

**DISTRIBUSI DAN KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN PAKU
(*Pteridophyta*) DI JALUR GUGURAN AWAN PANAS GUNUNG MERAPI**

SKRIPSI

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



Disusun oleh:
Ahmad Makarim P
19106040018

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2024**



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1646/Un.02/DST/PP.00.9/08/2024

Tugas Akhir dengan judul : Distribusi dan Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Jalur Guguran Awan Panas Gunung Merapi

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : AHMAD MAKARIM PRAMUDITA
Nomor Induk Mahasiswa : 19106040018
Telah diujikan pada : Kamis, 15 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
Siti Aisah, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66ce70ba84cad



Penguji I
Shilfiana Rahayu, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 66ce3cfa99b9a



Penguji II
Ardyan Pramudya Kurniawan, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66ce71b2e11ed



Yogyakarta, 15 Agustus 2024
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66ce8cd2d0b34

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Makarim Pramudita

NIM : 19106040018

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, 31 Juli 2024

g menyatakan,



Ahmad Makarim Pramudita

NIM. 19106040018

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamualaikum

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

Nama : Ahmad Makarim P

NIM : 19106040018

Judul Skripsi : Distribusi dan Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Jalur Guguran Awan Panas Gunung Merapi

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 mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 2 Agustus 2024
Pembimbing


Siti Alsah, S.Si., M.Si.
NIP. 19740611 200801 2 002

MOTTO

خَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمْ لِلنَّاسِ

“Sebaik-baik manusia adalah mereka yang bermanfaat bagi manusia lainnya”

(H.R. Ath-Thabari)



PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk keluarga, sahabat, orang tua kami di
kampus, dan almamater tercinta-UIN sunan Kalijaga Yogyakarta



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Distribusi dan Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Jalur Guguran Awan Panas Gunung Merapi". Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Siti Aisah, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama proses penulisan skripsi ini.
2. Ibu Dias Idha Pramesti, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang juga telah banyak membantu dan memberikan masukan yang berharga.
3. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, M.A, Ayahanda Rektor UIN Sunan Kalijaga, yang senantiasa memotivasi dan memberikan saran berharga bagi penulis
4. Bapak Dr. Abdul Rozaki. S.Ag. M.Si. Ayahanda Wakil Rektor III UIN Sunan Kalijaga yang selalu memberikan ruang ekspresi dan berproses bagi penulis

5. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
6. Ibu Najda Rifqiyati, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Biologi beserta seluruh dosen dan staf pengajar yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama masa studi
7. Orang tua, keluarga, dan kerabat—Bapak Drs. H. Suharto, Ibu Ir. Tri Hidayatun, Mbak Isabella Nindya. S.Kom. M.M, Mas Gun Gun Gumilar. S.Si.Apt, Kak Sheina, Mbak Sheila, Mas Sharga, Mbak Wulan, Budhe Herlina, dan Ayuk Latifah. S.Pd yang selalu memberikan dukungan moral, spiritual, dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini.
8. Sahabat seperjuangan di Program Studi Biologi, PMII Rayon Aufklarung, dan DEMA UIN Sunan Kalijaga 2023 yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan kebersamaan selama masa studi dan penyusunan skripsi ini.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam bentuk apapun selama penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi perbaikan dan penyempurnaan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 30 Juli 2024

Penulis,

DISTRIBUSI DAN KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN PAKU (*Pteridophyta*) DI JALUR GUGURAN AWAN PANAS GUNUNG MERAPI

Ahmad Makarim P
19106040018

Abstrak

Tumbuhan paku merupakan bagian penting daripada keseimbangan ekosistem dengan berbagai perannya, terutama pada konteks suksesi vegetasi. Taman Nasional Gunung Merapi merupakan sebuah kawasan konservasi yang memiliki karakteristik khas. Kawasan ini memiliki tingkat aktivitas vulkanik yang tinggi, menyebabkan disrupsi signifikan terhadap vegetasi di sekitarnya, khususnya pada kawasan terdampak awan panas. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan keanekaragaman, struktur distribusi, Indeks Nilai Penting (INP), dan status konservasi tumbuhan paku di daerah terdampak awan panas letusan Gunung Merapi. Penelitian dilakukan di jalur guguran awan panas di kawasan Taman Nasional Gunung Merapi, dengan fokus pada bantaran Sungai Gendol. Metode yang digunakan meliputi inventarisasi dan analisis vegetasi untuk mengidentifikasi spesies, distribusi, Indeks Nilai Penting (INP), dan status konservasi tumbuhan paku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman tumbuhan paku di area tersebut masuk dalam kategori sedang yang terdiri dari 18 spesies dan 11 famili berbeda dengan jumlah total 2048 individu. Dari seluruhnya, eksistensi spesies didominasi oleh *Pityrogramma calomelanos* dengan total 321 individu. Analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan *Pityrogramma calomelanos* sebagai spesies dengan Indeks Nilai Penting (INP) sebesar pada tiga dari lima stasiun dengan indeks 80,45, 74,36, dan 85,04. Sedangkan, mayoritas spesies pada kawasan penelitian memiliki pola sebaran mengelompok. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa mayoritas spesies tumbuhan paku pada kawasan penelitian tidak berada pada status terancam, meskipun spesies *Thelypteris palustris* memiliki tren eksistensi yang menurun, dan beberapa spesies lainnya belum terevaluasi secara komprehensif.

Kata Kunci: Gunung Merapi, Indeks Nilai Penting (INP), keanekaragaman, pola distribusi, tumbuhan paku.

DISTRIBUTION AND DIVERSITY OF FERNS (*Pteridophytes*) IN POST-ERUPTION AREAS OF MOUNT MERAPI

Ahmad Makarim P
19106040018

Abstract

Ferns play a significant role in ecosystem balance, particularly in the context of vegetation succession. Taman Nasional Gunung Merapi is a conservation area characterized by its unique features, notably its high volcanic activity. This activity leads to significant disruptions to the surrounding vegetation, especially in areas affected by pyroclastic flows. This research aims to determine the diversity, distribution structure, Importance Value Index (IVI), and conservation status of ferns in areas affected by pyroclastic flows from Mount Merapi's eruption. The research was conducted along the pyroclastic flow path in Mount Merapi National Park, focusing on the Gendol Riverbanks. The methods used include inventory and vegetation analysis to identify species, distribution, Importance Value Index (IVI), and conservation status of ferns. The results of the study indicate that the fern diversity in the area falls into the medium category, comprising 18 species from 11 different families, with a total of 2,048 individuals. Among them, *Pityrogramma calomelanos* dominates the species composition with a total of 321 individuals. The Importance Value Index (IVI) analysis shows that *Pityrogramma calomelanos* has the highest IVI at three out of five stations, with indices of 80.45, 74.36, and 85.04. Additionally, most species in the research area exhibit a clustered distribution pattern. The study also reveals that the majority of fern species in the study area are not currently threatened, although *Thelypteris palustris* shows a declining trend in existence, and several other species have not been comprehensively evaluated.

Keyword: distribution pattern, diversity, ferns, , Importance Value Index (IVI), Mount Merapi.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRA	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Deskripsi Umum Tumbuhan Paku	6
B. Klasifikasi Tumbuhan Paku	6
1. Psilophytinae	7
2. Lycopodiinae	8
3. Equisetinae	10
4. Filicinae	11
C. Morfologi Tumbuhan Paku	12
1. Akar	13
2. Batang.....	14
3. Daun	14
4. Spora.....	16

D. Distribusi, Habitat, dan Faktor Pengaruh Distribusi	17
E. Peranan Tumbuhan Paku.....	18
F. Siklus Erupsi Gunung Merapi.....	20
G. Suksesi Vegetasi di Kawasan Lereng Gunung Merapi	22
H. Peran Tumbuhan Paku pada Proses Suksesi	23
I. Status Konservasi	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
A. Waktu dan Tempat	26
B. Alat dan Bahan.....	26
C. Cara Kerja	27
1. Observasi dan penentuan stasiun.....	27
2. Pembuatan plot.....	29
3. Pencatatan individu tumbuhan paku.....	29
4. Pencatatan parameter lingkungan.....	30
5. Pembuatan herbarium.....	30
6. Identifikasi spesies	31
7. Pengolahan Data.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
A. Keanekaragaman Spesies Tumbuhan Paku.....	37
B. Indeks Nilai Penting (INP) Tumbuhan Paku	45
C. Pola Distribusi Tumbuhan Paku	50
D. Spesies Teridentifikasi	54
1. <i>Cyclosorus opulentus</i> (Kaulf.) Nakaike	54
2. <i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl.....	56
3. <i>Nephrolepis biserrate</i> (Sw.) Schott.....	57
4. <i>Hypolepis resistens</i> (Kunze) Hook.....	59
5. <i>Thelypteris palustris</i> Schott.....	61
6. <i>Ceratopteris thalictroides</i> (L.) Brongn.....	62
7. <i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L.....	64
8. <i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching	66
9. <i>Diplazium esculentum</i> (Retz.) Sw.	67
10. <i>Phymatosorus scolopendria</i> (Burm.f.) Kopeck.....	69

11.	<i>Adiantum capillus veneris</i> L.	71
12.	<i>Adiantum lunulatum</i> Burm.fil.	72
13.	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	73
14.	<i>Drynaria quercifolia</i> (L.) J.Sm	75
15.	<i>Microsorium punctatum</i> (L.) Kopel.	76
16.	<i>Tectaria gemmifera</i> (Fee.) Alston.	78
17.	<i>Pteris quadriaurita</i> Retz.	79
18.	<i>Asplenium trichomanes</i> L.	80
E.	Status Konservasi Tumbuhan Paku.	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		84
A.	Kesimpulan	84
B.	Saran.	85
DAFTAR PUSTAKA		87
LAMPIRAN		96

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pembagian stasiun.....	28
Tabel 2. Keanekaragaman spesies tumbuhan paku pada stasiun 1	38
Tabel 3. Keanekaragaman spesies tumbuhan paku pada stasiun 2	39
Tabel 4. Keanekaragaman spesies tumbuhan paku pada stasiun 3	41
Tabel 5. Keanekaragaman spesies tumbuhan paku pada stasiun 4	42
Tabel 6. Keanekaragaman spesies tumbuhan paku pada stasiun 5	43
Tabel 7. Parameter lingkungan	45
Tabel 8. Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan paku pada stasiun 1	46
Tabel 9. Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan paku pada stasiun 2	47
Tabel 10. Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan paku pada stasiun 3	48
Tabel 11. Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan paku pada stasiun 4	49
Tabel 12. Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan paku pada stasiun 5	50
Tabel 13. Indeks pola sebaran tumbuhan paku	51
Tabel 14. Status konservasi tumbuhan paku	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Psilotum nudum</i>	8
Gambar 2. <i>Selaginella sp.</i>	9
Gambar 3. <i>Equisetum sp.</i>	11
Gambar 4. <i>Davallia denticulata</i>	12
Gambar 5. Morfologi tumbuhan paku.....	13
Gambar 6. Bentuk venasi daun tumbuhan paku.....	16
Gambar 7. Lokasi penelitian dan peta persebaran guguran awan panas Gunung Merapi 2010	26
Gambar 8. Desain sampling penelitian	28
Gambar 9. <i>Tally sheet</i>	32
Gambar 10. Grafik jumlah individu tumbuhan paku pada kawasan guguran awan panas Gunung Merapi	37
Gambar 11. <i>Cyclosorus opulentus</i>	54
Gambar 12. <i>Nephrolepis cordifolia</i>	56
Gambar 13. <i>Nephrolepis biserrata</i>	57
Gambar 14. <i>Hypolepis resistens</i>	59
Gambar 15. <i>Thelypteris palustris</i>	61
Gambar 16. <i>Ceratopteris thalictroides</i>	62
Gambar 17. <i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	64
Gambar 18. <i>Rumohra adiantiformis</i>	66
Gambar 19. <i>Diplazium esculentum</i>	67
Gambar 20. <i>Phymatosorus scolopendria</i>	69
Gambar 21. <i>Adiantum capillus veneris</i>	71
Gambar 22. <i>Adiantum lunulatum</i>	72
Gambar 23. <i>Pityrogramma calomelanos</i>	73
Gambar 24. <i>Drynaria quercifolia</i>	75
Gambar 25. <i>Microsorium punctatum</i>	76
Gambar 26. <i>Tectaria gemmifera</i>	78
Gambar 27. <i>Pteris quadriaurita</i>	79
Gambar 28. <i>Asplenium trichomanes</i>	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Total individu tumbuhan paku pada setiap titik sampling.....	96
Lampiran 2. Perhitungan indeks keanekaragaman tumbuhan paku.....	99
Lampiran 3. Perhitungan indeks pola distribusi tumbuhan paku.....	102
Lampiran 4. Perhitungan Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan paku.....	106
Lampiran 5. Dokumentasi penelitian	108



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu keanekaragaman hayati yang tak dapat terlepas dari kekayaan alam Indonesia adalah tumbuhan paku, atau yang dalam kultur masyarakat Indonesia disebut sebagai tumbuhan pakis. Tumbuhan paku merupakan salah satu tumbuhan dengan keragaman spesies yang cukup tinggi. Tercatat kurang lebih terdapat 10.000 spesies tumbuhan paku yang mana 22% darinya terhampar di bumi nusantara, termasuk 515 spesies yang ada di pulau Jawa (Darajati dkk., 2016). Ditinjau dari segi perannya di dalam sebuah ekosistem, tumbuhan paku dikenal sebagai tumbuhan perintis dan memegang peran penting dalam menyusun keseimbangan ekosistem hutan. (Pusmanti, 2011).

Tumbuhan paku disebut sebagai tumbuhan kormus berspora. Hal ini dikarenakan tumbuhan paku merupakan tumbuhan yang sudah memiliki akar, batang, dan daun yang absolut. Tumbuhan ini hidup di habitat yang lembap (higrofit), berbagai tempat di air (hidrofit), dan menempel (epifit) pada permukaan batu, tanah, dan pohon (Adlini dkk., 2021a). Keragaman spesies tumbuhan paku meningkat linear dengan elevasi tanah, sehingga akan lebih banyak teridentifikasi spesies tumbuhan paku pada daerah-daerah pegunungan dan dataran tinggi dibandingkan pada daerah di dataran rendah. Lingkungan dataran tinggi yang cukup lembap dan tinggi akan kandungan air menjadi media ideal bagi tumbuhan paku untuk berkembang biak lebih optimal. Kemampuan penyebaran yang sangat baik

di berbagai kondisi ekosistem menjadikan tumbuhan paku memiliki keanekaragaman yang tinggi. Keanekaragaman tersebut dapat diidentifikasi berdasarkan morfologi dan anatomi khas yang melekat pada setiap spesiesnya (Adlini dkk., 2021a).

Taman Nasional Gunung Merapi merupakan kawasan cagar alam yang terbentang di kawasan kaki hingga puncak Gunung Merapi. Berdiri di atas 3 kawasan administratif, Taman Nasional Gunung Merapi tercatat memiliki luas kawasan sekitar 6000ha yang terdiri dari lanskap dengan berbagai karakter. Taman Nasional Gunung Merapi berfungsi sebagai kawasan pelestarian alam yang sekaligus berperan dalam perlindungan sistem penyangga kehidupan, pelestarian akan flora dan fauna, serta pemanfaatan ekosistem. Salah satu bagian dari kekayaan hayati tersebut adalah tumbuhan paku yang berdasarkan inventarisasi Woro Kusumaningrum, terdapat 15 spesies tumbuhan paku dari 8 famili yang ditemukan di kawasan Taman Nasional Gunung Merapi (Kusumaningrum, 2018).

Gunung Merapi merupakan salah satu gunung dengan tingkat aktivitas vulkanik tertinggi di dunia, menjadikannya salah satu gunung berapi paling berbahaya di sepanjang sabuk vulkanik dunia. Gunung Merapi memiliki siklus rutin erupsi vulkanik empat tahunan dengan rata-rata VET (*Volcanic Explosivity Index*) di angka 3, memuntahkan 3-15 kilometer kubik material vulkanik yang menjadikannya ancaman serius bagi vegetasi di sekitarnya (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2021). Adanya fenomena tersebut tentunya akan menyebabkan disrupsi terhadap struktur vegetasi yang ada. Sebagai salah satu gambaran, peristiwa meletusnya Gunung Merapi 2010 lalu yang menjadi salah satu

fenomena erupsi terbesar Gunung Merapi mengakibatkan berbagai kerugian di kawasan sekitarnya, mulai dari rusaknya pemukiman warga, hingga rusaknya vegetasi sekitar yang menjadi penopang ekosistem di sekitar kaki Gunung Merapi. Taman Nasional Gunung Merapi menjadi kawasan yang paling terdampak di mana ratusan hektar hutan yang ada harus tersapu bersih oleh guguran awan panas, termasuk di antaranya adalah kawasan tepi sungai Gendol. Kawasan yang dahulunya hijau dan asri tersapu habis oleh guguran awan panas erupsi Gunung Merapi.

Peristiwa letusan Gunung Merapi memicu terjadinya suksesi primer pada vegetasi di sekitar Taman Nasional Gunung Merapi. Suksesi primer yang terjadi tentunya berakibat terhadap pola distribusi dari vegetasi yang ada di kawasan Taman Nasional Gunung Merapi, khususnya daerah terdampak awan panas di bantaran sungai Gendol, Kapanewon Cangkringan. Kondisi lahan yang terbuka dan tandus perlahan-lahan akan ditumbuhi jenis-jenis tumbuhan perintis yang akan mendukung mekanisme suksesi primer di kawasan tersebut. Tumbuhan perintis yang salah satunya adalah tumbuhan paku dapat memberikan pengaruh dan impuls yang besar terhadap kondisi fisik, kimia, dan biologi dari tanah di sekitarnya sehingga suksesi dapat terjadi secara ideal. (Prawito, 2009)

Merujuk pada kondisi tersebut, ketersediaan data empiris mengenai keanekaragaman dan pola distribusi tumbuhan paku di kawasan tersebut tentu menjadi hal yang penting, terutama dalam usaha konservasi dan pengembangan kawasan terkait. Oleh karena itu, diperlukan adanya penelitian yang dilakukan secara empiris untuk mengetahui bagaimana struktur distribusi dan

keanekaragaman tumbuhan paku di daerah bekas guguran awan panas Gunung Merapi tersebut.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana keanekaragaman tumbuhan paku di daerah terdampak awan panas letusan Gunung Merapi?
2. Bagaimana Indeks Nilai Penting (INP) di daerah terdampak awan panas letusan Gunung Merapi?
3. Bagaimana pola distribusi tumbuhan paku tumbuhan paku di daerah terdampak awan panas letusan Gunung Merapi?
4. Bagaimana status konservasi tumbuhan paku di daerah terdampak awan panas letusan Gunung Merapi?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan keanekaragaman, Indeks Nilai Penting (INP), pola distribusi, dan status konservasi tumbuhan paku di daerah terdampak awan panas letusan Gunung Merapi.

D. Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan rujukan dalam berbagai studi ilmiah mengenai proses suksesi di jalur guguran awan panas Gunung Merapi, khususnya dalam aspek peran tumbuhan paku di dalamnya
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan rujukan dalam pengembangan potensi wilayah jalur guguran awan panas Gunung Merapi

3. Sebagai Informasi mengenai komposisi tumbuhan paku di daerah penelitian kepada masyarakat sekitar, untuk kemudian dapat memanfaatkannya tanpa meninggalkan pelestariannya



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap keanekaragaman, pola distribusi, Indeks Nilai Penting (INP), dan status konservasi tumbuhan paku yang ada pada kawasan guguran awan panas Gunung Merapi, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat 2048 individu tumbuhan paku yang terdiri dari 18 spesies dan 11 famili berbeda dengan indeks keanekaragaman sedang. Dari seluruhnya, eksistensi spesies didominasi oleh *Pityrogramma calomelanos* dengan total 321 individu.
2. Perhitungan terhadap Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan paku menunjukkan *Asplenium trichomanes* sebagai spesies dengan Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi pada stasiun pertama yaitu sebesar 45,45. Sedangkan *Cyclosorus opulentus* memiliki Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi pada stasiun kedua sebesar 50,79 dan *Pityrogramma calomelanos* yang memiliki Indeks Nilai Penting (INP) pada tiga stasiun terakhir dengan Indeks Nilai Penting (INP) sebesar 80,45, 74,36, dan 85,04.
3. Pola sebaran tumbuhan paku pada kawasan guguran awan panas Gunung Merapi didominasi dengan pola penyebaran mengelompok. Beberapa spesies *Ceratopteris thalictroides* dan *Diplazium esculentum* pada stasiun pertama dan *Nephrolepis bisserata* pada stasiun kelima memiliki pola sebaran seragam dengan Ip sebesar -0,03, -0,03, dan -0,11.

4. Tidak semua spesies tumbuhan paku yang teridentifikasi pada kawasan penelitian telah terevaluasi mengenai status konservasinya. Namun, seluruh tumbuhan paku yang telah terevaluasi memiliki status konservasi *Least Concern* (LC) atau tidak terancam menurut IUCN, walaupun salah satu spesiesnya yaitu *Thelypteris palustris* memiliki tren eksistensi yang menurun.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pola distribusi tumbuhan paku di kawasan guguran awan panas Merapi, berikut beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian lanjutan, pengelolaan lingkungan, serta usaha konservasi ke depan:

1. Penelitian Lanjutan

- a. Pemetaan dan observasi di lapangan dapat diimprovisasi dengan memanfaatkan teknologi pencitraan seperti *drone* dan perangkat serupa. Hal ini akan lebih memudahkan peneliti untuk mendapatkan gambaran lokasi penelitiannya.
- b. Analisa terhadap faktor-faktor lingkungan lain yang berpengaruh dapat dilakukan dengan lebih detail, seperti kandungan mineral tanah dan analisa lebih lanjut mengenai material vulkanik yang ada.
- c. Melakukan studi jangka panjang untuk memantau perubahan distribusi tumbuhan paku seiring waktu, khususnya yang berkorelasi dengan aktivitas vulkanik Gunung Merapi.

2. Usaha konservasi

- a. Bagi pihak pengelola kawasan dapat mempertimbangkan upaya rehabilitasi ekosistem dengan memperhatikan keberadaan dan kebutuhan tumbuhan paku sebagai indikator kesehatan ekosistem.
- b. Menginisiasi adanya program edukasi bagi masyarakat sekitar mengenai pentingnya keberadaan tumbuhan paku dan peranannya dalam ekosistem.
- c. Melindungi habitat alami tumbuhan paku dari aktivitas manusia yang merusak, seperti penambangan atau deforestasi, yang dapat mengganggu pola distribusinya.
- d. Menetapkan sistem pemantauan dan pengawasan secara berkala untuk memastikan kondisi tumbuhan paku tetap terjaga dan mengidentifikasi potensi ancaman sejak dini.

3. Kebijakan dan Regulasi

- a. Pemerintah daerah perlu menyusun regulasi khusus yang melindungi flora unik di kawasan Merapi, termasuk tumbuhan paku, dari eksploitasi yang berlebihan.
- b. Mendorong kerjasama antara peneliti, pemerintah, LSM, dan masyarakat lokal dalam upaya konservasi dan penelitian lanjutan.

Saran-saran tersebut diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam pelestarian dan pemanfaatan sumber daya alam yang berkelanjutan di kawasan Merapi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackers, G. (2013). Cultivation of Ferns. <https://ebps.org.uk/ferns/growing/cultivation-ferns/>
- Adlini, M. N., Hartono, A., Khairani, M., Tanjung, I. F., & Khairuna. (2021a). Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Universitas Islam Negeri (UIN) Sumatera Utara. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 6(2), 87–94. <https://doi.org/10.24002/biota.v6i1.3023>
- Adlini, M. N., Hartono, A., Khairani, M., Tanjung, I. F., & Khairuna. (2021b). Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Universitas Islam Negeri (UIN) Sumatera Utara. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 6(2), 87–94. <https://doi.org/10.24002/biota.v6i1.3023>
- Afrianto, W. F., Hikmat, A., & Widyatmoko, D. (2016). Komunitas Floristik dan Suksesi Vegetasi Setelah Erupsi 2010 di Gunung Merapi Jawa Tengah (Floristic Community and Vegetation Succession after the 2010 Eruption of Mount Merapi Central Jawa). *Jurnal Biologi Indonesia*, 12(2), 265–276.
- Agatha, S. M., Safitri, K. A., Pulungan, A., MAskana, & Sedayu, A. (2019). Panduan Lapangan Paku-Pakuan (Pteridophyta) Taman Margasatwa Ragunan. Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta.
- Agatha, S. M., Safitri, K. A., Pulungan, A., Maskana, & Sedayu, A. (2019). Panduan Lapangan Paku-Pakuan (Pteridophyta) Taman Margasatwa Ragunan (Vol. 1). Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta.
- Agnes, R., Amalia, B. O., Kurniawati, R., Amalia, L. P., Ismana, L. N., & Shafira, I. H. (2019). Analisis Vegetasi di Sekitar DAS Kali Gendol (Area Bebung) Taman Nasional Gunung Merapi. *Biosfer*, 4(2), 49–54.
- Ainia, D. K., & Jiarzanah, J. (2021). Analisis Deep Ecology Arne Naess terhadap Aktivitas Penambangan Pasir (Studi Kasus: Penambangan Pasir Merapi di Sekitar Sungai Gendol Cangkringan Sleman Yogyakarta). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(1), 98–106. <https://doi.org/10.14710/JIL.19.1.98-106>
- Anggiyani, O. :, Parwati, F., Aptari, Z., Saputri, R. D., Akbarudin, A. M., Kirana, A. G., & Wahyuni, S. T. (2019). Vegetation Analysis In Taman Nasional Gunung Merapi. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 5(2), 107–112. <https://doi.org/10.20886/jped.2019.5.2.107-112>

- Aprriyanti, N., Santri, D. J., & Madang, K. (2017). Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) dan Kekerabatannya di Kawasan Wisata Air Terjun Curup Tenang Bedegung Kecamatan Tanjung Agung Kabupaten Muara Enim. *Jurnal Pembelajaran Biologi*, 5(2), 113–125.
- Asgarpanah, J., & Roohi, E. (2012). Phytochemistry and pharmacological properties of *Equisetum arvense* L. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6. <https://doi.org/10.5897/JMPR12.234>
- Atap. (2021). Tumbuhan Paku (Pterydophyta): Pengertian, Ciri, Metagenesis, Reproduksi, Klasifikasi, Contoh dan Manfaatnya. *Biologi*. https://www.gramedia.com/literasi/tumbuhan-paku-pterydophyta/#Buku_Soal_TUMBUHAN_Dari_EDUTORE
- Austin, D. F. (2004). *Florida Ethnobotany*. CRC Press.
- Australian National Herbarium Centre for Plant Biodiversity Research. (2023, April 19). *Parkeriaceae*. Aquatic Fern.
- Balada, C., Díaz, V., Castro, M., Echeverría-Bugueño, M., Marchant, M. J., & Guzmán, L. (2022). Chemistry and Bioactivity of *Microsorium scolopendria* (Polypodiaceae): Antioxidant Effects on an Epithelial Damage Model. *Molecules*, 27(17), 1–20. <https://doi.org/10.3390/molecules27175467>
- Baskaran, X. ravi, Geo Vigila, A. varuvel, Zhang, S. zhou, Feng, S. xiu, & Liao, W. bo. (2018). A review of the use of pteridophytes for treating human ailments. Dalam *Journal of Zhejiang University: Science B* (Vol. 19, Nomor 2). Zhejiang University Press. <https://doi.org/10.1631/jzus.B1600344>
- Cicuzza, D. (2021). *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw. Athyriaceae (hlm. 359–363). https://doi.org/10.1007/978-3-030-38389-3_15
- Clapham, A. R., Tutin, T. G., & Warburg, E. F. (1990). *Flora of the British Isles*. (1 ed., Vol. 1). Clapham, Tutin and Warburg.
- Crane, P. R., Herendeen, P., & Friis, E. M. (2004). Fossils and Plant Phylogeny. *American Journal of Botany*, 91(10), 1683–1699. <https://doi.org/https://doi.org/10.3732/ajb.91.10.1683>
- Darajati, W., Pratiwi, S., Herwinda, E., Radiansyah, A. D., Nalang, V. S., Nooryanto, B., Rahajoe, J. S., Ubaidillah, R., Maryanto, I., Kurniawan, R., Prasetyo, T. A., Rahim, A., Jefferson, J., & Hakim, F. (2016). *Indonesia Biodiversity Startegy and Action Plan (IBSAP) 2012-2020*. Bappenas.

- Dehdari, S., & Hajimehdipoor, H. (2018). Medicinal Properties of *Adiantum capillus-veneris* Linn. in Traditional Medicine and Modern Phytotherapy: A Review Article. *Iran J Public Health*, 47(2), 188–197. <http://ijph.tums.ac.ir>
- Dekarina Pattyra, D., Lukito, H., & Utami, A. (2022). Identifikasi Material Piroklastik Banjir Lahar dingin Hasil Erupsi Gunung Merapi yang Merusakkan Jaringan Pipa Air Bersih dengan Metode USCS di Kali Boyong.
- Desriyanty, R., Karlita, M., & Hidayat, M. (2019). Pola Penyebaran Tumbuhan di Kawasan Landai Pantai Iboih Sabang. *rosiding Seminar Nasional Biotik*, 43–48.
- Edwards, P. J., Williard, K. W. J., & Schoonover, J. E. (2015). Fundamentals of Watershed Hydrology. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 154(1), 3–20. <https://doi.org/10.1111/J.1936-704X.2015.03185.X>
- Ewusie, Y. (1990). *Pengantar Ekologi Tropika*. Institut Teknologi Bandung.
- Fadlin, Sungkono, J., Prakoso, T. W., & Verdianto, R. (2010). Prediksi Ancaman Bahaya Primer Letusan G . Merapi Ke Arah Selatan Berdasarkan Karakteristik Abu – Lapili Awan Panas Erupsi 2010. *Seminar Nasional ke – 9: Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*, 577–586.
- Febriyani, H., Aisyah Hutasuhut, M., Handayani, N. L., Kunci, K., Paku, T., Nasional, T., & Gadis, B. (2022). Keanekaragaman Tumbuhan Paku Di Taman Nasional Batang Gadis Resort 7 Sopotinjak Sumatera Utara. *SITek: Jurnal Sains, Informatika, dan Teknologi*, 1(1), 7–12.
- Gifford, E. M., Wagner, W. H., Yatskievych, G., & Mickel, J. T. (2024, Januari 25). Fern. *Encyclopedia Britannica*.
- Hasanah, I. U., Syarofah, A. F., Sulistiani, D., & Zatunni'mah, A. (2020). Memahami Suksesi dari Sudut Pandang yang Berbeda: “Studi Kasus pada Rumah Kosong.” *NECTAR: Jurnal Pendidikan Biologi*, 1(2), 29–34.
- Holttum, R. E. (1959). The Morphology of Ferns. *Flora Malesiana - Series 2, Pteridophyta*, 1(1), 3–8.
- Hutasuhut, M. A., & Febriani, H. (2019). Keanekaragaman Paku-pakuan Terrestrial di Kawasan Wisata Alam Sicike-cike. *Jurnal Biolokus*, 2(1), 146–157.
- Jerom, J. P., Nair, R. H., Sajan, A. L., Manirajan, B. A., & Mohammed, S. (2022). GC-MS Screening of *Adiantum lunulatum* Burm. F

- Phytochemicals and Interaction with COX-2, TRPV1, and TRPC3 Proteins-bioinformatics Approach. *Current Bioactive Compounds*, 19(3). <https://doi.org/10.2174/1573407218666220901114151>
- Kachhiyapatel, R., Patil, D.-S., & Rajput, Dr. K. (2019). Review on the genus *Tectaria* from India. *Plant Science Today*, 6, 170–182. <https://doi.org/10.14719/pst.2019.6.2.511>
- Kawano, T. (2015). Pteridophytes as active components in gardening, agricultural and horticultural ecosystems in Japan. *Advances in horticultural science [rivista dell'ortoflorofrutticoltura italiana]*: 29, 1, 2015, 41–47. <https://doi.org/10.1400/234581>
- Kayu, Y. R. B., Boro, T. L., & Danong, M. T. (2019). Identification of Terrestrial And Epiphytic in The Watu Bakul Forest Area in Dewa Jara Village District Katiku Tana Sumba Tengah. *Jurnal Biotropikal Sains*, 16(3), 86–95.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology* (2 ed., Vol. 1). The University of California.
- Kumar, S., Kumar, A., Maggirwar, R., & Kaur, A. (2022). Antibacterial Activity of *Ceratopteris thalictroides*: An Unexplored Wild Food. *Asian Pacific Journal of Health Sciences*, 9. <https://doi.org/10.21276/apjhs.2022.9.3.48>
- Kusumaningrum, W. (2018). Inventarisasi Jenis-jenis Tumbuhan Paku yang Terdapat di Kawasan Taman Wisata Plawangan Kaliurang Taman Nasional Gunung Merapi. Universitas Gadjah Mada.
- Kusumawati, D. E. (2018). Pengaruh Kompetisi Intraspesifik dan Interspesifik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays*) dan Kacang Hijau (*Vigna radiata*). *Agroradix*, 1(2), 28–33.
- Lindsay, S. (2012, Januari 24). *Pityrogramma calomelanos* (L.) Link. Ferns of Thailand, Laos and Cambodia .
- Maulana, A. (2021, Desember 14). Endapan Vulkanik Erupsi Gunung Api Lahirkan Tanah yang Subur. *Pakar*.
- Misra, K. C. (1991). *Manual of Plant Ecology*. Oxford & IBH Publishing Company Private, Limited. <https://books.google.co.id/books?id=QtWIPQAACAAJ>
- Missouri Botanical Garden. (2024, Juni 21). *Asplenium trichomanes*. Garden and Gardening.

- Morajkar, S., Sajeev, S., & Hegde, S. (2015). Ferns: A Thriving Group of Urban Dwellers. *Bionature*, 35, 13–21.
- NC State University. (2024, Juni 21). *Thelypteris palustris* var. *pubescens*. NC Extension Gardener.
- Neel, R., As, J., & As, B. (2017). Antibacterial activity of rhizomes and leaf of *Tectaria gemmifera* (Fee.) Alston. 2, 2455-541X.
- Nilforoushzadeh, M. A., Haghjooy Javanmard, S., Ghanadian, M., Asghari, G., Jaffary, F., Fallah Yakhdani, A., Dana, N., & Fatemi, S. A. (2014). The Effects of *Adiantum capillus-veneris* on Wound Healing: An Experimental In Vitro Evaluation. *International Journal of Preventive Medicine*, 5(10), 1261–1268. www.ijpm.ir
- Novitasari, R., Chikmawati, T., & Sulistijorini, S. (2017). Growth and Development of Apogamous *Adiantum lunulatum* Burm. f. Gametophyte from Dry and Humid Areas in Java Island. *Journal of Tropical Life Science*, 7(2), 184–188. <https://doi.org/10.11594/jtls.07.02.15>
- Nuraini, A. M., & Wisanti. (2022). Filicinae Taxonomic Diversity in the Tourism Area of Tretes Waterfall Wonosalam Kabupaten Jombang. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, 4(2). <https://doi.org/10.26740/jrba>
- Palmer, J. D., Soltis, D. E., & Chase, M. W. (2004). The Plant Tree of Life: An Overview and Some Points of View. *American Journal of Botany*, 91(10), 1437–1445. <https://doi.org/10.3732/ajb.91.10.1437>
- Petkov, V., Batsalova, T., Stoyanov, P., Mladenova, T., Kolchakova, D., Argirova, M., Raycheva, T., & Dzhambov, B. (2021). Selective anticancer properties, proapoptotic and antibacterial potential of three asplenium species. *Plants*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/plants10061053>
- Pouteau, R., Meyer, J.-Y., Blanchard, P., Nitta, J., Terorotua, M., & Taputuarai, R. (2016). Fern species richness and abundance are indicators of climate change on high-elevation islands: evidence from an elevational gradient on Tahiti (French Polynesia). *Climatic Change*, 138. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1734-x>
- Pranita, H. S., Mahanal, S., & Sari, M. S. (2016). Inventarisasi Tumbuhan Paku Kelas Filicinae di Kawasan Wati Ondo sebagai Media Belajar Mahasiswa. *Seminar Nasional Pendidikan Dan Saintek 2016*, 2016, 733–740.
- Prawito, P. (2009). Pemanfaatan Tumbuhan Perintis Dalam Proses Rehabilitasi Lahan Paskatambang di Bengkulu. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 9(1), 7–12.

- Prihantarto, W. J., & Anurogo, D. W. (2020). Suksesi Vegetasi di Gunung Merapi Menggunakan Cellular Automata dengan Referensi Tertentu pada Model Rantai Markovian untuk Pemodelan Terintegrasi Sistem Sosial-Lingkungan. *Indonesian Journal of Conservation*, 9(01), 1–6. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/ijc>
- Pusat Perpustakaan dan Literasi Pertanian. (2014, Maret 28). Perbanyak Massal Leather Leaf Fern Secara In Vitro. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*.
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. (2021). VEI (Volcanic Explosivity Index). <https://magma.esdm.go.id/v1/edukasi/glossary/vei-volcanic-explosivity-index>
- Pusmanti, N. (2011). Eksplorasi Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku Pakuan (Pteridophyta) Di Sekitar Taman Nasional Berbak (Studi Kasus Desa Pematang Raman Kecamatan Kumpeh Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi) Skripsi. Universitas Islam Negeri Sulthan Thaha Saifuddin Jambi.
- Puspitasari, Y., Suciati, & Agil, M. (2015). Isolasi Senyawa Terpenoid Dari Fraksi N-Heksana Daun *Marsilea crenata* Presl. Pada Hasil Kcv Fraksi No.2. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 2(1), 16–18.
- Rahayu, R., Ariyanto, D. P., Komariah, K., Hartati, S., Syamsiyah, J., & Dewi, W. S. (2014). Dampak Erupsi Gunung Merapi Terhadap Lahan Dan Upaya-Upaya Pemulihannya. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 29(1), 61. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v29i1.13320>
- Ramanev, J. M. (2022). PEMANFAATAN DAN IDENTIFIKASI TUMBUHAN PAKU (Pteridophyta). *Jurnal FAPERTANAK: Jurnal Pertanian dan Peternakan*, 7(1), 76–85.
- Ranker, T., Floyd, S., Windham, M., & Trapp, P. (1994). Historical biogeography of *Asplenium adiantum-nigrum* in North America and implications for speciation theory in homosporous pteridophytes. *American Journal of Botany*, 81, 776–781.
- Riastuti, R. D., Sepriyaningsih, & Ernawati, D. (2018). Identifikasi Divisi Pteridophyta di Kawasan Danau Aur Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains (BIOEDUSAINS)*, q(q), 52–70.
- Richardo, Y., Ardian, H., & Anwari, S. (2019). Etnozooloogy For Comsumption Of Dayak Kanayant In Lintah Betung Village Menyujke Distric Landak Regency. *Jurnal Hutan Lestari*, 7(3), 1158–1166.

- Rojas-Sandoval, J. (2017, Agustus 16). *Thelypteris opulenta* (Jewelled Maiden Fern). CABI Compendium.
- Rossi-Wilcox, S. (2024, Juni 21). *Hypolepis resistens* (Kunze) Hooker. FOC Vol. 2-3.
- Ruselli Puspa, V., Fathiya, N., & Muhammad, N. (2023). Inventarisasi dan Potensi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Wisata alam Brayeun sebagai Tanaman Hias dan Obat. *Jurnal Jeumpa*, 10(2), 345–358. <https://doi.org/10.33059/jj.v10i2.8792>
- Saputro, R. W., & Utami, S. (2020). Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Kawasan Candi Gedong Songo Kabupaten Semarang. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 22(1), 53–58. <https://doi.org/10.14710/BIOMA.22.1.53-58>
- Semwal, P., Painuli, S., Painuli, K. M., Antika, G., Tumer, T. B., Thapliyal, A., Setzer, W. N., Martorell, M., Alshehri, M. M., Taheri, Y., Daştan, S. D., Ayatollahi, S. A., Petkoska, A. T., Sharifi-Rad, J., & Cho, W. C. (2021). *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.: Ethnomedicinal, Phytochemical, and Pharmacological Overview of the Himalayan Ferns. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021(1), 1–15. <https://doi.org/10.1155/2021/1917890>
- Sianturi, A., Retnoningsih, A., & Ridlo, S. (2020). Eksplorasi Tumbuhan Paku Pteridophyta (T. Harsono, Ed.; 1 ed., Vol. 1). LPPM Universitas Negeri Semarang.
- Sim, T. R. (Thomas R. (1892). The ferns of South Africa, containing descriptions and figures of the ferns and fern allies of South Africa, with localities, cultural notes, & etc. : Vol. text (1892. J.C. Juta & Co.,. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/210854>
- Singapore National Parks. (2022, Juli 29). *Pityrogramma calomelanos*. Flora.
- Singapore National Parks. (2024, Mei 31). *Microsorium scolopendria* (Burm.f.) Copel. Flora.
- Soraya, E., Wardhana, W., & Radhono, R. (2016). Pemodelan Spasial Resiliensi Ekosistem Gunung Merapi Pasca Erupsi. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 10(2), 86–97.
- Suhono, B. (2012). *Ensiklopedia Biologi Dunia Tumbuhan Paku*. (1 ed., Vol. 1). Lentera Abadi.
- Sukma Pranita, H., 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/>
- Suraida, Susanti, T., & Amriyanto, R. (2013). Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Taman Hutan Kenali Kota Jambi. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 387–392.
- Sutoyo, S., Ismono, Mitarlis, & Wardana, A. P. (2018). Aktivitas Antioksidan Senyawa Fenolik dari Tumbuhan Paku Perak (*Pityrogramma calomelanos*). *Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) 2018*, 190–200.
- Tjitrosoepomo, G. (1992). *Taksonomi Tumbuhan Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta*. Gadjah Mada University Press.
- 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*, 9(17), 610–621.
- Vélez-Gavilán, J. (2020, April 29). *Ceratopteris thalictroides* (watersprite). CABI Compendium.
- Wagner, W. H. M. R. C. (1993). *Asplenium adiantum-nigrum*. *Flora of North America North of Mexico*.
- Wahidah, B. F., Murhadi, Rusmadi, & Janwar, Z. (2015). Pola Distribusi dan Keanekaragaman Jenis Pohon di Kebun Raya Lemor Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. *Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan dan Lingkungan Makassar* Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan dan Lingkungan Makassar, 29, 115–125.
- Wahyuningsih, Triyanti, M., & Sepriyaningsih. (2019). INVENTARISASI TUMBUHAN PAKU (Pteridophyta) DI PERKEBUNAN PT BINA SAINS CEMERLANG KABUPATEN MUSI RAWAS. *Jurnal Biosilampari : Jurnal Biologi*, 2(1), 29–35.
<https://doi.org/10.31540/biosilampari.v2i1.815>
- Wardani, W. (2018). Kajian Potensi Produksi Akar Adventif Pakis Pohon (*Cyathea contaminans*) Cyatheaceae di Jawa Barat dan Sumatera Utara. *Jurnal Berita Biologi*, 17(3), 313–321.
- Widiyanti, W. E., Iskandar, Z., Herawati, H., Perikanan, F., & Kelautan, I. (2020). Distribusi Spasial Plankton di Sungai Cilalawi, Purwakarta, Provinsi Jawa Barat. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 27(2), 117–130.

- Yunita, I., Nurma, Ibrahim, & Andalia, N. (2021). Identifikasi Jenis-jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Yang Tumbuh di Desa Ening Pune Kecamatan Putri Betung Kabupaten Gayo Lues. *Jurnal Biology Education*, 9(1), 51–67.
- Zaini, M., Biworo, A., & Anwar, K. (2016). Uji Efek Anti Inflamasi Ekstrak Etanol Herba Lampasau (*Diplazium esculentum* Shwarz) terhadap Mencit Jantan Diinduksi Karagenin- Λ . *Jurnal Pharmascience*, 3(2), 119–130.
- Zhigila, D. A., Sawa, F. B. J., Oladele, F. A., & Muhammad, S. I. (2015). Aesthetic Values and Significance of Ferns to Landscaping Industries - A Taxonomic Review. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:67820622>
- Zhigila, D., F.B.J., S., Oladele, F., & Sulaiman, M. (2015). Aesthetic Values and Significance of Ferns to Landscaping Industries -A Taxonomic Review. *Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol.*, 2015, 7–13.