

PERKEMBANGAN TUMBUHAN PAKU *Platycerum wandae* DAN SUMBANGSIHNYA PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI

Leonardo E. Aisoi^{1*}, Semuel Jeujan¹²

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan PMIPA FKIP Universitas Cenderawasih, Kota Baru, Distrik Abepura, Kota Jayapura Provinsi Papua

² Program Studi Pendidikan Geografi, Jurusan PIPS FKIP Universitas Cenderawasih, Kota Baru, Distrik Abepura, Kota Jayapura, Papua

* corresponding author | email : leon_aisoi@yahoo.com

ABSTRAK

Tumbuhan Paku atau Pteridophyta merupakan salah satu topik dalam pembelajaran Biologi di SMP/SMA terutama mengenai metagenesis. Jenis paku yang dapat dijadikan sebagai sumber pembelajaran mengenai metagenesis paku adalah Paku *Platycerium wandae*. Paku *Platycerium wandae* termasuk dalam kelompok Paku Tanduk Rusa adalah sekelompok tumbuhan paku epifit yang semuanya tergabung dalam genus *Platycerium*. 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 *Platycerium wandae* mengalami perubahan-perubahan pada setiap fase siklus hidupnya. Waktu yang dibutuhkan tumbuhan paku mulai dari fase pembelahan sampai dengan terbentuknya sporofit muda yaitu selama 3-19 minggu. Paku *Platycerium wandae* dapat dikembangkan sebagai media pembelajaran Biologi karena selama ini informasi mengenai metagenesis tumbuhan paku terbatas hanya pada jenis paku tertentu saja, maka dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai siklus hidup tumbuhan paku terutama dari jenis *Platycerium wandae*. 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 Kunci : *Platycerium wandae*, Metagenesis, Media pembelajaran IPA

Pteridophyta is one of the topics in Biology learning in junior high school/high school, especially regarding metagenesis. The type of fern that can be used as a source of learning about fern metagenesis is *Platycerium wandae* fern. *Platycerium wandae* fern is included in the Staghorn Fern group, a group of epiphytic ferns that are all included in the genus *Platycerium*. This study aims to determine the morphological changes in each phase of the development of the life cycle of ferns (Pteridophyta) and the time required during the development process from the division phase to the young sporophyte phase. This study was conducted using a descriptive method. Data were collected through observation and documentation activities, then the data was described comprehensively and presented in tabular form. The results of this study indicate that the morphological structure of the fern cycle, namely *Platycerium wandae*, experiences changes in each phase of its life cycle. The time

required for ferns from the division phase to the formation of young sporophytes is 3-19 weeks. *Platyserium wandae* fern can be developed as a Biology learning medium because so far information about fern metagenesis is limited to only certain types of ferns, so further research is carried out on the life cycle of ferns, especially from the *Platyserium wandae* type. The results of this study are expected to be used as additional material in biology lessons in high school class X semester 1 related to basic competency 3.8 Applying classification principles to classify plants into divisions based on observations of plant morphology and metagenesis and linking their roles in the continuity of life on earth.

Keywords : *Platyserium wandae*, Metagenesis, Science learning media.

PENDAHULUAN

Tumbuhan paku merupakan tumbuhan perintis yang dapat ditemukan pada setiap tipe kawasan hutan dan memegang peran penting dalam menyusun ekosistem hutan. Kelompok tumbuhan ini umumnya berhabitus herba, semak atau perdu, hanya sedikit saja yang berbentuk pohon. Daunnya berwarna hijau mengkilat atau kusam, tunggal atau majemuk. Batangnya jarang nampak jelas, 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 perbanyakan 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 (Kremp, 1965).

Kajian mengenai tumbuhan paku terdapat dalam materi pembelajaran biologi SMP dan 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).

Selama ini penelitian mengenai inventarisasi keberadaan jenis-jenis tumbuhan paku di Papua masih terus dilakukan. Sementara itu, penelitian mengenai perkembangan tumbuhan paku masih jarang dilakukan baik di Papua maupun di Indonesia secara umum. 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 *Platyserium wandae*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perkembangan dan lama waktu yang diperlukan ketiga jenis tumbuhan paku tersebut pada setiap fase siklus hidupnya. Hasil penelitian yang disumbangkan dalam bentuk modul dan LKPD ini diharapkan dapat digunakan oleh siswa dan guru dalam pembelajaran Biologi SMP/SMA serta dapat dijadikan informasi dasar bagi penelitian tumbuhan paku selanjutnya.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-Juni 2024 di Laboratorium Biologi Universitas Cenderawasih Kota Jayapura.

Alat dan Bahan

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 *Platyserium wandae*, air cacahan batang pakis dan kompos.

Penyiapan Media Tanam

Penyiapan media tanam berupa cacahan batang pakis yang dicampur dengan kompos. 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. 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 *Platyserium wandae* dilaksanakan di Laboratorium Biologi Universitas Cenderawasih.

Analisis Data

Analisis data secara Deskriptif kualitatif dengan mencatat perubahan perkembangan 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 DAN PEMBAHASAN

Siklus Hidup *Platycterium wandae*

Hasil pengamatan siklus hidup *Platycterium wandae* dibedakan menjadi 4 (empat) fase yaitu fase pembelahan sel rata-rata mulai terlihat pada minggu ke-3 hari ke-20 sampai minggu ke-4 hari ke-27, fase protalium muda terlihat pada minggu ke-5 hari ke-34 sampai minggu ke-7 hari ke-46, fase protalium dewasa terlihat pada minggu ke-8 hari ke-53 sampai minggu ke-14 hari ke-101, dan fase sporofit muda terlihat pada minggu ke-15 hari ke-104 sampai minggu ke-19 hari ke-132. Setiap fase ditandai dengan adanya perubahan-perubahan bentuk (Gambar 2).

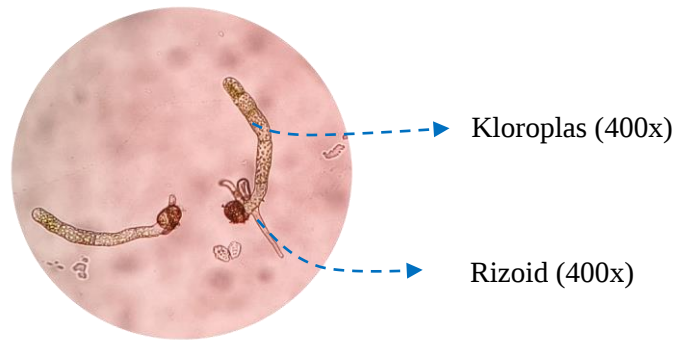


Gambar 6. Perubahan morfologi setiap fase pertumbuhan *Platycterium wandae* dari Spora Hingga Dewasa

Fase Pembelahan

Fase Pembelahan pada *Platycterium wandae* 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 7).



Gambar 7. Fase Pembelahan *Platyserium wandae*;

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 penyusunnya 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-5, sementara Arkegonium terlihat pada minggu ke-7 (Gambar 8).



Gambar 8. Fase Protalium Muda *Platyserium wandae*

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.

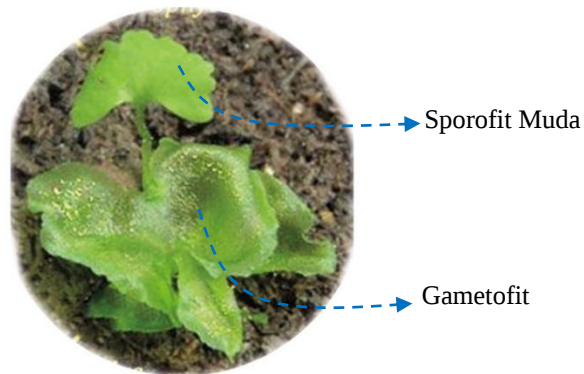
Lembaran ini hampir menutupi sebagian besar permukaan media (Gambar 4). Arkegonium dan anteridium pada organ yang menyerupai lembaran tersebut terlihat jelas dan jumlahnya semakin banyak. Arkegonium tumbuh di dekat lekukan bagian atas, sedangkan anteridium tumbuh di bagian daerah yang menyempit diantara 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 9. Fase Protalium Dewasa *Platyserium wandae*

Fase Sporofit Muda

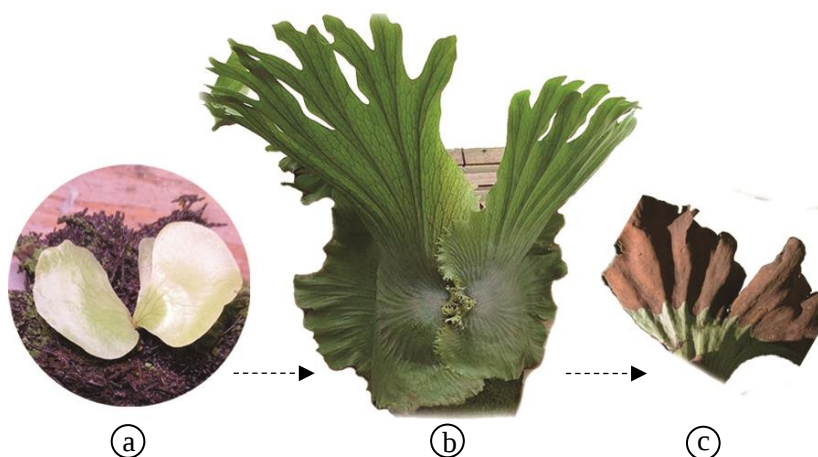
Fase ini ditandai dengan munculnya struktur daun dan akar yang tumbuh didaerah lekukan protalium. Jumlahnya terus bertambah sesuai dengan masa perkembangannya. Adapun ukuran rata-rata sporofit muda sampai minggu ke 17 mencapai 2 cm (Gambar 10).



Gambar 10. Fase Sporofit Muda *Platyserium wandae*

Fase Sporofit Dewasa

Morfologi pada sporofit dewasa *Platyserium wandae*, tanaman ini tumbuh dari rimpang pendek yang menghasilkan dua jenis daun, yaitu daun basal dan daun foliar. Daun basal steril (non-reproduktif) adalah struktur berbentuk bulat hingga berbentuk hati, tumpang tindih, mencengkeram, seperti perisai di pangkal tumbuhan ini. Awalnya hijau kusam dan sukulen, lalu akan berubah warna menjadi kecokelatan seiring bertambahnya usia. Daun *Platyserium wandae* bertumbuh rata terhadap pohon untuk melindungi rimpang dan akar yang tumbuh darinya dan mengumpulkan unsur hara yang dapat menyediakan nutrisi bagi tanaman. Daun foliar atau daun yang subur (reproduktif) adalah bagian hijau cerah, bercabang, berbentuk tali yang kebanyakan orang anggap sebagai "daun" yang tumbuh dari pangkal. Daun yang berlekuk tidak teratur dan melengkung ini tumbuh hingga 18 inci panjangnya. Setiap daun bercabang menjadi dua atau tiga segmen beberapa kali sepanjang panjangnya. Spora diproduksi dalam sporangia dalam massa berwarna coklat tua (sori) di bagian bawah ujung daun yang subur ini. Setiap tanaman sebenarnya merupakan kumpulan banyak tunas (disebut tunas atau anakan) yang dijejalkan bersama dan akan terus menumbuhkan tanaman baru saat rimpangnya berkembang dan menghasilkan daun steril baru.



Gambar 11. Struktur Sporofit Dewasa *Platyserium wandae*;
a. Sporofit Muda, b. Sporofit Dewasa, c. Letak Sorus/Sporogonium

Tabel 1. Waktu yang dibutuhkan Tumbuhan Paku *Platyserium wandae* dari Spora sampai Fase Sporofit Muda

Fase Perkembangan	Minggu Pengamatan																			
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20
Fase Pembelahan																				
Fase Protalium Muda																				
Fase Protalium Dewasa																				
Fase Sporofit Muda																				

Dari tabel 1. Menunjukan bahwa tumbuhan paku *Platyserium wandae*, pada fase pembelahan sel dimulai pada minggu ke-2 dan ke-3 setelah spora disemai. Fase protalium muda juga dimulai pada waktu yang hampir bersamaan, yaitu pada minggu ke-5 sampai minggu ke 7. Fase protalium dewasa paling lama, yaitu pada minggu ke-8 sampai minggu ke-14 setelah spora disemai. Fase sporofit muda baru muncul pada minggu ke-15.

Pembahasan

Spesies *Platyserium wandae* terjadi pola perkembangan yang hampir sama pada tumbuhan pteridophyta secara umum, yaitu pada tiap fase siklus hidupnya, fase pembelahan memperlihatkan struktur berupa benang-benang berwarna hijau yang menutupi permukaan media tanam. Pengamatan dibawah mikroskop juga menunjukan 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 selsel berklorofil tersebut.

Pengamatan langsung fase protalium muda pada permukaan media tanam menunjukan 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 *Platyserium wandae* diamati baru terlihat jelas pada minggu ke-8. 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 kupukupu. 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-15 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, rachis, dan anak-anak daun. Sporofit muda selanjutnya akan tumbuh menjadi sporofit dewasa, yang ditandai oleh menghilangnya protalium. (Tjitrosoepomo, 1998).

Pengamatan pada fase sporofit dewasa *Platyserium wandae* terdapat perbedaan pada bentuk daun (ental), batang (rimpang) dan akar. Ental *Platyserium wandae* berbentuk segitiga (tripinnate), permukaan entalnya licin dan mengkilat. 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. *Platyserium wandae* memiliki rimpangnya kuat, berdaging dan menjalar. 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). *Platyserium wandae* memiliki sori yang berkumpul ditepi ental yang berlekuk-lekuk pada ujung pinna (anak daun) dan berwarna coklat saat matang, sementara sori pada. 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. Lamanya waktu perkembangan *Platyserium wandae* setiap fase tersebut diduga karena perlakuan 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 DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian jenis paku *Platyserium wandae* 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 (rimpang), 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 19 minggu. Fase pembelahan berlangsung selama 2 minggu mulai dari minggu ke-3 sampai minggu ke-4, fase protalium muda berlangsung selama 2-3 minggu mulai dari minggu ke-5 sampai minggu ke-7, fase protalium dewasa berlangsung selama 1-7 minggu mulai dari minggu ke-8 sampai minggu ke-14 dan fase sporofit muda berlangsung selama 1-5 minggu mulai dari minggu ke-15 sampai minggu ke 19.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian diatas diketahui pertumbuhan tumbuhan paku *Platyserium wandae* membutuhkan waktu yang cukup lama, dan membutuhkan perlakuan khusus, terutama media dan faktor lingkungan yang dikondisikan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan ini. Bagi siswa dan guru, disarankan bisa menjadikan spesies ini sebagai tugas proyek yang dilakukan selama satu semester, 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 Equisetinae.

DAFTAR RUJUKAN

- Hartini, S. 2006. Perkecambahan Spora dan Siklus Hidup Paku Kidang (*Dicksonia blumei* Moore) pada Berbagai Media Tumbuh. *Biodiv.*7(1): 85-89
- Holtum, R. 1965. *Flora of Malaysia. Volume 2 Fesus of Malaya*. 2.nd Government Printing Office. Singapore. *Biologi Tumbuhan Untuk Daerah Tropika*2. Jakarta : PT Gramedia.
- Holttum, R.E. 1966. *Flora of Malaya Vol II*. Government Printing Office. Singapore.
- Khoiriyah, M. 2004. InventarisasiPaku-pakuan (Pteridophyta) sebagai Sumber Belajar diKawasan Coban Talun Batu. <http://digilib.gunadarma.ac.id/go.php?id=jiptumm-gdl-s1-2004-miftahulk-2136>.
- Kreier, H-P.; Schneider, H. (2006). "Phylogeny and Biogeography of The Staghorn Fern Genus *Platyserium* (Polypodiaceae, Polypodiidae)". *American Journal of Botany*. 93 (2): 217-225. doi:10.3732/ajb.93.2.217. ISSN 0002-9122. PMID 21646182.
- Kremp, G.O.W. 1965. *Encyclopedia of Pollen Morphology*. Tuscon, U.S.A : Univ Arizona Press.
- Setijati Sastrapradja, dkk.1979. *Kerabat Paku-pakuan*. Bogor: Herbarium Bogoriense LIPI
- Sandbrink, J. M.; Ham, R.C.H.J. van; Brederode, J. van (1992). "Chloroplast DNA and Morphological Variation in The Fern Genus *Platyserium* (Polypodiaceae: Pteridophyta)" (PDF). *Fern Gazette*. 14 (3): 97-118.
- Smith,1979. *The Tropical Rain Forest an Ecological Study*. Crambrige: At The Crambrige University Press.
- Tjitrosoepomo., Gembong. 1988. *Taksonomi tumbuhan (Spermathopyta)*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Tjitrosoepomo, G. 1994. *Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.