

Original Research Paper

The Relationship of Terrestrial Fern Species (Pteridophyta) at Salodik Waterfall Central Sulawesi Based on Morphological Characteristics

Dhea Pratiwi Dani¹, Samsurizal M. Suleman^{1*}, & Aan Febriawan¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako, Kota Palu, Indonesia;

Article History

Received : April 25th, 2024

Revised : May 01th, 2024

Accepted : May 08th, 2024

*Corresponding Author:

Samsurizal M. Suleman,
Program Studi Pendidikan
Biologi, Fakultas Keguruan
dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Tadulako, Kota
Palu, Indonesia.

Email:

biosamri@yahoo.com

Abstract: Pteridophyta ferns are a group of vascular plants that have a very long evolutionary history. This study aims to describe the relationship of terrestrial fern plant species (Pteridophyta) at Salodik Waterfall Central Sulawesi based on morphological characteristics. The method used was exploration method with the sampling technique being free collection. The data were processed using Microsoft Excel 2013 and then subjected to cluster analysis using the UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Average) method in the PAST 4.03 software (Paleontological Statistics). The research results obtained a total of 13 terrestrial fern plant species, namely *Asplenium nidus*, *Diplazium esculentum*, *Davallia denticulata*, *Lindsaea scandens* var. *terrestris*, *Nephrolepis biserrata*, *Angiopteris evecta*, *Phymatosorus longissima*, *Pteris biaurita*, *Pteris fauriei*, *Selaginella doederleinii*, *Chingia clavipilosa*, *Macrothelypteris torresiana* and *Sphaerostephanos heterocarpus*. The dendrogram of kinship between 13 species of terrestrial ferns is formed in 2 main clusters with 4 relationships categories, namely very near, near, not near, and not very near. The first category of relationship is very near with the highest Similarity Index (IS) value, namely between *Macrothelypteris torresiana* with *Davalia denticulata* (IS=86.5) and *Lindsaea scandens* with *Pteris fauriei* (IS=75.2). The second category of near relationship is between *Pteris biaurita* with node 3 (IS=68.2), *Selaginella doederleinii* with node 4 (IS=64), and *Diplazium esculentum* with *Chingia clavipilosa* (IS=55.6). The third category of not near relationship is between *Nephrolepis biserrata* with *Phymatosorus longissima* (IS=27.3). The fourth category of not very near relationship with the lowest Similarity Index (IS) value is between *Angiopteris evecta* with *Sphaerostephanos heterocarpus* (IS=22.8) and *Asplenium nidus* with sub division Ia (IS=21.2).

Keywords: Morphological characteristics, relationship, terrestrial fern.

Pendahuluan

Kabupaten Banggai merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Provinsi Sulawesi Tengah. Kabupaten ini memiliki kekayaan flora yang melimpah, terutama di kawasan hutan Salodik. Objek wisata air terjun Salodik terletak di Kecamatan Luwuk Utara dengan jarak tempuh 30 menit dari Kota Luwuk. Kawasan ini menawarkan wisata alam berupa air terjun yang melewati susunan batu gunung, diapit oleh dua bukit hutan lindung yang masih asri dan kaya akan keanekaragaman hayati, termasuk salah satunya yaitu tumbuhan paku (Banggai, 2021).

Tumbuhan paku (Pteridophyta) adalah kelompok tumbuhan vaskular yang memiliki sejarah evolusi yang sangat panjang (Yunita et

al., 2022). Kelompok tumbuhan ini telah mengalami berbagai macam perubahan morfologi dan fisiologi yang membuatnya menjadi kelompok tumbuhan yang sangat beragam (Praptosuwiryo et al., 2019). Tumbuhan paku dengan nyata dapat dibedakan menjadi dua bagian utama, organ vegetatif dan organ generatif (Sugiarti, 2017). Organ vegetatif terdiri dari akar, batang, rimpang, dan daun (Hasjim, 2013), sedangkan organ generatif terdiri atas spora, sporangium, anteridium, dan arkegonium (Rahman, 2022).

Paku adalah bagian integral dari flora dunia, karena keindahannya sebagai tanaman hias (Lestari et al., 2019). Mulai dari paku kecil yang tipis, paku yang berada di celah-celah batu, hingga paku pohon atau tiang yang kokoh dengan

daunnya yang besar dan terbelah (Apriyanti *et al.*, 2017). Saat makin mengenal paku, mulai timbul pertanyaan tentang habitat paku, mengapa paku sangat berlimpah di daerah tropis (Rohman *et al.*, 2021), bagaimana cara membedakan paku dari karakter morfologinya (Sianturi *et al.*, 2020), bagaimana hubungan kekerabatan antar satu jenis paku dengan jenis lainnya, berangkat dari pertanyaan-pertanyaan ini maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut (Leki *et al.*, 2022).

Studi morfologi memainkan peran penting dalam mengidentifikasi perbedaan dan persamaan antara berbagai jenis paku (Patigu *et al.*, 2019). Karakteristik seperti bentuk daun, tipe daun, bentuk spora dan detail morfologi lainnya dapat memberikan wawasan mendalam tentang keunikan setiap jenis (Smith *et al.*, 2006). Jenis-jenis tumbuhan yang memiliki kesamaan sifat dan bentuk hidupnya cenderung memiliki hubungan kekerabatan yang sangat dekat (Chikmawati & Tjittrosoedirjo, 2015), seperti halnya pengelompokan jenis tumbuhan Araceae di Gunung Sidole Sulawesi Tengah, dimana 9 jenis dari golongan hemiepipit IS = 76% dan 8 jenis dari golongan geofit IS = 77% (Suleman *et al.*, 2022). Eksplorasi hubungan kekerabatan antara satu jenis paku dengan jenis lainnya berdasarkan karakter morfologi memungkinkan untuk mengetahui bagaimana berbagai jenis paku saling terkait dan sejauh mana kekerabatan mereka berdasarkan karakter morfologi (Agustina *et al.*, 2019).

Penelitian sebelumnya yang meneliti hubungan kekerabatan tumbuhan paku berdasarkan karakteristik spora, morfologi serta fenetik yaitu penelitian tentang karakteristik spora tumbuhan paku asplenium kawasan Hutan Raya R. Soerjo (Pranita *et al.*, 2017), Karakteristik Morfologi Pada Tumbuhan Paku

Nephrolepis biserrata (Sw.) Schott dan *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott di Kawasan Kampus Universitas Tanjungpura (Aini *et al.*, 2022), dan *The Phenetic Relationship of Ferns (Polypodiaceae) at the Ascent of Cemoro Kandang, Mount Lawu* (Sianturi, 2020) tetapi penelitian hubungan kekerabatan jenis tumbuhan paku terrestrial di air terjun salodik berdasarkan karakter morfologi belum pernah dilakukan. Tujuan penelitian ini menginventarisasi jenis-jenis paku terrestrial dan menganalisis hubungan kekerabatan jenis tumbuhan paku terrestrial di air terjun Salodik, Sulawesi Tengah.

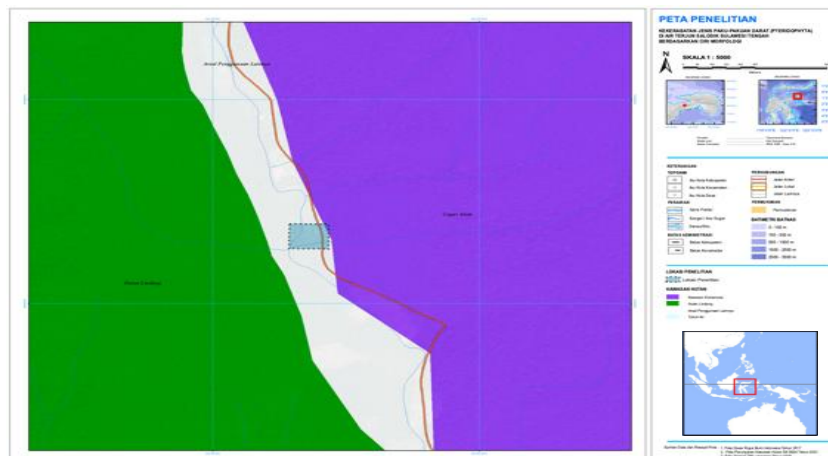
Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2023 di kawasan Air Terjun Salodik dengan luas $\pm 11,750.00$ m². Koordinat lokasi penelitian terletak pada 122°24' - 122°30' BT dan 0°7' - 0°36' LS dengan ketinggian tempat 466-500 m dpl. Secara administratif, lokasi penelitian berada dalam wilayah Desa Salodik, Kecamatan Luwuk Utara, Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah, sesuai peta dalam Gambar 1.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam pengamatan karakter morfologi meliputi: mikroskop stereo, loupe, meteran, buku identifikasi, kamera digital, pisau, scala bar, jangka sorong, kantong plastic, kertas label, koran bekas, dan alat tulis-menulis. Bahan penelitian berupa sampel jenis-jenis tumbuhan paku terrestrial dan alkohol 70% digunakan untuk pengawetan sementara koleksi spesimen selama di lapangan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Desa Salodik

Pengambilan sampel

Penelitian ini menggunakan metode jelajah dengan teknik pengambilan sampel melalui koleksi bebas. Sampel setiap jenis tumbuhan paku terestrial yang koleksi sebanyak 5 duplikat spesimen lengkap, pengambilan foto tumbuhan, identifikasi jenis tumbuhan merujuk pada buku jenis paku-pakuan Malaysia dan Indonesia (Sastrapadja *et al.*, 1979; Piggott, 1988). Karakterisasi ciri morfologi tumbuhan paku terestrial merujuk pada 40 karakter secara morfometrik, meristik dan kualitatif.

Analisis data

Data hasil pengamatan disusun dalam suatu tabel data menggunakan perangkat Microsoft Excel 2013. Analisis data pada penelitian ini dilakukan analisis kelompok (*Cluster Analysis*) menggunakan metode UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Average*) sebagai penentuan hubungan kekerabatan berupa dendrogram antar jenis tumbuhan paku terestrial. Tingkat

kemiripan karakter antar jenis merujuk pada kriteria Agustina *et al.*, (2019) sesuai Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Presentase Indeks Similaritas

Presentase	Kekerabatan
≥ 75 %	Sangat dekat
51-74 %	Dekat
26-50 %	Tidak Dekat
≤ 25	Sangat Tidak Dekat

Hasil dan Pembahasan

Keragaman jenis paku terestrial

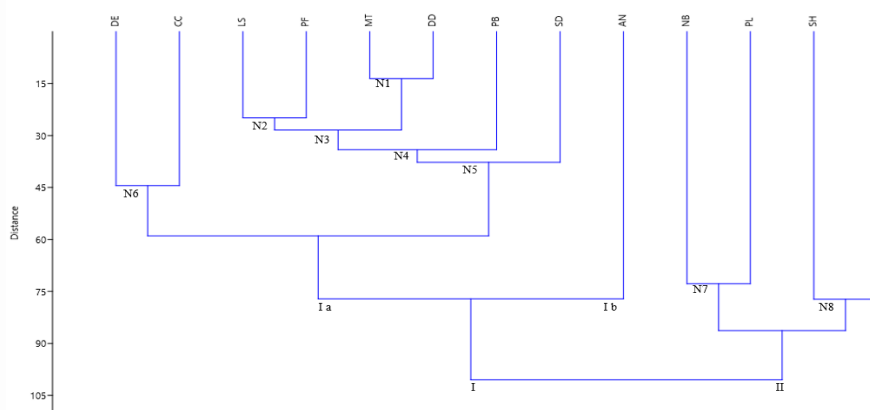
Jenis-jenis tumbuhan paku terestrial yang dijumpai di kawasan Air Terjun Salodik sebanyak 13 jenis yang termasuk dalam 3 bangsa (ordo) dan 10 suku (family) sesuai Gambar 2.

Kekerabatan jenis paku terestrial

Hasil analisis dengan *Software Paleontological Statistics* (PAST) mengenai hubungan kekerabatan antar jenis tumbuhan paku terestrial di Objek Wisata Air Terjun Salodik disajikan sesuai grafik dendrogram pada Gambar 3.



Gambar 2. (A) *Angiopteris evecta* (G.Forst.) Hoffm., (B) *Asplenium nidus* L., (C) *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott, (D) *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw., (E) *Phymatosorus longissima* (Blume) Pichi Serm., (F) *Lindsaea scandens* var. *terrestris* Hook., (G) *Selaginella doederleinii* Hieron, (H) *Pteris biaurita* L., (I) *Macrothelypteris torresiana* (Gaud.) Ching., (J) *Davallia denticulata* (Burm.f.) Mett., (K) *Chingia clavipilosa* Holtt., (L) *Sphaerostephanos heterocarpus* (Blume) Holttum., (M) *Pteris fauriei* Hieron



Gambar 3. Dendrogram Hubungan Kekerabatan 13 Jenis Tumbuhan Paku Terrestrial

Pembahasan

Keragaman jenis paku terrestrial

Keragaman jenis tumbuhan paku terrestrial yang dijumpai di kawasan Air Terjun Salodik sebanyak 13 jenis yang termasuk dalam 3 takson bangsa (ordo) yaitu Marattiales, Polypodiales dan Selaginellales. Jenis-jenis paku tersebut juga termasuk dalam 10 suku (family) yaitu *A. nidus* (Aspleniaceae), *D. esculentum* (Athuriaceae), *D. denticulata* (Davaliaceae), *L. scandens* (Dennstaedtiaceae), *N. biserrata* (Dryopteridaceae), *A. evecta* (Marattiaceae), *P. longissima* (Polypodiaceae), *P. biaurita* dan *P. fauriei* (Pteridaceae), *S. doederleinii* (Selaginellaceae), serta *C. clavopilosa*, *M. torresiana* dan *S. heterocarpus* (Thelypteridaceae).

Keragaman jenis tumbuhan paku terrestrial yang terdata dalam kawasan Air Terjun Salodik relatif sedikit dibandingkan dengan hasil penelitian jenis paku terrestrial di Kawasan Kebun Raya Kota Kendari seluas 67,70 Ha dijumpai 26 jenis termasuk dalam 6 bangsa dan 11 suku, serta jenis terbanyak dari bangsa Polypodiales, Pteridales dan Schyzaeales (Nasrandi *et al.*, 2022). Namun jika dibandingkan dengan luas lokasi penelitian yang hanya $\pm 11,750.00 \text{ m}^2$ di kawasan Air Terjun Salodik maka jumlah jenis yang dijumpai relatif masih lebih banyak dengan jenis terbanyak dari suku Thelypteridaceae dan Pteridaceae. Jumlah jenis yang dijumpai di kawasan Air Terjun Salodik juga relatif masih lebih banyak dan berbeda dari jenis tumbuhan paku terrestrial yang dijumpai di Cagar Alam Ulolanang Kecubung

Jawa Tengah yang hanya 4 jenis yang termasuk dalam 2 bangsa dan 4 suku (Atho *et al.*, 2020).

Kehadiran jenis-jenis tumbuhan paku terrestrial di kawasan Air Terjun Salodik sangat ditunjang oleh kondisi faktor lingkungan habitatnya. Antara lain, faktor lama penyinaran rata-rata 162 jam per bulan dan suhu udara berkisar antara 25,1-31,5 °C yang sangat mendukung pertumbuhan paku-pakuan. Menurut Yustiningsih (2019) bahwa intensitas cahaya memiliki dampak signifikan pada efisiensi fotosintesis dan produktivitas tumbuhan. Kondisi iklim tersebut, sesuai juga dengan pertumbuhan paku-pakuan di hutan Watumbolo, Kabupaten Sumba Barat Daya Provinsi Nusa Tenggara Timur, yaitu dengan kisaran suhu rata-rata 21-34 °C (Rafael *et al.*, 2023).

Kekerabatan jenis paku terrestrial

Hasil analisis hubungan kekerabatan fenetik berdasarkan 40 karakter morfologi dari 13 jenis tumbuhan paku terrestrial di kawasan Air Terjun Salodik terbentuk dalam 2 kluster besar (Gambar 3). Kluster I terbagi dalam subdivisi Ia dan Ib, serta kluster II. Pada dendrogram terdapat 8 node yang menggambarkan variasi hubungan kekerabatan antara jenis paku yang diamati. Kluster Ia dan Ib memiliki kesamaan karakteristik tertentu, sedangkan kluster II memiliki karakteristik yang berbeda. Berdasarkan dendrogram hasil analisis hubungan kekerabatan terbentuk pengelompokan jenis-jenis tumbuhan paku terrestrial dalam empat kategori dengan tingkat kekerabatan yaitu sangat dekat, dekat, tidak dekat dan sangat tidak dekat.

Kategori pertama tergolong tingkat kekerabatan sangat dekat adalah *M. torresiana*,

D. denticulate dengan nilai *index similarity* (IS) 86,5 dan *index dissimilarity* (ID) 13,5. Hal tersebut disebabkan banyaknya karakter yang mirip diantara keduanya, pengamatan karakter kualitatif kedua jenis ini memiliki kesamaan, yaitu bentuk daun dimorph, macam daun bulat telur (ovatus), macam daun dalam satu individu heterofilum, letak daun terletak berseling, tepi daun bergigi, letak sorus pada daun mengikuti arah venasi daun, badan penghasil sporangium terminal, bentuk berkumpulnya sporangia berbentuk sorus, memiliki satu jenis spora (homospora), bentuk ujung daun akutus, ukuran daun makrofil, memiliki daun muda menggulung (cirnatus), serta batangnya berupa rhizome.

Jenis *L. scandens*, *P. faurei* dengan nilai IS=75,2 (75,2%) dan ID=24,8 (24,8%). Diantara jenis tersebut memiliki karakter yang sama berupa warna stipe cokelat kehitaman, bentuk daun monomorf, bangun daun lanset, macam daun dalam satu individu heterofilum, letak daun terletak pada ujung tangkai, letak sorus pada daun mengikuti arah venasi daun, bentuk berkumpulnya sporangia sorus, jenis spora homospora, ornament spora psilate, permukaan daun mengkilap, bentuk tulang daun menyirip, tidak ada daun muda yang menggulung, serta batang rhizome.

Kategori kedua tingkat kekerabatan tergolong dekat pada jenis *P. biaurita* dan node 3 (*M. torresiana*, *D. denticulate*, *L. scandens*, dan *P. faurei*) dengan nilai IS= 68,2 (68,2%) dan ID=31,8 (31,8%). Diantaranya memiliki karakter yang sama berupa macam daun dalam satu individu heterofilum, bentuk berkumpulnya sporangia sorus, jenis spora (homospora), bentuk ujung daun akutus, ukuran daun makrofil, memiliki daun muda menggulung (cirnatus), serta batangnya berupa rhizome.

Jenis *L. scandens* var. *terrestris*, *P. faurei* dengan nilai IS=75,2 (75,2%) dan ID=24,8 (24,8%). Diantaranya memiliki karakter yang sama berupa warna stipe cokelat kehitaman, bentuk daun monomorf, bangun daun lanset, macam daun dalam satu individu heterofilum, letak daun terletak pada ujung tangkai, letak sorus pada daun mengikuti arah venasi daun, bentuk berkumpulnya sporangia sorus, jenis spora homospora, ornament spora psilate, permukaan daun mengkilap, bentuk tulang daun menyirip, daun muda menggulung tidak ada, serta batang rhizome.

Kategori kedua tingkat kekerabatan tergolong dekat pada jenis *P. biaurita* dan node 3 (*M. torresiana*, *D. denticulate*, *L. scandens*, dan

P. faurei) dengan nilai IS=68,2 (68,2%) dan ID=31,8 (31,8%). Diantaranya memiliki karakter yang sama berupa macam daun dalam satu individu heterofilum, bentuk berkumpulnya sporangia sorus, jenis spora homospora, ornament spora psilate, bentuk tulang daun menyirip, daun muda menggulung tidak ada, serta batang rhizome.

Jenis *S. doederleinii*, node 4 (*M. torresiana*, *D. denticulate*, *L. scandens*, *P. faurei*, dan *P. biaurita*) dengan nilai IS=64 (64%) dan ID=36 (36%). Diantaranya memiliki karakter yang sama berupa macam daun dalam satu individu heterofilum, tepi daun bergigi, bentuk spora membulat (ovatus), ornament spora psilate, bentuk ujung daun akutus, bentuk tulang daun menyirip, daun muda menggulung tidak ada, serta batang rhizome.

Jenis *D. esculentum*, *C. clavopilosa* dengan nilai IS=55,6 (55,6%) dan ID=44,4 (44,4%). Berdasarkan pengamatan karakter kualitatif kedua jenis tersebut memiliki kesamaan yaitu habitat tanah, bangun daun lanset, macam daun majemuk menyirip tunggal, macam daun dalam satu individu heterofilum, tepi daun bergigi, bentuk berkumpulnya sporangia sorus, bentuk spora membulat, jenis spora homospora, bentuk tulang daun menyirip, memiliki daun muda menggulung, serta batang rhizome.

Kategori ketiga hubungan kekerabatan tergolong tidak dekat pada jenis *N. biserrata*, *P. longissima* dengan nilai IS=27,3 (27,3%) dan ID=72,7 (72,7%). Berdasarkan pengamatan karakter kualitatif kedua jenis tersebut memiliki kesamaan yaitu habitat tanah, warna stipe cokelat kehitaman, bentuk daun dimorph, macam daun majemuk menyirip tunggal, macam daun dalam satu individu heterofilum, letak daun terletak berseling, badan penghasil sporangium helaian daun, bentuk berkumpulnya sporangia sorus, bentuk spora membulat (ovatus), jenis spora homospora, ornament spora psilate, permukaan daun halus, ukuran daun makrofil serta batang rhizome.

Kategori keempat hubungan kekerabatan tergolong sangat tidak dekat pada jenis *A. evecta*, *S. heterocarpus* dengan nilai IS=22,8 (22,8 %) dan ID=77,2 (77,2 %). Berdasarkan pengamatan karakter kualitatif kedua jenis tersebut memiliki kesamaan yaitu habitat tanah, tipe daun bipinnatifid, bentuk daun dimorph, macam daun majemuk menyirip tunggal, macam daun dalam satu individu heterofilum, letak daun terletak berseling, tepi daun bergigi, badan penghasil sporangium adventif, bentuk berkumpulnya

sporangia strobilus, jenis spora homospora, bentuk pangkal daun petiolatus, bentuk daun steril lanset, bentuk tulang daun menyirip, ukuran daun makrofil, memiliki daun muda menggulung serta batang rhizome. Jenis *A. nidus*, subdivisi Ia (*M. torresiana*, *D. denticulate*, *L. scandens*, *P. fauriei*, *P. biaurita*, *S. doederleinii*, *D. esculentum*, *C. clavopilosa*) dengan nilai IS=21,2 (21,2 %) dan ID=78,8 (78,8 %). Berdasarkan pengamatan karakter kualitatif antara *A. Nidus* dengan jenis-jenis dalam subdivisi Ia tersebut memiliki kesamaan karakter yaitu macam daun dalam satu individu heterofilum serta batang rhizome.

Kesimpulan

Terbentuk empat kategori hubungan kekerabatan antara jenis tumbuhan paku terrestrial di Objek Wisata Air Terjun Salodik, yaitu kekerabatan sangat dekat, dekat, tidak dekat dan sangat tidak dekat. Kategori pertama hubungan kekerabatan sangat dekat dengan nilai Indeks Similaritas (IS) tertinggi yaitu antara *Macrothelypteris torresiana* dengan *Davalia denticulata* (IS=86,5) dan *Lindsaea scandens* dengan *Pteris faurei* (IS=75,2). Kategori kedua hubungan kekerabatan dekat yaitu antara *Pteris biaurita* dengan node 3 (IS=68,2), *Selaginella doederleinii* dengan node 4 (IS=64), serta *Diplazium esculentum* dengan *Chingia clavopilosa* (IS=55,6). Kategori ketiga hubungan kekerabatan tidak dekat yaitu antara *Nephrolepis biserrata* dengan *Phymatosorus longissima* (IS=27,3). Kategori keempat hubungan kekerabatan sangat tidak dekat dengan nilai Indeks Similaritas (IS) terendah yaitu antara *Angiopteris evecta* dengan *Sphaerostephanos heterocarpus* (IS=22,8) dan *Asplenium nidus* dengan subdivisi Ia (IS=21,2).

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dilaksanakan dengan dana mandiri dan mendapat persetujuan dari pimpinan, untuk itu diucapkan terimakasih kepada Koordinator Prodi Pendidikan Biologi dan Dekan FKIP UNTAD.

Referensi

Agustina, M., Djufri, D., & Nurmaliah, C. (2019). Hubungan Kekerabatan Spesies Malvaceae Berdasarkan Ciri Morfologi Kinship. *Jurnal Biologi Edukasi Edisi 23*,

11(2), 25–33.

- Aini, S. Q., Ifadatin, S., & Zakiah, Z. (2022). Karakteristik Morfologi Pada Tumbuhan Paku *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott dan *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott di Kawasan Kampus Universitas Tanjungpura. *Jurnal Protobiont*, 11(1), 11–16.
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jprb/article/view/58226>
- Apriyanti, N., Jaya Santri, D., & Madang, K. (2017). Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) dan Kekerabatannya di Kawasan Air Tejun Curup Tenang Bedegung Kecamatan Tanjung Agung Kabupaten Muara Enim. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(November), 116.
- Atho, M. A., Akmal, M. A. S., Riza, R. E. N., Sinta, S. D. R., Fatim, S. F., Dian, D. N. M., & Lianah, L. (2020). The diversity of fern species (Pteridophyta) and their potential use studies in the Ulolanang Kecubung Nature Reserve. *BIOEDUSCIENCE: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 4(1), 73–81.
<https://doi.org/10.29405/j.bes/4173-814991>
- Banggai, K. (2021). *Panduan Pariwisata Kabupaten Banggai*. Dinas Pariwisata Kabupaten Banggai.
- Chikmawati, T., & Tjittrosoedirjo, S. S. (2015). Konsep Dasar Taksonomi Tumbuhan dan Sejarah Klasifikasi. *Modul 1*, 1(1), 1–39.
- Hasjim, H. (2013). *Buku Ajar Biologi Medik* (Issue 38).
- Leki, P. T., Makaborang, Y., & Ndjoeroemana, Y. (2022). Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Daerah Aliran Sungai Pepuwatu Desa Prai Paha Kabupaten Sumba Timur Sebagai Sumber Belajar Biologi. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 13(1), 42.
<https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v13i1.5304>
- Lestari, I., Murningsih, & Utami, S. (2019). Keanekaragaman jenis tumbuhan paku epifit di Hutan Petungkriyono Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah. *NICHE Journal of Tropical Biology*, 2(2), 14–21.
<https://doi.org/10.14710/niche.2.2.14-21>
- Nasrandi, D., & Kolaka, Ia Munir, A. (2022). Keragaman Tumbuhan Paku Terrestrial (Pteridophyta) Di Kawasan Kebun Raya Kota Kendari (Kajian Materi SMA Keanekaragaman Hayati Kelas X).

- AMPIBI*, 6(8.5.2017), 2003–2005.
<https://ojs.uho.ac.id/index.php/ampibi/article/view/23852>
- Patigu, R. ., Suleman, S. ., & Budiarsa, I. . (2019). Analysis of Morphological Characters as a Determination of Kinship Types of Ferns in Mamuang Oil Palm Plantation Area Lalundu Village. *Journal of Biology Science and Education*, 7(2), 515–524.
<http://jurnal.fkip.untad.ac.id>
- Piggott, A. (1988). *Ferns of Malaysia in Colour*. Tropical Press.
- Pranita, H. S., Mahanal, S., & Sapta Sari, M. (2017). Karakteristik Spora Tumbuhan Paku *Asplenium* Kawasan Hutan Raya R. Soerjo. *Jurnal Pendidikan : Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 2(4), 454–458.
<http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/>
- Praptosuwiryo, T. N., Sumanto, & Cahyaningsih, R. I. A. (2019). Diversity and host preferences of ferns and lycophytes epiphytes on palm trees. *Biodiversitas*, 20(12), 3731–3740.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d201236>
- Rafael, A., Daud, Y., & Hungu, O. (2023). Inventarisasi Jenis Tumbuhan Paku di Hutan Watumbolo, Kabupaten Sumba Barat Daya. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(3), 482–490.
<https://doi.org/10.18343/jipi.28.3.482>
- Rahman, firman ali. (2022). Buku Ajar Anatomi Tumbuhan. In *Repository.Uin-Suska.Ac.Id*. [http://repository.uin-suska.ac.id/26740/1/Haki Buku Genealogi Intelektual Melayu Tradisi Pemikiran Islam Abad ke 19 di Kerajaan Riau Lingga.pdf](http://repository.uin-suska.ac.id/26740/1/Haki%20Buku%20Genealogi%20Intelektual%20Melayu%20Tradisi%20Pemikiran%20Islam%20Abad%20ke%2019%20di%20Kerajaan%20Riau%20Lingga.pdf)
- Rohman, N. A., Qohar, I. A., Puspita, N. T., Sugeng, P., Winarno, G. D., & Dewi, B. S. (2021). Analisis Keanekaragaman Fauna Study Kasus Pada 24 (Dua Puluh Empat) Taman Nasional Di Indonesia. *Journal of People, Forest and Environment*, 1(2), 1–10.
<http://dx.doi.org/10.23960/jopfe.v1i1.468>
- Sastrapadja, D. (1979). *Jenis Paku Indonesia*. Lembaga Biologi Nasional (LIPI).
- Sianturi, A. S. R. (2020). The Phenetic Relationship of Ferns (Polypodiaceae) at the Ascent of Cemoro Kandang, Mount Lawu. *Jurnal Riset Biologi Dan Aplikasinya*, 2(2), 64.
<https://doi.org/10.26740/jrba.v2n2.p64-69>
- Sianturi, A. S. R., Retnoningsih, A., & Ridlo, S. (2020). Eksplorasi Tumbuhan Paku Pteridophyta. *Ristekditi Unnes*, 1–156.
http://opac.kaltimprov.go.id/ucs/index.php?p=show_detail&id=10583
- Smith, A. R., Pryer, K. M., Schuettpelz, E., Korall, P., Schneider, H., & Wolf, P. G. (2006). A classification for extant ferns. *Taxon*, 55(3), 705–731.
<https://doi.org/10.2307/25065646>
- Sugiarti, A. (2017). Identifikasi Jenis Paku-pakuan (Pteridophyta) Di Kawasan Cagar Alam Pagerwunung Darupono Kabupaten Kendal Sebagai Media Pembelajaran Sistemika Tumbuhan Berupa Herbarium. *Skripsi Tidak Diterbitkan*, 32–42.
<http://eprints.walisongo.ac.id/7858/>
- Suleman, S. M., Budiarsa, I. M., Ramadhan, A., Iqbal, M., & Suletra, I. K. (2022). The Relationship of Plant Types Familia Araceae on The Mountain Sidole Track Central Sulawesi Based on Morphological Character. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(4), 1092–1097.
<https://doi.org/10.29303/jbt.v22i4.4138>
- Yunita, I., Nurma, N., Ibrahim, I., & Andalia, N. (2022). Identifikasi Jenis-Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Yang Tumbuh Di Desa Uning Pune Kecamatan Putri Betung Kabupaten Gayo Lues. *Jurnal Biology Education*, 9(1), 52–68.
<https://doi.org/10.32672/jbe.v9i1.4519>
- Yustiningsih, M. (2019). Intensitas Cahaya dan Efisiensi Fotosintesis pada Tanaman Naungan dan Tanaman Terpapar Cahaya Langsung. *Bio-Edu: Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(2), 44–49.
<https://doi.org/10.32938/jbe.v4i2.385>