

## Anatomi Bentuk dan Tipe Spora Pteridophyta dari Kelas Polypodiopsida

*Anatomy of the Shape and Types of Pteridophyta Spores from the Polypodiopsida Class*

Hasbi Assidiqi Nasution<sup>1\*</sup>, Elvina Yanti Br Dalimunte<sup>1</sup>, Zahlul Furqan<sup>2</sup>,  
Tri Mustika Sarjani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Samudra, Langsa 24416, Indonesia

<sup>2</sup>Laboratorium Dasar, Universitas Samudra, Langsa 24416, Indonesia

\*Corresponding author, Email : [hasbiassidiqinst@gmail.com](mailto:hasbiassidiqinst@gmail.com)

### Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 17/12/2023

Disetujui : 13/06/2024

### Abstract

The shape of fern spores varies, but most have elliptical or bilateral, round, kidney and triangular shapes. The type of spore aperture in ferns is generally divided into two types, namely monolet and trilete. This study aims to describe and analyze the anatomy of the shape and type of peridophyte spores from the polypodiopsida class both in terms of similarities and differences. The method used in the research is a qualitative descriptive method. Data was collected through direct observation techniques, and data analysis was carried out using qualitative descriptive analysis methods in observation techniques. This analysis includes a comparison of characters such as type, shape and ornamentation of spores in ferns. The results of the research identified 10 types of ferns from the polypodiopsida group, namely *Phlebodium aureum*, *Lygodium microphyllum*, *Nephrolepis biserrate*, *Asplenium nidus*, *Pronephrium triphyllum*, *Cyclosorus heterocarpus*, *Lygodium flexuosum*, *Dicranopteris linearis*, *Rumohra adiantiformis*, and *Nephrolepis exaltata*. Eight species have the monolet spore type, while two species have the trilete spore type. Each species has a unique spore shape and type of ornament, such as elliptical, kidney, round or triangular with four types of ornament, namely verrucate, reticulate, faveolate and psilate.

**Key Words:** spore form, pteridophyta, spore type

### Abstrak

Bentuk spora tumbuhan paku bermacam-macam, tetapi sebagian besar memiliki bentuk elips atau bilateral, bulat, ginjal, dan segi tiga. Tipe aperture spora pada tumbuhan paku secara umum dibedakan menjadi dua tipe yaitu monolet dan trilete. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan menganalisis anatomi bentuk dan tipe spora pteridophyta dari kelas polypodiopsida baik dari segi persamaan dan perbedaannya. Metode yang digunakan pada penelitian adalah dengan metode deskriptif kualitatif. Data dikumpulkan melalui teknik observasi langsung, dan analisis data dilakukan dengan menggunakan metode analisis deskriptif kualitatif pada teknik observasi. Analisis tersebut mencakup perbandingan karakter seperti tipe/jenis, bentuk, dan ornamentasi spora pada tumbuhan paku. Hasil penelitian mengidentifikasi 10 jenis tumbuhan paku dari golongan polypodiopsida, yakni *Phlebodium aureum*, *Lygodium microphyllum*, *Nephrolepis biserrate*, *Asplenium nidus*, *Pronephrium triphyllum*, *Cyclosorus heterocarpus*, *Lygodium flexuosum*, *Dicranopteris linearis*, *Rumohra adiantiformis*, dan *Nephrolepis exaltata*. Delapan spesies memiliki tipe spora monolet, sedangkan dua spesies memiliki tipe spora trilete. Setiap spesies memiliki bentuk spora dan jenis ornamen yang unik, seperti bentuk elips, ginjal, bulat atau segitiga dengan jenis ornamen yang terdiri dari empat tipe yaitu verrucate, reticulate, faveolate, dan psilate.

**Kata kunci:** bentuk spora, pteridophyta, tipe spora

## PENDAHULUAN

Sebagai negara tropis, Indonesia terkenal dengan kelimpahan keanekaragaman hayati tumbuhan. Salah satu kelompok tumbuhan yang memiliki variasi jenis yang tinggi di Indonesia adalah tumbuhan paku. Tumbuhan paku termasuk dalam divisi tertentu yang jelas memiliki kormus, menunjukkan bahwa tubuhnya dapat dibagi dengan jelas menjadi tiga bagian utama, yakni akar, batang, dan daun (Prasani et al., 2021). Indonesia memiliki keanekaragaman hayati tumbuhan paku yang cukup tinggi, dengan jumlah jenis mencapai antara 10.000

hingga 11.000, tersebar di berbagai habitat seperti terestrial, akuatik, dan epifit (Sofiyanti et al., 2020).

Kelas Polypodiopsida merupakan tumbuhan paku sejati karena secara morfologis, beberapa spesies dalam kelompok ini memiliki ciri-ciri seperti daun besar dengan tangkai, banyak tulang daun, dan daun mudanya yang menggulung. Kelas ini terdiri dari tujuh ordo antara lain, Polypodiales, Cyatheales, Salviniales, Schizaeales, Gleicheniales, Hymenophyllales, dan Osmundales (Tjitrosoepomo, 2014). Menurut hasil penelitian Pradipta et al., (2023) menyatakan bahwa kelas Polypodiopsida di setiap ketinggian menyukai suhu dan kelembapan

udara yang cenderung normal, pH asam, dan intensitas cahaya yang tinggi.

Tumbuhan paku adalah jenis tumbuhan yang telah berkembang memiliki sistem pembuluh (xilem dan floem), namun tidak mampu menghasilkan bunga dan biji. Pteridophyta, yang termasuk dalam kategori tracheophyta berspora, merujuk pada kelompok tumbuhan yang memiliki pembuluh dan melakukan reproduksi dengan spora (Karimah, 2020). Pengenalan spesies tumbuhan paku dapat dilakukan dengan menganalisis bagian vegetatif dan generatifnya. Tumbuhan paku secara umum dapat dibagi menjadi dua komponen utama, yakni bagian vegetatif yang melibatkan akar, batang, dan daun, sementara bagian generatif terkait dengan spora, sporangium, anteridium, dan arkegonium (Pranita et al., 2017).

Berdasarkan perannya, tumbuhan paku dapat dikategorikan menjadi tiga kelompok, yaitu Tropofil yang merupakan daun berwarna hijau yang secara khusus berfungsi untuk melakukan fotosintesis dan tidak mengandung spora, Sporofil yang berperan dalam produksi spora, dan Trofosporofil yang merujuk pada kondisi di mana dalam satu tangkai daun, beberapa anak daun menghasilkan spora sementara yang lainnya tidak (Sianturi et al., 2020). Karakteristik utama dari tumbuhan paku dapat dikenali melalui morfologi spora. Spora memiliki peran penting dalam penentuan jenis tumbuhan paku dan merupakan tahap reproduksi generatif dalam siklus hidupnya (Ulfa et al., 2023). Tumbuhan paku memiliki habitat dan gaya hidup yang sangat beragam, dan kondisi lingkungan abiotik juga menjadi faktor penting untuk kelangsungan hidupnya (Luckita et al., 2021)

Spora pada tumbuhan paku dihasilkan di dalam struktur yang disebut kotak spora atau sporangium. Sporangium ini kemudian berkumpul membentuk sorus. Sorus berperan dalam melindungi kotak spora hingga saatnya untuk melepaskan spora. Ciri khas dari sorus termasuk variasi letak dan posisi yang berbeda pada setiap jenis tumbuhan paku (Pteridophyta), seperti di tepi daun, dekat tepi daun, urat daun, bawah permukaan daun, berbentuk garis (linier), memanjang, dan bulat (Mardiyah et al., 2016). Strobilus adalah struktur di mana sporangia menggumpal membentuk suatu susunan kerucut bersama dengan sporofilnya, sementara sporokarpium merujuk pada kondisi dimana sporangia terbungkus oleh daun buah (karpelum) (Wardani, 2022).

Bentuk, jenis, dan ornamen berbagai eksin bervariasi, sehingga memperlihatkan ciri morfologi spora. Spora pakis mempunyai berbagai bentuk yang paling umum berbentuk bulat, ginjal, segi tiga, bilateral, atau elips. Ada dua kategori utama bukaan spora yakni monolet dan trilete. Spora monolet menyerupai ginjal atau kacang dan memiliki lekukan (laessure) yang melengkung ke dalam di sepanjang tepinya. Ketika spora induk pecah dan terbagi

menjadi empat sel reproduksi sepanjang sumbu vertikal, garis tunggal pada spora monolet menunjukkan bekas luka. Sebaliknya, spora trilete memiliki lubang berbentuk trikhomonosulkate, menampilkan alur panjang yang disebut sulkus yang memiliki tiga lengan dan bagian tengah yang menyatu (Arjudin, 2020).

Spora pteridophyta terdiri dari dua lapisan dinding yakni dinding bagian dalam yang disebut intin, dan dinding luar yang disebut eksin. Berdasarkan ukuran, bentuk, dan susunan unsur ornamen, dibedakan sepuluh jenis utama ornamen. Psilate (permukaan halus dan rata), faveolate (berlubang berlubang lebih dari 1  $\mu\text{m}$ ), scabrate (elemen ornamen berbentuk isodiametri dengan ukuran kurang dari 1  $\mu\text{m}$ ), verrucate (elemen ornamen isodiametri dengan tinggi lebih dari 1  $\mu\text{m}$ ), gemmate (elemen ornamen isodiametri dengan ukuran lebih dari 1  $\mu\text{m}$ ), dan clavate (elemen ornamen berbentuk tangkai dengan alas dan tinggi sempit) adalah beberapa contoh ornamen jenis ini, echinate (menyerupai duri), rugulate (elemen ornamen yang memanjang secara horizontal dengan pola yang tidak beraturan), striate (susunan sejajar antar unsur), dan reticulate (membentuk pola seperti jala) (Pranita et al., 2017).

Penelitian sebelumnya yang fokus pada spora pada tumbuhan paku dalam kelas Polypodiopsida belum pernah dilakukan, sehingga hal ini mendorong peneliti untuk melakukan penelitian terkait anatomi bentuk dan tipe spora pada tumbuhan paku tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan deskripsi dan analisis terhadap anatomi bentuk serta tipe spora pada tumbuhan paku dalam kelas Polypodiopsida, dengan mempertimbangkan persamaan dan perbedaannya.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Oktober hingga November 2023 di Gedung Laboratorium Dasar Universitas Samudra. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah, kamera, mikroskop, objek glass, cover glass, pipet tetes, gelas beaker, gunting, pisau silet, pinset, alat tulis, buku identifikasi menggunakan buku acuan Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Priyambodo, 2022) dan Spores of the Pteridophyta (Tryon & Lugardon, 1991), kantong plastik, aquades, serta spora pteridophyta dari kelas polypodiopsida. Penelitian ini bersifat deskriptif eksploratif. Metode eksplorasi dan koleksi pteridophyta dilakukan dengan cara menjelajahi setiap sudut lokasi yang dapat mewakili tipe ekosistem di area yang diteliti. Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengamati langsung (observasi) dan menggunakan teknik analisis deskriptif eksploratif. Analisis ini melibatkan perbandingan karakteristik, seperti jenis, bentuk, dan ornamentasi spora pada tumbuhan paku dari kelas polypodiopsida. Preparat spora diamati di bawah mikroskop dengan menggunakan perbesaran paling

rendah hingga yang paling tinggi (40x perbesaran total, 100x perbesaran total, 400x perbesaran total, dan 1000x perbesaran total). Setelah dilakukan pencatatan hasil pengamatan, selanjutnya preparat yang diamati dipotret dengan menggunakan kamera handphone untuk tujuan dokumentasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 10 spesies tumbuhan paku yang termasuk dalam kelas Polypodiopsida, dan proses identifikasi telah dilakukan untuk menentukan spesies-spesies tersebut. Sepuluh spesies tumbuhan paku dari kelas polypodiopsida yang ditemukan, yaitu *Phlebodium aureum*, *Lygodium microphyllum*, *Nephrolepis biserrate*, *Asplenium nidus*, *Pronephrium triphyllum*, *Cyclosorus heterocarpus*, *Lygodium flexuosum*, *Dicranopteris linearis*, *Rumohra adiantiformis*, dan *Nephrolepis exaltata*. Spora pteridophyta yang telah diamati dapat dilihat pada Tabel 1.

Data dari hasil pengamatan diatas akan dijabarkan melalui perbandingan spesies-spesies dalam kelas Polypodiopsida. Berdasarkan Tabel 1 menyajikan persamaan dan perbedaan dalam anatomi bentuk dan tipe spora. Perbandingan variasi spora pada setiap spesies dapat dilihat dalam Gambar 1.

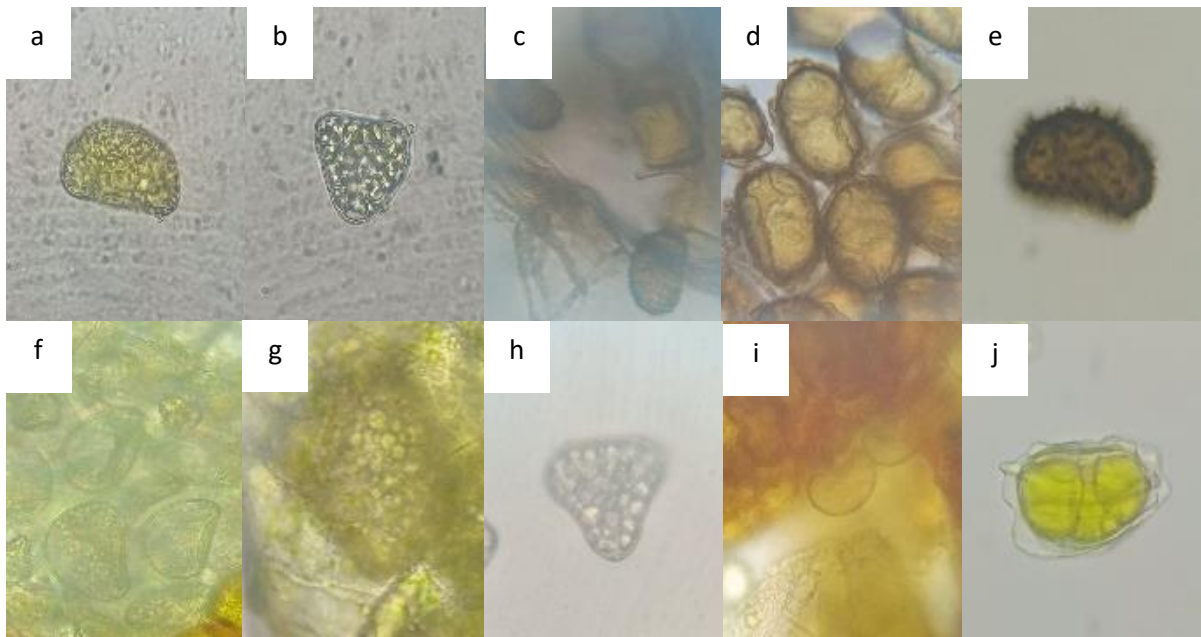
Melalui proses identifikasi yang telah dilakukan, kesepuluh tumbuhan paku yang ditemukan menunjukkan adanya susunan spora yang serupa, membentuk kelompok yang disebut sorus. Variasi bentuk dan lokasi sorus bervariasi pada setiap tumbuhan paku. Terdapat berbagai bentuk sorus pada tumbuhan paku, seperti garis, tersebar, oval, huruf U, bola, mangkuk, ginjal, lembaran pendek, dan lembaran (Zulfia et al., 2016). Kemudian didukung oleh pernyataan Nafili et al., (2019) yang menyatakan bentuk sorus terdiri dari beberapa jenis seperti, garis (bangun garis), bulat dan memanjang. Pada tumbuhan paku yang ditemukan, sorusnya memiliki

bentuk yang beragam, termasuk garis, oval, memanjang, ginjal, dan bulat. Bentuk sorus yang paling umum adalah bulat, terdiri dari lima spesies tumbuhan paku seperti *Phlebodium aureum*, *Nephrolepis biserrate*, *Cyclosorus heterocarpus*, *Dicranopteris linearis*, dan *Nephrolepis exaltata*. Selanjutnya, bentuk sorus yang memanjang ditemukan pada dua spesies tumbuhan paku, yaitu *Lygodium microphyllum* dan *Lygodium flexuosum*. Kemudian, bentuk sorus berupa oval dan ginjal masing-masing hanya ditemukan pada satu spesies tumbuhan paku, yaitu *Rumohra adiantiformis* dengan sorus berbentuk oval dan *Pronephrium triphyllum* dengan sorus berbentuk ginjal. Letak sorus yang ditemukan pada setiap tumbuhan paku terdiri atas dua macam yakni abaksial dan adaksial. Hal ini sesuai dengan pernyataan Utami & Supriati, (2023) yang menyatakan letak sorus berada pada permukaan atas daun (Adaksial) dan dibawah permukaan daun (Abaksial). Ada sembilan spesies tumbuhan paku yaitu *Phlebodium aureum*, *Nephrolepis biserrate*, *Asplenium nidus*, *Pronephrium triphyllum*, *Cyclosorus heterocarpus*, *Lygodium flexuosum*, *Dicranopteris linearis*, *Rumohra adiantiformis*, dan *Nephrolepis exaltata* didapati letak sorus yang sama yaitu abaksial atau berada di bawah permukaan daun. Sedangkan letak sorus adaksial atau berada di atas permukaan daun hanya terdapat satu spesies yaitu pada *Lygodium microphyllum*.

Hasil penelitian ini memungkinkan pengamatan terhadap bentuk dan tipe spora. Secara umum, tipe laesura spora pada tumbuhan paku dibagi menjadi dua kategori, yaitu monolet (berbentuk bulat seperti kacang) dan trilet. Hal ini sesuai dengan penelitian (Rahayu et al., 2021) yang menyatakan bahwa Tipe laesura spora terdiri atas dua jenis yaitu monolet dan trilet. Pembagian ini didasarkan pada keberadaan struktur tipis yang menyerupai aperture, yakni bekas luka spora tetrad. Anatomi dari setiap spora dapat digunakan sebagai dasar untuk membedakan berbagai jenis tumbuhan paku.

**Tabel 1.** Hasil Pengamatan Anatomi Spora Pteridophyta Kelas Polypodiopsida

No	Spesies	Karakter Spora					
		Susunan Sporangium	Letak Sorus	Bentuk Sorus	Bentuk Spora	Tipe Spora	Tipe Ornamentasi
1	<i>Phlebodium aureum</i>	Sorus	Abaksial	Bulat	Elips	Monolet	Verrucate
2	<i>Lygodium microphyllum</i>	Sorus	Adaksial	Memanjang	Segitiga	Trilet	Reticulate
3	<i>Nephrolepis biserrata</i>	Sorus	Abaksial	Bulat	Elips	Monolet	Verrucate
4	<i>Asplenium nidus</i>	Sorus	Abaksial	Garis	Ginjal	Monolet	Faveolate
5	<i>Pronephrium triphyllum</i>	Sorus	Abaksial	Ginjal	Ginjal	Monolet	Faveolate
6	<i>Cyclosorus heterocarpus</i>	Sorus	Abaksial	Bulat	Elips	Monolet	Reticulate
7	<i>Lygodium flexuosum</i>	Sorus	Abaksial	Memanjang	Bulat	Monolet	Reticulate
8	<i>Dicranopteris linearis</i>	Sorus	Abaksial	Bulat	Segitiga	Trilet	Verrucate
9	<i>Rumohra adiantiformis</i>	Sorus	Abaksial	Oval	Ginjal	Monolet	Psilate
10	<i>Nephrolepis exaltata</i>	Sorus	Abaksial	Bulat	Elips	Monolet	Verrucate



**Gambar 1.** Tipe spora pteridophyta dari kelas polypodiopsida

Keterangan : a. *Phlebodium aureum* (perbesaran 1000x), b. *Lygodium microphyllum* (perbesaran 1000x), c. *Nephrolepis biserrata* (perbesaran 1000x), d. *Asplenium nidus* (perbesaran 1000x), e. *Pronophrium triphyllum* (perbesaran 1000x), f. *Cyclosorus heterocarpus* (perbesaran 1000x), g. *Lygodium flexuosum* (perbesaran 1000x), h. *Dicranopteris linearis* (perbesaran 1000x), i. *Rumohra adiantiformis* (perbesaran 1000x), j. *Nephrolepis exaltata* (perbesaran 1000x).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium dasar universitas Samudra ditemukan ada sepuluh jenis tumbuhan paku dari kelas polypodiopsida yang ditemukan memiliki tipe spora yang berbeda dimana delapan spesies memiliki tipe spora monolet dan dua spesies memiliki tipe spora trilet.

Spesies yang memiliki tipe spora monolet diantaranya paku wangi (*Phlebodium aureum*) dan paku sepat (*Nephrolepis biserrata*) dengan bentuk spora elips dan tipe ornamentasinya verrucate, paku sarang burung (*Asplenium nidus*) dan paku tanah (*Pronophrium triphyllum*) dengan bentuk spora ginjal dan tipe ornamentasinya faveolate, paku perisai rawa (*Cyclosorus heterocarpus*) dengan bentuk spora elips dan tipe ornamentasinya reticulate, paku kembang (*Lygodium flexuosum*) dengan bentuk spora bulat dan tipe ornamentasinya reticulate, paku kulit (*Rumohra adiantiformis*) dengan bentuk spora ginjal dan tipe ornamentasinya psilate, dan paku pedang (*Nephrolepis exaltata*) dengan bentuk spora elips dan tipe ornamentasinya verrucate. Sedangkan spesies yang memiliki tipe spora trilet diantaranya paku ribu-ribu (*Lygodium microphyllum*) dengan bentuk spora segitiga dan tipe ornamentasinya reticulate, dan paku andam (*Dicranopteris linearis*) dengan bentuk spora segitiga dan tipe ornamentasinya verrucate. Hal ini sesuai dengan penelitian Nurchayati, (2016) yang menyatakan bahwa spora memiliki berbagai bentuk, termasuk bulat, ginjal (reniformis), elips, dan segitiga.

Berdasarkan anatomi bentuk dan tipe spora pteridophyta dari kelas polypodiopsida, memiliki persamaan dan perbedaan yang dapat menentukan jenis dari tumbuhan paku. Hal ini dapat memberikan wawasan tambahan tentang karakter spora dalam reproduksi tumbuhan paku dan dapat memiliki implikasi pada adaptasi dan kelangsungan hidup mereka di berbagai lingkungan.

#### SIMPULAN

Penelitian tersebut mengidentifikasi 10 jenis tumbuhan paku dari golongan polypodiopsida, antara lain *Phlebodium aureum*, *Lygodium microphyllum*, *Nephrolepis biserrata*, *Asplenium nidus*, *Pronophrium triphyllum*, *Cyclosorus heterocarpus*, *Lygodium flexuosum*, *Dicranopteris linearis*, *Rumohra adiantiformis*, dan *Nephrolepis exaltata*. Tumbuhan paku memiliki susunan spora yang serupa, membentuk kelompok yang disebut sorus, dengan variasi bentuk dan lokasi. Bentuk sorus yang paling umum adalah bulat, diikuti bentuk memanjang, oval, dan ginjal. Lokasi sorus berada di abaksial atau adaksial, dengan sebagian besar pakis memiliki lokasi abaksial. Delapan spesies memiliki tipe spora monolet, sedangkan dua spesies memiliki tipe spora trilet. Setiap spesies memiliki bentuk spora dan jenis ornamen yang unik, seperti bentuk elips, ginjal, bulat atau segitiga dengan jenis ornamen yang terdiri dari empat tipe yaitu verrucate, reticulate, faveolate, dan psilate.

## DAFTAR REFERENSI

- Arjudin, M. A. 2020. *Ornamentasi Spora Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Tahura Pocut Meurah Intan Kabupaten Aceh Besar Sebagai Penunjang Praktikum Botani Tumbuhan Rendah*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Karimah, I. D. 2020. *Karakteristik Morfologi Spora Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Pada Kelas Filicinae (Paku Sejati) Di Gunung Tanggamus, Lampung*. Universitas Islam Negeri Raden Intan.
- Luckita, S., Wardianti, Y., & Triyanti, M. 2021. Inventarisasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Air Terjun Satan Muara Beliti Baru Kabupaten Musi Rawas. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 13(2). <https://doi.org/10.25134/quagga.v13i2.3720>
- Mardiyah, A., Hasanuddin, & Eriawati. 2016. Karakteristik Warna Sorus Tumbuhan Paku Di Kawasan Gunung Paroy Kecamatan Lhoong Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, pp. 220–228.
- Nafili, L., Sarjani, T. M., & Elfrida. 2019. Identifikasi Letak Dan Bentuk Sorus Pada Tanaman Paku (Pteridophyta) Di Taman Hutan Raya Bukit Barisan Kecamatan Dolat Rakyat Kabupaten Karo. *Jeumpa*, 6(2), pp. 226–235.
- Nurchayati. 2016. Identifikasi Profil Karakteristik Morfologi Spora Dan Prothalamium Tumbuhan Paku Familia Polypodiaceae. *Bioedukasi*, XIV(2), pp. 25–30.
- Pradipta, A. R., Hariani, S. A., & Novenda, I. L. 2023. Identifikasi Tumbuhan Paku Berdasarkan Letak dan Posisi Sorus dengan Ketinggian Berbeda Di Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Biologi Edukasi Edisi*, 30, pp. 18–28.
- Pranita, H. S., Mahanal, S., & Sari, M. S. 2017. Karakteristik Spora Tumbuhan Paku Asplenium Kawasan Hutan Raya R. Soerjo. *Jurnal Pendidikan*, pp. 454–458. <http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/>
- Prasani, A., Puspita, L., & Putra, E. P. 2021. Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Area Kampus Universitas Islam Negeri Fatmawati Sukarno Bengkulu. *Jurnal Biosilampari : Jurnal Biologi*, 4(1), pp. 7–12. <https://doi.org/10.31540/biosilampari.v4i1.1347>
- Priyambodo, A. (2022). *Keanekaragaman Tumbuhan Paku*. State Islamic University Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Rahayu, M., Elfrida, & Suwardi, A. B. 2021. Karakteristik Spora Pteridophyta Di Perkebunan Kelapa Sawit Masyarakat Desa Bukit Selamat, Kecamatan Besitang, Sumatera Utara. *Jurnal Jeumpa*, 8(1), pp. 472–477. <https://doi.org/10.33059/jj.v8i1.3690>
- Sianturi, A. S. R., Retnoningsih, A., & Ridlo, S. 2020. *Eksplorasi Tumbuhan Paku Pteridophyta*. LPPM Universitas Negeri Semarang.
- Sofiyanti, N., Marpaung, A. A., Suriatno, R., & Pranata, S. 2020. Jenis-Jenis Tumbuhan Paku Di Pulau Rangsang, Kepulauan Meranti, Riau dan Karakteristik Morfologi-Palinologi. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(1), pp. 102–110. <https://doi.org/10.29303/jbt.v20i1.1711>
- Tjitrosoepomo, G. (2014). *Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Tryon, A. F., & Lugardon, B. (1991). *Spores of the Pteridophyta*. New York: Springer.
- Ulfa, S. W., Ayunda, D. K., Hasibuan, S. A., & Harahap, A. A. 2023. Identifikasi Spora (Warna, Bentuk) Pada Tumbuhan Paku Yang Ada Dibeberapa Kecamatan Di Kota Medan.

*Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, pp. 610–621.

- Utami, R. P., & Supriati, R. 2023. Identifikasi Sorus Pteridophyta : Letak Dan Bentuk Dikawasan Universitas Bengkulu. *Journal of Biotropical Research and Nature Technology*, 2(1), pp. 10–16.
- Wardani, I. B. 2022. *Modul Praktikum Biosistemika Tumbuhan*. Tadris Biologi Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember.
- Zulfia, F. A., Zafi, I. S., Mawaddah, K., Erinda, L., & Sulasmi, E. S. 2016. Keanekaragaman Spora Pteridophyta Sekitar Kampus sebagai Media Pembelajaran Realia Mahasiswa Calon Guru Biologi Universitas Negeri Malang. *Prosiding Semnas Hayati IV*, pp. 193–198.