

**INVENTARISASI DAN HUBUNGAN KEKERABATAN
TUMBUHAN PAKU BERDASARKAN KARAKTER
MORFOLOGI DAN PALINOLOGI DI HUTAN
PETUNGKRIYONO PEKALONGAN**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



Disusun oleh:

Khotimatul Khusna

20106040018

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2024

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1827/Un.02/DST/PP.00.9/10/2024

Tugas Akhir dengan judul : Inventarisasi dan Hubungan Kekerabatan Tumbuhan Paku Berdasarkan Karakter Morfologi dan Palinologi di Hutan Petungkriyono Pekalongan

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : KHOTIMATUL KHUSNA
Nomor Induk Mahasiswa : 20106040018
Telah diujikan pada : Jumat, 30 Agustus 2024
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Shilfiana Rahayu, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 66fa711e12ba5



Penguji I
Siti Aisah, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66f72a485e557



Penguji II
Sati Ratnasari, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 66fa61002053



Yogyakarta, 30 Agustus 2024
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66fe13d0f0ed0

SURAT KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Khotimatul Khusna

NIM : 20106040018

Program Studi : Biologi

Menyatakan dengan sesungguhnya skripsi saya ini adalah asli hasil karya atau penelitian sendiri dan bukan plagiasi dari hasil karya orang lain kecuali pada bagian yang dirujuk sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya agar dapat diketahui oleh anggota dewan penguji.

Yogyakarta, 27 Agustus 2024

Yang menyatakan,



Khotimatul Khusna
NIM. 20106040018

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-



UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Khotimatul Khusna

NIM : 20106040018

Judul Skripsi : Inventarisasi dan Hubungan Kekerbatan Tumbuhan Paku Berdasarkan Karakter Morfologi dan Palinologi di Hutan Petungkriyono Pekalongan

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 27 Agustus 2024

Pembimbing

Shilfiana Bahayu M. Sc.

NIP. 19921022 201903 2 015

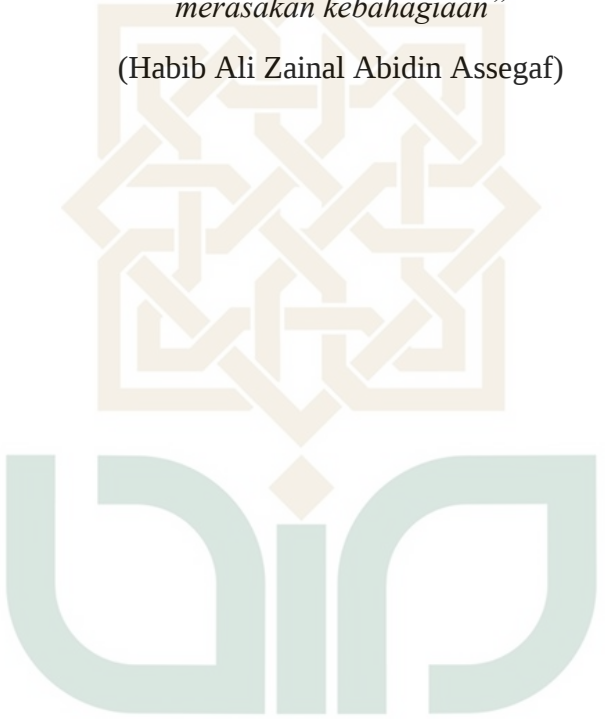
MOTTO

*“Jangan pernah berburu (mencari) hasil yang banyak, tapi tidak barokah.
Berburulah (mencarilah) hasil yang cukup-cukup saja, tapi barokah”*

(Agus Muhammad Iqdam)

*”Jangan menunggu bahagia baru bersyukur, tapi bersyukurlah maka kamu akan
merasakan kebahagiaan”*

(Habib Ali Zainal Abidin Assegaf)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri, Bapak, Ibu, dan Almh. Mbak. Terima kasih untuk diri saya sendiri yang masih terus berjuang dan tidak menyerah. Terima kasih kepada Bapak dan Ibu yang senantiasa mendidik dan mendoakan putrinya ini. Terima kasih kepada Almh. Mbak, meskipun hadirnya di dunia ini singkat, namun dapat memberikan semangat untuk terus mengejar impian. Serta untuk almameter tercinta, Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.



KATA PENGANTAR

Bismillah, alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh tahapan penelitian tugas akhir, mulai dari awal persiapan hingga penyusunan skripsi dengan baik dan lancar. Penyusunan skripsi yang berjudul “Inventarisasi dan Hubungan Kekerabatan Tumbuhan Paku Berdasarkan Karakter Morfologi dan Anatomi di Hutan Petungkriyono Pekalongan” ditujukan guna memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Sholawat serta salam dihaturkan kepada Nabi Muhammad SAW. yang telah membawa umat manusia keluar dari zaman kebodohan.

Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Najda Rifqiyati, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Shilfiana Rahayu, M. Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
3. Satiti Ratnasari, M. Sc., selaku Dosen Pendamping Akademik yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan perhatian selama masa perkuliahan.
4. Segenap dosen, Bapak Dony Eko Saputra, S. Pd. I. selaku PLP pendamping laboratorium, dan PLP lainnya, pegawai, serta civitas akademika di lingkungan Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga atas segala ilmu, nasihat, dan bantuan selama masa penelitian.
5. Bapak KH. Abdul Muhaimin, selaku pengasuh PPP. Nurul Ummahat Kota Gede yang senantiasa memberi motivasi dan doa kepada tiap santrinya,
6. Bahrudin dan Ngatijah, selaku orang tua penulis yang senantiasa mendukung serta mendoakan sehingga dapat menyelesaikan kuliah ini dengan lancar.

7. Masyarakat Petungkriyono atas segala bantuan yang diberikan selama masa penelitian di lapangan.
8. Sri Hayati, Nailatul Jannah, Dafa Alif Nu'man, dan Mas Dzulfikri Basysya, yang telah menemani dan membantu selama di lapangan. Tidak lupa Bang Lana Maulana, S.Si. yang telah membantu dalam proses identifikasi serta Nafisah Tsabita Putri dan Siti Nurlia atas bantuan dan dukungan dalam penyusunan naskah skripsi ini.
9. Teman-teman Biologi 2020 dan santri-santri PPP. Nurul Ummahat Kota Gede yang telah kebersamai penulis dan memberikan banyak doa dan dukungan.
10. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangannya. Oleh sebab itu, penulis membuka kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya. Semoga Allah SWT senantiasa meridhai segala aktivitas kita, aamiin.

Yogyakarta, 25 Agustus 2024

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Penulis

Inventarisasi dan Hubungan Kekerabatan Tumbuhan Paku Berdasarkan Karakter Morfologi dan Palinologi di Hutan Petungkriyono Pekalongan

Khotimatul Khusna

20106040018

Abstrak

Indonesia sebagai daerah tropis memiliki keanekaragaman tumbuhan paku yang tinggi. Tumbuhan paku banyak hidup di daerah lembap atau beriklim tropis, salah satunya di Hutan Petungkriyono. Peran tumbuhan paku antara lain sebagai sumber pangan, tanaman hias, penyusun ekosistem hutan, dan bioindikator lingkungan. Penelitian tumbuhan paku di Hutan Petungkriyono masih terbatas pada tumbuhan paku epifit berdasarkan karakter morfologi yang diteliti oleh Lestari *et al.*, (2019) pada 3 stasiun, yaitu hutan campuran, hutan pinus, dan kebun kopi. Tujuan penelitian ini untuk mendata dan mempelajari hubungan kekerabatan Tumbuhan Paku di Hutan Petungkriyono berdasarkan karakter morfologi dan palinologi di 3 stasiun, yaitu hutan, agroforest, dan tempat wisata. Penelitian ini dilakukan pada April-Agustus 2024 menggunakan metode eksplorasi dengan teknik *purposive sampling* dan teknik asetolisis dalam pembuatan preparat spora. Data identifikasi dan faktor lingkungan yang diperoleh dianalisis secara deksriptif kualitatif dan data hubungan kekerabatan dianalisis menggunakan MVSP 3.2 dengan metode UPGMA. Hasil penelitian diperoleh 18 spesies dari 6 famili dengan indeks similaritas hubungan kekerabatan sebesar 57% yang berarti tergolong berkerabat dekat. Hasil pengelompokan terbagi dalam dua klaster utama, yaitu kelompok A karakteristik spora tipe monolet berjumlah 13 spesies dan kelompok B karakteristik spora tipe trilet berjumlah 5 spesies. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa 18 spesies tumbuhan paku di Hutan Petungkriyono beragam dan berkerabat dekat.

Kata kunci: Hubungan Kekerabatan; Morfologi; Palinologi; Petungkriyono; Tumbuhan Paku

Inventory and Relationships of Pteridophyta Based on Morphological and Palynological Characters in the Petungkriyono Pekalongan Forest

Khotimatul Khusna

20106040018

Abstract

Indonesia as a tropical region has a high diversity of Pteridophyta. Many Pteridophyta live in humid areas or tropical climates, one of which is the Petungkriyono Forest. The role of Pteridophyta includes as a food source, ornamental plant, constituent of forest ecosystems, and environmental bioindicator. Research on Pteridophyta in the Petungkriyono Forest is still limited to epiphytic Pteridophyta based on morphological characters studied by Lestari et al., (2019) at 3 stations, namely mixed forests, pine forests and coffee plantations. The aim of this research is to record and study the relationship between Pteridophyta in the Petungkriyono Forest based on morphological and palynological characters at 3 stations, namely forest, agroforest and tourist attractions. This research was conducted in April-August 2024 using an exploration method with purposive sampling technique and acetolysis technique in making spore preparations. The identification data and environmental factors obtained were analyzed qualitatively descriptively and the kinship relationship data were analyzed using MVSP 3.2 with the UPGMA method. The research results obtained 18 species from 6 families with a kinship similarity index of 57%, which means they are classified as closely related. The grouping results were divided into two main clusters, namely group A, characteristic of monolet type spores, totaling 13 species and group B, characteristic of trilet type spores, totaling 5 species. The results of this research can be concluded that the 18 species of Pteridophyta in the Petungkriyono Forest are diverse and closely related.

Key words: Morphology; Palynology; Petungkriyono; Phenetic Relationships; Pteridophyta

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Keanekaragaman Tumbuhan Paku dan Habitatnya.....	5
B. Morfologi Tumbuhan Paku	6
C. Palinologi Tumbuhan Paku	8
D. Klasifikasi Tumbuhan Paku	11
E. Manfaat dan Peran Tumbuhan Paku.....	12
F. Hutan Petungkriyono.....	14
G. Pengertian Inventarisasi dan Identifikasi.....	14

H. Hubungan Kekerabatan	15
I. Kajian Penelitian Tumbuhan Paku	17
BAB III METODE PENELITIAN	21
A. Waktu dan Tempat	21
B. Alat dan Bahan	21
C. Prosedur Kerja	21
D. Teknik Analisis Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
A. Inventarisasi Tumbuhan Paku Petungkriyono	26
B. Faktor Lingkungan	29
C. Deskripsi Tumbuhan Paku Petungkiyono	30
D. Analisis Hubungan Kekerabatan Tumbuhan Paku Petungkriyono	56
E. Analisis Karakter yang Berpengaruh terhadap Pengelompokkan Tumbuhan Paku Petungkriyono.....	65
BAB V PENUTUP.....	71
A. Kesimpulan.....	71
B. Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN	80

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kajian penelitian terdahulu terkait tumbuhan paku.....	17
Tabel 2. Spesies-spesies tumbuhan paku yang ditemukan di Hutan Petungkriyono..	27
Tabel 3. Faktor lingkungan di Petungkriyono.....	29
Tabel 4. Karakter dan Nilai Komponen Utama (PCA) yang berpengaruh.....	66
Tabel 5. Skoring <i>multivariant</i>	80
Tabel 6. <i>Tally sheet</i> penelitian.....	82
Tabel 7. Hasil analisis hubungan kekerabatan tumbuhan paku dengan MVSP.....	89



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Morfologi tumbuhan paku	6
Gambar 2. Palinologi tumbuhan paku	9
Gambar 3. Peta lokasi penelitian	22
Gambar 4. <i>Diplazium dilatatum</i> Blume.....	31
Gambar 5. <i>Diplazium simplicivenium</i> Holttum	32
Gambar 6. <i>Thelypteris appendiculata</i> (Blume) C.F.Reed	34
Gambar 7. <i>Thelypteris dentata</i> (Forssk.) E.P.St.John,	35
Gambar 8. <i>Thelypteris megaphylla</i> (Mett.) K.Iwats.....	36
Gambar 9. <i>Thelypteris truncata</i> (Poir.) K.Iwats.....	38
Gambar 10. <i>Blechnum orientale</i> L.	39
Gambar 11. <i>Asplenium nidus</i> L.	40
Gambar 12. <i>Deparia japonica</i> (Thunb.) M.Kato.....	41
Gambar 13. <i>Microlepia speluncae</i> (L.) T.Moore,	43
Gambar 14. <i>Sphaeropteris glauca</i> (Blume) R.M.Tryon.....	45
Gambar 15. <i>Nephrolepis brownii</i> (Desv.) Hovenkamp & Miyam	47
Gambar 16. <i>Phymatosorus membranifollius</i> (R.Br.) S.G.Lu	48
Gambar 17. <i>Pleocnemia irregulari</i> (C.Presl) Holttum.....	49
Gambar 18. <i>Tectaria melanocaulos</i> (Blume) Copel.....	51
Gambar 19. <i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link,	52
Gambar 20. <i>Pteris longipinnula</i> Wall. ex J.Agardh,	54
Gambar 21. <i>Selaginella plana</i> (Desv.) Hieron,	55
Gambar 22. Diagram hubungan kekerabatan 18 spesies tumbuhan paku di Hutan Petungkriyono berdasarkan karakter morfologi dan palinologi	57

Gambar 23. Diagram sebar <i>biplot</i> 18 spesies tumbuhan paku di Hutan Petungkriyono berdasarkan karakter morfologi dan palinologi.....	68
Gambar 24. Dokumentasi penelitian	90



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel <i>skoring multivariant</i>	80
Lampiran 2. <i>Tally sheet</i> inventarisasi dan identifikasi tumbuhan paku di Hutan Petungkriyono berdasarkan karakter morfologi	82
Lampiran 3. Hasil analisis hubungan kekerabatan tumbuhan paku di Hutan Petungkriyono dengan metode analisis klaster di MVSP.....	89
Lampiran 4. Dokumentasi penelitian	90

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Keanekaragaman hayati penting dalam membentuk ekosistem serta memberikan daya dukung bagi kehidupan di muka bumi. Allah SWT telah menciptakan berbagai bentuk keanekaragaman hayati, sebagaimana dalam firmanNya Q.S. Al-An'am ayat 141 yang berkenaan dengan keanekaragaman hayati tumbuhan.

وَهُوَ الَّذِي أَنشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَّعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أَكْثُهُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَانَ
مُتَشَبِّهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِّهٍ .

“Dan Dia-lah yang menjadikan tanaman-tanaman yang merambat dan yang tidak merambat, pohon kurma, tanaman yang beraneka ragam rasanya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak serupa (rasanya).”

Indonesia adalah negara yang terletak di daerah tropis, sehingga memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi (Rafael *et al.*, 2023). Salah satu kekayaan keanekaragaman hayati Indonesia berupa tumbuhan paku (Windari, *et al.*, 2021). Jenis tumbuhan paku di Indonesia diperkirakan sebanyak 2.197 jenis dan 630 jenisnya ditemukan di Pulau Jawa (Murniningtyas *et al.*, 2016).

Tumbuhan paku (Pteridophyta) termasuk tumbuhan tingkat rendah, yakni tumbuhan yang masih bereproduksi dengan spora, namun sudah dapat dibedakan antara akar, batang, dan daunnya. Tumbuhan paku telah memiliki berkas pembuluh sehingga tergolong Tracheophyta (Tjitrosoepomo, 2014). Hidupnya di daerah lembap, di tanah, di air, menempel pada permukaan batu, tanah, dan pohon (Ulfa, 2017).

Tumbuhan paku bermanfaat sebagai sumber bahan pangan, tanaman hias, media tanam, kerajinan tangan, dan gulma pertanian (Syukur, 2019; Ramandey, 2022). Senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan tumbuhan paku dapat

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Inventarisasi tumbuhan paku di Hutan Petungkriyono menghasilkan 18 spesies yang termasuk dalam 14 genus dan 6 famili.
2. Hasil pengamatan tumbuhan paku di Hutan Petungkriyono didapatkan beberapa karakter pembeda antar famili. Secara morfologi, Aspleniaceae memiliki sorus linier, Cyatheaaceae, Dennstaedtiaceae, Pteridaceae, dan Polypodiaceae memiliki sorus bulat, serta hanya Sellaginellaceae yang memiliki strobilus. Secara palinologi, Aspleniaceae dan Polypodiaceae memiliki spora monolet, sedangkan Cyatheaaceae, Dennstaedtiaceae, Pteridaceae, dan Sellaginellaceae memiliki tipe spora trilet.
3. Hubungan kekerabatan pada 18 spesies tumbuhan paku di Hutan Petungkriyono dengan indeks similaritas 57% yang berarti tergolong berkerabat dekat. Terbagi dalam dua klaster utama. Kelompok A karakteristik spora tipe monolet berjumlah 13 spesies terdiri atas *Asplenium nidus*, *Blechnum orientale*, *Deparia japonica*, *Diplazium dilatatum*, *Diplazium simplicivenium*, *Microlepia speluncae*, *Thelypteris appendiculata*, *Thelypteris dentata*, *Thelypteris megaphylla*, dan *Thelypteris truncata*. Kelompok B karakteristik spora tipe trilet berjumlah 5 spesies terdiri atas *Nephrolepis brownii*, *Pityrogramma calomelanos*, *Phymatosorus membranifolius*, *Pleocnemia irregulari*, *Pteris longipinnula*, *Selaginella plana*, dan *Sphaeropteris glauca*.

B. Saran

1. Saran untuk identifikasi tumbuhan paku secara palinologi menggunakan teknik pembuatan preparat spora dengan metode asetolisis dengan pengamatan secara *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk

memperoleh informasi karakter lebih banyak atau dengan pengamatan *Transmission Electron Microscope* (TEM) sehingga nampak karakter warna pada spora.

2. Saran untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai inventarisasi dan hubungan kekerabatan tumbuhan dengan menambahkan karakter lain sebagai karakter pendukung atau pelengkap seperti karakter genetik/molekulernya dan fitokimia untuk memberikan data yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- A'tourrohman, M., Surur, M. A., Nabila, R. E., Rahmawati, S. D., Fatimah, S., Ma'rifah, D. N., Lianah. (2020). Keanekaragaman jenis paku-pakuan (Pteridophyta) dan kajian potensi pemanfaatannya di Cagar Alam Ulolanang Kecubung. *Bioeduscience*, 4(1), 73-81.
- 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 Tumbuhan Paku *Nephrolepis biserrate* (Sw.) Schott dan *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott di Kawasan Kampus Universitas Tanjungpura. *Jurnal Protobiont*, 11(1), 11-16.
- Akbar, H. K., Muhimmatin, I., & Nugrahani, M. P. (2023). Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Wisata Air Terjun Kalibendo Banyuwangi. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 14(1), 90. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v14i1.7777>.
- Akbar, M., Santri, Didi, J., & Ermayanti, E. (2018). Morfologi Perkembangan Jenis Paku *Davalia Denticulata*, *Microsorium Scolopendria*, *Nephrolepis Biserrata* Dan Sumbanganya Pada Pembelajaran Biologi SMA. *Jurnal Pembelajaran Biologi*, 5(1), 56–73.
- Aldiansyah, R., Syamswisna, Prameswari, A. A., Ariyansyah, I., Anggini, P., & Diarsih, A. A. (2024). Studi Literatur: Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Kalimantan Barat. *Biogenerasi*, 9(2).
- Ali, N., I. Hussain, S. Ali, N.U. Khan, and I. Hussain. (2021). Multivariate analysis for various quantitative traits in wheat advanced lines. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(1), 347–352. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.10.011>
- Andayaningsih, D., Chikmawati, T., Sulistijorini (2013). Keanekaragaman Tumbuhan Paku Terestrial di Hutan Kota DKI Jakarta. *Berita Biologi*, 12(3), 297-305.
- Andriyani, S. D., Sifa, M., Habibie, C., & Rifandi, R. A. (2022). Kajian Pengelolaan Potensi Ekowisata Petungkriyono, Kabupaten Pekalongan. *Envioist Journal (Environmental Sustainability Journal)*, 3, 100–105.
- Anggraini, L. A., Saripurna, D., Rizky, F., Lilis, N., & Anggrani, A. (2019). Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Hama Pada Tanaman Cycas Menggunakan Metode Certainty Factor. *Jurnal CyberTech*, 2(1), 101–113. <https://ojs.trigunadharma.ac.id/>.
- Anju & Gulia, P. (2016) Clustering in big data: A review. *International Journal of Computer Applications*, 153(3), 44–47. doi: 10.5120/ijca2016911994.
- Arini, I., & Kihno, J. (2012). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Cagar Alam Gunung Ambang Sulawesi Utara. *Info BPK Manado*, 2(1), 17–40.

- Arrijani. (2003). Phenetic relationship of Genus *Knema*, *Horsfieldia*, and *Myristica* in Java based on pollen morphological evidence. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 4(2), 83–88. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d040203>.
- Arrisaldi, T., Radityo, D., Atmojo, H. T., & Ekasara, A. R. (2022). Pemetaan Kerawanan Fisik Longsor Kecamatan Petungkriyono Dengan Metode Pembobotan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No . 22 / PRT / M / 2007. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 2(2), 55–70.
- Betty, J., Linda, R & Lovandi, I. (2015). Inventarisasi Jenis Paku-Pakuan (Pteridophyta) Terrestrial di Hutan Dusun Tauk Kecamatan Air Besar Kabupaten Landak. *Protobiont*, 4(1), 94-102.
- Diatrinari, F & Parnomo. (2019). Hubungan Kekerabatan Fenetik Kultivar Krisan (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) di Pakem Daerah Istimewa Yogyakarta Berdasarkan Karakter Anatomis Daun dan Batang. *Bioma*, 15(1), 21-26.
- Eprilurahman, R., Qurniawan, T. F., Kusuma, K. I., & K, C. H. (2010). Studi Awal Keanekaragaman Herpetofauna Dipetungkriyono, Kabupaten Pekalongan, Provinsi Jawa Tengah. *Zoo Indonesia*, 19(1), 19–30.
- Imaniar, R. (2017). Identifikasi Keanekaragaman Tumbuhan Paku di Kawasan Air Terjun Kapas Biru Kecamatan Pranojiwo Kabupaten Lumajang Tahun 2017 Serta Pemanfaatannya sebagai Booklet. *Pendidikan Biologi*.
- Hardiyanto, H., Mujiarto, E., & Sulasmi, E. (2017). Kekerabatan Genetik Beberapa Spesies Jeruk Berdasarkan Taksonometri. *Jurnal Hortikultura*, 17(3), 98555.
- Haribowo, D. R., Ramadhani, L. A., Khairiah, A., Fadly, I. F., Putra, A. F. S., Wulandari, A., Hindrayani, W., Aminudin, I., & Vahlevi, R. R. (2023). Keanekaragaman dn Potensi Pemanfaat Tumbuhan Paku di Kawasan Tapos, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. *Bioma*, 25(2), 113-131.
- Hasanah, F. N. (2020). Keanekaragaman dan Kemelimpahan Tumbuhan Paku di Cagar Alam Donoloyo sebagai Bahan Pengembangan Multimedia Interaktif *Biologi di SMA. Journal of Biology Learning*, 2(2), 104. <https://doi.org/10.32585/jbl.v2i2.1264>.
- Hasnunidah, N. (2019). Botani Tumbuhan Rendah. *Ebook*. Lampung: Graha Ilmu.
- Hetharie, H., Raharjo, S. H. T., & Jambormias, E. (2018). Pengelompokkan Klon-klon Ubi Jalar Berdasarkan Analisis Gerombol, Komponen Utama, dan Biplot dari Karakter Morfologi. *Journal of Agronomy Indonesia*, 4(3), 276-282.
- Hutasuhut, M. A. & Febriani, H. (2019). Keanekaragaman Paku-pakuan Terrestrial di Kawasan Taman Wisata Alam Sicike-cike. *JURNAL BIOLOKUS*, 2(1).
- Janna, M., D.R. Reny, Sepriyaningsih. (2020). Keanekaragaman jenis tumbuhan Pteridophyta (Paku-pakuan) di Kawasan Curug Panjang Desa Durian Remuk Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 7(1): 19-2.
- Karim, W. A., Nurlia, N., Ndolan, Y., & Samaduri, A. (2022). Inventarisasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di hutan Batu Tikar Kecamatan Luwuk Kabupaten Banggai. *Jurnal Biologi Babasal*, 1(1), 28–33.

<https://doi.org/10.32529/jbb.v1i1.1649>.

- Kandari, A. M., Marwah, S., Kasim, S., Indriyani, L., dan Albasri. (2021). Jenis-jenis Vegetasi di Kebun Raya UHO Konservasi ex-Situ dan Pengontrol Stabilitas Iklim Buku I. *Ebook*. Kendari: Universitas Halu Oleo Press.
- Katili, A. S. (2013). Deskripsi Pola Penyebaran Dan Faktor Bioekologis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Cagar Alam Gunung Ambang Sub Kawasan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. *Jurnal Sainstek*, 7(2).
- Kirno, F., Astiani, D., & Ekamawanti, H. A. (2018). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku-Pakuan (Pteridophyta) dan Kondisi Tempat Tumbuhnya Pada Hutan Rawa Gambut Sekunder Dan Lahan Gambut Terbuka. *Jurnal Hutan Lestari*, 7(1), 11-20.
- Kubitzki, K., Kramer, K. U., dan Green, P. S. (1990). The Families and Genera of Vascular Plants. I. Pteridophytes and Gymnosperms. *Ebook*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH.
- 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://ejournal2.undip.ac.id/index.php/niche>.
- Laely, S. N., Widyastuti, A., & Widodo, P. (2020). Keanekaragaman Tumbuhan Paku Terestrial di Cagar Alam Pemalang Jawa Tengah. *BioEksakta : Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(1), 116. <https://doi.org/10.20884/1.bioe.2020.2.1.1966>
- Liana, A., Purnomo, Sumardi, I., & Daryono, B. S. (2018). Hubungan Kekerabatan Bambu Di Pulau Selayar Berdasarkan Karakter Morfologis. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*, 161-166.
- Ma'had Tahfidh Yanbu'ul Qur'an. (2023). *Al Quddus Al Qur'an Terjemah Bi Rosm Ustmani*. Kudus: CV. Mubarakatan Thoyyibah.
- Mardiastuti, D., Hamidah, & Junairiah. (2015). Keanekaragaman Dan Hubungan Kekerabatan Pada Jambu Air (*Syzygium Aqueum* Burm.F. Alston) Melalui Pendekatan Morfologi Di Perkebunan Bhakti Alam, Pasuruan. *Jurnal Ilmiah Biologi FST*, 3(1), 21-27.
- Mardiyana, M., Murningsih, & Utami, S. (2019). Inventarisasi Anggrek (Orchidaceae) Epifit di Kawasan Hutan Petungkriyono Pekalongan Jawa Tengah. *Jurnal Akademika Biologi*, 8(2), 1–7.
- Marpaung, D. R. A. K. (2019). Inventarisasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Sopotinjak, Taman Nasional Batang Gadis (Tnbg), Kabupaten Mandailing Natal. *Eksakta : Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran MIPA*, 4(2), 79. <https://doi.org/10.31604/eksakta.v4i2.79-84>.
- Miswarti, Nurmala, T., & Anas. (2014). Karakterisasi dan Kekerabatan 42 Aksesori Tanaman Jawawut (*Setaria italica* L. Beauv). *Jurnal Pangan*, 23(2), 166–177. <https://doi.org/10.33964/jp.v23i2.61>.
- Mubarok, Adnjani, M., & Trimana. (2019). Strategi Komunikasi untuk Petungkriyono Pengembangan Agrotechno Forestry-Park sebagai

- Pariwisata Unggulan dan Pendidikan Pelestarian Alam. *Prosiding Konferensi Internasional Kajian Komunikasi, Budaya dan Media*, 16–18.
- Murniningtyas, E., Wahyuningsih, D., Effendy, S.S. (2016). *Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan 2015-2020*. Bappenas, Bogor.
- Nasution, J., Nsution, J., dan Kardhinata, EH. (2018). Inventarisasi Tumbuhan Paku di Kampus I Universitas Medan Area. *Klorofil*, 1(2), 105-110.
- Nikmatullah, M., Renjana, E., Muhaimin, M., Rahayu, M. (2020). Potensi tumbuhan paku (Ferns & Lycophytes) yang dikoleksi di Kebun Raya Cibodas sebagai obat. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 13(2), 278-287.
- Patigu, R. F., Suleman, S. M., dan Budiarsa I. M. (2019). Analisis Karakter Morfologi sebagai Penentuan Hubungan Kekerabatan Jenis Tumbuhan Paku di Daerah Perkebunan Kelapa Sawit Mamuang Desa Lalundu. *Journal of Biology Science and Education*, 7(2), 515–524. <https://doi.org/10.22487/jbse.v7i2.1138>.
- Polihito, R. A. (2022). Hubungan Kekerabatan Fenetik Lima Anggota Familia Araceae. *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 7(2). <https://doi.org/10.23969/biosfer.v7i2.6120>.
- Pradipta, A. R., Hariani, S. A., & Novenda, I. L. (2023). Identifikasi Tumbuhan Paku Berdasarkan Letak dan Posisi Sorus dengan Ketinggian Berbeda di Kabupaten Bondowoso. *Biologi Edukasi: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 15(1), 18–28. <https://doi.org/10.24815/jbe.v15i1.30490>.
- Prayudha, H.N., A.M. Noerrizki, H. Maulana, D. Ustari, N. Rostini, dan A. Karuniawan. (2019). Keragaman Genetik Klon Ubi Jalar Ungu Berdasarkan Karakter Morfologi dan Agronomi. *Buletin Palawija*, 17(2), 94–101.
- Priska, Uda, S. K. & Akhmadi. (2023). Hubungan Kekerabatan Fenetik Tumbuhan Anggota Suku Cucurbitaceae di Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas untuk Menunjang Materi Keanekaragaman Hayati Kelas X SMA. *BiosciED: Journal of Biological Science and Education*, 4(1), 44-61.
- Pujiastuti, Mudakir, I., A. Hariyani, S., & Lia Novenda, I. (2023). Identification of Pteridophyta Plants in Jember, East Java Indonesia. *International Journal of Advanced Research*, 11(05), 136–144. <https://doi.org/10.21474/ijar01/16860>.
- Purba, T. H. P., & Chasani, A. R. (2021). Phenetic analysis and habitat preferences of wild orchids in Gunung Gajah, Purworejo, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(3), 1371-1377. doi:10.13057/biodiv/d220338.
- Qotrunnada, Q. & Susandarini, R. (2022). Keanekaragaman dan Hubungan Kekerabatan Fenetik Spesies Anggota Famili Asteraceae di Jalur Pendakian Gunung Lawu Berdasarkan Karakter Morfologis. *Bioma*, 24(1), 43-53.
- Rafael, A., Daud, Y., & Hungu, O. (2023). Inventarisasi Jenis Tumbuhan Paku di Hutan Watumbolo, Kabupaten Sumba Barat Daya. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 23(3), 482-490.
- Rahmawati, Hasanuddin, & Nurmaliah, C. (2016). Hubungan Kekerabatan Fenetik Tujuh Anggota Familia Apocynaceae. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*, 1(1), 1–9.

- Ramadhan, F., & Rusmadi. (2022). Identifikasi Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Taman Hutan Wisata Prabalintang Danasari Kabupaten Tegal. *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, 4(1), 10–22.
- Ramandey, J. M. (2022). Pemanfaatan dan Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) (Studi Kasus pada Suku Walani di Distrik Biandoga Kabupaten Intan Jaya). *Jurnal FAPERTANAK*, 7(1).
- Rizky, H., Primasari, R., Kurniasih, Y., & Vivanti, D. (2018). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku Terestrial di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Banten. *Biosfer, J.Bio. & Pend.Bio*, 3(1).
- Sahertian, D. E. & Tetelepta, L. D. (2022). Inventarisasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Kawasan Benteng Duurstede Desa Saparua Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 13(1), 8-13.
- Saputro, R. W. & Sri U. (2020). Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Kawasan Candi Gedong Songo Kabupaten Semarang. *Jurnal Bioma*, 22(1), 53-58.
- Setiawati, T., Karyono, T., Supriatun A., & Kurniawan. (2013). Analisis Keragaman Genetik Kerabat Liar Ubi Jalar Asal Citath sebagai Sumber Gen untuk Merakit Ubi Jalar Unggul Berdasarkan Karakter Morfologi. *Biodjati*, 3, 14-20.
- Sari, W. D. P. (2013). Variasi Bentuk Daun Lateral pada Marga Selaginella di Sumatera Utara. *J. Biosains Unimed*, 1(2).
- 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.
- Silva, V.L., K. Mehltreter, J. L. Schmitt. (2018). Fern as Potential Ecological Indicators of Edge Effects in Two Types of Mexican Forest. *Ecological Indicator*, (93), 669-676.
- Sofiyanti, N., & Harahap, P. H. (2019). Inventarisasi Dan Kajian Palinologi Jenis-Jenis Tumbuhan Paku (Pterodofita) Epifit Di Kawasan Universitas Riau, Provinsi Riau. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(2), 214–220. <https://doi.org/10.29303/jbt.v19i2.1266>.
- Sofiyanti, N. & Isda, M. N. (2019). Jenis-jenis Tumbuhan Paku (Pteridofita) dari Hutan Universitas Riau, Provinsi Riau dan Pola Pita DNA Berdasar Penanda DNA M13Primer. *Biospecies*, 12(1), 24-32.
- 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), 102–110. <https://doi.org/10.29303/jbt.v20i1.1711>.
- Sofiyanti, Nery, & Harahap, Putri Handayani. (2019). Inventarisasi Dan Kajian Palinologi Jenis-Jenis Tumbuhan Paku (Pterodofita) Epifit Di Kawasan

- Universitas Riau, Provinsi Riau. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(2), 214. doi: 10.29303/jbt.v19i2.1266.
- Sofiyanti, N., Iriani, D., Marpaung, AA., & Fitmawati. (2017). Karakteristik dan Metode Pembuatan Preparat Spora Pteridoflora. *Ebook*. Pekanbaru: UR Press.
- Sungkawati, M. Hidayati, L., Daryono, B. S., & Purnomo. (2019). Phenetic analysis of *Curcuma* spp. in Yogyakarta, Indonesia based on morphological and anatomical characters. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(8), 2340-2347. DOI:10.13057/biodiv/d200832.
- Suryadi, Muhibuddin, Hasanuddin, Samingan, & Nurmaliah, C. (2020). Phenetic Kinship of Eight Ferns from Filicinae Class Based on Morphological and Anatomical Characteristic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1460(1):012077. DOI:10.1088/1742-6596/1460/1/012077.
- Suryana, Budiono, R., Nunuz, E., Nurinsaniwaafi, E., & Syahidah, Z. D. (2022). Bioprospeksi Tumbuhan Pakis (Pteridophyta) Di Desa Calingcing Kecamatan Sukahening Kabupaten Tasikmalaya. 5(2).
- Suryana, E., Febriyanti, Y., & Arisandy, D. A. (2023). Keanekaragaman Tumbuhan Selaginella di Kawasan Bukit Gatan Kabupaten Musi Rawas. *Nnusantra Hasana Journal*, 2(9), 31-39.
- Syukur, M. (2019). Jenis dan Pemanfaatan Paku-pakuan oleh Masyarakat Desa Ulak Jaya Kecamatan Sintang Kabupaten Sintang. *Jurnal Piper*, 15(28), 12–21. <https://jurnal.unka.ac.id/index.php/piper/article/view/296>.
- Taslim, E., Tadulako, U., Bumi, K., & Tondo, T. (2019). Inventarisasi Jenis Paku-pakuan (Pteridophyta) di Jalur Pendakian Nokilalaki Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. *Jurnal Biocelbes*, 13, 152–161.
- Tjitrosoepomo, G. (2009). *Taksonomi Umum: Dasar-dasar Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tjitrosoepomo, G. (2014). *Taksonomi Tumbuhan (Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tuelah, S. N., Moko, E. M., Lawalata, H. J. & Butarbutar, R. R. (2023). Identifikasi dan Keanekaragaman Spesies Tumbuhan Paku-pakuan di Kawasan Hutan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur, Sulawesi Utara. *JPROTAN: Jurnal Produksi Tanaman*, 11(3), 209-218. <http://dx.doi.org/10.21776/ub.protan.2023.011.03.08>.
- Ulfa, S. W. (2017). *Botani Cryptogamae*. *Ebook*. Medan: Perdana Publishing.
- Ulfa, S. W., Nabila, A. P., Tambunan, N. S., Siregar, R., dan Sinaga, S. A. (2023). Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) yang Dimanfaatkan sebagai Tumbuhan Obat di Daerah Sumatera Utara. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, 3(3), 2290-2304.
- Usmanti, E., Kurniawan, F. Y., Meidianing, M. I., Basri, A. R., dan Semiarti, E. (2022). Biodiversitas dan Kekerabatan Fenetik Spesies Anggrek Alam di Kawasan Ekowisata Ayunan Langit, Kulonprogo. *AL-KAUNIYAH: Jurnal Biologi*, 15(2), 277-289. <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/kauniyah>.
- Van Delsen MSN, Wattimena AZ, Saputri S. (2017). Penggunaan metode analisis

- komponen utama untuk mereduksi faktor-faktor inflasi di Kota Ambon. *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan* 11(2), 109–118.
- Wicaksono, A.A., D. Ustari · S. Pratiwi · S. Mubarak · A. Karuniawan. (2022). Pengujian Karakter Hasil Dan Komponen Hasil Klon Ubi Jalar Berdaging Putih Berdasarkan Analisis Multivariat. *Jurnal Kultivasi*, 2(1), 113-125.
- Widhiono, I. 2015. "Konservasi Keanekaragaman Hayati Hutan Petungkriyono Melalui Ekowisata". 1-11.
- Wijayanti, L., Mahmudati, N., & Prihanta, W. (2015). Studi Kekerabatan Fenetik Genus *Pteris* dengan Metode Taksimetri. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 607–616.
- Windari, Khotimperwati, L., dan Murningsih. (2021). Keanaeragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Kawasan Wisata Air Terjun Jurang Nganten Kabupaten Jepara. *Bioma*, 23(2), 107-111.
- Yuliasuti E, Herawatiningsih R, dan Wahdina, (2014). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku-pakuan (Pteridophyta) di Desa Bemban Kawasan Hutan Lindung Gunung Ambawang Kecamatan Kubu Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Hutan Lestari*, 2(2), 198-206. DOI: <http://dx.doi.org/10.26418/jhl.v2i2.6135>.
- Yusal, M. S., & Toni, G. (2021). Fern inventorization in Cunca Rami Waterfall Zone of West Manggarai, East Nusa Tenggara. *Jurnal Pembelajaran Dan Biologi Nukleus*, 7(1), 218–234. <https://doi.org/10.36987/jpbn.v7i1>.
- Yusuf, M. A. M. (2009). Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Cagar Alam Gebungan Kabupaten Semarang. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Ziraluo, Y. P. B., Zebua, N., & Zebua, E. N. K. (2023). Biodiversitas dan Kekerabatan Fenetik antara Spesies Anggota Famili Araceae Berdasarkan Karakter Morfologi di Kabupaten Nias Selatan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 123–136.