

**KEANEKARAGAMAN PAKU (PTERIDOPHYTA) TERESTRIAL DI
KAWASAN MATA AIR UMBULAN DESA NGENEP KECAMATAN
KARANGPLOSO KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**Oleh:
ELLISA SITA MANORA
NIM. 16620079**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**KEANEKARAGAMAN PAKU (PTERIDOPHYTA) TERESTRIAL DI
KAWASAN MATA AIR UMBULAN DESA NGENEP KECAMATAN
KARANGPLOSO KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**Oleh:
ELLISA SITA MANORA
NIM. 16620079**

**diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**KEANEKARAGAMAN PAKU (PTERIDOPHYTA) TERESTRIAL DI
KAWASAN MATA AIR UMBULAN DESA NGENEP KECAMATAN
KARANGPLOSO KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Oleh:
ELLISA SITA MANORA
NIM. 16620079

Telah diperiksa dan di setujui untuk diuji
Tanggal : Juni 2023

Pembimbing I



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018200312 2 002

Pembimbing II



Mujahidin Ahmad M.Sc
NIPT. 2014021409

Mengetahui
Ketua Program Studi Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018200312 2 002

**KEANEKARAGAMAN PAKU (PTERIDOPHYTA) TERESTRIAL DI
KAWASAN MATA AIR UMBULAN DESA NGENEP KECAMATAN
KARANGPLOSO KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

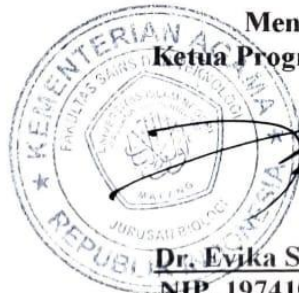
**Oleh:
ELLISA SITA MANORA
NIM. 16620079**

**Telah Dipertahankan
Di Depan Dewan Penguji Skripsi dan Dinyatakan Diterima sebagai
Salah Satu Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal : 2023**

Ketua Penguji : Suyono, MP
NIP. 19710622 200312 1 002
Anggota Penguji I : Ruri Siti Resmisari
NIP. 19790123 2016080 12063
Anggota Penguji II : Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002
Anggota Penguji III : Mujahidin Ahmad, M.Sc
NIPT. 2014021409

()
()
()
()

**Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi**



**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002**

MOTTO

وَوَحَّدَكَ صَبَّأً فَهَدَىٰ ط

“Dan Dia mendapatimu sebagai seorang yang bingung, lalu Dia memberimu petunjuk”

وَوَحَّدَكَ عَائِلًا فَاغْنَىٰ ط

“Dan Dia mendapatimu sebagai seorang yang kekurangan, lalu Dia memberimu kecukupan”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin

Segala Puji bagi Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis. Sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat.

Karya ini dipersembahkan untuk orang-orang terkasih:

Ibu Siti Robiyah, Ayah Suliono, Sisters Shela Martika, Ria Christiana dan Yora Faustrada, Brothers Nasrul Hidayat dan Donny Setyowibowo, Nenek Srianah, Pakdhe dan Budhe serta para keponakanku Leona Chalista Putri dan Fauzan Azam Ibrahim. Kalian adalah penyemangat hidupku, terimakasih telah ada dalam kehidupanku.

Ucapan terima kasih kepada semua dosen yang mengenalkan penulis akan dunia keilmuan. Teman-teman yang sama-sama berjuang serta semua pihak yang membantu penulis. Semoga Allah SWT membalas atas semua pihak dengan balasan terbaik.

Remember:

*It's not always easy, but that's life, be strong because there are better days ahead.
Being thankful and giving thanks is one of the keys to be happy*

Mark Lee

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ellisa Sita Manora

NIM : 16620079

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Terrestrial
di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan
Karangploso Kabupaten Malang

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian ini tidak terdapat unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka. Apabila pernyataan hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur penjiplakan, maka saya bersedia untuk bertanggung jawab serta diposes sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Malang, 8 Juni 2023
Yang Membuat Pernyataan



Ellisa Sita Manora
NIM. 16620079

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

KEANEKARAGAMAN PAKU (PTERIDOPHYTA) TERESTRIAL DI KAWASAN MATA AIR UMBULAN DESA NGENEP KECAMATAN KARANGPLOSO KABUPATEN MALANG

Ellisa Sita Manora, Evika Sandi Savitri, Mujahidin Ahmad

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Pteridophyta adalah salah satu flora yang tersebar di Indonesia. Termasuk tumbuhan kormus berspora yang memiliki organ generatif berupa spora dan organ vegetatif berupa akar, batang, dan daun. Tempat hidup secara umum di terestrial (tanah), akuatik (air), dan epifit (pohon). Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan data jenis paku terestrial apa saja yang ditemukan dan menghitung indeks keanekaragaman yang ada di kawasan Mata Air Umbulan. Serta mengukur parameter lingkungan sebagai data pendukung yaitu, suhu udara, kelembaban udara dan kelembaban tanah, pH tanah, dan Intensitas cahaya. Jenis penelitian deskriptif eksploratif yaitu mendeskripsikan spesies pteridophyta yang ditemukan. Eksploratif yaitu menjelajahi area penelitian untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasi pteridophyta terestrial yang ditemukan. Penelitian menggunakan teknik *Purposive Sampling* dengan metode *Belt Transek*. Titik pengambilan data spesies terbagi menjadi 3 yaitu, stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3. Masing-masing stasiun dipasang plot berukuran 4x4 m sebanyak 10 plot yang diletakkan dua baris dikiri dan kanan garis transek. Total keseluruhan plot adalah 30 plot. Setiap titik pengamatan terdiri dari 1 garis transek sepanjang 50 m, jarak antar transek adalah 20 m. Hasil penelitian menunjukkan ada 14 jenis pteridophyta terestrial yang terdiri dari *Asplenium onopteris*, *Pteris ensiformis*, *Macrothelypteris torresiana*, *Adiantum philippense*, *Adiantum hispidulum*, *Adiantum raddianum*, *Christella dentata*, *Tectaria fuscipes*, *Christella* sp., *Pteris fauriei*, *pteris vittata*, *Nephrolepis cordifolia*, *Nephrolepis exaltata*, dan *Dicranopteris curranii*. Indeks keanekaragaman Shannon-wiener (H') yaitu $3.80022 \geq 3,22$. Dikategorikan memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi. Hasil pengukuran parameter lingkungan yaitu suhu 28.8 °C, kelembaban udara 62.3%, pH 6.5, Intensitas cahaya 3.271 lux, dan kelembaban tanah 28.3%.

kata kunci : *keanekaragaman tumbuhan paku, pteridophyta terestrial*

THE DIVERSITY OF TERRESTRIAL PTERIDOPHYTA IN THE UMBULAN SPRING AREA, NGENEP VILLAGE, KARANGPLOSO SUB-DISTRICT, MALANG REGENCY

Ellisa Sita Manora, Evika Sandi Savitri, Mujahidin Ahmad

Biology Studi Program, Faculty of Science and Technology, State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRACT

Pteridophyta is one of the flora that is spread in Indonesia. Including spore corm plants that have generative organs in the form of spores and vegetative organs in the form of roots, stems and leaves. The common living places are in terrestrial (soil), aquatic (water), and epiphytes (trees). Habitat damage due to human activities threatens existing terrestrial Pteridophyta species, so identification and classification are necessary. The aim of the study was to obtain data on what types of terrestrial ferns were found and to calculate the diversity index in the Umbulan Springs area. As well as measuring environmental parameters as supporting data, namely, air temperature, air humidity and soil moisture, soil pH, and light intensity. This type of exploratory descriptive research is to describe the pteridophyta species found. Explorative, namely exploring the research area to identify and classify the found terrestrial pteridophyta. This study used a purposive sampling technique with Belt Transect method. Species data collection points were divided into 3, namely, station 1, station 2 and station 3. Each station was plotted with 4x4 m plots of 10 plots placed in two rows to the left and right of the transect line. The total of all plots is 30 plots. Each observation point consists of 1 transect line with a length of 50 m, with a distance between transects of 20 m. The results showed that there were 14 types of terrestrial pteridophyta consisting of *Asplenium onopteris*, *Pteris ensiformis*, *Macrothelypteris torresiana*, *Adiantum philippense*, *Adiantum hispidulum*, *Adiantum raddianum*, *Christella dentata*, *Tectaria fuscipes*, *Christella* sp., *Pteris fauriei*, *pteris vittata*, *Nephrolepis cordifolia*, *Nephrolepis exaltata*, and *Dicranopteris curranii*. The Shannon-wiener diversity index (H') is $3.80022 \geq 3.22$. Categorized as having high species diversity. The results of environmental parameter measurements were temperature 28.8 °C, air humidity 62.3%, pH 6.5, light intensity 3,271 lux, and soil moisture 28.3%.

Keywords: the diversity of ferns, terrestrial pteridophyta

تنوع السرخس (البتيرويدوفيتا) الأرضية في منطقة ربيع أومبولان قرية نجيب كارانج بلوسو مالانج

إليسا ستا منورا، إفيكا سندي سفيري، مجاهدين أحمد

قسم علم الحياة، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية
مالانج

مستخلص البحث

البتيرويدوفيتا هي واحدة من النباتات التي تنتشر في إندونيسيا. بما في ذلك نباتات القرم البوغية التي لها أعضاء إنتاجية على شكل جراثيم وأعضاء نباتية على شكل جذور وسيقان وأوراق. أماكن المعيشة الشائعة في الأرض (التربة) والمائية (الماء) والنباتات الهوائية (الأشجار). يهدد تلف الموائل بسبب الأنشطة البشرية أنواع البتيرويدوفيتا الأرضية الموجودة، لذلك من الضروري تحديدها وتصنيفها. الهدف من هذا البحث الحصول على بيانات حول أنواع السرخس الأرضية التي تم العثور عليها وحساب مؤشر التنوع في منطقة ربيع أومبولان. وقياس المعالم البيئية مثل البيانات الداعمة، وهي درجة حرارة الهواء ورطوبة الهواء ورطوبة التربة ودرجة حموضة التربة وشدّة الضوء. هذا النوع من البحث الوصفي الاستكشافي هو لوصف أنواع البتيرويدوفيتا الموجودة. الاستكشافية، وهي استكشاف مجال البحث لتحديد وتصنيف البتيرويدوفيتا الأرضية الموجودة. استخدم هذا البحث تقنية أخذ العينات الهادفة مع طريقة *Belt Transek*. تنقسم نقاط جمع بيانات الأنواع إلى 3، وهي المحطة 1 والمحطة 2 والمحطة 3. تحتوي كل محطة على قطع 4 × 4 م من 10 قطع أرض موضوعة في صفين على يسار ويمين الخط المقطعي. مجموع قطع الأراضي 30 قطعة. تتكون كل نقطة مراقبة من خط مقطعي واحد بطول 50 متراً، والمسافة بين المقاطع العرضية 20 متراً. أوضحت النتائج وجود 14 نوعاً من البتيرويدوفيتا الأرضية تتكون من *Pteris* و *Asplenium onopteris* و *Adiantum philippense* و *Macrothelypteris torresiana* و *ensiformis* و *Adiantum hispidulum* و *Christella dentata* و *Adiantum raddianum* و *Pteris vittata* و *Pteris fauriei* و *Christella sp.* و *Tectaria fuscipes* و *Dicranopteris curranii* و *Nephrolepis exaltata* و *Nephrolepis cordifolia*. مؤشر تنوع Shannon-wiener (H') هو 3.80022 3.22. مصنفة على أنها ذات تنوع كبير في الأنواع. وكانت نتائج قياسات المعالم البيئية هي درجة الحرارة 28.8 درجة مئوية، ورطوبة الهواء 62.3٪، ودرجة الحموضة 6.5، وشدّة الضوء 3271 لوكس، ورطوبة التربة 28.3٪.

الكلمات المفتاحية: تنوع السرخس، البتيرويدوفيتا الأرضية

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul “Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Terrestrial di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang” dengan baik. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah mengantarkan manusia ke jalan kebenaran. Penulisan skripsi tidak terlepas dari bimbingan, arahan, dan bantuan berbagai pihak, baik berupa pikiran, motivasi, tenaga, maupun do'a. Penulis menyampaikan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P selaku Ketua Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Sekaligus dosen pembimbing skripsi dan dosen wali yang telah meluangkan banyak waktu serta memberikan saran, nasehat dan sabar dalam membimbing serta mengarahkan hingga penulisan skripsi ini terselesaikan.
4. Mujahidin Ahmad, M.Sc selaku dosen pembimbing skripsi bidang agama yang dengan penuh keikhlasan dan kesabaran telah memberikan bimbingan, pengarahan dalam penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Suyono, M.P dan Ruri Siti Resmisari, M. Si selaku dosen penguji yang dengan sabar dan tidak kenal lelah untuk memberikan masukan-masukan berharga hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu terkasih, Siti Robiyah dan Ayah, Suliono yang telah bersabar dan selalu memberikan dukungan mental, moral dan finansial. Saudara tersayang, Shela Martika yang selalu meluangkan waktu ditengah kesibukannya. Keluarga besar yang selalu memberikan motivasi tiada lelah, serta teman-teman yang senantiasa menghibur dan menyemangati dengan tulus untuk berjuang bersama menyelesaikan skripsi ini hingga tuntas.

7. Semua pihak yang secara langsung dan tak langsung memberikan dukungan dalam penulisan skripsi ini.

Tidak ada kata yang dapat mewakili perasaan penulis selain berucap banyak terima kasih, semoga semua amal baik yang telah diberikan kepada penulis senantiasa di balas dengan yang lebih baik oleh Allah SWT. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca khususnya dalam dunia pendidikan.

Malang, 27 Juni 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vii
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTACT	x
نبذة مختصرة.....	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan	7
1.4 Batasan Masalah	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Konsep Keanekaragaman.....	9
2.2 Paku (<i>Pteridophyta</i>)	10
2.2.1 Morfologi Tumbuhan Paku (<i>Pteridophyta</i>)	12
2.2.2 Siklus Hidup Tumbuhan Paku (<i>Pteridophyta</i>)	19
2.2.3 Klasifikasi Tumbuhan Paku (<i>Pteridophyta</i>)	19
2.3 Habitat Tumbuhan Paku (<i>Pteridophyta</i>)	26
2.4 Ekologi Tumbuhan Paku (<i>Pteridophyta</i>)	27
2.5 Peranan Tumbuhan Paku (<i>Pteridophyta</i>).....	28
2.6 Sumber Mata Air Umbulan Desa Ngenep	31
2.7 Faktor-Faktor Luar yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tumbuhan Paku (<i>Pteridophyta</i>)	32
2.8 Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener	34
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1 Jenis Penelitian	35
3.2 Waktu dan Tempat	35
3.3 Alat dan Bahan.....	36
3.4 Prosedur Penelitian	36
3.4.1 Observasi.....	36
3.4.2 Penentuan Lokasi Penelitian	37
3.4.3 Teknik Pengambilan Sampel	38
3.4.4 Identifikasi Paku	41

3.4.5 Analisis Data.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Jenis Tumbuhan Paku yang diperoleh dari Kawasan Mata Air Umbulan Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang	44
4.2 Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') Jenis Paku di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep	71
4.3 Parameter Lingkungan yang diperoleh di Kawasan Mata Air Umbulan Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang	74
4.4 Kajian Keislaman Mengenai Lingkungan Dalam Perspektif Al-Qur'an	77
BAB V PENUTUP.....	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Daun Sporofil dan Daun Tropofil Tumbuhan Paku.....	14
Gambar 2.2. Morfologi Tumbuhan Paku	15
Gambar 2.3. Ujung menggulung pada Paku Sejati	15
Gambar 2.4. Macam Tipe Daun Tumbuhan Paku	16
Gambar 2.5. Akar Tumbuhan Paku	17
Gambar 2.6. Bagian-Bagian Sorus.....	18
Gambar 2.7. Siklus Hidup Tumbuhan Paku	19
Gambar 2.8. <i>Psilopsida</i>	20
Gambar 2.9. <i>Psilotum nodum</i>	21
Gambar 2.10. <i>Lycopodium cernuum</i>	22
Gambar 2.11. Paku Ekor Kuda	24
Gambar 2.12. Strobilus	25
Gambar 2.13. <i>Pterium aquilinum</i>	25
Gambar 2.14. Wisata Mata Air Umbulan	31
Gambar 3.1. Peta Lokasi Sumber Umbulan.....	36
Gambar 3.2. Metode Belt Transek	37
Gambar 3.3. Peta Lokasi Mata Air Umbulan Desa Ngenep	38
Gambar 4.1. Morfologi <i>Asplenium onopteris</i>	48
Gambar 4.2. Morfologi <i>Pteris ensiformis</i>	50
Gambar 4.3. Morfologi <i>Macrothelypteris torresiana</i>	52
Gambar 4.4. Morfologi <i>Adiantum philippense</i>	53
Gambar 4.5. Morfologi <i>Adiantum hispidulum</i>	55
Gambar 4.6. Morfologi <i>Adiantum raddianum</i>	56
Gambar 4.7. Morfologi <i>Christella Dentata</i>	58
Gambar 4.8. Morfologi <i>Tectaria Fuscipes</i>	60
Gambar 4.9. Morfologi <i>Christella sp</i>	61
Gambar 4.10. Morfologi <i>Pteris fauriei</i> Hieron.....	63
Gambar 4.11. Morfologi <i>Pteris Vittata</i>	65
Gambar 4.12. Morfologi <i>Nephrolepis cordifolia</i>	67
Gambar 4.13. Morfologi <i>Nephrolepis exaltata</i>	69
Gambar 4.14. Morfologi <i>D. Curranii</i>	71

DAFTAR TABEL

Tabel 3.4. Karakteristik Stasiun Penelitian.....	39
Tabel 4.1. Hasil Identifikasi Paku Terrestrial di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang.....	44
Tabel 4.2. Tingkat Keanekaragaman Paku (Pteridophyta) Terrestrial di di Kawasan Mata Air Umbulan Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang	72
Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan yang diperoleh di Kawasan Mata Air Umbulan Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Penelitian.....	89
Lampiran 2. Data Nilai Indeks Keanekaragaman Jenis (H')	92
Lampiran 3. Data Hasil Pengamatan Faktor Abiotik.....	94
Lampiran 4. Gambar Kegiatan Penelitian.....	96
Lampiran 5. Lokasi masing-masing stasiun pengamatan	97

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Keanekaragaman hayati yang ada di Indonesia merupakan yang terbesar kedua di dunia setelah Brazil, oleh karena itu disebut dengan negara megabiodiversitas. Keanekaragaman hayati sebagian sudah diketahui manfaatnya, namun sebagian masih belum diketahui potensinya. Keanekaragaman hayati memiliki potensi sebagai penentu kondisi suatu lingkungan (ekosistem). Kehadirannya diperlukan untuk hidup dan dimanfaatkan sebagai modal pembangunan suatu wilayah, maka keberadaannya tergantung pada perlakuan manusia (Anggraini, 2018). Keanekaragaman tumbuhan tercantum dalam ayat Al-Qur'an surah Thaahaa (20) ayat 53 sebagai berikut:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَوَّلَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً
فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّىٰ

Artinya: “(Tuhan) yang telah menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu, dan menjadikan jalan-jalan di atasnya bagimu, dan yang menurunkan air (hujan) dari langit. Kemudian, Kami menumbuhkan dengannya (air hujan itu) berjenis-jenis aneka macam tumbuh-tumbuhan.”

Sesuai QS: Thaahaa [20]: 53, Az-Zuhaili, 2016, yaitu Tafsir al-Munir mengungkapkan tentang kesempurnaan atas kekuasaan dan hikmah Allah Subhanahu Wata'ala tentang menciptakan keanekaragaman tumbuhan di bumi, dari *nabaatin syattaa*, yang berarti tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam, kata *syattaa* menjadi penunjuk sifat. Kata tersebut bentuk plural dari kata *syatiit*, yang artinya suatu yang terpisah-pisah. Kemudian, tafsir Ibnu-Katsir (2010) menjelaskan

tentang terciptanya aneka macam tumbuh-tumbuhan berupa tanaman-tanaman dan buah-buahan, yang memiliki rasa manis, pahit, dan berbagai macam lainnya. Penjabaran tersebut merupakan sebuah bukti petunjuk atas kesempurnaan dan kuasa-Nya dalam menciptakan segala sesuatu. Sedangkan pengertian menurut tafsir Jalalain adalah lafal *syattaa* menjadi kata sifat daripada lafal *Azwaajan*, bermakna, yang berbeda-beda dari segi warna dan rasa. Lafal *syattaa* merupakan bentuk jamak dari *syatiitun*, *wazannya* sama dengan lafal *Mardhaa* sebagai bentuk jamak dari lafal *Mariidhun*. Berasal dari kata kerja *syatta* yang artinya *Tafarraqa* atau berbeda-beda. Tafsir tersebut memiliki makna agar manusia sebagai makhluk yang berakal dan memiliki pikiran untuk mempelajari keanekaragaman tumbuhan di bumi.

Air hujan yang diturunkan oleh Tuhan dari langit memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman dan berbagai macam buah dengan cita rasa yang beragam, mulai dari yang masam hingga yang manis. Setiap tanaman memiliki ragam jenis dan manfaatnya masing-masing, ada yang cocok untuk manusia dan ada yang bermanfaat bagi binatang. Semua ini menunjukkan karunia dan nikmat yang melimpah dari Allah kepada seluruh hamba-Nya (Tafsir Kemenag, 2019).

Menurut Imaniar (2017) dikatakan bahwa Indonesia menjadi negara yang memiliki tingkat keterancaman lingkungan yang tinggi, terutama terhadap kepunahan suatu spesies. Kerusakan habitat dapat menurunkan tingkat keanekaragaman *pteridophyta* terrestrial. Hal itu dibuktikan dengan adanya data dari IUCN (2019), bahwa jenis-jenis tumbuhan paku yang memiliki tingkat status konservasi yang beresiko rendah makin bertambah yaitu suku *Thelypteridaceae*, *Pteridaceae*, *Aspleniaceae*, *Cystopteridaceae*, *Polypodiaceae*, dan *Dryopteridaceae*. Keterancaman jenis tumbuhan paku tersebut terjadi karena itu perubahan kondisi

lingkungan (ekosistem) dan campur tangan manusia seperti pembukaan lahan infrastruktur dan penyiangan.

Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*) merupakan salah satu flora yang termasuk *Cormophyta* karena bagian tubuhnya dapat dibedakan menjadi akar, batang dan daun. Disebut tumbuhan *Cryptogamae* (berspora) karena memiliki spora sebagai alat perkembangbiakan dan disebut *Rhizophyta* karena memiliki akar. *Pteridophyta* memiliki dua bagian utama yaitu organ vegetatif yang terdiri atas akar, batang, dan daun. Serta organ generatif yang terdiri dari spora, sporangium, anteridium dan arkegonium. *Pteridophyta* disebut juga tumbuhan vaskular tidak berbiji. Berasal dari dua kelompok filogenetik yang berbeda: Likofit (kurang dari 15.000 spesies) dan Pakis (Sekitar 10.500 spesies). Tersebar luas mulai wilayah tundra hingga wilayah tropis dan lebih beragam di wilayah khatulistiwa, termasuk Indonesia (Della & Falkenberg, 2019).

Pteridophyta hidup di berbagai habitat dan kebanyakan ditemukan tumbuh di atas tanah (terrestrial) yang memiliki lingkungan yang lembab. Spesies yang umum ditemukan adalah golongan kelas Polypodiopsida dan Pterydopsida. Kemudian terdapat tumbuhan paku yang hidup di air (akuatik) dengan suku yang umum dijumpai adalah Salviniaceae dan Marsiliaceae (Maulida, 2023).

Pteridophyta terrestrial adalah kelompok tumbuhan paku yang hidup di atas permukaan tanah. Meskipun dapat hidup pada berbagai kondisi lingkungan, *Pteridophyta* menyukai dan tumbuh subur pada tanah dengan kelembaban dan curah hujan yang tinggi (Katili, 2013). Handayani dkk. (2021) yang melakukan penelitian dikawasan Danau Aneuk Laot menyebutkan bahwa ciri-ciri lingkungan yang disukai *Pteridophyta* adalah tempat yang memiliki banyak aliran air dan curah

hujan yang stabil. Selain itu Hutasuhut & Febriani (2019) menyebutkan bahwa keberadaan naungan juga mempengaruhi keberadaan jenis *Pteridophyta* yang ditemukan.

Keberadaan *Pteridophyta* terrestrial memberikan manfaat bagi manusia beberapa diantaranya dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Contohnya: *Sellaginella plana* sebagai obat pembersih darah, *Equisetum debile* sebagai obat analgesik dan *Lygodium scandens* sebagai obat disentri. Sebagai bahan makanan, yaitu sayuran salah satunya adalah *Pteridium aquiline* (Jannah dkk, 2015). Daun Resam (*Gleichenia linearis*) dimanfaatkan masyarakat sebagai obat sakit kepala karena mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, steroid, saponin, tanin dan quinon (Komalasari dkk., 2019).

Menurut Yolla dkk. (2022) *Pteridophyta* memiliki peran sebagai bioindikator polusi udara dan hiperkumulator logam berbahaya. Samecka-Cymerman *et al.* (2011) Rimpang dan daun *Athyrium filix-femina* sebagai bioindikator yang memungkinkan unsur-unsur kimia dari tanah di atas bahan induk yang berbeda di barat daya Polandia. Kandungan logam metal yang terakumulasi oleh pakis sebagian besar tertahan di rimpang seperti Co (0,9), Cd (0,8), Pb dan Ni (0,5), Cr (0,4) dan sebagian besar diangkut dari rimpang ke daun (Al, Cu, Fe, Mn, V dan Zn). Hal ini dapat dikatakan bahwa *Athyrium filix-femina* dapat menyerap kandungan logam yang ada di dalam tanah dan dapat tetap tumbuh tanpa hambatan. Selain itu tumbuhan paku terrestrial berperan sebagai penjaga stabilitas tanah. Menurut Wilmshurst (1997) Ketika suatu daerah tangkapan air tertutup oleh semak pakis, meminimalisir terjadinya erosi karena struktur tanah dipertahankan oleh jaringan akar tumbuhan paku dan terlindung dari benturan air hujan oleh kanopi

yang lebat. Menurut Richardson *et al.* (2010) Tumbuhan paku terrestrial merupakan dekomposer yang baik, dengan memecah bahan organik yang mati menjadi nutrisi yang dapat diserap oleh tanah dan membantu meningkatkan kesuburan tanah dengan memperkaya kandungan bahan organik. Hutan yang dikolonisasi oleh *Pteridium aquilinum* di barat laut Amerika dan Tanzania, masing-masing, memiliki bahan organik tanah atau C tanah yang tinggi, dan secara substansial meningkatkan total kantong nutrisi di ekosistem. Hal tersebut sesuai Kurniawati dkk (2016) bahwa *Pteridophyta* merupakan suatu vegetasi yang memegang arti penting bagi suatu ekosistem, keberadaan *Pteridophyta* dapat mengindikasikan kondisi lingkungan pada suatu kawasan dan korelasinya terhadap lingkungan yang ditempati, karena adanya hubungan timbal balik dengan lingkungannya.

Keanekaragaman paku terrestrial merupakan komponen penting dari keanekaragaman hayati global dan memiliki nilai ekologis, evolusioner, dan sosial yang signifikan. Namun, beberapa spesies tumbuhan paku terrestrial juga menghadapi ancaman seperti hilangnya habitat, perubahan iklim, dan perburuan yang berlebihan. Oleh karena itu, perlindungan dan pelestarian habitat mereka menjadi penting untuk diperhatikan agar jenisnya tetap terjaga.

Berdasarkan beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya, sudah ada penelitian yang mengambil tentang *Pteridophyta*. Komalasari dkk. (2019) yang melakukan penelitian mengenai *Gleichenia linearis* atau Paku Resam yang termasuk kedalam paku terrestrial tersebut dimanfaatkan sebagai obat analgesik (mengobati rasa sakit kepala). Namun kenyataannya masih banyak masyarakat yang menganggap bahwa semua *Pteridophyta* sebagai pengganggu tanaman sehingga keberadaannya kurang mendapat perhatian. Yuliasmara & Ardiyani

(2013) *Pteridophyta* adalah salah satu jenis tumbuhan yang menempel pada tanaman budidaya. Contohnya adalah paku picisan (*Drymoglossum heterophyllum*). Paku tersebut digolongkan ke dalam gulma yang keberadaannya harus dibasmi. Oleh karena itu masyarakat umumnya sering memangkas tanpa mengetahui bahwa sebenarnya paku tersebut hanya menempel, dan hanya tumbuh di atas permukaan kulit pohon untuk mendapatkan seluruh air dari akarnya sehingga dikatakan bahwa paku tersebut tidak merusak pohon, apabila jumlahnya tidak sangat banyak hingga dapat menutupi seluruh permukaan atau bahkan mematahkan cabang lilitannya. Oleh karena itu penting dilakukan upaya konservasi pada beberapa jenis paku terestrial yang ada agar keberadaannya tidak punah. Hal tersebut dapat diawali dengan kegiatan identifikasi dan klasifikasi.

Identifikasi dan inventarisasi terhadap *Pteridophyta* bertujuan yaitu untuk mengumpulkan informasi berupa data spesies paku terestrial apa saja yang ditemukan yang nantinya akan digunakan untuk menentukan seberapa besar tingkat keanekaragamannya di alam (Tjitrosoepomo, 2005). Kegiatan eksplorasi dibutuhkan untuk melihat keadaan suatu ekosistem, salah satu tempat yang belum pernah dilakukan penelitian tumbuhan paku terestrial adalah kawasan Sumber Mata Air Umbulan di Desa Ngenep. Sumber Mata Air Umbulan memiliki lingkungan yang sejuk dan lembab, di dalamnya terdapat banyak pohon-pohon sehingga menambah suasana asri. Karena lokasinya yang berdekatan dengan pemukiman warga dan area persawahan, keberadaan paku terestrial yang terlihat pada lokasi jumlahnya semakin berkurang. Sehingga diharapkan penelitian ini dapat menjadi data awal yang dapat di manfaatkan untuk penelitian lebih lanjut, serta dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai spesies apa saja yang

ditemukan di wilayah tersebut. Kurniawati (2016) menyebutkan bahwa keberadaan *Pteridophyta* dapat menjadi sumber data pendukung untuk konservasi lingkungan. Atas dasar peran dan manfaat yang telah dijabarkan maka *Pteridophyta* perlu untuk dipertahankan keberadaannya. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan penelitian tentang keanekaragaman tumbuhan paku (*Pteridophyta*) terestrial di Mata Air

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja jenis paku (*Pteridophyta*) terestrial yang ditemukan di Mata Air Umbulan Desa Ngenep?
2. Bagaimana tingkat keanekaragaman paku (*Pteridophyta*) terestrial yang ditemukan di Mata Air Umbulan Desa Ngenep?
3. Bagaimana faktor lingkungan yang ada di Mata Air Umbulan Desa Ngenep?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui spesies paku (*Pteridophyta*) terestrial yang ditemukan di Mata Air Umbulan Desa Ngenep.
2. Untuk mengetahui tingkat keanekaragaman paku (*Pteridophyta*) terestrial yang ditemukan di Mata Air Umbulan Desa Ngenep.
3. Untuk mengetahui faktor lingkungan yang ada di Mata Air Umbulan Desa Ngenep.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Objek penelitian ini adalah spesies tumbuhan paku terestrial yang terdapat di kawasan Mata Air Umbulan, Desa Ngenep, Kec. Karangploso, Kabupaten Malang.
2. Spesies yang di data adalah tumbuhan paku terestrial yang berada di sepanjang garis transek dan berada dalam plot sampling berukuran 4 m x 4 m.
3. Tumbuhan paku terestrial yang diamati adalah yang memiliki bagian tubuh yang lengkap dari morfologi akar, batang dan daun.
4. Faktor abiotik yang menjadi tolok ukur yaitu suhu udara, kelembaban tanah, kelembaban udara, pH tanah, dan intensitas cahaya.
5. Identifikasi dilakukan hingga ke tingkat spesies.
6. Identifikasi tumbuhan paku yang ditemukan menggunakan aplikasi PlantNet dan Plantsnap, buku identifikasi paku dan pencocokan ciri morfologi pada literatur yang mendukung dan terpercaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Manfaat bagi pelajar dan masyarakat umum yaitu dapat dijadikan sebagai referensi belajar mengenai spesies tumbuhan paku (*Pteridophyta*) apa saja yang ada di Mata Air Umbulan Desa Ngenep.
2. Dapat menjadi data pendukung bagi peneliti untuk menambah informasi ilmiah yang akurat guna dilakukan penelitian lebih lanjut.
3. Memudahkan masyarakat setempat ketika ingin mempelajari jenis paku yang berpotensi dijadikan sebagai tanaman hias.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Keanekaragaman

Biodiversitas merupakan terjemahan bahasa inggris dari kata “*biodiversity*”, yang merupakan kepanjangan dari *biological diversity*. Studi tentang keanekaragaman hayati menjadi sangat penting karena memiliki keterkaitan yang erat dengan kehidupan manusia sebagai bagian dari sistem kehidupan. Keanekaragaman hayati merupakan kajian penting karena berkaitan erat dengan kehidupan manusia sebagai bagian dari sistem kehidupan. Keanekaragaman hayati dapat dimanfaatkan sebagai modal dasar pembangunan suatu negara dan paru-paru dunia yang bisa dimanfaatkan untuk waktu yang akan datang (Anggraini, 2018). Pada dasarnya, konsep keanekaragaman mengacu pada berbagai tingkat variasi karakteristik yang dimiliki oleh makhluk hidup. Ini berkaitan dengan jumlah, variasi, dan perbedaan dalam ciri-ciri khas yang dimiliki oleh organisme hidup (Ridhwan, 2012).

Tingkat keanekaragaman suatu wilayah ditentukan oleh jumlah spesies yang ada di dalamnya. Wilayah dikatakan memiliki keanekaragaman tinggi ketika terdapat banyak spesies yang ditemukan dalam komunitasnya (Kusmana, 2015).

Gaston & Spicer (1998) membagi tingkatan keanekaragaman hayati berdasarkan skala organisasi biologisnya menjadi tiga yaitu:

1. Keanekaragaman genetik (*genetic diversity*), yang mengacu pada jumlah total informasi genetik yang terdapat dalam individu-individu suatu spesies atau populasi tertentu.

2. Keanekaragaman spesies (species diversity), yang merujuk pada variasi makhluk hidup atau spesies yang mendiami suatu area, habitat, atau komunitas tertentu.
3. Keanekaragaman ekosistem (ecosystem diversity), yang mencakup variasi pada skala tempat tinggal (habitat atau lingkungan darat dan laut).

Tumbuhan memiliki beragam bentuk, warna, dan jenis. Oleh karena itu, manusia tidak dapat terlepas dari penggunaan tumbuhan dalam kehidupan sehari-hari. Aktivitas pemanfaatan dan penggunaan tumbuhan secara tidak langsung memperkenalkan manusia pada kegiatan mengenal tumbuhan, seperti mengidentifikasi dan mengelompokkannya berdasarkan tujuan masing-masing (Sudarsono dkk., 2005). Identifikasi adalah proses memberi nama yang tepat sesuai dengan klasifikasinya. Pengidentifikasian dilakukan berdasarkan kesamaan dan perbedaan dalam morfologi, habitat, bentuk, dan ukuran. Sedangkan klasifikasi sendiri adalah pengelompokan makhluk hidup berdasarkan tingkat taksonomi yang digunakan (Qomah, 2017).

2.2 Paku (*Pteridophyta*)

Tumbuhan paku merupakan tumbuhan dengan struktur tubuh yang dapat dibedakan menjadi daun, batang, dan akar. Kelompok tumbuhan ini termasuk dalam divisi tersendiri, yaitu *Pteridophyta* (Imat dkk., 2020). Kata "*Pteridophyta*" terdiri dari dua kata, yaitu "*Pteron*" yang berarti sayap dan "*Phyta*" yang berarti tumbuhan. Di Indonesia, tumbuhan ini lebih umumnya tersusun seperti sayap (bersirip) dan memiliki bulu-bulu di bagian ujungnya. Ciri khas adalah daun muda menggulung yang disebut "crozier" (Hasanuddin & Mulyadi, 2015). Gulungan crozier nantinya akan terbuka dengan sendirinya ketika daun sudah tumbuh dewasa (Ariani dkk., 2022).

Jenis paku (*Pteridophyta*) berdasarkan cara hidupnya, dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, termasuk paku yang hidup di air (hidrofit), hidup di lingkungan yang lembab (higrofit), hidup menempel pada tumbuhan lain (epifit), dan hidup dari sisa-sisa tumbuhan lain (saprofit) (Hutasuhut & Febriani, 2019).

Beberapa penelitian sebelumnya yang melakukan penelitian tentang keanekaragaman paku yaitu Wahyuningsih dkk. (2019) yang melakukan inventarisasi paku di perkebunan PT Bina Sains Cemerlang. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ditemukan sebanyak 9 famili dengan total 19 spesies. Fauziah dkk. (2022) melakukan penelitian menginventarisasi jenis paku yang ada di kawasan wisata Brayeun dan dalam penelitian tersebut berhasil ditemukan 23 spesies yang masuk dalam 13 famili. Pada kawasan wisata Brayeun ditemukan paku teresterial sebanyak 15 jenis. Berdasarkan dua penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa jenis paku yang ditemukan di kedua lokasi berbeda, hal ini disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan yang memengaruhi faktor abiotiknya. Salah satu faktor yang dapat berbeda adalah intensitas cahaya, yang dipengaruhi oleh adanya naungan. Kehadiran pohon besar atau kanopi dapat mempengaruhi intensitas cahaya, sehingga jika cahaya yang masuk terbatas, maka kelembaban udara cenderung tinggi dan suhu udara akan menurun (Majid dkk., 2022). Saputro & Utami (2020) melakukan penelitian keanekaragaman paku di kawasan Candi Gedong Songo di Kabupaten Semarang, ditemukan sebanyak 19 spesies dengan 16 spesies hidup secara terestrial. Diantara 19 spesies yang memiliki jumlah melimpah yaitu *Gleichenia linearis*, *Histiopteris incise*, *Lycopodium cernuum*, dan *Neprolepis* sp..

Paku (Pteridophyta) dapat diklasifikasikan berdasarkan variasi jenis dan ukuran spora, letak sporangium, sifat anulus, dan sorus pada daun. Sistem klasifikasi paku (Pteridophyta) terdiri dari empat divisi, yaitu paku purba (Psilophytinae), paku kawat (Lycopodinae), paku ekor kuda (Equisitinae), dan paku sejati (Filicinae) (Tjitrosoepomo, 2005). Dengan adanya klasifikasi ini, kita dapat mengelompokkan paku ke dalam kelompok-kelompok berdasarkan karakteristik morfologisnya.

2.2.1 Morfologi Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)

Pteridophyta terestrial ada yang merambat dan disebut sebagai “paku merambat” atau “paku merayap”. Jenisnya memiliki batang panjang dan fleksibel merayap di tanah maupun di substrat lain. Sesuai dengan surah yang terdapat dalam Al-Qur’an, yaitu surah Al-An’am [6]: 141:

﴿ وَهُوَ الَّذِي أَنشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا
أُكْلُهُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا
حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ۝۱۴۱﴾

Artinya: “Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebum yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon kurma, tanam-tanaman yang bermacam-macam rasanya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak serupa (rasanya). Makanlah sebagian buahnya apabila ia berbuah dan berikanlah haknya (zakatnya) pada waktu memetik hasilnya, tapi janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan.” (QS. Al-An’am [6]: 141)

Menurut tafsir oleh Shihab (2002) yaitu tafsir Al-Mishbah, Allah Subhanahu Wata’ala atas kuasa-Nya telah menciptakan kebun-kebum yang dibedakan menjadi tumbuhan yang *berjunjung* dan tumbuhan yang *tidak*

berjunjung yang bertujuan untuk menjelaskan bahwa Allah Subhanahu Wata'ala melarang segala hal yang dapat menyebabkan manusia lalai atau melupakan nikmat-nikmat yang telah diberikan-Nya. Sedangkan menurut tafsir Jalalain, (Dan Dialah yang menjadikan) yang telah menciptakan (kebun-kebun) yang *mendatar* di permukaan tanah dan yang *tidak terhampar* (yang berdiri tegak) (Al-Mahalli & As-Suyuthi, 2007). Sedangkan menurut Kemenag RI (2019) Dialah yang menumbuhkan tanaman-tanaman yang *merambat* dan yang tidak *merambat*. Seharusnya hal ini membangkitkan perhatian hamba-hamba Allah dan menginspirasi mereka untuk meningkatkan iman, rasa syukur, dan ketakwaan kepada-Nya.

Tumbuhan paku memiliki kelompok tumbuhan yang tidak merambat dan ada yang tumbuh dan berkembang biak di atas tanah. Keduanya diklasifikasikan sebagai tumbuhan nyata. Mereka merupakan bagian dari divisi tumbuhan kormus yang memiliki perbedaan yang jelas dalam tiga komponen utama pertumbuhannya, yaitu batang, akar, dan daun. Mereka menggunakan spora sebagai alat utama untuk reproduksi (Tjitrosoepomo, 2005).

Paku (*Pteridophyta*) memiliki sistem berkas pembuluh angkut berupa *xylem* dan *floem* yang belum dijumpai ada pada lumut. Akarnya serabut yang ujungnya dilindungi oleh tudung akar (kaliptra). Tidak semua batang paku (*Pteridophyta*) terlihat dipermukaan tanah karena berada di dalam tanah berupa rhizom.

a. Batang

Pertumbuhan batang paku secara umum tidak nyata, umumnya berupa akar tongkat atau rimpang, ada juga yang berbentuk batang sebenarnya. Bentuk batang Paku ada yang seperti tiang, memanjat (*rhizome*), menjalar atau pendek, ada yang

kompak (*stock*, *rootstock*, atau *caudex*), ada yang tumbuh tegak lurus seperti pohon dengan daun berada di ujung (*trunk*) (Sianturi dkk., 2020).

b. Daun

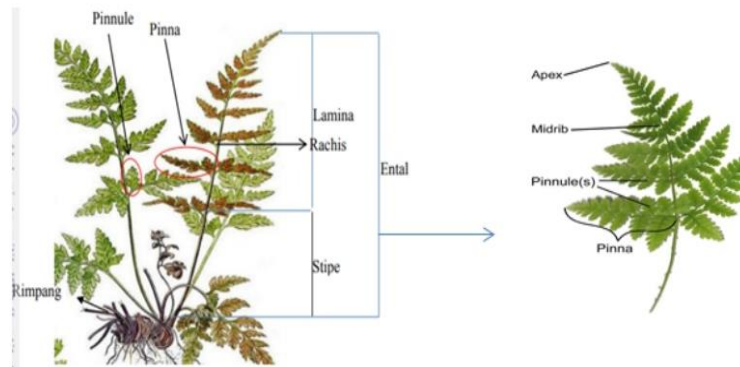
Daun paku berwarna hijau karena ada klorofil sehingga dapat berfotosintesis. Daun yang tidak terdapat spora disebut tropofil, sedangkan yang ada sorus disebut sporofil (Gambar 2.1). Dikenal dua bentuk sporofil yang berbeda dalam tumbuhan paku, yaitu helai dan strobilus. Strobilus adalah kumpulan sporofil yang terdiri dari beberapa struktur yang menyerupai kerucut dan terletak pada ujung cabang daun paku. Sedangkan sporofil berbentuk helai memiliki kelompok sporangium yang membentuk sorus yang terletak di ujung atau tepi daun (Tjitrosoepomo, 2009).



Gambar 2.1 Daun Sporofil dan Daun Tropofil Tumbuhan Paku (*Drymoglossum* sp) (Sianturi dkk., 2020)

Daun pada tumbuhan paku sering disebut ental (*frond*). Daun tumbuhan paku terdiri dari lamina (helaian daun) dan stipe (tangkai), yang umumnya dilapisi oleh bulu atau sisik. Daun tumbuhan paku biasanya tersebar atau terkumpul sepanjang stipe dan rachis. Pada daun muda, terjadi gulungan yang disebut coil atau gelung. Bentuk daun pada daun muda berbeda dengan daun dewasa. Tumbuhan

paku memiliki bentuk daun bersirip (pinnate), di mana setiap anak daunnya disebut pinna, dan poros tempat pinna berada disebut rachis (Gambar 2.2) (Sianturi dkk., 2020).



Gambar 2.2 Morfologi Tumbuhan Paku (Sianturi dkk., 2020)

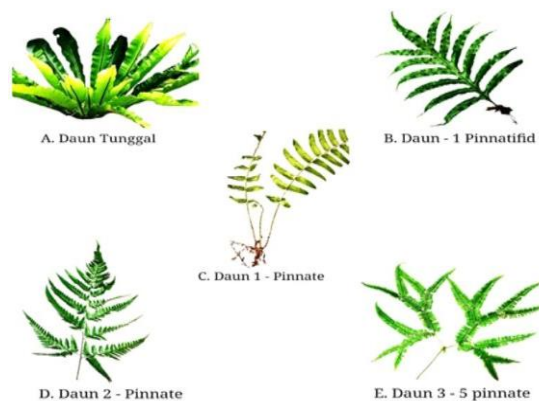
Salah satu ciri umum lain yang sering ditemukan pada tumbuhan paku adalah daun muda yang melingkari dirinya sendiri (Gambar 2.3). Namun, ciri ini hanya dapat ditemukan pada kelompok tumbuhan paku sejati.



Gambar 2.3 Ujung menggulung pada Paku Sejati (Sianturi dkk., 2020)

Tumbuhan paku (Pteridophyta) yang memiliki beberapa tipe daun (Gambar 2.4) menurut Wanma (2016) yaitu:

- a) Daun tunggal: daun dengan tepi rata hingga lobed tanpa percabangan rachis.
- b) Daun pinnatifid: pinna yang berdekatan menyambung membentuk sinus.
- c) Daun 1-pinnate: pinna tidak menyambung, rachis sekali bercabang.
- d) Daun 2-pinnate: rachis dua kali bercabang, pinnule tidak menyambung.
- e) Daun 3-pinnate: rachis tiga kali bercabang, pinnule tidak menyambung.



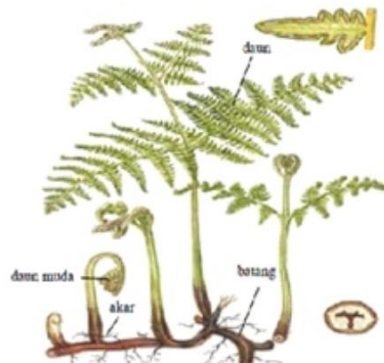
Gambar 2.4 Macam Tipe Daun Tumbuhan Paku (Sianturi dkk., 2020)

c. *Rhizoid*

Akar pada tumbuhan paku atau Pteridophyta memiliki karakteristik sebagai akar serabut. Bagian ujung akarnya dilindungi oleh tudung yang disebut kaliptra. Pertumbuhan akar paku tidak berlangsung terus menerus dari kutub akar. Akar pertama yang muncul tidak dominan dan segera diikuti oleh akar-akar lain yang tumbuh dari batang. Hal ini menyebabkan pembentukan akar pada tumbuhan paku disebut homorizi. Berbeda dengan *Spermatophyta* yang lembagaanya bersifat

bipolar, embrio zigot *Pteridophyta* bersifat unipolar. Sedangkan akar-akar yang keluar dari kutub akar seperti *Spermatophyta* disebut dengan *Alorizi*. Akar paku bersifat endogen (Holttum, 1959).

Perakaran embrio paku dibedakan menjadi 2 bagian kutub yaitu, kutub atas dan kutub bagian bawah (Gambar 2.5). Kutub yang berkembang menjadi rimpang dan daun adalah kutub bagian atas. Sedangkan kutub bawah membentuk akar. Akar paku (*Pteridophyta*) mulanya berasal dari embrio yang kemudian gugur dan tergantung oleh akar-akar yang berbentuk seperti rambut. Jumlah yang besar dan berwarna gelap yang berasal dari batang (Sianturi dkk., 2020).



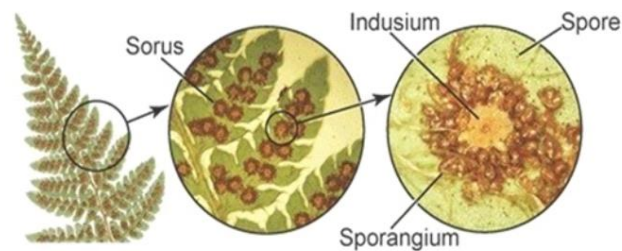
Gambar 2.5 Akar Tumbuhan Paku (Sianturi dkk., 2020)

d. Spora

Tumbuhan paku bereproduksi melalui spora. Spora terbentuk di dalam struktur yang disebut sporangium, yang berkumpul dalam kelompok yang disebut sorus. Ketika sporangium pecah, spora akan dilepaskan. Tumbuhan paku memiliki

variasi dalam penggumpalan sporangium, termasuk berbagai jenis, seperti yang dijelaskan oleh Hasanuddin & Mulyadi (2015):

- a) Sorus yaitu sporangium dalam kotak sporangium terbuka atau berpenutup (insidium) (Gambar 2.6).
- b) Strobilus yaitu sporangium membentuk karangan bangun kerucut bersama sporofilnya.
- c) Sporokarpium yaitu sporangium dibungkus oleh daun buah (karpelum).



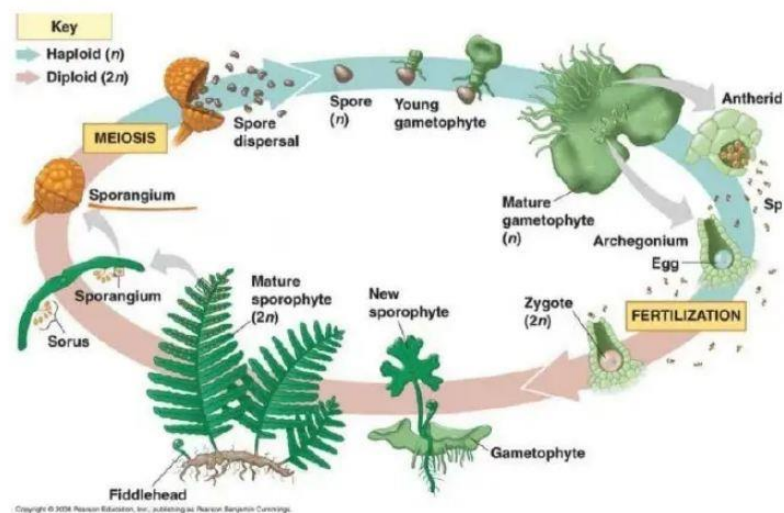
Gambar 2.6 Bagian-Bagian Sorus (Sianturi dkk., 2020)

Sporangium dikelilingi oleh deretan sel yang membentuk struktur cincin yang disebut *annulus* yang berperan dalam pengaturan pelepasan spora. Tipe spora dibedakan menjadi: Spora monolete memiliki bentuk bulat seperti kacang dengan satu garis tunggal yang menunjukkan bekas luka saat sporanya pecah dan terpisah menjadi empat sel reproduktif di sekitar sumbu vertikal. Spora trilete memiliki empat sel reproduktif yang terhubung pada satu titik setelah induk sporanya pecah menjadi empat bagian (Riastuti dkk., 2018).

2.2.2 Siklus Hidup Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)

Seperti tumbuhan lain yang bereproduksi secara seksual, tumbuhan paku memiliki dua generasi yang berbeda, yaitu generasi sporofit dan generasi gametofit

(Gambar 2.7). Generasi sporofit adalah generasi yang menghasilkan spora, sedangkan generasi gametofit adalah tumbuhan yang menghasilkan sel-sel gamet (sel kelamin). Pada tumbuhan paku, generasi sporofit memiliki ukuran yang lebih besar dan masa hidup yang lebih lama dibandingkan generasi gametofit. Oleh karena itu, generasi sporofit pada tumbuhan paku dianggap sebagai generasi yang dominan (Tjitrosomo, 1983).



Gambar 2.7 Siklus Hidup Tumbuhan Paku (Campbell dkk., 2008)

2.2.3 Klasifikasi Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)

Tumbuhan paku masuk ke dalam divisi Pteridophyta. Diklasifikasikan ke dalam 4 kelas yaitu Psilophytinae (Paku Purba), Lycopodiinae (Paku Kawat), Equisetinae (Paku Ekor Kuda), dan Filicinae (Paku Sejati) (Tjitrosoepomo, 2009).

a. Kelas *Psilophytinae* (Paku Purba)

Paku purba, yang sebagian besar jenisnya telah punah, adalah kelompok tumbuhan paku yang kini sudah jarang ditemui. Salah satu kelompok ini adalah

Psilophytinae, yang merupakan paku tanpa daun dan memiliki daun kecil (mikrofil) yang belum terdiferensiasi. Beberapa di antaranya juga belum memiliki akar. Dalam hal reproduksi, paku purba cenderung homospor. Paku purba terbagi menjadi dua ordo, yaitu (Sianturi dkk., 2020):

1. Ordo Psilophytales (Paku Telanjang)

Tumbuhan yang termasuk dalam ordo ini adalah tumbuhan darat yang sudah berusia tua. Mereka hidup sekitar 350 juta tahun yang lalu, pada era Silurian dan Devon. Tumbuhan ini telah ditemukan dalam lapisan bumi yang sangat kuno, di mana belum ditemukan jejak lumut. Paku telanjang merupakan jenis tumbuhan paku yang paling primitif dalam tingkat perkembangannya. Mereka sangat sederhana, belum memiliki daun dan akar (Gambar 2.8). Batangnya sudah memiliki sistem pengangkutan yang terdiri dari berkas pembuluh, dan batangnya bercabang-garpu dengan sporangium yang terletak di ujung cabang-cabangnya.



Gambar 2.8 Psilopsida (Sianturi dkk., 2020).

Ada juga protalium yang lebih besar, yang memiliki berkas pengangkut dengan trakeida berkayu dan memiliki endodermis. Contoh tumbuhan paku ini adalah sebagai berikut:

1. *Psilotum nudum* (Gambar 2.9), yang masih terdapat di pulau jawa.
2. *Psilotum triquetrum* hanya terdapat di daerah tropika.
3. *Tmesipteris tannensis* di Australia.



Gambar 2.9 *Psilotum nudum* (Sianturi dkk., 2020).

b. Kelas Lycopodiinae (Paku Rambut atau Paku Kawat)

Tumbuhan paku purba, yang sebagian besar jenisnya telah punah, merupakan anggota dari kelompok Psilophytinae. Kelompok ini terdiri dari tumbuhan paku telanjang yang tidak memiliki daun dan memiliki daun kecil yang belum terdiferensiasi, disebut mikrofil. Beberapa di antaranya juga belum memiliki akar. Tumbuhan paku purba ini diklasifikasikan sebagai tumbuhan homospor, yang berarti mereka menghasilkan spora dengan sifat yang serupa. Paku purba terdiri dari dua ordo yaitu (Sianturi dkk., 2020):

1. Ordo Lycopodiales

Lycopodium secara umum berwujud terna kecil yang sering dipakai untuk pembuatan buket bersama dengan bunga. Batangnya memiliki berkas pengangkut yang masih sederhana, tumbuh tegak atau berbaring dengan cabang – cabang yang menjulang ke atas. Daun – daunnya berambut, berbentuk garis atau jarum yang dianggap homolog dengan mikrofil *Psilophytinae* dan hanya memiliki satu tulang yang tidak bercabang (Sianturi dkk., 2020).

Contoh umum yang banyak dikenal di Indonesia yaitu: *Lycopodium cernuum* (Gambar 2.10), di Jawa Barat banyak digunakan dalam pembuatan karangan bunga. *Lycopodium clavatum*, yang sporanya dikumpulkan sebagai serbuk *Lycopodium* (*Pulvis lycopodii*) yang dipergunakan sebagai pembalut pil agar tidak lengket dan juga digunakan dalam percobaan untuk mengukur panjang gelombang suara.



Gambar 2.10 *Lycopodium cernuum* (Sianturi dkk., 2020)

2. Ordo Selaginellales (Paku Rane, Paku Lumut)

Tumbuhan dalam ordo ini memiliki batang yang tegak berdiri dan bercabang menggarpu. Mereka tumbuh secara merumpun dan memiliki bentuk seperti rumput. Beberapa spesies dalam ordo ini dapat memanjat, dengan tunas yang tumbuh hingga beberapa meter. Pada batangnya terdapat daun-daun kecil yang berhadapan dan tersusun dalam empat baris (Sudarnadi, 1980).

3. Ordo Lepidodendrales

Ordo ini terdiri dari sekitar 200 jenis tumbuhan yang sebagian besar termasuk dalam keluarga Lycopodiaceae, khususnya genus *Lycopodium*. Mereka memiliki berkas pengangkut yang menjulang ke atas pada batangnya. Daun-daunnya berambut dan berbentuk seperti garis atau jarum (Sudarnadi, 1980).

c. Kelas *Equisitinae* (Paku Ekor Kuda)

Kelas *Equisetinae* secara umum memiliki beberapa ciri khas. Pada tumbuhan paku ekor kuda, terdapat buku-buku yang sangat terlihat jelas pada batangnya. Batang paku ekor kuda berbentuk rhizome (akar rimpang) dan memiliki cabang-cabang serta ruas-ruas yang terlihat (Gambar 2.11). Pada ujung cabang batang, sering ditemukan struktur bulat yang disebut elater, yang berperan dalam produksi spora. Tumbuhan paku jenis ini terdiri dari tiga ordo, yaitu *Equisetales*, *Sphenophyllales*, dan *Protoarticulatales* (Sudarmadi, 1980).



Gambar 2.11. Paku Ekor Kuda (Campbell dkk., 2008).

1. *Ordo Equisetales*

Tumbuhan ini memiliki rimpang yang merayap dan cabang yang tumbuh tegak. Pada buku-buku batang, terdapat daun-daun berbentuk sisik yang membentuk kelompok, dengan ujung yang runcing dan satu berkas pengangkut kecil (Sianturi dkk., 2020). Equisetaceae merupakan satu-satunya famili yang ada di ordo Equisetales. Paku ekor kuda mempunyai strobilus yang bertangkai, seperti ekor kuda. Strobilus tersusun dari kumpulan sporofil yang membentuk struktur gada/perisai bersegi lima (Gambar 2.12), yang masing-masing sporofil membawa banyak sporangium (Park *et al.*, 2003).

Famili ini memiliki ciri morfologi (Sianturi dkk, 2020) sebagai berikut: Memiliki satu tipe batang yaitu batang hijau aerial annual dengan bentuk tegak berongga. Di bagian ujungnya (apeks) terdapat bentukan seperti kerucut yang berperan sebagai organ fotosintetik menggantikan daun. Sehingga batang tanaman ini berperan sebagai batang generative dan vegetatif. Memiliki node yang mempunyai perakaran padat yang tertutup oleh trichomes.

d. *Kelas Filicinae (Paku Sejati)*

Kelas Filicinae memiliki jumlah spesies yang paling banyak. Tumbuhan ini dapat ditemukan di habitat terestrial. Pada kebanyakan tumbuhan paku Filicinae, batang, tangkai daun, dan kadang-kadang sebagian daun dilindungi oleh lapisan rambut-rambut berbentuk sisik yang disebut palea. Sporangium pada tumbuhan ini terbentuk dalam jumlah yang besar dan terletak di sisi bawah daun. *Filicinae* memiliki daun besar (*makrofil*) Contoh paku sejati adalah *Pterium aquilinum* (Gambar 2.13) (Sianturi dkk., 2020).



Gambar 2.12 *Pterium aquilinum* (Sianturi dkk., 2020).

Proses pengelompokan atau klasifikasi tumbuhan paku harus memperhatikan karakter generatif maupun vegetatif tumbuhan tersebut. Famili-famili tumbuhan paku dibedakan berdasarkan ciri-ciri habitus (bentuk tubuh), tipe spora, tipe frond (daun paku), letak sorus (kelompok sporangium), dan bentuk spora. Di antara genus-genus dalam satu famili, perbedaan dapat ditemukan dalam bentuk frond, pola percabangan, venasi (pola pembuluh), bentuk indusium (pelindung sporangium), bentuk spora, dan tipe apertura (pembukaan sporangium).

Sementara itu, perbedaan antara spesies dalam satu genus dapat terlihat dalam crest fold (lipatan pada sorus), bentuk tepi lamina (daun), permukaan perispora (lapisan luar spora), dan tipe sisik (struktur pelindung pada spora) (Rukmana, 2018).

2.3 Habitat Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Secara umum, tumbuhan paku biasanya ditemukan di daerah tropis yang lembab. Pada daerah beriklim tropis tersedia berbagai habitat yang menyebabkan tumbuhan paku tumbuh dengan berbagai bentuk (beranekaragam) (Mehlreter, 2010).

Menurut Wanma (2016) Berdasarkan habitatnya, tumbuhan paku dapat diklasifikasikan ke dalam enam kelompok. Pertama, paku epifit yang tumbuh menempel pada pohon. Kedua, tumbuhan paku terestrial yang memiliki akar yang tumbuh di tanah. Ketiga, paku pemanjat atau *climbing fern* yang memiliki akar di tanah namun akan memanjat jika menemukan pohon inang. Keempat, *rockfern* yang memiliki akar yang menempel pada batu. Kelima, paku air atau *aquatic fern* yang tumbuh di perairan. Dan terakhir, paku gunung atau *mountain fern* yang ditemukan di daerah pegunungan.

Penyebaran tumbuhan paku memiliki jangkauan yang luas, sehingga memungkinkan mereka hidup dalam berbagai ekosistem (Sastrapradja dkk., 1979). Pola penyebaran tumbuhan paku dapat dibedakan menjadi dua kelompok. Kelompok pertama adalah yang menyebar secara normal di bawah naungan tanaman lain dan tidak memerlukan sinar matahari langsung. Kelompok kedua adalah yang menyebar secara normal dalam kondisi tanpa naungan (terbuka). Tumbuhan paku dapat ditemukan mulai dari hutan primer, hutan sekunder, dataran

rendah hingga tinggi, area terbuka, lingkungan basah, lembab, kebun, dan bahkan di tepi jalan (Arini & Kinho, 2012).

2.4 Ekologi Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)

Ekologi tumbuhan paku adalah studi tentang hubungan antara tumbuhan paku dan lingkungan di mana mereka hidup. Tumbuhan paku termasuk dalam kelompok tumbuhan yang mencakup berbagai spesies tumbuhan tak berbiji yang biasanya berkembang biak melalui spora. Tumbuhan paku dapat berinteraksi dengan organisme lain di lingkungannya. Mereka dapat menjadi tempat berlindung bagi hewan, menyediakan sumber makanan, atau berkompetisi dengan spesies tumbuhan lain untuk sumber daya. Beberapa spesies tumbuhan paku juga memiliki hubungan mutualisme dengan jamur mikoriza, di mana keduanya saling menguntungkan.

Menurut Utami dkk. (2020) *Lycopodium* sp. Merupakan salah satu spesies tumbuhan paku yang tumbuh dalam jumlah banyak di area pertambangan batubara di Desa Jebak, dan membentuk asosiasi dengan jamur mikoriza. Mikoriza membantu meningkatkan serapan nutrisi, terutama fosfor, dalam tanah yang miskin nutrisi. Sementara itu, tumbuhan paku menyediakan karbohidrat hasil fotosintesis kepada jamur mikoriza. Asosiasi dengan jamur mikoriza memberikan manfaat bagi tumbuhan paku terestrial, termasuk peningkatan penyerapan nutrisi, meningkatkan toleransi terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem, dan meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup mereka.

Secara ekologi tumbuhan paku berperan sebagai penyangga tanah, menjaga kelembaban tanah, pembentuk humus, serta melindungi tanah dari erosi (Leki dkk,

2022). Beberapa jenis pteridophyta tidak dapat tumbuh pada tempat yang terpapar cahaya matahari secara penuh (*Shade ferns*) (Holttum, 1967).

2.5 Peranan Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)

2.5.1 Sosio-Ekonomi

Manusia telah mengambil manfaat langsung dari tumbuhan paku dalam berbagai cara, seperti sebagai tanaman hias, sayuran, dan sebagai bahan obat-obatan. Selain itu, tumbuhan paku juga memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem hutan, termasuk dalam proses pembentukan tanah, melindungi tanah dari erosi, dan membantu dalam proses pelapukan serasah di hutan (Arini & Kinho, 2012).

Di samping digunakan sebagai konsumsi masyarakat, sisa potensi alami tumbuhan paku juga diperdagangkan untuk meningkatkan pendapatan keluarga. Masyarakat Indonesia memiliki minat yang tinggi terhadap tumbuhan paku sebagai sayuran dan telah memanfaatkannya secara turun-temurun. Bagian yang paling sering digunakan adalah pucuk daun muda yang belum sepenuhnya mekar. Oleh karena itu, tumbuhan paku memiliki peran yang signifikan dalam aspek sosial dan ekonomi (Turot dkk., 2016). Pakis yang dijadikan sayuran dikenal dengan sebutan Pakis Urang (Isnaini & Praptosuwiryo, 2016) serta paku *Diplazium esculentum* termasuk famili Athyriaceae (Elsifa dkk., 2019).

Sastrapradja (1979) paku sayur ini dapat digunakan sebagai obat tradisional untuk menurunkan panas, kadang juga digunakan sebagai ramuan obat setelah bersalin. Pakis kathok atau paku tiang dimanfaatkan sebagai ramuan obat bagian daun dan rhizomanya. Selain itu paku tiang dapat dimanfaatkan sebagai tiang rumah, patung yang diukir, dan bahan kerajinan seperti tempat bunga.

2.5.2 Ekosistem/Lingkungan

Kelompok tumbuhan paku (Pteridophyta) memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem hutan, terutama sebagai penghambat erosi. Tumbuhan paku adalah salah satu kelompok tumbuhan yang memiliki tingkat keanekaragaman yang tinggi dan tersebar secara luas. Tumbuhan paku (Pteridophyta) umumnya memiliki kemampuan untuk menyebar dengan mudah dan dapat diidentifikasi berdasarkan morfologi dan anatomi mereka, yang menghasilkan keragaman spesies yang kaya. Kekayaan ini mencakup beragamnya spesies tumbuhan paku yang dapat ditemukan di daerah tertentu yang dipengaruhi oleh faktor reproduksinya (Adlini dkk., 2021).

Tumbuhan paku, seperti spesies *Cyathea* Sp., memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem hutan, termasuk dalam mengatur penggunaan air dan mencegah erosi (Elsifa dkk., 2019). Contohnya, *Azolla pinnata* juga berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui simbiosis dengan *Anabaena* (alga biru), yang memungkinkan tumbuhan ini mengikat unsur-unsur dari udara (Sianturi dkk., 2020).

2.5.3 Kesehatan

Tumbuhan Paku tumbuh beragam bentuk dan telah banyak dimanfaatkan. Selain sebagai tanaman hias, tumbuhan paku juga memiliki nilai dalam penggunaan obat-obatan tradisional. Beberapa tumbuhan paku digunakan dalam pengobatan, entah itu menggunakan daunnya atau rizomanya. Sebagai contoh, *Selaginella plana* (paku rane) digunakan sebagai pembersih darah, sedangkan *Equisetum debile* (paku ekor kuda) digunakan sebagai obat analgesik. *Lygodium scandens* (paku kawat) digunakan untuk mengobati disentri dan sariawan (Sastrapradja dkk., 1979).

Pemanfaatan bagian tumbuhan sebagai bahan obat, dalam Al-Qur'an juga telah dicantumkan pembahasan mengenai pemanfaatan tanaman. Sebagaimana yang telah dijelaskan dalam firman Allah Subhanahu Wata'ala dalam Q.S Asy-Syu'araa' [26] ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمَا أَنْبَأْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memerhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi ini berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?” (QS: Asy-Syu'araa' [26]: 7)

Menurut al-Qurthubi (2009) kata *kariim* berarti baik dan mulia. Menurut Jalalain kata *zaujin kariim* makna jenis yang baik (Al-Mahalli & As-Suyuthi, 2007). Sedangkan menurut tafsir al-Mishbah bahwa kata *kariim* mewakili segala sesuatu yang baik pada suatu objek yang disifatinya. Sehingga dapat diketahui bahwa tumbuhan yang baik adalah yang subur dan bermanfaat (Shihab, 2002). Menurut tafsir al-Munir mengungkapkan tentang penciptaan tumbuhan-tumbuhan yang memiliki manfaat yang baik, pada *min kulli zauujin kariim* artinya jenis yang baik dan memiliki manfaat yang banyak. Merupakan sifat yang baik dan disukai. Kata *Kariim* bermakna tumbuhan yang berkhasiat. Hal ini manusia memperoleh bukti kedahsyatan dan keagungan Allah Swt, yang Maha kuasa terhadap segala bentuk penciptaan (az-Zuhaili Wahbah, 2016). Pada Q.S Asy-Syu'araa' [26] ayat 7, Allah Subhanahu Wata'ala mengajak manusia agar mempelajari alam agar manusia mengerti dan tahu bahwa hanya Allah Subhanahu Wata'ala yang berhak disembah (Kemenag RI, 2019). Hal ini mengarahkan manusia untuk memperhatikan aneka tumbuhan dan berbagai manfaat yang terdapat didalamnya. Salah satu tumbuhan yang memiliki manfaat bagi lingkungan dan manusia adalah paku terestrial.

2.6 Sumber Mata Air Umbulan Desa Ngenep

Sumber Umbulan adalah salah satu mata air yang terletak di Desa Ngenep, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang (Gambar 2.14). Meskipun belum resmi dijadikan tempat wisata, sumber Umbulan Desa Ngenep telah menjadi tempat pemandian yang dimanfaatkan oleh penduduk sekitar. Tempat ini sangat subur dan dipenuhi oleh tumbuh-tumbuhan, setiap tahun mulai ramai dikunjungi oleh wisatawan yang ingin menikmati kesejukan dan keasrian di Sumber Mata Air Umbulan (Praharjo & Ramadhan, 2021).



Gambar 2.13 Wisata Mata Air Umbulan (Dokumentasi Pribadi)

Ada dua jalur akses yang dapat digunakan untuk mencapai lokasi ini, yaitu melalui jalan Desa Ngenep dan jalan Desa Lang-Lang. Secara administratif, wilayah ini termasuk dalam Desa Ngenep. Area Mata Air Umbulan memiliki luas sekitar 7000 m² atau < 1 ha dengan kolam mata air yang terletak di bagian dalam lokasi. Sumber mata air Umbulan masih mempertahankan keanekaragaman biotik yang baik, dengan pohon-pohon dan tumbuhan hijau, termasuk tumbuhan paku (Pteridophyta), mengelilingi sumber mata airnya. Tempat ini sering dikunjungi oleh siswa TK dan SD pada daerah setempat sebagai tempat wisata.

2.7 Faktor-Faktor Luar yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Faktor-faktor abiotik yang mempengaruhi vegetasi tanaman paku yang ada di Sumber Umbulan antara lain:

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor ekologis yang dapat dengan mudah diukur dan memiliki potensi untuk membatasi pertumbuhan dan penyebaran tumbuhan. Suhu memiliki pengaruh signifikan terhadap kemampuan tumbuhan dalam mempertahankan keberadaannya di suatu lokasi (Polunin, 1990). Kehidupan tumbuhan dipengaruhi oleh kondisi suhu udara. Jenis spesies tumbuhan tertentu mempunyai batasan atau syarat terhadap suhu lingkungan yang ideal atau suhu optimum. Batas suhu minimum dan batas maksimum pada pertumbuhan hewan dan tumbuhan disebut dengan toleransi spesies terhadap suhu (Surfiana, 2018). Kebanyakan pertumbuhan tumbuhan terjadi pada suhu antara 10 °C – 40 °C (Wijayanto dkk., 2012). Tumbuhan-tumbuhan paku dapat hidup pada kisaran suhu 36 °C hingga 45 °C (Zulkarnain, 2009).

2. pH tanah

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman maupun kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Menurut Sianturi dkk. (2020) Level optimum pH tanah untuk penggunaan lahan berkisar antara 5-7,5. Tanah dengan pH rendah (*Acid*) dan pH tinggi (*Alkali*) membatasi pertumbuhan tanaman. Tanaman bawah pada umumnya lebih menyukai tanah dengan pH sekitar 6,5. Sandy (2016) berpendapat bahwa tumbuhan paku dapat tumbuh pada pH dengan nilai berkisar 5,5-8,0. Kadar keasaman (pH) memiliki dampak yang signifikan

terhadap pertumbuhan tumbuhan paku (Pteridophyta), karena mempengaruhi kemampuan tumbuhan dalam menyerap unsur hara. Menurut Kausari (2020), jenis-jenis paku seperti suplir dan beberapa jenis *Andiantum* cenderung lebih cocok tumbuh pada tanah dengan rentang pH 6-8.

Derajat keasaman (pH) mempengaruhi distribusi suatu tumbuhan. Beberapa tumbuhan dapat bertahan dalam keadaan asam maupun basa. Umumnya tumbuhan peka terhadap perubahan pH (Utari, 2005) dan responsif terhadap sifat kimiawi yang ada di lingkungannya. Pada umumnya tumbuhan menyukai pH netral berkisar 6-7 karena ketersediaan unsur hara cukup tinggi pada nilai pH ini (Handayanto *et al.*, 2007).

3. Intensitas Cahaya

Cahaya memainkan peran penting dalam penyebaran, orientasi, dan pembungaan tumbuhan. Di dalam hutan tropis, cahaya menjadi faktor pembatas yang mempengaruhi lapisan atau tingkatan yang terbentuk oleh pepohonan, tergantung pada jumlah cahaya yang dapat menembus sudut hutan. Kondisi ini mengakibatkan cahaya menjadi petunjuk bagi kebutuhan tumbuhan terhadap tingkat pencahayaan yang berbeda di dalam hutan (Ewusie, 1990).

4. Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah merujuk pada jumlah air yang terdapat di dalam tanah. Kelembaban tanah memiliki dampak yang signifikan terhadap kebutuhan air tanaman dan dapat dikelola dan ditingkatkan melalui penyiraman. Tingkat kelembaban tanah yang optimal biasanya berkisar antara 50-80 persen. Kelembaban tanah memainkan peran penting dalam tahap awal perkembangan

tanaman. Sumber kelembaban tanah dapat berasal dari curah hujan atau irigasi di sekitar permukaan tanah atau sekitar akar tanaman (Sumeru, 1995).

2.8 Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

Menurut Krebs (1989), indeks keanekaragaman digunakan untuk menggambarkan tingkat keragaman komunitas dalam suatu ekosistem. Indeks keragaman dihitung dengan membandingkan jumlah individu dari suatu jenis tertentu dengan jumlah individu dari semua jenis yang ada. Rumus perhitungan sebagai berikut:

$$H = \sum_{i=1}^S Pi \ln Pi$$

Keterangan:

H' : Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

Pi : ni/N

ni : Jumlah individu jenis ke-i

N : Jumlah total individu seluruh jenis

S : Jumlah jenis ke-i

I : Jenis pertama

Ketentuan Nilai Keanekaragaman

- a. $H = < 1, 0$ (Keanekaragaman rendah, miskin prodivitas sangat rendah sebagai indikasi adanya tekanan yang berat dan ekosistem tidak stabil).
- b. $H = 1,0 - 3, 322$ (Keanekaragaman sedang, produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, tekanan ekologis sedang).
- c. $H > 3,322$ (Keanekaragaman tinggi, stabilitas ekosistem mantap, produktivitas tinggi, tahan terhadap tekanan).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

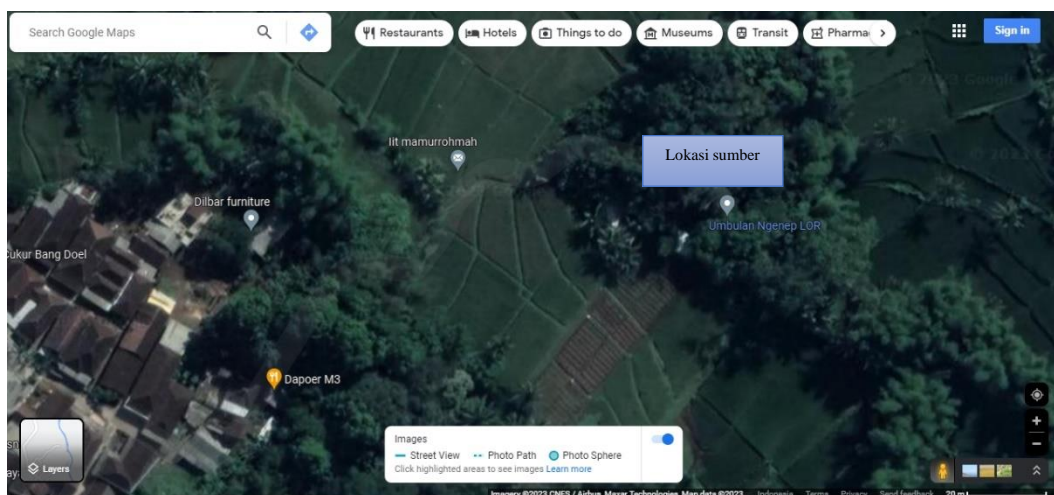
Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif-eksploratif. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menjelaskan dan menggambarkan objek atau sampel tumbuhan paku terestrial yang ditemukan. Sementara pendekatan eksploratif digunakan untuk menjelajah area penelitian dan mengidentifikasi serta mengklasifikasikan jenis tumbuhan paku terestrial yang ditemukan di Sumber Umbulan, Desa Ngenep, Kabupaten Malang, Jawa Timur.

Teknik yang digunakan adalah *purposive sampling* menurut Lenaini (2021), yaitu suatu cara pengambilan data sampel berdasarkan keberadaan tumbuhan paku (Pteridophyta) yang dianggap mewakili tempat yang diteliti. Penelitian ini dilakukan dengan menentukan titik lokasi menuju ke sumber mata air dengan posisi tegak lurus. Ditentukan 3 titik pengamatan yang disebut dengan stasiun, stasiun pertama pada area sebelum pintu masuk, stasiun kedua pada jalur setapak, dan stasiun ketiga berada di sekitar sumber air. Kemudian dilakukan pengumpulan data terkait sampel tumbuhan paku terestrial apa saja yang ditemukan di lokasi penelitian.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari – Maret 2023. Lokasi penelitian berada di Desa Ngenep, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Identifikasi dilakukan di lokasi penelitian dengan pencocokan spesies yang ditemukan dengan buku identifikasi dan membawa sampel spesies yang belum

teridentifikasi ke Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Sumber Umbulan (Sumber: Google Earth, 2023)

3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan selama penelitian ini adalah Thermohyrometer, Soil tester, Lux meter, kantong plastik bening, kamera, Pasak, Penggaris/ Meteran, Tali raffia, kardus, kertas label, buku pedoman identifikasi, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan selama penelitian ini diantaranya spesies tumbuhan paku (Pteridophyta) yang ditemukan di lokasi sampling.

3.4 Prosedur Penelitian

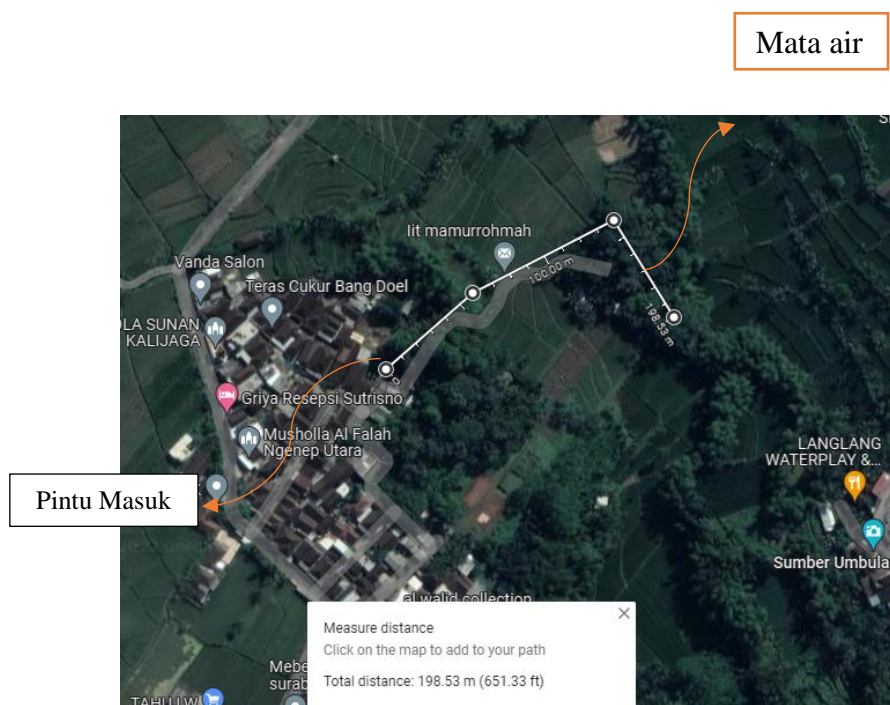
3.4.1 Observasi

Observasi dilakukan dengan mengunjungi secara langsung lokasi penelitian, yaitu Sumber Umbulan, untuk memperoleh pemahaman tentang kondisi di lokasi tersebut. Selanjutnya, ditentukan stasiun-stasiun yang akan digunakan

sebagai lokasi pengambilan sampel berdasarkan penelitian sebelumnya (Musriadi dkk, 2017).

3.4.2 Penentuan Lokasi Penelitian

Melakukan survei di area penelitian dengan tujuan untuk mengidentifikasi keberadaan tumbuhan paku (Pteridophyta) yang terdapat di Desa Ngenep, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Setelah lokasi penelitian berhasil ditentukan berdasarkan hasil observasi, langkah selanjutnya adalah melakukan pembuatan plot penelitian (Riastuti dkk, 2018).



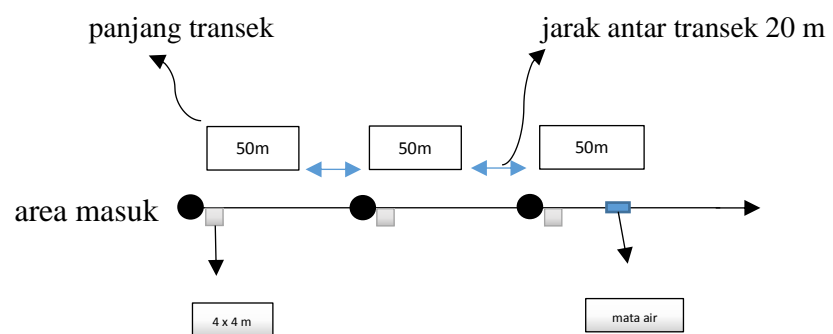
Gambar 3.2 Peta Lokasi Mata Air Umbulan Desa Ngenep (Sumber: Google Earth)

3.4.3 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik Pengambilan sampel pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Pembuatan Plot

Titik awal pemasangan plot ditentukan secara *purposive sampling* untuk melakukan pengamatan pada lokasi penelitian. Lokasi penelitian kemudian dibagi menjadi beberapa stasiun pengamatan (Fachrul, 2007). Setiap stasiun (satu transek) dipasang plot berukuran 4x4 m sesuai dengan gambar (3.2). Plot diletakkan disisi kiri dan kanan garis transek, masing-masing sisi terdapat 5 plot dengan jarak antar plotnya 6 m. Jarak antara transek adalah 20 m. Total plot dari tiga stasiun adalah 30 plot. Metode pengamatan yang digunakan adalah Belt Transek, yang melibatkan pengamatan langsung dengan mengikuti jalur sempit yang melintang di area penelitian (Fachrul, 2007).



Gambar 3.3 Metode Belt Transek

- Keterangan:
- 50 m : ukuran transek
 - : titik awal transek
 - : ukuran plot
 - ↔ : jarak antar transek = 20 m

Semua jenis tumbuhan paku terestrial yang ditemukan didalam plot kemudian diidentifikasi berdasarkan literatur yang muktahir dengan mencocokkan ciri morfologi

daun, batang dan akar. Dilakukan pemotretan tumbuhan paku yang ditemukan dari kenampakan utuhnya (terlihat diatas tanah) terutama morfologi daun. Setiap jenis paku dihitung jumlah individunya di dalam tiap-tiap plot. Selain keanekaragamannya, dilakukan pengukuran faktor-faktor abiotik seperti; suhu, kelembaban udara dan tanah, pH tanah, dan intensitas cahaya dilakukan pengukuran sebanyak 3 kali disetiap titik pengamatan kemudian diambil nilai rata-ratanya dan diwaktu yang sama ketika dilakukan pengamatan (Hanif, 2022). Pengukuran faktor abiotik dilakukan sebanyak 3 kali pada masing-masing stasiun yaitu, pukul 08.00 WIB, pukul 12.00 WIB, dan pukul 16.00 WIB. Hasilnya dicatat dalam tabel faktor abiotik (Lampiran 3).

Penentuan stasiun dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan perbedaan faktor abiotik yang ada di setiap stasiun, seperti jarak dari mata air, jenis tanah, dan tingkat naungan (jumlah pohon yang ada). Perbedaan tingkat naungan di tempat tersebut mengakibatkan variasi dalam suhu dan radiasi matahari. Perbedaan ini kemudian menyebabkan perubahan dalam komunitas tumbuhan yang tumbuh di bawah naungan tersebut (Wafi, 2018). Adapun contoh pemilihan stasiun adalah sebagai berikut (Tabel 3.4). Peneliti menempatkan titik pengamatan berdasarkan beberapa kriteria berikut:

Tabel 3. 4 Karakteristik Stasiun Penelitian

No	Stasiun	Karakteristik
1	I (area sebelum pintu masuk)	-Dekat pemukiman penduduk desa -Dikelilingi bambu -Tanah keras, banyak batu
2	2 (jalan setapak)	-Dikelilingi sawah -Terdapat beberapa pohon berkanopi kecil -Tanah gembur dan sebagian tercampur liat
3	3 (sekitar sumber mata air)	-Banyak pohon-pohon tinggi dengan kanopi lebar -Tanah cenderung basah dan lembab

b. Pengamatan Sampel

Adapun langkah yang akan dilakukan untuk pengamatan sampel diantaranya:

1. Ditentukan titik lokasi yang diteliti di area mata air Umbulan.
2. Dipasang plot berukuran 4 m x 4 m, pada masing-masing stasiun pengamatan dibuat 10 plot.
3. Difoto setiap objek (sampel) yang ditemukan baik habitat dan bagian tubuhnya yang nampak diatas tanah untuk dilakukan identifikasi dan klasifikasi. Menurut Hidayah (2018) Pengambilan gambar sampel yang diamati dan diambil meliputi semua jenis tumbuhan paku (Pteridophyta) yang ada dilokasi penelitian. Pengambilan gambar sampel yang diambil meliputi tumbuhan utuh dan setiap bagian tumbuhan (batang, daun serta ciri khusus jika ditemukan) kemudian sampel dibawa dan diambil untuk kepentingan identifikasi.
4. Pengambilan foto memperhatikan arah datang cahaya, tidak buram dan jelas.
5. Objek yang sama hanya difoto sekali.
6. Diukur parameter lingkungan menggunakan:
 - a. Hygrometer untuk menentukan suhu udara dan kelembaban udara.
 - b. Lux Meter untuk mengukur intensitas cahaya.
 - c. Soil tester untuk mengukur kelembaban tanah.
7. Dikoleksi sampel basah pada tumbuhan yang jenisnya belum diketahui agar dapat diidentifikasi lebih lanjut.
8. Dilakukan identifikasi dan klasifikasi dengan pedoman pada buku yang relevan.

3.4.4 Identifikasi Paku

Spesimen paku yang ditemukan di setiap lokasi direkam dalam foto untuk pengamatan morfologi. Setelah dokumentasi dilakukan, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi spesies tumbuhan paku dengan membandingkan dengan buku referensi mengenai divisi Pteridophyta (paku). Jika terdapat spesies dari divisi Pteridophyta yang tidak dapat diidentifikasi, digunakan kunci determinasi untuk membantu proses identifikasi tersebut (Riastuti dkk., 2018).

Pada spesies yang belum teridentifikasi, dilakukan pembuatan herbarium di lokasi penelitian. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan herbarium tersebut adalah (Pusmanti dkk., 2017):

- a. Diambil sampel tumbuhan paku
- b. Spesimen herbarium dimasukkan ke dalam koran. Ditempeli dengan kertas etiket yang berisi keterangan tentang nomor spesies, nama lokal, lokasi pengumpulan atau kolektor.
- c. Spesimen herbarium disusun diatas koran bekas dan disemprot alkohol 70%.
- d. Spesimen herbarium yang telah disusun rapi diapit dengan kantong dan sasak yang terbuat dari kayu dan diikat erat dengan tali raffia. Dijemur dibawah sinar matahari langsung.
- e. Spesimen herbarium yang sudah kering lengkap dengan keterangan yang diperlukan dalam proses identifikasi.

Spesies tumbuhan paku yang difoto pada lokasi penelitian, yaitu di Sumber Mata Air Umbulan diidentifikasi menggunakan buku taksonomi dan beberapa jurnal yang mendukung. Identifikasi tumbuhan paku yang dilakukan oleh peneliti

sampai pada tingkat genus, dengan melihat ciri morfologi daun, spora (jika ada) dan habitat (Suriansyah, 2022).

Identifikasi paku menggunakan buku *How To Know The Ferns: A guide to the names, Haunts and Habitats of Our Common Ferns* (Parsons, 2013), *Eksplorasi Tumbuhan Paku (Pterydophyta)* (Sianturi dkk, 2020), *How to Know Ferns* (Bastin, 2014), *Flora Malesiana* (1959), *Flora of Australia* (McCarthy, P.M, 1998) dan sumber pendukung lainnya termasuk jurnal-jurnal terpercaya.

3.4.5 Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara kualitatif, dengan melakukan pengamatan secara morfologi pada bagian-bagian paku kemudian di susun dalam bentuk tabel data, deskripsi gambar spesies yang ditemukan beserta klasifikasinya. Perhitungan indeks keanekaragaman (H') menggunakan perhitungan manual dengan Excel 2013.

Menurut Simpson (2006), terdapat lima metode yang dapat digunakan dalam proses identifikasi jenis tumbuhan paku. Metode-metode tersebut meliputi penggunaan kunci identifikasi, mengacu pada deskripsi yang terdapat dalam literatur, membandingkan dengan spesimen pembanding atau koleksi herbarium (terutama untuk spesies yang langka atau sulit diidentifikasi), menggunakan foto atau gambar yang ada dalam sumber jurnal dan buku. Setelah data yang diperoleh, dilakukan analisis kuantitatif menggunakan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener untuk mengevaluasi tingkat keanekaragaman tumbuhan paku yang ditemukan.

Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener (Krebs, 1989) dihitung

dengan rumus:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

$$\text{Dimana } P_i = \frac{\text{spesies ke-}i}{\sum \text{total spesies}}$$

Keterangan:

H' : Indeks Diversitas Shannon-Wiener.

P_i : Indeks Kelimpahan suatu jenis yang diperoleh dengan n_i/N

n_i : Jumlah individu dalam spesies i

N : Jumlah seluruh individu

Penentuan kriteria:

$H' < 1$: Keanekaragaman Rendah

$1 < H' < 3$: Keanekaragaman Sedang

$H' > 3$: Keanekaragaman Tinggi

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Jenis Paku (Pteridophyta) Terrestrial yang ditemukan di Kawasan Mata Air Umbulan Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan di Mata Air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang, diperoleh 14 jenis tumbuhan paku terrestrial yang dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Identifikasi Paku Terrestrial di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang

No	Famili	Nama Spesies	Total Spesies
1	Asplenineae	<i>Asplenium onopteris</i>	34
2	Pteridaceae	<i>Pteris ensiformis</i>	46
3	Thelypteridaceae	<i>Macrothelypteris torresiana</i>	112
4	Pteridaceae	<i>Adiantum philippense</i>	62
5	Pteridaceae	<i>Adiantum hispidulum</i>	43
6	Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i>	17
7	Thelypteridaceae	<i>Christella dentata</i>	28
8	Tectariaceae	<i>Tectaria fuscipes</i>	49
9	Thelypteridaceae	<i>Christella sp.</i>	19
10	Pteridaceae	<i>Pteris fauriei</i>	23
11	Pteridaceae	<i>Pteris vittata</i>	27
12	Dryopteridaceae	<i>Nephrolepis cordifolia</i>	7
13	Dryopteridaceae	<i>Nephrolepis exaltata</i>	8
14	Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris curranii</i>	6

Ditemukan total sebanyak 481 spesies yaitu dengan spesies terbanyak adalah spesies ketiga dengan 112 spesies. Spesies ke 3 yaitu *Macrothelypteris torresiana* ditemukan hampir di setiap tempat yang ada di Sumber Mata Air Umbulan. Hal ini menunjukkan bahwa spesies tersebut memiliki toleransi yang bagus terhadap cahaya, kelembaban, atau tanah yang kurang subur. Adaptasi ini memungkinkan spesies tersebut untuk bersaing dengan spesies lain dan mengalami pertumbuhan populasi yang sukses. Menurut Mondal *et al.* (2016) tumbuhan paku tersebut termasuk dalam golongan Thelypteridaceae yang tumbuh di daerah tropis dan sub-tropis. Paku jenis ini termasuk kuat, memiliki rimpang pendek menjalar. Ekstrak etanolik *Macrothelypteris torresiana* memiliki aktivitas analgesik, antiinflamasi dan antipiretik yang dapat di mediasi oleh mekanisme sentral dan perifer. Menurut Aguilar (2015) kehadiran *Macrothelypteris torresiana* melimpah di habitat rural dan dapat tumbuh dengan sangat cepat. Oleh karena itu dapat dikatakan benar bahwa jumlah spesies ini lebih melimpah dibandingkan dengan spesies lain yang ditemukan di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep.

Spesies dengan jumlah terbesar kedua adalah spesies ke 4, yaitu *Adiantum philippense* dengan total ditemukan sebanyak 62. Spesies *Adiantum philippense* ditemukan baik pada ketiga stasiun pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa lingkungan yang ditempati oleh *Adiantum philippense* sesuai untuk membantu proses perkembang biakannya karena lingkungannya mampu menyediakan kondisi yang optimal, seperti nutrisi yang cukup, kelembaban yang tepat, atau intensitas cahaya yang sesuai, sehingga spesies paku tersebut dapat beradaptasi dengan baik terhadap faktor-faktor lingkungan dan memungkinkan untuk muncul dengan jumlah lebih banyak dibandingkan dengan spesies lain yang tidak dapat bertahan

dalam kondisi tersebut. Menurut Astuti dkk. (2017) berkurangnya pepohonan sebagai tempat naungan dapat mengakibatkan intensitas cahaya matahari dan tiupan angin semakin tinggi. Keadaan ini menyebabkan tumbuhan paku tertentu saja yang dapat hidup. Pada kondisi terkena cahaya matahari yang tinggi menyebabkan *frond* pada beberapa jenis tumbuhan paku menjadi lebih tebal dan keras dan memiliki banyak sori serta memiliki tingkat toleran yang lebih baik terhadap perubahan lingkungan.

Spesies paling sedikit yang ditemukan di sumber Mata Air Umbulan Desa Ngenep yaitu spesies ke 14 yaitu *Dicranopteris curranii* yaitu enam spesies. Hal ini menunjukkan bahwa spesies tersebut kurang cocok tumbuh di lokasi penelitian. Sehingga keberadaannya hanya dapat dijumpai pada satu area yaitu berada di stasiun tiga. Sedangkan jenis paku terestrial yang dapat ditemukan pada semua stasiun adalah *Pteris ensiformis*, *Mscrothelypteris torresiana*, *Adiantum philippense*, *Adiantum hispidulum*, dan *Adiantum raddianum*. Jenis-jenis paku terestrial tersebut mampu beradaptasi pada lingkungan yang berbeda karena memiliki sifat adaptasi yang tinggi. Hal ini lah yang menyebabkan jenis-jenis paku tersebut dapat ditemukan pada semua stasiun pengamatan walaupun memiliki jumlah individu yang berbeda di setiap stasiunnya. Syafrudin (2016), bahwa setiap jenis tumbuhan memiliki suatu kondisi minimum dan optimum terhadap faktor lingkungan yang ada, serta memiliki ketahanan hidup yang berbeda juga terhadap berbagai kondisi lingkungan.

Berdasarkan tabel 4.1 peneliti telah mengidentifikasi famili paku terestrial dengan jumlah jenis terbanyak ditemukan di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang adalah Pteridaceae dengan

jumlah enam jenis dengan total 218 individu, tersebar pada semua stasiun. Hasil penelitian tersebut sesuai dengan Marpaung dkk. (2016) yang menyebutkan bahwa jenis-jenis Pteridaceae termasuk kelompok paku terestrial yang keberadaannya terdistribusi sangat luas dan banyak dijumpai pada hampir berbagai ekosistem. Serta menurut Adlini dkk. (2021) suatu jenis tumbuhan yang banyak jumlahnya disebabkan oleh faktor abiotik yaitu dispersal spora. Kelimpahan tumbuhan tingkat rendah ditentukan oleh spora karena spora mudah terbawa angin dan hinggap di tempat yang sesuai untuk tumbuh menjadi individu baru. Dengan demikian, dispersal spora pada tumbuhan paku menjadi kunci utama banyak sedikitnya tumbuhan paku terestrial yang tumbuh.

Adapun hasil inventarisasi dan identifikasi tumbuhan paku terestrial di Kawasan Mata Air Umbulan Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. Di bawah ini adalah deskripsi dari masing-masing spesies tumbuhan paku terestrial yang diidentifikasi:

1. Spesies 1

Daun berwarna hijau muda terang, berbentuk dauntunggal dengan anak daun (pinna) teratur dan berjajar tersusun rapat sepanjang tangkai daun, tepi daun bergerigi, ujung daun runcing, permukaan daun mengkilat, licin ketika disentuh. Daun muda menggulung. Posisi tumbuh tegak. Tumbuh di atas tanah dan banyak ditemukan pada stasiun 1. Tangkai daun relatif pendek berwarna hijau, bagian paling bawah yang menghubungkan dengan rhizoma berwarna coklat.

Menurut Szczesniak *et al.* (2017) bahwa *Asplenium onopteris* merupakan spesies yang paling termofilia yang toleran terhadap jenis substratum, dengan rentang kontinu di Macaronesia dan kawasan Mediterania. Taxonnya termasuk ke

dalam *Asplenium aditum-nigrum* meskipun asal usul, peringkat taksonomi, dan fitur diagnostik dan kadang-kadang bertentangan. Memiliki spora dan stomata yang tetraploid, memiliki panjang sekitar 60 μm . Pakis ini dapat tumbuh di bawah sinar matahari terbuka, maupun dibawah naungan.

Klasifikasi tumbuhan *Asplenium onopteris* adalah (McCarthy, P.M, 1998):

Kingdom : Plantae
Divisi : Polipodiophyta
Kelas : Polipodiopsida
Ordo : Polypodiales
Famili : Aspleniaceae
Genus : *Asplenium*
Spesies : *Asplenium onopteris*



Gambar 4.1 Morfologi *Asplenium onopteris* (Burm.f). (a) hasil penelitian (b) literatur (Szczesniak *et al.*, 2017)

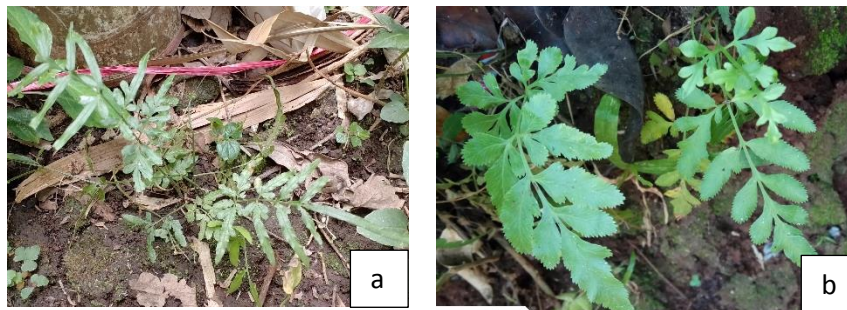
2. Spesies 2

Tumbuh pada tempat yang terbuka dan sedikit naungan. Daun mandul (steril) berbentuk ginjal, tepi bergerigi. Daun subur (fertil) berbentuk panjang seperti pita panjang atau pedang (*ensiform*), sori terletak di tepi daun bagian bawah. Perawakan *suberect*, Tinggi 20 cm. Rancis berwarna hijau. Tangkai ental hijau muda, tangkai panjang dan ramping, panjang ental 7-13 cm. Daun berwarna hijau muda hingga hijau tua dengan permukaan daun terasa halus ketika disentuh dan terlihat mengkilap, terdapat sedikit rambut halus (sedikit) pada bagian bawah daunnya, susunan daun berhadapan.

Pteris ensiformis atau yang dikenal oleh masyarakat umum sebagai Pakis Renda Perak merupakan tumbuhan paku terestrial. Akar rimpang tegak dan merayap. Sisik berwarna kecoklatan gelap dan tidak berlekuk. Daun dimorfik dengan *petiole* sepanjang 8-30 cm, berwarna hijau. Memiliki daun steril dan daun fertile. Daun steril berbentuk agak persegi, *pinnate* terdapat percabangan ujung 3 *pinnatifid* sampai *pinnate* atau *pinnula* memiliki 1-3 lekukan. Daun fertil lebih panjang dibandingkan daun steril, menggarpu pada bagian pangkal daun (Andiana & Renjana, 2021). Bagian ujung daun membulat serta tepi daun yang bergerigi. Rimpang pendek tegak dan terdapat sisik coklat (Hidayah dkk., 2021). Pertulangan daun menggarpu dan sorus berada dibagian bawah daun, terletak di tepi daun bersusun seperti garis (Agatha dkk., 2019).

Klasifikasi tumbuhan *Pteris ensiformis* adalah (McCarthy, P.M, 1998):

Kingdom : Plantae
 Divisi : Pteridophyta
 Kelas : Pteridopsida
 Ordo : Polypodiales
 Famili : Pteridaceae
 Genus : *Pteris*
 Spesies : *Pteris ensiformis*



Gambar 4.2 Morfologi *Pteris ensiformis*. (a) hasil penelitian (b) literatur (Agatha dkk., 2019)

3. Spesies 3

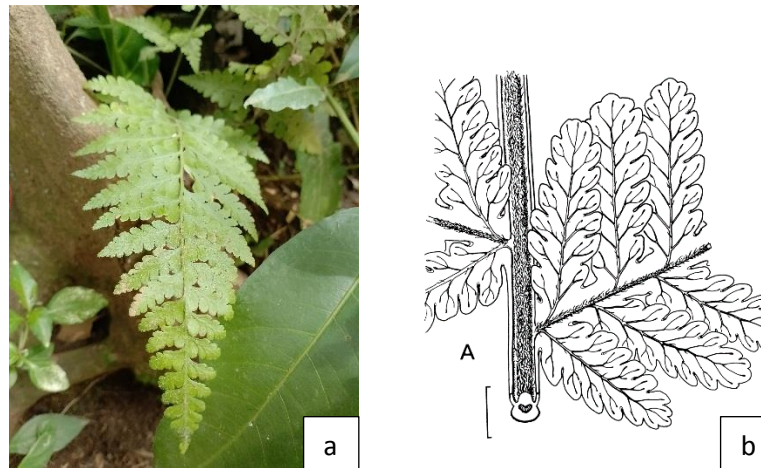
Daun berwarna hijau cerah, daun memiliki tepi bergerigi, pangkal daun membulat, ujung daun meruncing. Daun tidak kaku. Stipe berwarna hijau. Ditemukan tumbuh di bawah pohon. Panjang lamina (daun) tumbuhan ini yaitu 40 cm dan lebar rata-rata lebar daun 13 cm. Akar serabut.

Macrothelypteris torresiana memiliki ciri morfologi lamina 2 pinnate-pinnatifid. Rimpangnya merambat. Berdiameter sampai 1 cm. Panjang daun hingga

120 cm, *herbaceous*, berwarna pucat. Stipe sampai 50 cm, berwarna kehijauan saat masih muda, lamina dalam 3 pinnatifid dengan panjang mencapai 70 cm, lebar 50 cm, pinnae 20-15 pasang, pinnae sub-basal panjangnya sampai 20 cm dengan lebar 9 cm, bentuk menyirip, pinnules terbesar mencapai 8 cm dengan lebar 2,5 cm. *Costa* dan *costules* dengan rambut tipis hampir tidak terlihat berada dipermukaan bawah daun, beberapa rambut multiseluler dengan panjang lebih dari 1 mm. Sori berdiameter 0,5 mm, berbentuk bulatreniform, dengan beberapa rambut capitate pendek. Spora bersayap tak beraturan (Orchard, 2001). *Macrothelypteris torresiana* memiliki ciri herba, berbulu. S tipe dan bilah muda berwarna keabu-abuan karena ditutupi oleh lapisan tipis lilin (Aguilar, 2015).

Klasifikasi tumbuhan *Macrothelypteris torresiana* adalah (McCarthy, P.M, 1998):

Kingdom : Plantae
Divisi : Pteridophyta
Kelas : Pteridopsida
Ordo : Polypodiales
Famili : Thelypteridaceae
Genus : *Macrothelypteris*
Spesies : *Macrothelypteris torresiana*



Gambar 4.3 Morfologi daun *Macrothelypteris torresiana*. (a) hasil penelitian (b) literatur (Orchard, 2001)

4. Spesies 4

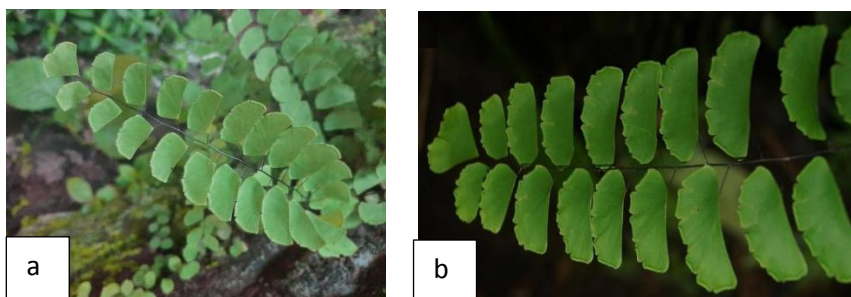
Daun hijau muda, memanjang dan berbentuk bulat. Rimpang pendek dan tegak. Tangkai daun ramping dan panjang, berwarna hitam, bentuk bulat dan licin ketika diraba. Ental pinnate dengan helai daun oblong. Setiap pinna memiliki anak daun sendiri-sendiri yang menghubungkan ke tangkai daun. Pinnula fabellate tersusun berseling. Tekstur daun halus dan lembut. Permukaan daun agak berkilau. Pangkal daun tumpul dengan venasi dikotom. Daun tipis dan tidak kaku, daun tidak basah ketika tertetes oleh air. Tepi daunnya agak menggulung ke dalam.

Adiantum philippense adalah paku yang termasuk paku terrestrial yang memiliki rimpang relative pendek dan tegak, tangkai daun kecil dan tipis berbentuk bulat yang memiliki warna gelap. Sorus berwarna putih kehijauan (saat muda), dilindungi indusium palsu yang tampak berbentuk barisan disepanjang tepi pinnula, tepatnya di angulus. *Adiantum philippense* memiliki manfaat sebagai suplir hias (Priyambodo, 2023). Paku *Adiantum philippense* memiliki daun hijau dengan

tangkai berwarna hitam mengkilat. Tidak memiliki tulang daun yang nyata dan sporangium yang berada dibawah daun tertutup oleh indusium semu. Selaput semu itu tidak melindungi bagian kotak spora sejati seperti marga *Lindsaea* melainkan hanya pelebaran dari tepi daun yangmelekuk ke bawah saja. *Adiantum philippense* banyak ditemukan di sekitar rumah warga dan pinggiran sungai, terkadang tumbuh disekitar bebatuan. Rimpang pendek, suberect, tertutupi sisik pelindung pada bagian puncak, sedikit lebih lebar pada bagian alas. Lamina linear-lanceolate hingga lonjong, menyirip, dengan rachis mengkilat (Rizki, 2021).

Klasifikasi tumbuhan *Adiantum philippense* adalah (McCarthy, P.M, 1998):

Kingdom : Plantae
 Devisi : Pteridophyta
 Kelas : Pteridopsida
 Ordo : Polypodiales
 Famili : Pteridaceae
 Genus : *Adiantum*
 Spesies : *Adiantum philippense* L.



Gambar 4.4 Morfologi daun *Adiantum philippense* L.. (a) hasil penelitian (b) literatur (Adnan *et al.*, 2020)

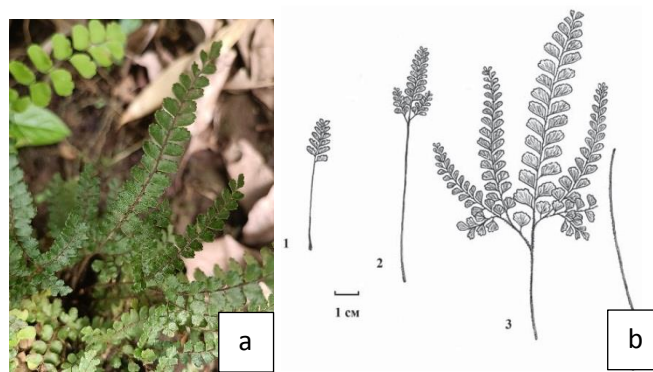
5. Spesies 5

Daun mengkilap berwarna hijau tua, pinna tebal dan kaku. tangkai daun berwarna coklat dan tegak. Sorus terletak di bawah daun, tepatnya di tepi daun bagian atas saja (satu sisi) dengan jumlah sorus 3-6. Warna sorus yaitu coklat terang. Permukaan daun mengkilap dan terdapat urat daun yang menonjol sehingga ketika diraba terasa kasar. Tumbuh di tempat yang ternaungi dan tidak terpapar sinar matahari secara langsung. Panjang mulai dari 13-18 cm.

Adiantum hispidulum memiliki permukaan pinna abaxial berbulu, dimorfis (Brownsey *et al.*, 2019). Tangkai daun kokoh dan tegak, tidak mudah roboh saat tersapu hujan. Helaian daun tidak menjuntai (Lestari & Nindira, 2021). *A. hispidulum* merupakan tumbuhan perdu dengan rimpang tipis menjalar. Bentuk palmate dengan panjang 20-25 cm. Daun masih muda berwarna kemerahan. Bulunya berbentuk lonjong atau bulat-segitiga, bergerigi di sepanjang tepinya. Tangkai daun hitam, berbentuk segitiga, hingga 2/3 dari seluruh panjang daun, kasar di sepanjang vena sentral, gundul di bagian bawah (Grishchenko, 2018).

Klasifikasi tumbuhan *Adiantum hispidulum* adalah (McCarthy, P.M, 1998):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Pteridophyta
Kelas	: Pteridopsida
Ordo	: Polypodiales
Famili	: Pteridaceae
Genus	: <i>Adiantum</i>
Spesies	: <i>Adiantum hispidulum</i>



Gambar 4.5 Morfologi *Adiantum hispidulum*. (a) hasil penelitian (b) literatur (Grishchenko, 2018)

6. Spesies 6

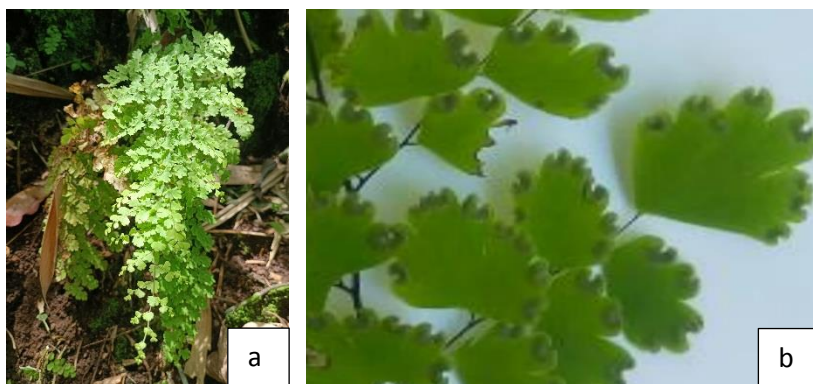
Berperawakan herba, entalnya kecil dan berbentuk agak membulat. Ukuran daun rata-rata kurang dari 1 cm. Tumbuh melengkung. Terdapat sorus pada lekukan daun bagian bawah. Batang berwarna coklat gelap. Daun anaknya berbentuk bulat telur dengan tepi yang bergerigi halus atau berlapis-lapis. Permukaan daunnya cenderung licin dan sering kali terlihat berkilau. Daun ini ditandai dengan pola vena yang terlihat jelas pada permukaan daun, membentuk pola rajutan yang khas. Daun terasa lebih halus dan lemas dibandingkan dengan spesies *Adiantum hispidulum*. Tangkai daun panjang dan ramping berwarna kecoklatan hingga kehitaman. Rhizome berada dibawah permukaan tanah. Tumbuh di tempat yang ternaungi dan tidak terpapar sinar matahari secara langsung.

Adiantum raddianum merupakan salah satu species paku yang mudah ditemui baik didataran tinggi maupun dataran rendah. Tumbuhan ini sudah dikenal dikalangan masyarakat sebagai tanaman hias. *Adiantum raddianum* termasuk dalam divisi Filicophyta yang memiliki ciri-ciri morfologi yaitu: Batang berupa rhizome pendek dan bersisik, menjalar, memiliki warna coklat tua. Memiliki perawakan

herba, daun-daunnya tersusun berumpun (cenderung lebat dan tersusun rapat), tubuhnya melengkung dan memiliki tangkai daun gundul berbentuk silinder, warnanya coklat dengan panjang bisa mencapai 30 cm. Daun majemuk bersirip rangkap 3 hingga 5, dengan helaian berbentuk seperti segitiga. Anak daun memiliki bentuk kipas dengan tepi atas terbelah menjadi 2-4 lobus. Spora trilete yang terletak di bawah lipatan indusium palsu (Aini dkk., 2022).

Klasifikasi *Adiantum raddianum* (McCarthy, P.M, 1998):

Kingdom : Plantae
 Divisi : Tracheophyta
 Kelas : Polypodiopsida
 Ordo : Polypodiales
 Famili : Pteridaceae
 Genus : *Adiantum*
 Spesies : *Adiantum raddianum* C. Presl



Gambar 4.6 Morfologi *Adiantum raddianum*. (a) hasil penelitian (b) literatur
 (Musfiroh, 2021)

7. Spesies 7

Spesies yang ditemukan tumbuh pada tempat terbuka maupun ternaungi. Daun berwarna hijau bangun lanset, tersusun secara majemuk menyirip gasal. Batang berwarna hijau-kecoklatan. Tepi daun beringgit halus dengan ujung daun meruncing. Daunnya memiliki bentuk yang agak lancip atau segitiga. Panjang daun (ental) dapat mencapai 30 x 12 cm. Letak anak daun berselang-seling pada sepanjang rakis. Bagian abaksial daun memiliki permukaan halus, adaksial daun lebih kasar. Sorus berbentuk bulat dan berwarna coklat tua yang tersebar disetiap tepi *pinul* pada bagian bawah daun, sori tersusun dua baris rata-rata berjumlah 5-8 (berpasangan). Panjang anak daun 8 x 2 cm, memiliki bentuk lanset. Rhizome tegak bersisik coklat pada permukaannya.

Christella dentata (Forssk) Brownsey & Jermy merupakan golongan dari Thelypteridaceae. Tersebar luas didaerah tropis dan subtropis di dunia, dengan beberapa spesies yang dapat ditemukan didaerah beriklim sedang khususnya di Asia. *Christella dentata* (Forssk) Brownsey & Jermy, juga dikenal sebagai paku binung yang memiliki ciri-ciri daunnya yang lembut dan berbulu (Xu *et al.*, 2023). Rhizoma merayap, sedikit bersisik. Panjang 20 cm, berwarna coklat pucat. Lamina *oblong-lanceolate*. Sori median pada vena, berbentuk bulat, indusiat; indusial dengan rambut pendek; spora *monolet*. Hidup secara terestrial, dapat ditemukan di tepi jalan dan tepi sungai (Lubaina *et al.*, 2019).

Kelopak (*petiole*) *Christella dentata* (Forssk) Brownsey & Jermy berbentuk silinder. Sisi adaksial dari *petiole* terdapat alur menonjol yang berjalan mulai dari dasar sampai bagian ujung pinna pertama (Srivastava, 2008). Akar sejati berwarna coklat kehitaman (cenderung gelap), tipe akar serabut bercabang-cabang secara

dikotom. Ramenta tersusun rapat pada bagian batang, berwarna coklat. Ramenta merupakan struktur menyerupai bulu halus yang tersebar dengan bentuk, jenis dan ukuran berbeda pada setiap tumbuhan (Tjitrosoepomo, 2011).

Klasifikasi tumbuhan *Christella dentata* (Forssk) Brownsey & Jermy adalah (McCarthy, P.M, 1998):

Kingdom : Plantae
Divisi : Tracheophyta
Kelas : Polypodiopsida
Ordo : Polypodiales
Famili : Thelypteridaceae
Genus : *Christella*
Spesies : *Christella dentata* (Forssk) Brownsey & Jermy



Gambar 4.7 Morfologi *Christella dentata* (Forssk) Brownsey & Jermy. (a) hasil penelitian (b) literatur (Xu *et al.*, 2023)

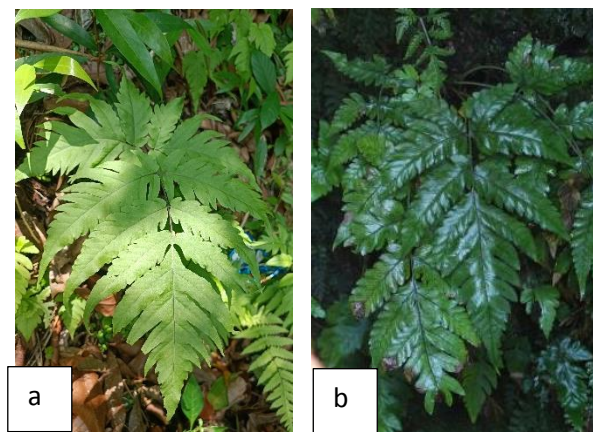
8. Spesies 8

Daun berwarna hijau, dimorfis. Ujung daun meruncing, pangkal daun ada yang menempel pada rachis dan ada yang tidak menempel pada rachis. Lembaran daun tidak keras kaku (tipis). Tekstur permukaan daun agak kasar karena sedikit berbulu. Tepi daun bergerigi dan memiliki lebar 15 cm. Ujung daun seperti tombak (*lanceolate*). Tangkai berwarna kecoklatan. Sori dibawah permukaan daun berwarna coklat. Rimpang pendek. Pinna 6-9 pasang. Tumbuh pada tempat yang ternaungi, tidak terkena cahaya matahari secara langsung.

Tectaria fuscipes merupakan pakis terrestrial. Termasuk golongan Tectariaceae yang memiliki rimpang pendek. Daun monomorfik hingga dimorfis. Rachis ditutupi oleh rambut-rambut multiseluler artikulasi. Spora berwarna kecoklatan, monolet. Nama umum dalam bahasa inggris “*halberd fern*”, dalam terminologi botani berarti kepala panah dengan lobus basal yang diputar keluar. Daun *Tectaria fuscipes* berkelompok, dimorfik dan subdimorfik, daun fertil berukuran lebih kecil. Panjang stipe 15 cm berwarna coklat, sedikit. Pinna atau 2-pinnatifid, *oblong-lanceolate*, panjang 20-35 cm, lebar 10-20 cm. Pinnae 5-8 pasang, rakis dan kosta dengan skala linear yang tipis dan rambut lebat, pasangan pinnae terbesar lebih lobus asimetris subdeltoid. Terminal sori pada cabang-cabang vena skroskopis, medial pada segmen akhir atau agak tidak teratur tersebar pada permukaan bawah pinnae (Shin *et al.*, 2017).

Klasifikasi tumbuhan *Tectaria fuscipes* adalah (McCarthy, P.M, 1998):

Kingdom : Plantae
Divisi : Monylophyta
Kelas : Polypodiopsida
Ordo : Polypodiales
Famili : Tectariaceae
Genus : Tectaria
Spesies : *Tectaria fuscipes*



Gambar 4.8 Morfologi *Tectaria fuscipes*. (a) hasil penelitian (b) literatur (Shin *et al.*, 2017)

9. Spesies 9

Daun berwarna hijau tua, tangkai daun berwarna hijau kekuningan. Tepi daun beringgit ganda. Letak daun berhadapan, baik pangkal dan ujung daun meruncing dan memiliki permukaan yang kasar. Akar serabut dan bertangkai bulat berwarna gelap. Rimpang pendek menjalar. Daunnya lebih lebar dan besar bila dibandingkan dengan spesies 7.

Christella sp. memiliki rimpang pendek, tegak dan menjalar. Tipe ental pinnatus pinnatifid. Ditemukan di habitat terbuka, dapat hidup pada tempat bebatuan. Tepi daunnya bercelah dan tersusun berseling. Bentuk menggarpu untuk venasinya. Permukaan mengkilat pada bagian adaxial daun. Susunan berseling kiri-kanan, saling menghadap (Andiana & Renjana, 2021).

Klasifikasi tumbuhan *Christella* sp. adalah (McCarthy,P.M, 1998):

Kingdom : Plantae
Divisi : Tracheophyta
Kelas : Polypodiopsida
Ordo : Polypodiales
Famili : Thelypteridaceae
Genus : *Christella*
Spesies : *Christella* sp.



Gambar 4.9 Morfologi *Christella* sp.. (a) hasil penelitian (b) literatur (Andiana & Renjana, 2021)

10. Spesies 10

Pteris fauriei atau disebut dengan paku Rem, memiliki daun berwarna hijau bentuk lanset. Tepi daun bergerigi. Setiap *blade* terdiri 5 pinna berpasangan dan 1 pinna yang berada di paling ujung. Rachis berwarna hijau kekuningan. Ujung *pinnule* membulat (tidak lancip), Pangkal daun rata. Tangkai daun tegak. Rhizoma tegak berwarna coklat. Spesies ditemukan tumbuh di tempat yang teduh dan ternaungi oleh tumbuhan lain. Daun majemuk bersirip berjumlah tidak genap dengan ujung daun runcing dan pangkal daun rata. Permukaan daun mengkilat dan licin.

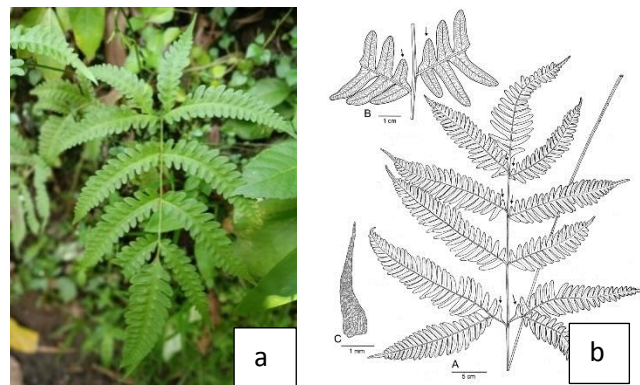
Ciri morfologi *Pteris fauriei* Hieron adalah memiliki percabangan daun *single axis*, yaitu percabangan tunggal dengan venasi daun menggarpu yang sama seperti *P. ensiformis* dan *P. heteromorpha*. Bagian basal anak daun besar. Daun bertoreh *bipinnatifid*, yaitu bercangap menyirip ganda (Astuti & Praptosuwiryo, 2019). Analisis morfologi menunjukkan bahwa *P. fauriei* dan *P. latipinna* memiliki karakter yang sama (*identical*) (Chao *et al.*, 2021). *Pteris fauriei* distribusi di Jepang, Tiongkok, Taiwan dan Vietnam. Di Jawa, yaitu di *Bogor Botanic Garden* dapat ditemukan *Pteris fauriei* Hieron tumbuh di bawah pohon. Mampu tumbuh di tanah humus dan tanah berbatu (Praptosuwiryo & Darnaedi, 2008).

Pteris fauriei Hieron memiliki ciri-ciri morfologi *lamina chartaceus*, yaitu memiliki tekstur sentuhan seperti kertas. Lebar *pinnule* lebih dari 3 mm. *Pinnules* *basiscopic* lebih dari 1 pasang. Pinna *falcate* (Chao *et al.*, 2021). Daun majemuk bersirip ganjil berwarna hijau. Rhizome berwarna coklat dengan posisi tegak. Permukaan daun licin apabila disentuh terasa halus. Bentuk daun lanset, tepi bergerigi, ujung daun runcing. Sorus terletak dibawah permukaan daun, tepat

disepanjang urat daun. Tangkai daun tegak dan terdapat bulu-bulu halus berwarna putih (Leki & Ndjoeroemana, 2022).

Klasifikasi tumbuhan *Pteris fauriei* Hieron adalah (McCarthy, P.M, 1998):

Kingdom : Plantae
 Divisi : Pteridophyta
 Kelas : Polypodiopsida
 Ordo : Polypodiales
 Famili : Pteridaceae
 Genus : Pteris
 Spesies : *Pteris fauriei* Hieron



Gambar 4.10 Morfologi *Pteris fauriei* Hieron. (a) hasil penelitian (b) literatur
 (Chao *et al.*, 2021)

11. Spesies 11

Spesies yang ditemukan memiliki daun ramping panjang berwarna hijau. Ditemukan pada daerah dekat dengan mata air, tepatnya di salura air. Permukaan daun halus. Ujung daun meruncing membentuk cekungan. Tangkai daun pendek

seolah terlihat menempel pada batangnya. Bagian anak daun lebih panjang. Pertulangan daun menyirip satu kali dengan panjang daun berkisar 10-70 cm. Akar berada di dalam tanah, akarnya pendek.

Menurut Holttum (1967) bahwa *Pteris vittata* memiliki ciri khas yang hanya dimiliki olehnya yaitu, tangkai daun relatif pendek dengan tepi daun yang sederhana. Seolah terlihat melekat pada batangnya, serta memiliki anak daun yang panjang. Jenis ini akan terlihat memiliki batang berwarna hijau muda yang berukuran pendek dan diselimuti sisik berwarna coklat tua ketika dewasa. Tangkai daun dapat mencapai 40 cm. Pertulangan anak daun menggarpu dan ujung anak daun meruncing dan pangkal daun berukuran lebih besar dan memiliki cuping pada salah satu sisi maupun pada kedua pangkal. Biasanya tumbuhan ini hanya tumbuh pada tanah dengan derajat asam yang bersifat basa, pada area yang terkontaminasi arsenik maupun tembaga. Oleh karenanya *Pteris vittata* dapat dijadikan sebagai fitomediator baik untuk membersihkan air yang berada dilingkungan tumbuhnya dari kontaminasi arsenik dengan cara menyerapnya sehingga tanah perlahan bersih dari arsenik (Mumpuni, 2016).

Klasifikasi tumbuhan *Pteris vittata* adalah (McCarthy, P.M, 1998):

Kingdom : Plantae
Divisi : Pteridophyta
Kelas : Pteridopsida
Ordo : Polypodiales
Famili : Pteridaceae
Genus : *Pteris*
Spesies : *Pteris vittata*



Gambar 4.11 Morfologi *Pteris vittata*. (a) hasil penelitian (b) literatur (Andries dkk., 2022)

12. Spesies 12

Spesies yang ditemukan disekitar sumber mata air. Berhabitus perdu dan tumbuh tegak. Daun berwarna hijau dengan anak daun tersusun rapat. Tekstur daun lembut dan halus. Permukaan daun licin. Permukaan daun khas memiliki tampilan pola vena seperti tulang ikan. Pangkal berbentuk jantung pada satu sisi. Tepi daun beringgit. Daun tersusun berhadapan dan berseling. Bentuk daun lanset, panjang 50 cm. Panjang anak daun 6 cm. Tangkai daun panjang dan ramping. Tangkai daun bersisik halus, sisik berwarna coklat. Terdapat spora yang terletak dibawah daun tepatnya ditepian daun dengan letak tidak merata. Tangkai daun hampir tidak terlihat karena tertutup oleh pangkal daun yang berbentuk seperti kuping (ginjal). Rhizoma tumbuh di bawah permukaan tanah.

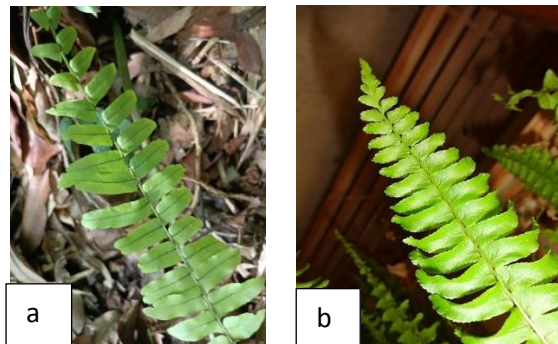
Nephrolepis cordifolia merupakan jenis pakis yang hidup di atas tanah (terrestrial), menyukai tempat yang lembab dan teduh. Sebutan lain untuk *Nephrolepis cordifolia* adalah Paku Sepat dan Paku Tulang Ikan, sedangkan dalam nama inggris yaitu *Erect Sword Fern*. Mampu menyesuaikan tempat hidupnya,

Nephrolepis cordifolia adalah pakis yang memiliki toleransi tumbuh yang baik pada semua jenis tanah yang ditempati. Tubuh toleran terhadap sinar matahari dan memiliki toleransi yang baik selama musim kemarau (mampu bertahan hidup dalam kondisi kekeringan). Tempat ditemukan *Nephrolepis cordifolia* tumbuh tersebar di daerah mediterania, subtropis dan tropis termasuk di wilayah jawa timur (Renjana & Firdiana, 2020). *Nephrolepis cordifolia* tumbuh subur dengan membentuk koloni dengan rimpang pendek dan umbi bersisik kecil pada akarnya. Menyebar dengan bantuan spora, stolon, umbi dan rimpang dan umumnya dikenal sebagai Pakis Pedang Tegak (*Erect Sword Fern*), Pakis Mentega Lemon (*Lemon Butter Fern*), Pakis Tangga (*Ladder Fern*) dan Pakis Tulang Ikan (*Fish Bone Fern*). Pakis ini dapat dimakan dan dimasak sebagai sayuran oleh berbagai suku yang menghuni pegunungan Himalaya. Sejak dahulu tumbuhan pakis ini merupakan bagian dari pengobatan tradisional India dan digunakan sebagai diuretik, kontrasepsi dan untuk mengobati gangguan hati (Chettri *et al.*, 2020).

Rimpang pendek dan akar berbonggol. Pinnae-nya tersusun banyak berjejal (Badoni dkk., 1993). Daun steril menyirip dan tumbuh setinggi 3 kaki dan lebih lebar 3 inci. setiap sisi rachis mengandung banyak pinnae yang berukuran sekitar 1,5-4 inci. Setiap pinnae yang tumbuh di rachis berbentuk lonjong atau lanset di mana setiap pinnae memiliki banyak struktur yang mengandung spora yang disebut sori, struktur penghasil sori atau spora ini dihasilkan antara midvein selebaran dan margin (Chettri *et al.*, 2020). Spora berukuran mikroskopik dan selalu terdiri dari satu sel tunggal, berbeda dengan biji pada kebanyakan tanaman yang memiliki ukuran makroskopik (Steil, 1952).

Klasifikasi tumbuhan *Nephrolepis cordifolia* adalah (McCarthy, P.M, 1998):

Kingdom : Plantae
 Divisi : Pteridophyta
 Kelas : Pteridopsida
 Ordo : Polypodiales
 Famili : Dryopteridaceae
 Genus : *Nephrolepis*
 Spesies : *Nephrolepis cordifolia*



Gambar 4.12 Morfologi *Nephrolepis cordifolia*. (a) hasil penelitian (b) literatur
 (Pal, 2022)

13. Spesies 13

Spesies yang ditemukan tumbuh di terestrial yaitu di sekitar sumber mata air. Berhabitus perdu dan tumbuh tegak. Akar serabut menyebar. Batang bulat berwarna hijau, permukaan batang terdapat sisik halus berwarna putih. Percabangan batang monopodial. Daun berwarna hijau dan tersusun berseling. Anak daun seperti tombak (*lanceolate*) berujung rucing yang terletak berjajar di sepanjang tangkai.

Tangkai daun panjang dan ramping. Umumnya berwarna hijau namun ada juga yang berwarna kecoklatan. Daun steril, karena bagian bawah daun tidak ditemukan adanya sorus. Panjang daun ± 3 cm. Pangkal daun rata, ujung daun membulat. Tekstur daun lembut dan halus. Permukaan daun licin. Memiliki pola vena bercabang-cabang yang jelas pada bagian permukaan daunnya.

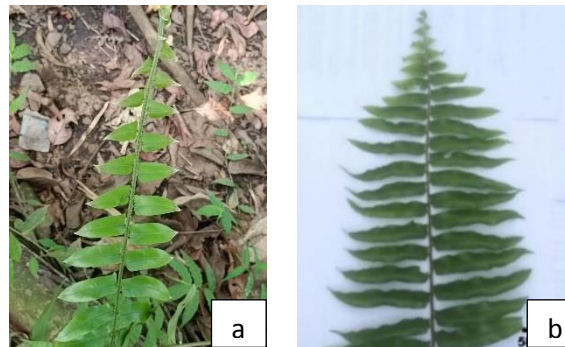
Nephrolepis exaltata memiliki sebutan lain yaitu Pakis Pedang, tergolong jenis paku terestrial yang hidup pada pH tanah kisaran 6 yang berarti asam, kelembaban tanah sebesar 25% dan suhu udara relatif normal kisaran 28-32°C (Wahyuningsih dkk., 2019). Pada tahun 1895, sebuah mutan yang memamerkan daun melengkung dengan anggun ditemukan di Boston. Karena memiliki nilai hias yang baik dan lebih toleran terhadap kondisi lingkungan dalam ruangan, mutan itu dinamai *Nephrolepis exaltata 'Bostoniensis'* dan dengan cepat mendapatkan popularitasnya sebagai pakis Boston (Schall *et al.*, 2018).

Tangkai daun *Nephrolepis exaltata* memiliki pangkal daun yang rata, pada salah satu berbentuk seperti kuping, secara umum anak daun berbentuk lanset dengan susunan berhadapan dan berseling. Rhizome, tangkai daun dan anak daun muda terdapat sisik. Tidak ditemukan sorus pada bagian bawah daun. Akar berwarna coklat kehitaman, serabut. Panjang anak daun ± 18 cm, sedangkan lebar anak daun $\pm 1-2$ cm. Anak daun pada bagian adaxial hijau tua, sedangkan abaxial berwarna hijau. Tepi daun (*margo*) rata. Pangkal daun (*Basis*) rata dan salah satu sisinya berkuping. Bagian ujung daun (*apex*) runcing. Tangkai daun tumbuh tegak dengan adanya rambut-rambut halus pada tangkai muda (Aini dkk., 2022). Daun bersifat kaku dan tegak, panjang mencapai 50-150 cm dan lebar mencapai 5-7 cm.

Daun membentuk roset. Tubuh memiliki bentuk kompak dan tegak (Schall *et al.*, 2018).

Klasifikasi tumbuhan *Nephrolepis exaltata* (Pakis Boston) adalah (McCarthy, P.M, 1998):

Kingdom : Plantae
Divisi : Pteridophyta
Kelas : Pteridopsida
Ordo : Polypodiales
Famili : Dryopteridaceae
Genus : *Nephrolepis*
Spesies : *Nephrolepis exaltata*



Gambar 4.13 Morfologi *Nephrolepis exaltata*. (a) hasil penelitian (b) literatur

(Aini dkk., 2022)

14. Spesies 14

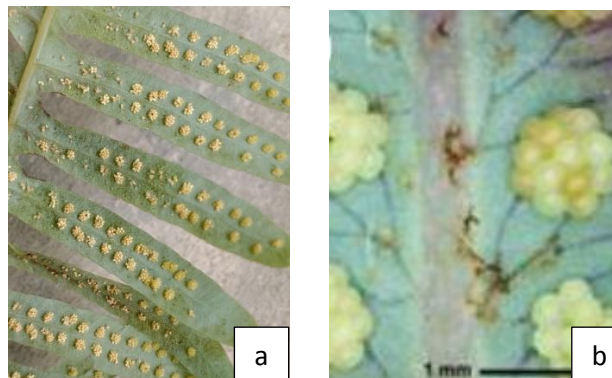
Daun berwarna hijau, menyirip panjang dengan ujung oval, daun terdiri dari *frond* dan *pinna*. Lebaranya 5 mm, memiliki percabangan tulang daun, pada daun tidak ditemukan urat daun. Daun kaku etika diraba, memiliki permukaan daun yang halus, tepi rata. Sorus dapat ditemukan dibawah daun, dekat pertulangan anak daun, warna sori kuning, panjang daun antara satu dan lainnya tidak sama. Rhizome panjang, menjalar, batang berwarna kuning agak kecoklatan, tidak ditemukan bulu namun ketika diraba terasa licin. Panjang batang dapat mencapai 35 cm.

Dicranopteris curranii merupakan tumbuhan paku berhabitus semak. Empat kali pola vena bercabang hanya ditemukan pada *Dicranopteris curranii*, memiliki *stipula* mirip daun, spora tipe *monolete*, bentuk *prolate*, spora kecil (10-24 μm) (Marpaung & Susandarini, 2021). Tumbuhan ini mudah ditemukan di hampir semua daerah beriklim tropis dan subtropics. Habitat pada tanah dengan kondisi lingkungan yang lembab dan teduh pada ketinggian 200 m hingga 1500 m diatas permukaan laut. Peletakan daunnya yang menyirip berjajar dan tangkainya yang mencabang dikotom menjadikan tumbuhan ini mudah dikenal (Bold, 1987).

Dicranopteris curranii membentuk semak belukar yang lebat disepanjang lereng atau jalan atau lereng timbunan. Tumbuhan paku ini dapat membentuk kanopi (bagi tumbuhan paku yang lain). Memiliki fungsi sebagai penahan tanah dari erosi. Menyukai tempat hidup yang berhubungan dengan cahaya matahari, baik langsung maupun tidak langsung (Negishi *et al.*, 2006).

Klasifikasi tumbuhan *Dicranopteris curranii* adalah (McCarthy,P.M, 1998):

Kingdom : Plantae
Divisi : Pteridophyta
Kelas : Gleicheniopsida
Ordo : Gleicheniales
Famili : Gleicheniaceae
Genus : *Dicranopteris*
Spesies : *Dicranopteris curranii*



Gambar 4.14 Penampakan spora daun *Dicranopteris curranii*. (a) hasil penelitian (b) literatur (Marpaung & Susandarini, 2021)

4.2 Tingkat Keanekaragaman Paku (Pteridophyta) Terrestrial di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan oleh peneliti di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang, diperoleh

hasil perhitungan indeks keanekaragaman paku terestruar yang dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Tingkat Keanekaragaman Paku (Pteridophyta) Terrestrial di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang

No.	Spesies	total	H'
1	<i>Asplenium onopteris</i>	34	0.3284
2	<i>Pteris ensiformis</i>	46	0.3579
3	<i>Microthelypteris torresiana</i>	112	0.2525
4	<i>Adiantum philippense L.</i>	62	0.3675
5	<i>Adiantum hispidulum</i>	43	0.3526
6	<i>Adiantum raddianum C. Presl</i>	17	0.2374
7	<i>Christella dentata (Forssk) Brownsey & Jermy</i>	28	0.3042
8	<i>Tectaria fuscipes</i>	49	0.362
9	<i>Christella sp.</i>	19	0.2522
10	<i>Pteris fauriei Hieron</i>	23	0.278
11	<i>Pteris vittata</i>	27	0.2994
12	<i>Nephrolepis cordifolia</i>	7	0.1363
13	<i>Nephrolepis exaltata</i>	8	0.1492
14	<i>Dicranopteris curranii</i>	6	0.1226
Jumlah		481	3.80022

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan ketentuan yang ada yaitu dengan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep diperoleh H' sebesar 3.80022 (Lampiran 2). Hasil yang diperoleh dari perhitungan telah sesuai dengan ketentuan, (Fachrul, 2007) yang menyatakan bahwa apabila nilai H' lebih dari 3,22, menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis tumbuhan yang ada di Kawasan penelitian tergolong tinggi. Indeks keanekaragaman jenis tinggi menunjukkan bahwa suatu wilayah atau ekosistem memiliki banyak spesies yang berbeda dengan jumlah individu yang

relatif merata (jumlah tidak sama) di antara spesies-spesies tersebut. Hal ini menunjukkan adanya keberagaman genetik, spesies, dan ekosistem yang kaya. Kemudian dapat dikatakan bahwa di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep memiliki kestabilan ekosistem dan produktivitas yang tinggi, jenis paku terestrial yang ada memiliki ketahanan yang baik terhadap perubahan lingkungan. Menurut Windari dkk. (2021) banyak sedikitnya jenis yang ditemukan disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya faktor ada dan tidak adanya kanopi. Keberadaan kanopi berkaitan dengan intensitas cahaya matahari, kanopi yang rapat menyebabkan cahaya matahari sulit menembus ke vegetasi yang ada dibawahnya sehingga mempengaruhi pertumbuhan jenis tumbuhan yang ada. Intensitas cahaya yang sedikit atau rendah berpengaruh terhadap kelembaban udara yang menjadi lebih tinggi dan suhu yang menjadi lebih rendah.

Menurut Krebs (1978) keanekaragaman jenis dapat digunakan untuk mengukur kestabilan suatu ekosistem. Apabila nilai H' yang dihasilkan lebih dari 3 atau semakin tinggi angka yang diperoleh maka tingkat keteraturan atau stabilitas suatu organisme pada suatu ekosistem semakin baik.

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh jumlah jenis pada stasiun dua sebanyak 11 jenis dan stasiun tiga ditemukan sebanyak 14 jenis sedangkan pada stasiun satu hanya ditemukan enam jenis. Banyaknya jenis yang ditemukan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor luar yaitu suhu, kelembaban, pH, dan dipengaruhi secara tidak langsung oleh keberadaan pepohonan yang memiliki kanopi yang rapat sehingga mempengaruhi intensitas cahaya yang masuk dan menembus ke spesies yang berada dibawahnya, hal ini yang menyebabkan perbedaan hasil pengukuran intensitas cahaya pada ketiga stasiun. Stasiun dua dan stasiun tiga memiliki

intensitas cahaya yang rendah (tabel 10). Banyak pohon yang memiliki tajuk cukup lebar dan besar (Widhiastuti dkk.2006). Hal itu menjadi salah satu alasan rendahnya intensitas cahaya yang masuk pada stasiun dua dan stasiun tiga dibandingkan dengan stasiun satu.

4.3 Parameter Lingkungan yang diperoleh di Kawasan Mata Air Umbulan

Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan oleh peneliti di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang, diperoleh hasil pengukuran parameter lingkungan yang terdiri dari suhu udara, kelembaban udara, pH tanah, intensitas cahaya matahari, dan kelembaban tanah yang dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan yang diperoleh di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang

No	Parameter	Stasiun			Rata-Rata
		I	II	III	
1	Suhu (°C)	28,5°C	29 °C	29 °C	28.8 °C
2	Kelembaban Udara (%)	63,3%	62%	62,6%	62.30%
3	pH Tanah	6,6	6,6	6,3	6.5
4	Intensitas Cahaya (lux)	4626	3133	2055	3271
5	Kelembaban Tanah	28,3%	28,3%	28,3%	28%

Pengukuran faktor lingkungan abiotik juga diamati dalam penelitian, karena faktor abiotik seperti suhu, kelembaban udara, pH tanah, kelembaban tanah dan intensitas cahaya menjadi faktor yang menentukan spesies tumbuhan paku terrestrial apa saja yang tumbuh dilokasi penelitian.

Berdasarkan data diperoleh hasil bahwa di kawasan mata air Umbulan desa Ngenep memiliki suhu udara 28.8 °C, suhu di Kawasan Mata Air Umbulan sudah sesuai dan cocok untuk mendukung pertumbuhan paku. Menurut penelitian Rukmana (1997), suhu udara yang ideal bagi pertumbuhan tumbuhan paku adalah antara 25-35°C. Suhu cenderung rendah karena kecepatan angin yang rendah, sehingga uap air hasil penguapan dari tumbuhan dan oksigen yang dihasilkan oleh tumbuhan tidak terhembus oleh angin.

Kelembaban udara 62.3%, pH tanah 6.5, kelembaban tanah 28% dan memiliki intensitas cahaya sekitar 3271 lux (Lampiran 3). Kondisi kelembaban lingkungan yang ada di kawasan mata air Umbulan desa Ngenep cocok untuk mendukung pertumbuhan paku terestrial yang ada. Faktor abiotik mempengaruhi proses pertumbuhan tumbuhan paku. Kelembaban udara di kawasan mata air umbulan tergolong baik (Tabel 4.2) dan sesuai untuk mendukung pertumbuhan paku sehingga mempengaruhi banyaknya spesies tumbuhan paku yang ditemukan. Menurut Leku dkk. (2023) kelembaban udara yang baik untuk pertumbuhan tumbuhan paku yaitu antara 60-80%. Menurut Surfiana (2019) pada kelembapan udara berkisar 60-76% sudah sesuai untuk mendukung pertumbuhan paku. Pada hakikatnya paku menyukai tempat dengan kelembaban yang tinggi dan hanya sedikit spesies paku yang ditemui pada lingkungan dengan kelembaban rendah karena tidak semua tumbuhan paku memiliki tingkat toleransi yang sama terhadap iklim kering.

Pertumbuhan dan perkembangan pteridophyta dipengaruhi oleh dua faktor yaitu, faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal berasal dari dalam tumbuhan itu sendiri yaitu dari hormon dan gen. Sedangkan faktor eksternal yang

mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan paku adalah faktor luar seperti ketersediaan air dalam tanah, intensitas cahaya matahari, suhu udara, mineral, dan kelembaban tanah (Yolla dkk., 2022). Sehingga pada kondisi lingkungan yang kurang mendukung pertumbuhan paku menyebabkan jenis yang ditemukan sedikit. Sedangkan pada kondisi lingkungan yang cocok, jenis tumbuhan paku yang ditemukan semakin lebih banyak.

Berdasarkan tabel 4.3 pengukuran intensitas cahaya menggunakan lux meter, diperoleh nilai rata-rata hasil perhitungan dari waktu pagi, siang dan sore. Stasiun 1 memiliki intensitas cahaya yang tinggi yaitu sebesar 4626 lux dibandingkan dengan stasiun 2 yaitu 3133 lux dan stasiun 3 sebesar 2055 lux (Tabel 4.4). Hal itu dikarenakan pada setiap stasiun memiliki perbedaan pohon yang berperan menjadi naungan bagi paku terestrial, sehingga mempengaruhi untuk mendapatkan penyinaran yang cukup.

Pteridophyta membutuhkan cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis. Intensitas cahaya yang tinggi mempengaruhi proses fotosintesis serta meningkatkan kecepatan evaporasi. Sebagian besar tumbuhan paku membutuhkan intensitas cahaya yang rendah dan suhu tidak terlalu tinggi, suhu yang sesuai bagi pertumbuhan tumbuhan paku yaitu 28° - 31 (Andries dkk., 2022). Selain itu juga menyukai lingkungan dengan kondisi yang relatif lembab dan cenderung teduh untuk menunjang hidupnya (Ridhwan dkk., 2022). Suhu berkaitan dengan kelembaban udara, semakin tinggi angka derajat celcius (suhu) maka semakin rendah tingkat kelembabannya dan berlaku sebaliknya yaitu semakin rendah suhu maka angka kelembaban yang diperoleh semakin besar. Kelembaban udara terendah yang dapat ditoleransi yaitu 30% (Katili, 2013). Kelembaban udara di

Mata Air Umbulan 60-65% sehingga masih ditoleransi dengan baik oleh tumbuhan paku.

Pteridophyta menyukai lingkungan dengan pH 6-7, tanah bersifat asam bila $\text{pH} < 7$ dan dikatakan bersifat basa bila $\text{pH} > 7$. Pteridophyta memiliki tingkat toleransi tertentu terhadap kondisi lingkungannya sehingga menyebabkan jenis-jenis tumbuhan paku yang ditemukan di setiap tempat berbeda-beda. Jika kondisi lingkungan mengalami perubahan yang tidak menguntungkan bagi pertumbuhannya (melebihi batas toleransi) maka semakin sedikit jenis-jenis yang ditemukan (Wahyuningsih dkk., 2019). Derajat keasaman berkaitan dengan penyerapan unsur hara tanaman, termasuk pteridophyta yang mampu melakukan penyerapan hara secara optimum kepada pH 5,5-6,5 di tanah dan pH 7-8 di lingkungan bebatuan (Imaniar dkk., 2017).

4.4 Kajian Keislaman dalam Perspektif al-Qur'an

Kehidupan semua makhluk di bumi sudah diatur oleh Allah Subhanahu wa ta'ala dalam kitab Al-Qur'an, termasuk pengaturan mengenai pengaruh alam terhadap keberlangsungan kehidupan makhluknya. Termasuk didalamnya diatur mengenai keanekaragaman tumbuhan yang jumlahnya di setiap ekosistem berbeda-beda. Perbedaan yang terjadi dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kelembaban tanah dan udara, suhu, pH tanah, dan intensitas cahaya. Kelembaban berhubungan dengan iklim dan keberadaan naungan (Puspitasari & Wahyuni, 2022). Oleh karena itu tingkat keberagaman tumbuhan paku terestrial yang berbeda-beda juga dipengaruhi oleh iklim atau curah hujan.

Seperti yang telah tertuliskan di dalam surah Faathir [35]: 27 yang berbunyi sebagai berikut:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيضٌ وَحُمْرٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ

Artinya: “*Tidakkah kamu melihat bahwa Allah menurunkan hujan dari langit lalu Kami hasilkan dengan hujan itu buah-buahan yang beraneka ragam jenisnya. Dan diantara di antara gunung-gunung itu ada garis putih dan merah macam warnanya dan ada juga yang hitam pekat.*” (QS. Faathir [35]: 27)

Pengertian menurut tafsir Jalalain yaitu lafadz *alam taro* (tidakkah kamu melihat) menekankan bahwa manusia perlu dan harus mengetahui (bahwasanya Allah menurunkan hujan dari langit lalu Kami hasilkan) di dalam ungkapan ayat ini terkandung Iltifat dari dhamir Gaib (dengan hujan itu buah-buahan yang beraneka ragam jenisnya) ada yang berwarna hijau, merah dan kuning dan warna-warna lainnya (Al-Mahalli & As-Suyuthi, 2007). Allah Subhanahu wa ta'ala mengingatkan tentang keajaiban kekuasaan-Nya dalam menciptakan berbagai bentuk yang berbeda melalui unsur yang sama, yaitu air yang diturunkan-Nya dari langit. Dengan anugerah air tersebut, muncul buah-buahan dengan warna, rasa, dan aroma yang beragam. Lafadz *al-judud* yang bermakna beraneka ragam (Ibnu Katsir, 2010). Banyak sekali ayat dalam Al-Qur'an menganjurkan perhatian kita terhadap hujan dan terhadap air. Tentang air itu sendiri sudah dijelaskan pula bahwa segala sesuatu ini menjadi hidup karena adanya air. Seperti pada paku terestrial yang menyukai habitat dengan kelembaban dan curah hujan yang tinggi. Air berkaitan dengan kelembaban, yaitu semakin lembab suatu ekosistem maka semakin banyak juga jenis tumbuhan yang ditemukan.

Kawasan Mata Air umbulan merupakan bentuk ekosistem darat yang terdapat berbagai flora tumbuh, termasuk pteridophyta terestrial. Jenis paku terestrial yang ada pada kawasan tersebut memiliki banyak manfaat. Sebagaimana dicantumkan dalam QS. Shad [38]: 27

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ذَلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا فَوَيْلٌ
لِّلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ

Artinya: “Kami tidak menciptakan langit dan bumi serta apa yang ada di antara keduanya secara sia-sia. Itulah anggapan orang-orang yang kufur. Maka, celakalah orang-orang yang kufur karena (mereka akan masuk) neraka.” (QS. Shad [38]: 27)

Tafsir menurut Jalalain yaitu (Dan Kami (Allah) tidak menciptakan di langit dan bumi dan segala apa yang ada di antara keduanya dengan batil) dengan main-main. (Yang demikian itu) yakni penciptaan hal segala sesuatu di langit memiliki hikmah. Tafsir Kemenag RI (2019) Allah memberitahu manusia, bahwa Dia menjadikan langit, bumi, dan makhluk apa saja yang berada di antaranya *tidak secara sia-sia* (sangat bermanfaat bagi manusia). Sedangkan menurut Tafsir Ibnu-Katsir (2010) Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada di antara keduanya tanpa hikmah. Sedangkan menurut tafsir al mishbah, kata *wauw* pada awal kalimat bermakna dan, sehingga memunculkan benak kalimat sebelumnya seperti: *Tidak ada yang sia-sia dalam segala ketetapan Kami, dan Kami tidak menciptakan dan seterusnya.*

Kata *bathilan* dapat berarti sia-sia tanpa tujuan. Sebagaimana firman Allah:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا لَعِبِينَ

Artinya: “Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya dengan bermain-main.” (QS. Ad-Dukhan [44]:38)

Tafsir al mishbah oleh Shihab (2002) Penciptaan langit dan bumi dan segala yang ada di antara keduanya dengan tata aturan yang demikian rapi, indah dan harmonis. Hal ini menunjukkan bahwa Allah tidak bermain-main yakni dengan tidak menciptakannya secara sia-sia tanpa memiliki arah tujuan yang benar. Karena segala cipta-Nya menyangkut kehidupan dan kematian makhluk, dan bukan permainan, karena Allah adalah Maha Kuasa yang dapat membedakan antara kebaikan dan keburukan, lalu memberikan ganjaran atas yang dilakukan sesuai dengan amal perbuatan masing-masing.

Sebagaimana telah disebutkan bahwa manusia merupakan makhluk yang memiliki akal dan pikiran agar dapat melaksanakan kewajibannya di bumi, yaitu menjaga lingkungan sekitar. Secara *al-Intifa'* yaitu mengambil manfaat dan menggunakan manfaat untuk tujuan kebaikan, *al-I'tibar* yaitu memetik pelajaran atas sesuatu yang terjadi dan merenungkannya, mensyukuri nikmat, dan menggali rahasia-rahasia alam demi tujuan yang baik, *AL-Islah* yaitu menjaga dan melestarikan ciptaan-Nya sebaik mungkin (Huzaini & Jufri, 2023).

Berdasarkan fenomena yang telah disebutkan sebelumnya dapat diambil kesimpulan bahwa ilmu pengetahuan alam dengan ilmu pengetahuan agama adalah suatu ketentuan yang diperlukan untuk *al-I'tibar* terhadap fenomena alam yang ada, supaya manusia lebih bersyukur dan dapat memanfaatkan sebaik-baiknya atas sumber daya di alam (*al-Intifa'*) dengan cara menjaga kelestarian ciptaan Tuhan (*al-Islah*).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Didapat 14 jenis paku terestrial di kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep. Ke-14 jenisnya adalah *Asplenium onopteris*, *Pteris ensiformis*, *Macrothelypteris torresiana*, *Adiantum philippense* L., *Adiantum hispidulum*, *Adiantum raddianum*, *Christella dentata*, *Tectaria fuscipes*, *Christella sp*, *Pteris fauriei*, *Thelypteris kunthii*, *Nephrolepis cordifolia*, *Nephrolepis exaltata*, dan *Dicranopteris curranii*.
2. Tingkat keanekaragaman (H') paku terestrial di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep tergolong tinggi karena nilai $H' \geq 3$ yaitu 3.80022.
3. Diperoleh data parameter lingkungan di Kawasan Mata Air Umbulan Ngenep yaitu suhu 28.8 °C, kelembaban udara 62.35%, pH 6.5, intensitas cahaya 3.271 lux, dan kelembaban tanah 28.3%.

5.2 Saran

Saran dari penelitian yang telah dilakukan adalah

1. Diharapkan ada penelitian lebih lanjut mengenai paku epifit dan paku akuatik yang ada di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep
2. Diharapkan masyarakat Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang terus menjaga kelestarian alam serta pengetahuan lokal tentang tumbuhan paku yang sudah ada sejak dahulu agar tidak punah keberadaannya akibat belum ada peneliti yang mengeksplor tumbuhan di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep.

DAFTAR PUSTAKA

- Adlini, M. N., *et al.* 2021. Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Universitas Islam Negeri (UIN) Sumatera Utara. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 87-94.
- Adnan, M., *et al.* 2020. Effect of *Adiantum philippense* extract on biofilm formation, adhesion with its antibacterial activities against foodborne pathogens, and characterization of bioactive metabolites: An in vitro-in silico approach. *Frontiers in microbiology*, 11, 823.
- Agatha, S. M., Safitri, K. A., & Pulungan, A. 2019. Maskana, and Agung Sedayu. *Panduan Lapangan Paku-Pakuan (Pteridofita) Di Taman Margasatwa Ragunan*.
- Aguilar-Dorantes, K. 2015. Glyphosate susceptibility of different life stages of three fern species. *American Fern Journal*, 105(3), 131-144.
- 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).
- Al-Mahalli & As-Suyuthi. 1459. *Tafsir Jalalain*. Surabaya: Pustaka Nurul Huda.
- Al-Mahalli & As-Suyuthi. 2007. *Tafsir Jalalain*. Terj. Nahrin Abu bakar. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Andiana, J., & Renjana, E. 2021. Inventarisasi tumbuhan paku (Pteridophyta) pada Arboretum (Forested Area) Kebun Raya Purwodadi. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 7, No. 1, pp. 211-225).
- Andries, A. E., Koneri, R., & Maabuat, P. V. 2022. Inventarisasi Tumbuhan Paku di Ruang Terbuka Hijau Kampus Universitas Sam Ratulangi Manado, Sulawesi Utara. *JURNAL BIOS LOGOS*, 12(2), 140-148.
- Anggraini, Wenti. 2018. Keanekaragaman Hayati dalam Menunjang Perekonomian Masyarakat Kabupaten Oku Timur. *Jurnal aktual STIE Trisna Negara*. Vol 16(2).
- Ariani, I. S., Destiarmand, A. H., & Sachari, A. 2022. Relasi Padung-Padung dan Gerga Tulak Paku dalam Arsitektur Tradisional Karo. *Space*, 9(1).
- Arini, D. I. D., & Kinho, J. 2012. Keragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Cagar Alam Gunung Ambang Sulawesi Utara. *Info BPK Manado*, 2(1), 17-40.
- Astuti, F. K., Murningsih, M., & Jumari, J. 2017. Keanekaragaman jenistumbuhan paku (pteridophyta) di jalur pendakian selo kawasan taman nasional gunung merbabu, jawa tengah. *Jurnal Akademika Biologi*, 6(2), 1-6.
- Astuti, R. E. F., & Praptosuwiryo, T. N. 2019. Anatomi Paradermal Daun Enam Jenis Tumbuhan Paku Marga Pteris. *Buletin Kebun Raya*, 22(1), 69-84.
- Az-Zuhaili, W. 2016. *Terjemahan Tafsir Al-Munir*. Jakarta: Gema Insani.
- Badoni, A. K., & Bhatt, B. P. 1993. Addition to the Pteridophytic flora of Tehri District in GarhwalHimalya. *Higher Plants of Indian Subcontinent*, 4, 235-242.
- Bold, Harold. C. 1987. *The Plant Kingdom*. New Jersey: Pretnice Hall Inc.

- Brownsey, P. J., Shepherd, L. D., & Perrie, L. R. 2019. A consistent taxonomic treatment for dimorphic variation in New Zealand *Adiantum* species. *New Zealand journal of botany*, 57(4), 249-260.
- Campbell dan Reece, dkk. 2008. *Biologi Edisi 8 Jilid 2*, Erlangga: PT Gelora Aksara Pratama.
- Chao, Y. S., Chiou, W. L., Ebihara, A., Hsu, T. C., Chang, Y. H., & Lin, C. Y. 2021. Taxonomic and nomenclatural novelties in the *Pteris fauriei* group (Pteridaceae). *Taiwania*, 66(3), 307-316.
- Chettri, U., Kumari, S., & Chettri, B. 2020. A review on anti-microbial and hepatoprotective properties of himalayan wild fern *Nephrolepis cordifolia* (Pani Amla). *The Pharma Innovation Journal*, 9(9), 572-577.
- Della, A. P., & Falkenberg, D. D. B. 2019. Pteridophytes as ecological indicators: an overview. *Hoehnea*. 46.
- Elsifa, A., Arisandy, D. A., & Harmoko, H. 2019. Eksplorasi Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*) di STL Ulu Terawas, Musi Rawas, Sumatera Selatan. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 10(1), 47-55.
- Ewusie, J.Y. 1990. Pengantar Ekologi Tropika. *Bandung: ITB Press*.
- Fachrul, Melati Fereanita. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Fauziah, A., Hasanuddin, H., Andayani, D., Nurmaliah, C., & Wardiah, W. 2022. Jenis Pteridophyta yang terdapat di Kawasan Wisata Brayeun Kecamatan Leupung Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Jeumpa*, 9(1), 705-711.
- Gaston, K.J. dan J.I. Spicer. 1998. *Biodiversity: An Introduction*. Paris: Blackwell Science.
- Grishchenko, E. H. 2018. Cryptogamous Reproduction Of Two Species *Adiantum L. (Polypodiophyta)* In The Protected Ground Conditions Of The Stavropol Botanical Garden., *Agricultural Research Centre Stavropol*, 2(30).
- Handayanto, E., Suprayogo, D., Baon, J. B., & Hairiah, K. 2007. Potential Nitrification and Nitrogen Mineral of Soil in Coffee Agroforestry System with Various Shading Trees. *Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)*, 23(1).
- Hanif, M. 2022. *Analisis vegetasi tumbuhan paku (pteridophyta) di Taman Kota 2 BSD Kota Tangerang Selatan* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Hasanuddin dan Mulyadi. 2015. *Botani Tumbuhan Rendah*, Banda Aceh: USK Press.
- Hidayah, N., Julita, T., Melvinasari, M. W., Dwiyanoto, G., Ristanto, R. H., & Sigit, D. V. 2021. Identifikasi Pteridophyta di Hutan Kota Jakarta, Indonesia. *Proceeding of Biology Education*, 4(1), 1-11.
- Holttum, R. E. 1959. *Flora malesiana Series II-Pteridophyta: Ferns and Fern Allies*. England (GB). Kew, Royal Bot. Gardens.
- Hutasuhut, M. A., & Febriani, H. 2019. Keanekaragaman paku-pakuan terestrial di kawasan taman wisata alam Sicike-cike. *Jurnal Biolokus: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi dan Biologi*, 2(1), 146-157.
- Huzaini, M., Jufri, A., & Arkandia, D. 2023. Pengelolaan Hutan Kemasyarakatan Dilihat Dari Perspektif Islam Di Kawasan Hutan Sesaot Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 9(1), 493-499.

- Ibnu Katsir Al-Qurosy al-Dimasyqi, Imaduddin Abilfidaa' Ismail Ibnu Amer, Al Bidayah Wan Nihayah. 2010. *Jilid.1*, Jizah: Hajar.
- Imaniar R, Pujiastuti, dan Murdiyah S. 2017. Identifikasi keanekaragaman tumbuhan paku di kawasan Air Terjun Kapas Biru Kecamatan Pronojiwo Kabupaten Lumajang serta pemanfaatannya sebagai booklet. *Jurnal Pendidikan Biologi*. vol 6(3): 337-345
- Imat, P., Maulidyah, A. G., & Liana, A. 2020. Identifikasi Tumbuhan Paku di Situs Wisata Air Terjun Bantimurung. *Celebes Biodiversitas*, 3(1), 35-39.
- Isnaini, Y., & Praptosuwiryo, T. N. 2016. Aklimatisasi dini massa protalus tumbuhan paku bahan obat (*cibotium barometz* (L.) J. Sm.) Hasil kultur spora secara in vitro. *Buletin kebun raya*, 19(2), 120-138.
- Jalal al-Dn al-Mahalli dan Jalal al-D n al-Suyuthi. 2010. *Tafsir Jalalain*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Jannah, M., Prihanta, W., & Susetyorini, E. 2015. Identifikasi Pteridophyta di Piket Nol Pronojiwo Lumajang sebagai Sumber Belajar Biologi. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 1(1).
- 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(02).
- Kausari, Hanum. 2020. Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Kawasan Hutan Lindung Iboih Kecamatan Sukakarya Kota Sabang Sebagai Media Penunjang Pembelajaran Biologi SMA. *Skripsi*. Uin Ar-Raniry Darussalam, Banda Aceh.
- Komalasari, O., Maryani, S., Juairiyah, O., & Novriadhy, D. 2019. Kearifan Lokal Masyarakat Desa Bakung dalam memanfaatkan Resam (*Gleichenia linearis*), Seduduk (*Melastoma malabathricum*) dan Tembesu (*Fagraea fragrans*) yang Tumbuh di Tanah Bergambut sebagai Obat Herbal. In *Seminar Nasional Lahan Suboptimal* (pp. 354-359).
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. New York (USA) : Harper and Row.
- Kurniawati, E., Wisanti, F. R., & Rachmadiani, F. 2016. Keanekaragaman Pteridophyta di Kawasan Hutan Wisata Air Terjun Girimanik Kabupaten Wonogiri. *LenteraBio*, 5(1), 74-78.
- Kusmana, Cecep. 2015. Keanekaragaman Hayati (Biodiversitas) Sebagai Elemen Kunci Ekosistem Kota Hijau. *Jurnal ProSem Masy Biodiv Indon*. 1(8): 1749.
- 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), 42-58.
- Leku, L. T., Makaborang, Y., & Enda, R. R. H. 2023. Keanekaragaman Tumbuhan Paku (pteridophyta) di Hutan Wangga Desa Padira Tana Sumba Tengah. *Journal Science of Biodiversity*, 4(1), 23-29.
- Lenaini, I. 2021. Teknik pengambilan sampel purposive dan snowball sampling. *Historis: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Sejarah*, 6(1), 33-39.
- Lestari, W. S., & Nindira, Z. 2021. Inventarisasi Dan Identifikasi Ulang Koleksi Tumbuhan Paku Kebun Raya Bali I: Suku Pteridaceae. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 10(2), 169-180.

- Lubaina, A., Lija, R., & Antony, R. 2019. Floristic Studies on Ferns and Lycophytes of Neyyattinkara Municipality, Thiruvananthapuram District. *The Indian Fern Journal*, 36: 297-307.
- Majid, A., Ajizah, A., & Amintarti, S. 2022. Keragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Taman Biodiversitas Hutan Hujan Tropis Mandiangin. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 7(2), 102-12.
- Marpaung, A. A., & Susandarini, R. 2021. Variation on morphology and spore characters of Dicranopteris and Sticherus (Gleicheniaceae) from Rokan Hulu District, Riau, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(10).
- Marpaung, A. A., Sofiiyanti, N., & Iriani, D. 2016. Morfologi spora paku Pteridaceae di Hutan PT. CPI Rumbai Riau. *Jurnal Riau Biologia* 1(2): 149-154.
- Maulida, M. 2023. Jenis-Jenis Tumbuhan Paku (Pteridopyhta) di Desa Bandar Raya Kecamatan Tamban Catur Kabupaten Kapuas sebagai Sumber Belajar Biologi.
- Mehlreter, K., Walker, L. R., & Sharpe, J. M. (Eds.). 2010. *Fern ecology*. Cambridge University Press.
- Mondal, S., *et al.* 2016. Evaluation of Analgesic, Antipyretic and Anti-Inflammatory Effects of Ethanol Extract from a Fern Species Macrothelypteris Torresiana (Gaudich) Aerial Parts. *Pharmacognosy Communications*, 6(2).
- Mumpuni, M. 2016. Variasi Morfologi Pteris Vittata l.(Pteridaceae; Pteridophyta) dan Korelasinya dengan Ketinggian Lokasi Tempat Tumbuhnya di Jawa. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 2(2), 100-109.
- Musfiroh, Rofi. 2021. Inventarisasi tumbuhan paku dan hubungan kekerabatannya di Desa Tempur Kecamatan Keling Kabupaten Jepara. *Thesis*, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Negishi, J. N., *et al.* 2006. Ecological roles of roadside fern (Dicranopteris curranii) on logging road recovery in Peninsular Malaysia: Preliminary results. *Forest Ecology and Management*, 224(1-2), 176-186.
- Orchard, A. E. (Ed.). 2001. *Flora of Australia* (Vol. 11). Csiro.
- Pal, R. 2021. Green synthesis of iron nanoparticle from nephrolepis auriculata for photocatalytic degradation of methylene blue (doctoral dissertation, delhi technological university).
- Park, H. K., Lim, Y. S., Hyun, J. O., & Shin, H. C. 2003. Taxonomy of genus Equisetum L.(Equisetaceae) in Korea. *Korean Journal of Plant Taxonomy*, 33(1), 17-46.
- Polunin, N. 1990. *Pengantar Geografi Tumbuhan dan Beberapa Ilmu Serumpun*. Yogyakarta: UGM Press.
- Praharjo, A., & Ramadhan, R. 2021. Perlindungan Konservasi Mata Air Di Area Sumber Mata Air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso. *Budimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2).
- Praptosuwiryo, T. N., & Darnaedi, D. 2008. Cytological observations on fern genus Pteris in Bogor Botanic Gardens. *Bul. Kebun Raya*, 11(2), 15-24.
- Priyambodo, Akhmad. 2023. Keanekaragaman Tumbuhan Paku Di Bukit Wadas Putih Kebumen. (*Doctoral Dissertation*, Uin Sunan Kalijaga Yogyakarta).

- Pusmanti, N., Susanti, T., & Salahuddin, S. 2019. *Eksplorasi Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku Pakuan (Pteridophyta) Di Sekitar Taman Nasional Berbak (Studi Kasus Desa Pematang Raman Kecamatan Kumpeh Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi)* (Doctoral dissertation, UIN Sulthan Thaha Saifuddin).
- Puspitasari, I., & Wahyuni, R. 2022. Keragaman Tumbuhan Paku pada Tegakan Pinus (*Pinus merkusii*) dan Damar (*Agathis dammara*) di Hutan Pendidikan Gunung Walat, Sukabumi, Jawa Barat. *Tropical Bioscience: Journal of Biological Science*, 2(2), 63-72.
- Qomah, I., Hariani, S. A., & Murdiah, S. 2017. Identifikasi tumbuhan berbiji (spermatophyta) di lingkungan kampus universitas jember. *Bioedukasi*, 13(2).
- Renjana, E., & Firdiana, E. R. 2020. Inventarisasi dan strategi penataan koleksi Pteridophyta di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 6(2), 89-100.
- Riastuti, R. D., Sepriyaningsih, S., & Ernawati, D. 2018. Identifikasi divisi Pteridophyta di kawasan danau aur Kabupaten Musi Rawas. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 1(1), 52-70.
- Richardson, S.J & Walker, L.R. 2010. Nutrient ecology of ferns. *Fern Ecology*. Cambridge University Press.
- Ridhwan, M. 2012. Tingkat Keanekaragaman Hayati dan Pemanfaatannya di Indonesia. *Jurnal Biology Education*. 1 (1):1-4.
- Ridhwan, M., Mulyah, E., Hapsari, A. K., & Welani, D. 2022. Studi Keberadaan dan Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Kawasan Situ Gintung, Kota Tangerang Selatan. *NUCLEUS*, 3(2), 203-209.
- Rizki, G. 2021. Pengemabangan Potensi Desa Wisata Tinalah (Dewi Tinalah) di Samigaluh Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta untuk EdiWisata Berbasis Alam dan Teknologi. *Repository*, June, 1-6.
- Rukmana, E. 2018. *Tumbuhan Paku Terrestrial pada Tiga Jenis Ekosistem di Taman Nasional Gunung Ciremai* (Doctoral dissertation, Bogor Agricultural University (IPB)).
- Rukmana, R. 1997. *Perawatan dan Pembibitan Paku Hias*. Yogyakarta: Kanisius.
- Samecka-Cymerman, et al. 2011. Rhizomes and fronds of *Athyrium filix-femina* as possible bioindicators of chemical elements from soils over different parent materials in southwest Poland. *Ecological Indicators*, 11(5), 1105-1111.
- Sandy, S.F., dkk. 2016. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*) di Kawasan Air Terjun Lawean Sendang Kabupaten Tulungagung. *Prosiding Seminar Nasional II Tahun 2016, Kerjasama Prodi Pendidikan Biologi FKIP dengan Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan (PSLK) Universitas Muhammadiyah Malang*. 828-836.
- 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.
- Sastrapadja S. 1985. *Kerabat Paku Bogor (ID)*: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Sastrapadja, S., Afriastini, J.J., Darnaedi, D. & Widjaja, E.A. 1979. *Jenis Paku Indonesia*. Bogor: Lembaga Biologi Nasional.

- Schall, W., Huo, H., & Chen, J. 2018. Cultural Guidelines for Commercial Production of Boston fern (*Nephrolepis exaltata* 'Bostoniensis'): ENH1286/EP550, 1/2018. *EDIS*, 2018(1).
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah (Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an)*. Jakarta: Lentera Hati.
- Shin, H. W., Kim, M. J., Oh, C. K., & Lee, N. S. 2017. *Tectaria fuscipes* (Wall. ex Bedd.) C. Chr. (Tectariaceae), a newly recorded taxon from Korea. *Korean Journal of Plant Taxonomy*, 47(4), 316-321.
- Sianturi, S. R., Retnoningsih, A., dan Ridlo, S. 2020. *Eksplorasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Wilayah Ketinggian yang Berbeda*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Simpson. 2006. *Plant Systematics*. New York: Elsevier Academic Press.
- Srivastava, K. 2008. The Petiolar Structure of *Christella dentata* (Forssk.) Brownsey & Jermy (Thelypteridaceae, Pteridophyta). *Ethnobotanical Leaflets*, 2008(1), 11.
- Steil, W. N. 1952. Reproduction in *Nephrolepis cordifolia*. *American Fern Journal*, 42(3), 86-90.
- Sudarnadi. 1980. *Jenis-jenis Paku di Indonesia*, Bogor: Lembaga Biologi Nasional LIPI.
- Sudarsono, Ratnawati dan Budiwati. 2005. *Taksonomi Tumbuhan Tinggi*. Malang: Universitas Negeri Malang Press.
- Sumeru, A. 1995. *Hortikultura Aspek Budidaya*. Jakarta: Universitas Indonesia Pres.
- Surfiana, S., Kamal, S., & Hidayat, M. 2019. Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Berdasarkan Ketinggian Di Kawasan Ekosistem Danau Aneuk Laot Kota Sabang. In *Prosiding Seminar Nasional Biotik* (Vol. 6, No. 1).
- Suriansyah, S. 2022. Identifikasi Spesies Tumbuhan Paku Di Kawasan Sumber Nyolo Ngenep, Kec. Karangploso, Malang, Jawa Timur Sebagai Sumber Belajar (*Doctoral dissertation*, Universitas Muhammadiyah Malang).
- Syafrudin, M., & Karyati, S. A. 2016. Fluktuasi iklim mikro di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. *Agrifor*, 15(1), 83-92.
- Szczesniak, E., Gola, E. M., & Jędrzejczyk, I. 2017. It is worth checking old data—validation of *Asplenium onopteris* L. presence in the most northeastern sites in Europe (Sudetes, SW Poland). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 86(4).
- Tjitrosoepomo, G. 2005. *Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Tjitrosoepomo, G. 2009. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Tjitrosoepomo, G. 2011. *Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Tjitroso, dkk. 1983, *Botani Umum 3*. Bandung, Penerbit Angkasa.
- Turot, M., Polii, B., & Walangitan, H. D. 2016. Potensi Pemanfaatan Tumbuhan Paku *Diplazium Esculentum* Swartz (Studi Kasus) di Distrik Aifat Utara Kabupaten Maybrat Provinsi Papua Barat. *Agri-Sosioekonomi: Jurnal Ilmiah Sosial Ekonomi Pertanian*, 12(3A), 1-10.
- Utami, T.P., Yelianti, U, dan Muswita. 2020. Eksplorasi Fungi Mikoriza Arbuskula pada Tumbuhan Paku Terrestrial dari Lahan Bekas Tambang Batubara di Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi. *Prosiding Webinar*

- Nasional Mikoriza*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Utari, Gani. 2005. Pengaruh Faktor Abiotik Terhadap Keanekaragaman Komunitas Tumbuhan Air Di Situ Lengkong Panjalu Ciamis Jawa Barat Dan Penerapannya Dalam Mata Pelajaran Biologi Di SMA. *Jurnal Metodologika*. Vol.02 No.02
- Wafi, M. A., & Roziaty, E. 2018. *Identifikasi Pteridophyta (Tumbuhan Paku) Terrestrial pada Berbagai Ketinggian di Kawasan Air Terjun Jumog Ngargoyoso Karanganyar Jawa Tengah* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Wahyuningsih, W., Triyanti, M., & Sepriyaningsih, S. 2019. Inventarisasi tumbuhan paku (pteridophyta) di perkebunan PT Bina Sains Cemerlang Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 2(1), 29-35.
- Wanma, A. O. 2016. *Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Gunung Arfak Papua Barat* (Doctoral dissertation, Bogor Agricultural University (IPB)).
- Widhiastuti, R., Aththorick, T. A., & Sari, W. D. P. 2006. Struktur dan komposisi tumbuhan paku-pakuan di kawasan hutan Gunung Sinabung kabupaten Karo. *Jurnal Biologi Sumatera*, 1(2), 38-41.
- Wijayanto, Nurheni dan Nurunnujah. 2012. Intensitas Cahaya, Suhu, Kelembaban dan Perakaran Lateral Mahoni (*Swieetenia macrophylla* king) di RPH Babakan Madang, BKPH Bogor, KPH Bogor. *Jurnal Sulvikultura Tropika*. Vol 03 No. 01
- Wilmshurst, J. M. 1997. The impact of human settlement on vegetation and soil stability in Hawke's Bay, New Zealand. *New Zealand journal of botany*, 35(1), 97-111.
- Windari, W., Perwati, L. K., & Murningsih, M. 2021. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Kawasan Wisata Air Terjun Jurang Nganten Kabupaten Jepara. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 23(2), 107-111.
- Xu, G., Zhang, C., Lee, S. Y., Chen, Z., & Zeng, X. 2023. The complete chloroplast genome and phylogenetic analysis of *Christella dentata* (Forssk.) Brownsey & Jermy (Thelypteridaceae). *Mitochondrial DNA Part B*, 8(1), 181-185.
- Yolla, A. S., Damayanti, F., & Gresinta, E. 2022. Keanekaragaman Tumbuhan Paku Terrestrial di Kawasan Hutan Pinus Gunung Pancar, Bogor. *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 2(1), 63-71.
- Yuliasmara, F., & Ardiyani, F. 2013. Morfologi, Fisiologi, dan Anatomi Paku Picisan (*Drymoglossum heterophyllum*) serta Pengaruhnya pada Tanaman Kakao. *Pelita Perkebunan*. 29 (2), 128-141.
- Zulkarnain, Z. 2009. *Dasar-dasar hortikultura*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.

Lampiran 1. Hasil Penelitian

Tabel 1. Jumlah Spesies Pteridophyta yang ditemukan di Stasiun Pengamatan 1

Plo t	Sp 1	Sp 2	Sp 3	Sp 4	Sp 5	Sp 6	Sp 7	Sp 8	Sp 9	Sp 10	Sp 11	Sp 12	Sp 13	Sp 14
1	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	5	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	5	3	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	19	0	0	16	9	11	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ	32	24	5	37	12	11	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah														12
Total														1

Keterangan:

- Sp : spesies
 Sp 1 : *Asplenium onopteris*
 Sp 2 : *Pteris ensiformis*
 Sp 3 : *Macrothelypteris torresiana*
 Sp 4 : *Adiantum philippense* L.
 Sp 5 : *Adiantum hispidulum*
 Sp 6 : *Adiantum raddianum*

Tabel 2. Jumlah Spesies Pteridophyta yang ditemukan di Stasiun Pengamatan II

Plo t	Sp 1	Sp 2	Sp 3	Sp 4	Sp 5	Sp 6	Sp 7	Sp 8	Sp 9	Sp 10	Sp 11	Sp 12	Sp 13	Sp 14
1	0	0	13	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	3	0	0	0	8	5	11	0	0	0	0
3	0	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	13	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0
5	0	0	11	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
6	0	0	2	0	0	0	6	0	9	0	0	0	0	0
7	0	0	1	0	0	2	0	2	0	0	3	0	0	0
8	0	3	3	4	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0
9	0	1	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	3	0
10	0	0	14	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0
Σ	0	4	67	15	4	2	16	37	14	20	17	0	3	0
Jumlah Total														19 9

Keterangan:

- Sp : spesies
 Sp 1 : *Asplenium onopteris*
 Sp 2 : *Pteris ensiformis*
 Sp 3 : *Macrothelypteris torresiana*
 Sp 4 : *Adiantum philippense* L.
 Sp 5 : *Adiantum hispidulum*
 Sp 6 : *Adiantum raddianum*
 Sp 7 : *Christella dentata*
 Sp 8 : *Tectaria fuscipes*
 Sp 9 : *Christella sp.*
 Sp 10 : *Pteris fauriei*
 Sp 11 : *Pteris vittata*
 Sp 13 : *Nephrolepis exaltata*

Tabel 3. Jumlah Spesies Pteridophyta yang ditemukan di Stasiun Pengamatan III

Plo t	Sp 1	Sp 2	Sp 3	Sp 4	Sp 5	Sp 6	Sp 7	Sp 8	Sp 9	Sp 10	Sp 11	Sp 12	Sp 13	Sp 14
1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
2	0	7	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	3	0	0	0	5	0	3	7	7	0	0
4	0	0	8	0	10	0	0	0	4	0	0	0	0	0
5	0	6	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
6	2	0	5	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	3	1	0	0	0	4	0	0	2	0	0	0
8	0	0	5	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0
9	0	2	0	0	3	0	9	3	0	0	0	0	1	2
10	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Σ	2	18	40	10	27	4	12	12	5	3	10	7	5	6
Jumlah Total														16 1

Keterangan:

- Sp : spesies
 Sp 1 : *Asplenium onopteris*
 Sp 2 : *Pteris ensiformis*
 Sp 3 : *Macrothelypteris torresiana*
 Sp 4 : *Adiantum philippense* L.
 Sp 5 : *Adiantum hispidulum*
 Sp 6 : *Adiantum raddianum*
 Sp 7 : *Christella dentata*
 Sp 8 : *Tectaria fuscipes*
 Sp 9 : *Christella sp.*
 Sp 10 : *Pteris fauriei*
 Sp 11 : *Pteris vittata*
 Sp 12 : *Nephrolepis cordifolia*
 Sp 13 : *Nephrolepis exaltata*
 Sp 14 : *Dicranopteris curranii*

Lampiran 2. Data Nilai Indeks Keanekaragaman Jenis (H')

Tabel 4. Data Nilai Indeks Keanekaragaman Pteridophyta yang ditemukan sebelum pintu masuk (Stasiun Pengamatan I)

No.	Spesies	ni	Pi = ni/N	ln Pi	Pi. Ln Pi	H'
1	sp 1	32	0.26446	-1.3301	-0.3517	-0.3517
2	sp 2	24	0.19835	-1.6177	-0.3209	-0.3209
3	sp 3	5	0.04132	-3.1864	-0.1317	-0.1317
4	sp 4	37	0.30579	-1.1849	-0.3623	-0.3623
5	sp 5	12	0.09917	-2.3109	-0.2292	-0.2292
6	sp 6	11	0.09091	-2.3979	-0.218	-0.218
Jumlah		121				1.61378

Tabel 5 Data Nilai Indeks Keanekaragaman Pteridophyta yang ditemukan di jalan setapak (Stasiun Pengamatan II)

No.	Spesies	ni	Pi = ni/N	ln Pi	Pi. Ln Pi	H'
1	Sp 2	4	0.0201	-3.907	-0.0785	-0.0785
2	sp 3	67	0.33668	-1.0886	-0.3665	-0.3665
3	sp 4	15	0.07538	-2.5853	-0.1949	-0.1949
4	sp 5	4	0.0201	-3.907	-0.0785	-0.0785
5	sp 6	2	0.01005	-4.6002	-0.0462	-0.0462
6	sp 7	16	0.0804	-2.5207	-0.2027	-0.2027
7	sp 8	37	0.18593	-1.6824	-0.3128	-0.3128
8	sp 9	14	0.07035	-2.6542	-0.1867	-0.1867
9	sp 10	20	0.1005	-2.2976	-0.2309	-0.2309
10	sp 11	17	0.08543	-2.4601	-0.2102	-0.2102
11	sp 13	3	0.01508	-4.1947	-0.0632	-0.0632
Jumlah		199				1.9712

Tabel 6 Data Nilai Indeks Keanekaragaman Pteridophyta yang ditemukan di sekitar mata air (Stasiun Pengamatan III)

No.	Spesies	ni	Pi = ni/N	ln Pi	Pi. Ln Pi	H'
1	sp 1	2	0.01242	-4.3883	-0.0545	-0.0545
2	sp 2	18	0.1118	-2.191	-0.245	-0.245
3	sp 3	40	0.24845	-1.3925	-0.346	-0.346
4	sp 4	10	0.06211	-2.7788	-0.1726	-0.1726
5	sp 5	27	0.1677	-1.7856	-0.2994	-0.2994
6	sp 6	4	0.02484	-3.6951	-0.0918	-0.0918
7	sp 7	12	0.07453	-2.5965	-0.1935	-0.1935
8	sp 8	12	0.07453	-2.5965	-0.1935	-0.1935
9	sp 9	5	0.03106	-3.472	-0.1078	-0.1078
10	sp 10	3	0.01863	-3.9828	-0.0742	-0.0742
11	sp 11	10	0.06211	-2.7788	-0.1726	-0.1726
12	sp 12	7	0.04348	-3.1355	-0.1363	-0.1363
13	sp 13	5	0.03106	-3.472	-0.1078	-0.1078
14	sp 14	6	0.03727	-3.2896	-0.1226	-0.1226
Jumlah		161				2.31772

Tabel 7 Nilai Indeks Keanekaragaman (H') Pteridophyta yang ditemukan di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep

No.	Spesies	ni	Pi = ni/N	ln Pi	Pi. Ln Pi	H'
1	sp 1	34	0.21118	-1.555	-0.3284	-0.3284
2	sp 2	46	0.28571	-1.2528	-0.3579	-0.3579
3	sp 3	112	0.69565	-0.3629	-0.2525	-0.2525
4	sp 4	62	0.38509	-0.9543	-0.3675	-0.3675
5	sp 5	43	0.26708	-1.3202	-0.3526	-0.3526
6	sp 6	17	0.10559	-2.2482	-0.2374	-0.2374
7	sp 7	28	0.17391	-1.7492	-0.3042	-0.3042
8	sp 8	49	0.30435	-1.1896	-0.362	-0.362
9	sp 9	19	0.11801	-2.137	-0.2522	-0.2522
10	sp 10	23	0.14286	-1.9459	-0.278	-0.278
11	sp 11	27	0.1677	-1.7856	-0.2994	-0.2994
12	sp 12	7	0.04348	-3.1355	-0.1363	-0.1363
13	sp 13	8	0.04969	-3.002	-0.1492	-0.1492
14	sp 14	6	0.03727	-3.2896	-0.1226	-0.1226
Jumlah		481				3.80022

Lampiran 3. Data Hasil Pengamatan Faktor Abiotik di Kawasan Mata Air Umbulan

Tabel 8. Data Hasil Pengukuran Faktor Abiotik Pukul 08.00 WIB

No	Parameter	Stasiun		
		I	II	III
1	Suhu (°C)	28,2°C	29,8°C	29,6°C
2	Kelembaban Udara (%)	65%	61%	63%
3	pH Tanah	6,7	6,6	6,2
4	Intensitas Cahaya (lux)	6676	4485	2035
5	Kelembaban Tanah	25%	25%	25%

Tabel 9. Data Hasil Pengukuran Faktor Abiotik Pukul 12.00 WIB

No	Parameter	Stasiun		
		I	II	III
1	Suhu (°C)	31,4°C	31,4°C	31,4°C
2	Kelembaban Udara (%)	65%	65%	65%
3	pH Tanah	6,6	6,6	6,4
4	Intensitas Cahaya (lux)	6730	4590	3660
5	Kelembaban Tanah	30%	30%	30%


Tabel 10. Data Hasil Pengukuran Faktor Abiotik Pukul 16.00 WIB


No	Parameter	Stasiun		
		I	II	III
1	Suhu (°C)	26°C	26°C	26°C
2	Kelembaban Udara (%)	60%	60%	60%
3	pH Tanah	6,6	6,6	6,4
4	Intensitas Cahaya (lux)	474	325	472
5	Kelembaban Tanah	30%	30%	30%

Tabel 11. Data Rerata Hasil Pengukuran Faktor Abiotik

No	Parameter	Stasiun			Rata-Rata
		I	II	III	
1	Suhu (°C)	28,5°C	29 °C	29 °C	28.8 °C
2	Kelembaban Udara (%)	63,3%	62%	62,6%	62.3%
3	pH Tanah	6,6	6,6	6,3	6.5
4	Intensitas Cahaya (lux)	4626	3133	2055	3271
5	Kelembaban Tanah	28,3%	28,3%	28,3%	28%

Lampiran 4. Gambar Kegiatan Penelitian

	
<p>Lokasi peletakan plot</p>	<p>Salah satu stasiun pengamatan</p>
	
<p>Pengamatan langsung</p>	<p>Pendataan jenis spesies</p>
 <p>Pengukuran intensitas cahaya</p>	 <p>Pengukuran pH tanah</p>

	
Pengukuran suhu dan kelembaban udara	

Lampiran 5. Lokasi masing-masing stasiun pengamatan

		
Gambar Stasiun 1	Gambar Stasiun 2	Gambar Stasiun 3



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Ellisa Sita Manora
NIM : 16620079
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA 2021/2022
Pembimbing : Dr.Evika Sandi Savitri, M.P.
Judul Skripsi : Keanekaragaman Paku (Pteridophyta) Terrestrial di Kawasan Mata Air
Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	26/08/2022	Bimbingan Judul	
2.	13/09/2022	Bimbingan BAB 1, BAB 2	
3.	15/09/2022	Bimbingan BAB 1, BAB 2 dan BAB 3	
4.	28/09/2022	Bimbingan BAB 1, BAB 2 dan BAB 3	
5.	07/11/2022	Bimbingan BAB 1, BAB 2 dan BAB 3	
6.	19/12/2022	Bimbingan BAB 1, BAB 2 dan BAB 3	
7.	07/06/2023	Bimbingan BAB 4 dan BAB 5	
8.	26/06/2023	ACC	

Pembimbing Skripsi,

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP.197410182003122002

Malang, 26 Juni 2023
Ketua Program Studi,

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP.197410182003122002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Ellisa Sita Manora
NIM : 16620079
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA 2021/2022
Pembimbing : Mujahidin Ahmad, M. Sc
Judul Skripsi : Keanekaragaman Paku (Pteridophyta) Terrestrial di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	13/09/2022	Bimbingan Integrasi BAB 1 dan 2	
2.	10/10/2022	Bimbingan Integrasi BAB 1 dan 2	
3.	19/10/2022	Bimbingan Integrasi BAB 1 dan 2	
4.	09/06/2023	Bimbingan Integrasi BAB 1,2 dan 4	
5.	12/06/2023	Bimbingan Integrasi BAB 4	
6.	26/06/2023	Revisi dan ACC	

Pembimbing Skripsi,

Mujahidin Ahmad, M. Sc.
NIP.198605122019031002



Malang, 26 Juni 2023
Ketua Program Studi,

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP.197410182003122002



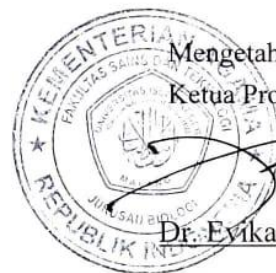
**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI**

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi Skripsi

Nama : Ellisa Sita Manora
NIM : 16620079
Judul : Keanekaragaman Paku (Pteridophyta) Terestrial di Kawasan Mata Air Umbulan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang.

No	Tim Check Plagiasi	Tanggal	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc			
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc			
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	9 Juni	24%	



Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi,

Dr. Evika Sandi Savitri, M. P.

NIP.1974108 200312 2 002