400x), c. Arkegonium (perbesaran 400x), d. Anteridium (perbesaran 400x), e. Rizoid (perbesaran 100x)

d. Fase Sporofit Muda

Fase ini terlihat pada pengamatan minggu ke-7 sampai minggu ke-12. Pada media tanam, jumlah sporofit muda semakin banyak sampai pengamatan ke-12. Daun yang masih muda terlihat menggulung dan sebagian besar sporofit masih menempel pada protalium. Pengamatan dibawah mikroskop stereo menunjukkan struktur daun yang terus berkembang. Ukuran panjang atau tinggi sporofit sampai minggu ke-12 dapat mencapai 2 cm. (Gambar 17).



Gambar 17 . Sporofit Muda *Nephrolepis biserrata*; a. Daun, b. Akar

e. Fase Sporofit Dewasa

Fase sporofit muda terlihat ental berupa pinnate, warna hijau, ujung runcing dan tepi bergerigi. Panjang ental mencapai 138 cm dan lebar 24 cm. Bentuk ental fertilnya lebih lebar dari ental sterilnya. Dasar ental pada keduanya tidak sama bentuknya. Pada ental steril bentuknya lancip dengan dasar berkuping. Tiap ental terdiri atas pinna yang letaknya berdekatan sekali akan tetapi tidak saling menutupi. Ujung pinnanya runcing dan pangkal pinnanya tumpul. Ental mudanya menggulung ditutupi oleh rambut-rambut halus yang berwarna pirang.

Rimpang biasanya tegak, tumbuhnya memanjang. Sori berbentuk bulat, berupa bintik-bintik kecil di dekat tepi ental (Gambar 18).



Gambar 18. Fase Sporofit Muda *Nephrolepis biserrata*; a. Akar, b. Sori c. Ental (Daun) Muda yang Menggulung

NO	SPESIES	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
1	<i>Davalia denticulata</i>		■	■		■	■	■	■				
3	<i>Microsorium scolopendria</i>		■	■	■	■		■				■	■
4	<i>Nephrolepis biserrata</i>		■	■	■		■						■

4.1.4 Masa Siklus Hidup Tumbuhan Paku dari Spora sampai Fase Sporofit Muda.

Masa pengamatan berlangsung selama 12 minggu. Masing-masing memiliki masa yang berbeda pada setiap fase perkembangannya. Adapun perbedaan waktu tersebut dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Waktu yang dibutuhkan masing-masing spesies pada setiap fase perkembangannya

Keterangan : M : Minggu ke -

- : Fase pembelahan
- : Fase protalium muda
- : Fase protalium dewasa
- : Fase Sporofit muda

Dari tabel 1. Dapat diketahui pada semua jenis paku tersebut, bahwa fase pembelahan sel dimulai bersamaan yaitu pada minggu ke-2 setelah spora disemai. Fase protalium muda juga dimulai pada waktu yang hampir bersamaan, yaitu pada minggu ke-3, kecuali *Nephrolepis biserrata* yang dimulai pada minggu ke-4. Fase tersebut ada yang berlangsung sampai minggu ke-5, yaitu pada paku jenis *Davalia denticulata* dan *Nephrolepis biserrata*. Pada paku jenis *Microsorium scolopendria*, fase ini berlangsung sampai minggu ke-7. Fase protalium dewasa paling cepat terlihat pada minggu ke-5 setelah spora disemai, yaitu pada paku jenis *Davalia denticulata*, sedang yang paling lambat baru muncul pada minggu ke-7 yaitu pada paku jenis *Microsorium scolopendria*. Fase ini berlangsung selama 6-7 minggu. Fase sporofit muda baru muncul pada minggu ke-7, namun pada paku jenis *Davalia denticulata* fase ini muncul paling lambat yaitu pada minggu ke-10.

Pembahasan

Pada spesies *Davalia denticulata*, *Microsorium scolopendria*, dan *Nephrolepis biserrata* terjadi pola perkembangan yang hampir sama pada tiap fase siklus hidupnya, fase pembelahan memperlihatkan struktur berupa benang-benang berwarna hijau yang menutupi permukaan media tanam. Pengamatan dibawah mikroskop

juga menunjukkan karakter yang sama pada masing-masing spesies. Pada fase ini sel-sel yang membelah terlihat seperti lembaran pita yang bersekat-sekat dan berwarna hijau. Warna hijau pada sel-sel tersebut disebabkan adanya kloroplast. Kloroplast sendiri merupakan plastid yang mengandung pigmen hijau yang disebut klorofil. Kloroplast terlihat dengan mudah dengan mikroskop cahaya, tetapi ultra strukturnya secara detail hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron (Lakitan, 2001). Fase pembelahan biasanya juga diiringi dengan munculnya rizoid. Rizoid merupakan akar semu yang berfungsi untuk menghisap air dan nutrisi dari dalam media tumbuh. Pada fase ini spora yang berkecambah diduga sudah mampu memenuhi kebutuhan makanan tubuhnya sendiri melalui proses fotosintesis yang dilakukan sel-sel berklorofil tersebut.

Pengamatan langsung fase protalium muda pada permukaan media tanam menunjukkan perkembangan, hal ini ditandai dengan tertutupnya seluruh media tanam oleh protalium. Sedangkan Pengamatan dibawah mikroskop cahaya terlihat jelas struktur protalium yang berbentuk jantung. Struktur ini terus mengalami perkembangan melalui proses pembelahan sel sehingga ukuran protalium semakin besar. Pada fase ini arkegonium dan anteridium mulai terlihat, namun anteridium terlihat muncul terlebih dahulu dari arkegonium. Arkegonium dan anteridium pada ketiga jenis paku yang diamati baru terlihat jelas pada minggu ke-5. Arkegonium baru terbentuk setelah protalium mendapat kesempatan

cukup lama untuk berasimilasi, sementara anteridium telah dibentuk terlebih dahulu. Anteridium pada *letosporangiate* berupa suatu tonjolan berbentuk bulat yang duduk tanpa tangkai pada suatu sel protalium, dan terdapat pada bagian protalium yang sempit diantara- rizoid-rizoidnya. (Tjitrosoepomo, 1998).

Pengamatan Pada Fase protalium dewasa secara langsung dalam besek persemaian ditandai dengan suatu bentukan berupa sepasang lembaran yang menyerupai sayap kupu-kupu. Pada fase ini jumlah Arkegonium dan anteridium semakin banyak. Arkegonium akan menghasilkan sel-sel kelamin betina (ovum), sedangkan anteridium akan menghasilkan sel-sel kelamin jantan (spermatozoa). Pada pengamatan dibawah mikroskop cahaya, spermatozoa terlihat berenang ke arah ovum. Apabila kondisi memungkinkan, maka akan terjadi pembuahan. Pembuahan sangat membutuhkan kondisi kelembaban yang stabil. sel-sel jantan dapat mendekati arkegonium karena adanya air pada permukaan protalium dan adanya zat-zat kimia yang dikeluarkan oleh sel-sel dinding arkegonium (Toogood,1999).

Fase sporofit muda ditandai dengan munculnya stuktur seperti daun diantara lembaran-lembaran protalium, jumlah sporofit ini semakin bertambah sampai minggu ke-12 pengamatan. Sporofit ini pada umumnya tumbuh di sekitar lekukan bagian atas. Pada fase ini, sporofit untuk sementara waktu hidup sebagai parasit dan menyerap makanan dari protaliumnya sampai protalium itu mati. Sporofit muda

terdiri atas akar (rizoid) dan daun. Organ daun yang terbentuk merupakan daun sejati, artinya bagian-bagian daun majemuk sudah dapat dibedakan dengan jelas antara tangkai daun, rakhis, dan anak-anak daun. Sporofit muda selanjutnya akan tumbuh menjadi sporofit dewasa, yang ditandai oleh menghilangnya protalium. (Tjitrosoepomo, 1998).

Pengamatan pada fase sporofit dewasa pada masing-masing jenis paku terdapat perbedaan pada bentuk daun (ental), batang (rimpang) dan akar. Ental *Davalia denticulata* berbentuk segitiga (tripinnate), permukaan entalnya licin dan mengkilat, Sementara *Microsorium scolopendria* entalnya tunggal dan bercangap menjari tebal dan sedikit kaku, berwarna hijau muda dan Ental *Nephrolepis biserrata* berupa pinnate, warna hijau, ujung runcing dan tepi bergerigi. Ada dua macam tipe ental yaitu ental steril dan ental fertil, yang ukuranya kadang-kadang hampir sama. Ental muda menggulung. Tergulungnya daun itu disebabkan karena sel-sel pada sisi bawah lebih cepat pertumbuhannya dan baru ditiadakan dengan terbukanya daun (Tjitrosoepomo, 1989)

Batang pada tumbuhan paku berupa rimpang. Pada *Davalia denticulata* rimpangnya kuat, berdaging dan menjalar sedangkan rimpang *Microsorium scolopendria* berwarna hijau pekat dan panjang, memanjat dengan akar merambat. Rimpang *Nephrolepis biserrata* biasanya tegak, tumbuhnya memanjat. Batang mengeluarkan banyak akar, tetapi jika tidak dapat masuk ke tanah akar-akar itu

tidak bertambah panjang. Kekuatan batang diperoleh dari berkas-berkas pengangkut yang masing-masing mempunyai susunan konsentrik, lempeng-lempeng sklerenkim dan kadang-kadang batang itu diselubungi oleh akar-akar pendek yang kaku. (Cronquist, 1982)

Davalia denticulata memiliki sori yang berkumpul ditepi ental yang berlekuk-lekuk pada ujung pinna (anak daun) dan berwarna coklat saat matang, sementara sori pada *Microsorium scolopendria* tersebar merata diurut-urati ental, berbentuk bulat, tersusun acak dalam 3 baris, sejajar di sisi kanan dan kiri ental, sedangkan sori pada *Nephrolepis biserrata* berbentuk bulat, berupa bintik-bintik kecil di dekat tepi ental. Pada warga suku *Polypodiaceae* (yang meliputi sebagian besar anggota *Leptosporangiate*), sporangium terkumpul menjadi sorus yang bentuknya dapat bermacam-macam. (Stern, 2003)

Pemunculan fase pembelahan, fase protalium muda dan fase sporofit muda berlangsung hampir bersamaan, namun fase protalium dewasa dimulai pada waktu yang berbeda. Pada paku jenis *Davalia denticulata*, dimulainya fase protalium dewasa ini lebih cepat daripada paku jenis lain, namun munculnya fase sporofit muda berlangsung paling lambat yaitu pada minggu ke-10. Perbedaan waktu pemunculan setiap fase tersebut diduga karena perbedaan jenis spesies dan keadaan lingkungan dalam media tanam.

Sumbanganya pada Pembelajaran Biologi SMA

Hasil penelitian ini disumbangkan dalam bentuk Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang sudah di validasi terlebih dahulu lalu dilakukan perbaikan. RPP dan LKPD tersebut berkaitan dengan materi tentang Siklus Hidup Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*) untuk Sekolah Menengah Atas (SMA) kelas X semester 1 khususnya pada Kompetensi dasar 3.8 *Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan tumbuhan ke dalam divisio berdasarkan pengamatan morfologi dan metagenesis tumbuhan serta mengaitkan peranannya dalam kelangsungan kehidupan di bumi.*

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian jenis paku *Davalia denticulata*, *Microsorium scolopendria* dan *Nephrolepis biserrata* tentang perubahan morfologi selama siklus hidupnya mulai dari fase pembelahan sampai fase sporofit muda dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Siklus hidup tumbuhan paku terdiri atas 5 fase yaitu
 - a. Fase pembelahan. Pada fase ini sel-sel yang membelah terlihat seperti lembaran pita yang bersekat-sekat dan berwarna hijau. Fase pembelahan biasanya juga diiringi dengan munculnya rizoid dengan jumlah yang masih sedikit.

- b. Fase protalium (gametofit) muda. Pada fase ini terlihat jelas struktur protalium yang berbentuk jantung berwarna hijau. Arkegonium dan anteridium sudah mulai terlihat diantara rizoid-rizoid. Jumlah rizoid semakin banyak.
 - c. Fase protalium (gametofit) dewasa. Fase ini ditandai dengan suatu bentukan berupa sepasang lembaran yang menyerupai sayap kupu-kupu dan berwarna hijau. Pada fase ini jumlah arkegonium dan anteridium semakin banyak dan terlihat jelas.
 - d. Fase sporofit muda. Fase ini ditandai dengan munculnya stuktur daun dan akar yang masih melekat pada protalium. Daun yang masih muda terlihat menggulung.
 - e. Fase sporofit dewasa. Fase ini memiliki perbedaan pada struktur daun (ental), batang (rimbang), akar dan letak sorus pada daun fertil. Sori berbentuk bulat, berupa bintik-bintik kecil pada permukaan bawah atau dibagian tepi daun.
2. Waktu yang dibutuhkan tumbuhan paku mulai dari spora membelah sampai dengan terbentuknya sporofit muda yaitu selama 6-10 minggu yaitu mulai dari minggu

ke-2 sampai minggu ke-7 setelah spora disemai. Fase pembelahan berlangsung selama 2 minggu mulai dari minggu ke-2 sampai minggu ke-3, fase protalium muda berlangsung selama 2-3 minggu mulai dari minggu ke-4 sampai minggu ke-6, fase protalium dewasa berlangsung selama 1-3 minggu mulai dari minggu ke-6 sampai minggu ke-9 dan fase sporofit muda berlangsung selama 2-6 minggu mulai dari minggu ke-7 sampai minggu ke 12.

Saran

Berdasarkan penelitian diatas diketahui pertumbuhan yang paling baik ditunjukkan oleh paku jenis *Microsorium scolopendria* dan *Nephrolepis biserrata*. Bagi siswa dan guru, disarankan menggunakan kedua jenis tersebut ketika akan mengamati perubahan morfologi pada setiap fase perkembangan siklus hidupnya, selain itu guru dapat memanfaatkan sumbangan berupa Instrumen LKPD dalam proses pembelajaran biologi, yang sebelumnya sudah divalidasi dan diperbaiki penulis. Selanjutnya diharapkan agar dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai siklus hidup tumbuhan paku dari kelas tumbuhan paku lain seperti *Psilophytinae*, *Lycopodinae* dan kelas *Equistinae*.

Daftar Pustaka

- Cronquist, A. 1982. *Basic botany*. New York: Harper & Row Publisher.
- Dayat, E. 2000. Studi Floristik Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Hutan Lindung Gunung Dempo Sumatera Selatan. <http://iirc.ipb.ac.id/jspui/bitstream/4200eda.pdf>. Bogor. Di akses tanggal 14 April 2017.
- Handayani, T. & Hartini, S. 2003. Perkecambahan Spora Paku Pohon (*Cyathea contaminans* (Wall. ex Hook.) Copel) pada Berbagai Media Tumbuh. *Bio smart*. 5(2): 111-114.
- Hartini, S. 2006. Perkecambahan Spora dan Siklus Hidup Paku Kidang (*Dicksonia blumei* Moore) pada Berbagai Media Tumbuh. *Biodiv*. 7(1): 85-89.
- Holtum, R.E. 1966. *Flora of Malaya* Vol II. Government Printing Office. Singapore.
- Johnson, G.B. & Losos, J.B. 2008. *Fifth Edition The Living World*. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Khoiriyah, M. 2004. Inventarisasi Paku-pakuan (Pteridophyta) sebagai Sumber Belajar di Kawasan Coban Talun Batu. <http://digilib.gunadarma.ac.id/go.php?id=jiptumm-gdl-s1-2004-miftahulk-2136>. Diakses tanggal 14 Februari 2017.
- Kremp, G.O.W. 1965. *Encyclopedia of Pollen Morphology*. Tuscon, U.S.A : Univ Arizona Press.
- Lakitan, B. 2001. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Lembaga Biologi Nasional. 1979. *Jenis Paku Indonesia*. Jakarta: PN Balai Pustaka.
- Lembaga Biologi Nasional-LIPI. 1980. *Jenis Paku Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Sari, D.I.Y. & Rosada, A. 2009. Identifikasi Dan Klasifikasi Tumbuhan Paku di Perkebunan Karet (*Hevea Brasiliensis*) di Desa Tanjung Raya Kecamatan Rambang Prabumulih Sumatera Selatan. *Sainmatika*. 6(2): 23-31.
- Stern, K.R., Jansky, S. & Bidlack, J. E. 2003. *Introductory Plant Biology*. Newyork: McGraw-Hill
- Tjitrosoepomo, G. 1994. *Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tjitrosoepomo, G. 1998. *Taksonomi Tumbuhan Scizophyta Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta*.

Yogyakarta: Gadjah Mada
University Press.

Toogood, A. 1999. *Horticultural
Techniques*. Cambridge: Royal
Horticultural Society