

**KEANEKARAGAMAN DAN POLA DISTRIBUSI TUMBUHAN PAKU  
(*Pteridophyta*) TERESTRIAL BERDASARKAN GRADIEN KETINGGIAN  
DI JALUR PENDAKIAN GUNUNG ARJUNO KECAMATAN  
PURWODADI KABUPATEN PASURUAN**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
FIONA RAZAK AFFANDI  
NIM. 210602110030**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2025**

**KEANEKARAGAMAN DAN POLA DISTRIBUSI TUMBUHAN PAKU  
(*Pteridophyta*) TERESTRIAL BERDASARKAN GRADIEN KETINGGIAN  
DI JALUR PENDAKIAN GUNUNG ARJUNO KECAMATAN  
PURWODADI KABUPATEN PASURUAN**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
FIONA RAZAK AFFANDI  
NIM. 210602110030**

**Diajukan Kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri 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  
2025**

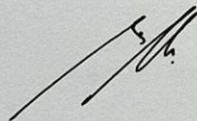
**KEANEKARAGAMAN DAN POLA DISTRIBUSI TUMBUHAN PAKU  
(Pteridophyta) TERESTRIAL BERDASARKAN GRADIEN KETINGGIAN  
DI JALUR PENDAKIAN GUNUNG ARJUNO KECAMATAN  
PURWODADI KABUPATEN PASURUAN**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**FIONA RAZAK AFFANDI**  
NIM. 210602110030

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji  
tanggal: 13 April 2025

**Pembimbing I**



**Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si.**  
NIP. 198705222023211016

**Pembimbing II**



**Dr. Umaiatus Swarifah, M.A.**  
NIP. 198209252009012005

Mengetahui  
Ketua Program Studi Biologi



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

**KEANEKARAGAMAN DAN POLA DISTRIBUSI TUMBUHAN PAKU  
(Pteridophyta) TERESTRIAL BERDASARKAN GRADIEN KETINGGIAN  
DI JALUR PENDAKIAN GUNUNG ARJUNO KECAMATAN  
PURWODADI KABUPATEN PASURUAN**

**SKRIPSI**

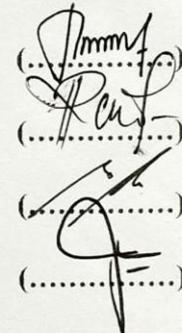
**Oleh:**

**FIONA RAZAK AFFANDI  
NIM. 210602110030**

telah dipertahankan  
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima  
sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal: 13 April 2025

<b>Ketua Penguji</b>	<b>:</b>	<b>Didik Wahyudi, M.Si</b>	(.....)
		<b>NIP. 198601022018011001</b>	(.....)
<b>Anggota Penguji I</b>	<b>:</b>	<b>Ruri Siti Resmisari, M.Si</b>	(.....)
		<b>NIP. 197901232023212008</b>	(.....)
<b>Anggota Penguji II</b>	<b>:</b>	<b>Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si</b>	(.....)
		<b>NIP. 198705222023211016</b>	(.....)
<b>Anggota Penguji III</b>	<b>:</b>	<b>Dr. Umayatus Syarifah, M.A</b>	(.....)
		<b>NIP. 198209252009012005</b>	(.....)



Mengesahkan,  
**Ketua Program Studi Biologi**



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

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan kepada semua pihak yang telah mendukung penulis dalam penyusunan skripsi, khususnya:

1. Kedua orang tua saya (Bapak Abandi dan Ibu Umamah) orang hebat yang selalu menjadi penyemangat saya sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan motivasi. Terima kasih selalu berjuang untuk kehidupan saya, terima kasih untuk semua doa dan dukungan abah dan mama saya bisa berada di titik ini. Sehat selalu dan hiduplah lebih lama lagi untuk ada disetiap perjalanan dan pencapaian hidup saya.
2. Bapak Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si dan Ibu Dr. Umayyatus Syarifah, M.A selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dan telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis.
3. Muhammad Rafiq Affandi dan Rosyid Fajar Affandi selaku saudara kandung yang telah mendukung dan memberikan semangat kepada penulis.
4. Teman-teman Ekologi Angkatan 2021 yang telah membantu penulis dalam pengambilan data penelitian dan berdiskusi terkait penyusunan skripsi ini.
5. Teman-teman Biologi 2021, khususnya kelas Biologi A yang banyak membantu penulis dalam perjalanan menyelesaikan studi.
6. Sahabat-sahabat serta teman dekat penulis yang telah mendoakan memotivasi, memberikan semangat dan banyak membantu penulis selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini

## MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan (5) Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan (6)”.

QS. Al-Insyirah [94]: 5-6

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FIONA RAZAK AFFANDI  
NIM : 210602110030  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Penelitian : Keanekaragaman dan Pola Sebaran Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Terrestrial Berdasarkan Gradien Ketinggian di Jalur Pendakian Gunung Arjuno Kecamatan Purwodadi Kabupaten Pasuruan

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang,  
Yang membuat pernyataan.



FIONA RAZAK AFFANDI  
NIM. 210602110030

## **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 dan Pola Distribusi Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)  
Terrestrial Berdasarkan Gradien Ketinggian di Jalur Pendakian Gunung  
Arjuno Kecamatan Purwodadi Kabupaten Pasuruan**

Affandi, Fiona Razak, Muhammad Asmuni Hasyim, Umaiatus Syarifah

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

**ABSTRAK**

Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) termasuk dalam kelompok flora Indonesia dengan tingkat keanekaragaman yang tinggi serta penyebaran yang luas. Tumbuhan ini tumbuh pada kayu mati, tanah, batuan dan menempel pada pohon. Tumbuhan paku terrestrial berfungsi sebagai vegetasi bawah yang berperan penting dalam mempertahankan ekosistem hutan, seperti membantu pembentukan hara tanah melalui pencampuran serasah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan paku terrestrial dan pola distribusinya di jalur pendakian Gunung Arjuno dari pos 1 sampai Putuk Lesung yang dipilih berdasarkan perbedaan ketinggian. Metode yang digunakan adalah metode jalur dan sampling dilakukan dengan menarik garis transek sepanjang 50 m dengan plot primer ukuran 5x5 m<sup>2</sup> dan subplot ukuran 1x1 m<sup>2</sup> untuk setiap jenis paku terrestrial. Parameter yang dihitung mencakup indeks keanekaragaman, indeks morisita, indeks dominansi, indeks kemerataan dan indeks nilai penting. Hasil penelitian ini ditemukan 8 famili tumbuhan paku terrestrial dengan 23 spesies berbeda. Tumbuhan paku terrestrial paling banyak ditemukan dari famili Pteridaceae dengan jumlah 9 spesies. Nilai indeks keanekaragaman paku terrestrial diperoleh sebesar 1,78 - 2,29 dengan kategori sedang. Nilai indeks dominansi paku terrestrial diperoleh sebesar 0,79 - 0,87 berarti ada spesies yang mendominasi. Nilai indeks kemerataan paku terrestrial diperoleh sebesar 0,59 - 0,88 berarti tersebar merata. Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi di 1100 mdpl didapatkan *Christella dentata* sebesar 67,53%, di 1250 mdpl spesies *Chingia forex* sebesar 40%, dan 1400 mdpl spesies *Selaginella kraussiana* sebesar 37,63%. Nilai indeks morisita (Id) paku terrestrial sebesar 0-50 dengan pola distribusi seragam, mengelompok, dan acak. Hasil pengukuran parameter lingkungan yaitu suhu 25,1 – 27,7°C, kelembaban udara 70,1 – 75,5%, pH tanah 7,82 – 7,86, intensitas cahaya 472,2 – 828,8 lux, dan kelembaban tanah 2,24 – 3,12%.

Kata kunci: *Keanekaragaman, Pola Distribusi, Pteridophyta*

# **Diversity and Distribution Pattern of Terrestrial Pteridophyte Based on Altitudinal Gradient in Mount Arjuno Hiking Trail, Purwodadi District, Pasuruan Regency**

Affandi, Fiona Razak, Muhammad Asmuni Hasyim, Umaiatus Syarifah

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

## **ABSTRACT**

Ferns (Pteridophyta) are included in the Indonesian flora group with a high level of diversity and wide distribution. These plants grow on dead wood, soil, rocks and attached to trees. Terrestrial ferns function as understory vegetation that plays an important role in maintaining forest ecosystems, such as helping to form soil nutrients through litter mixing. This study aims to determine the types of terrestrial ferns and their distribution patterns on the Mount Arjuno climbing route from post 1 to Putuk Lesung which were selected based on differences in altitude. The method used is the path method and sampling is carried out by drawing a 50 m long transect line with a primary plot measuring 5x5 m<sup>2</sup> and a subplot measuring 1x1 m<sup>2</sup> for each type of terrestrial fern. The parameters calculated include the diversity index, morisita index, dominance index, evenness index and importance value index. The results of this study found 8 families of terrestrial ferns with 23 different species. The most terrestrial ferns found were from the Pteridaceae family with 9 species. The terrestrial fern diversity index value was obtained at 1.78 - 2.29 with a moderate category. The terrestrial fern dominance index value was obtained at 0.79 - 0.87, meaning there is a dominant species. The terrestrial fern evenness index value was obtained at 0.59 - 0.88, meaning it is evenly distributed. The highest Important Value Index (INP) at 1100 masl was obtained by *Christella dentata* at 67.53%, at 1250 masl the *Chingia forex* species at 40%, and at 1400 masl the *Selaginella kraussiana* species at 37.63%. The morisita index (Id) value of terrestrial ferns was 0-50 with a uniform, clustered, and random distribution pattern. The results of environmental parameter measurements were temperature 25.1 – 27.7°C, air humidity 70.1 – 75.5%, soil pH 7.82 – 7.86, light intensity 472.2 – 828.8 lux, and soil moisture 2.24 – 3.12%.

Keywords: *Diversity, Distribution Pattern, Pteridophyta*

## أنماط التنوع والتوزيع للسراخس الأرضية السراخس الحلزونية استناداً إلى تدرج الارتفاع على مسار تسلق جبل أرجونو، منطقة بورودادي، مقاطعة باسوروان

أفندي، فيونا رزاق، محمد أسموني هاشم، أمية الشريعة

برنامج دراسة علم الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية في مالانج

### مستخلص البحث

ضمن مجموعة النباتات الإندونيسية التي تتميز بمستوى عالٍ من التنوع والانتشار (*Pteridophyta*) تُدرج السرخس الواسع. ينمو هذا النبات على الخشب الميت والتربة والصخور ويلتصق بالأشجار. تعمل السرخس الأرضية كنباتات سفلية تلعب دوراً مهماً في الحفاظ على النظم البيئية للغابات، مثل المساعدة في تكوين العناصر الغذائية للتربة من خلال خلط القمامة. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد أنواع السرخس الأرضي وأنماط توزيعه على طريق تسلق جبل أرجونو من النقطة 1 إلى بوتوك ليسونج، والتي تم اختيارها على أساس الاختلافات في الارتفاع. الطريقة المستخدمة هي طريقة المسار ويتم أخذ العينات عن طريق رسم خط عرضي بطول 50 مترًا بقطعة أرض رئيسية تبلغ مساحتها 5 × 5 متر مربع وقطعة أرض فرعية تبلغ مساحتها 1 × 1 متر مربع لكل نوع من أنواع السرخس الأرضي. تتضمن المعلومات المحسوبة مؤشر التنوع، ومؤشر موريسيتا، ومؤشر الهيمنة، ومؤشر التساوي، ومؤشر القيمة المهمة. توصلت نتائج هذه الدراسة إلى وجود 8 عائلات من السرخس الأرضي تضم 23 نوعًا مختلفًا. السرخس الأرضي الأكثر شيوعًا هو - مع 9 أنواع. بلغت قيمة مؤشر تنوع السرخس الأرضي التي تم الحصول عليها 1.78 *Pteridaceae* من عائلة مع فئة معتدلة. تم الحصول على قيمة مؤشر هيمنة السرخس الأرضي ما بين 0.79 - 0.87، مما يعني أن هناك 2.29 نوعًا مهيمناً. تم الحصول على قيمة مؤشر التساوي للسراخس الأرضية عند 0.59 - 0.88، مما يعني أنها كانت *Christella* موزعة بالتساوي. تم الحصول على أعلى مؤشر قيمة مهم عند ارتفاع 1100 متر فوق سطح البحر لنوع بنسبة 40%، وعند *Chingia forex* بنسبة 67.53%، وعند ارتفاع 1250 متر فوق سطح البحر لنوع *Selaginella kraussiana* بنسبة 37.63%. تبلغ قيمة مؤشر موريسيتا *Selaginella kraussiana* ارتفاع 1400 متر فوق سطح البحر لنوع للسراخس الأرضية 50-مع نمط توزيع موحد ومتجمع وعشوائي. وكانت نتائج قياسات المعلمات البيئية هي 0 (Id) درجة الحرارة 25.1 - 27.7 درجة مئوية، ورطوبة الهواء 70.1 - 75.5%، ودرجة حموضة التربة 7.82 - 7.86، وشدّة الض 472.2 - 828.8 لوكس، ورطوبة التربة 2.24 - 3.12.

الكلمات المفتاحية: التنوع، نمط التوزيع، السراخس

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

*Bismillahirrohmanirrohim*, Segala puji bagi Allah SWT karena dengan kasih sayang dan karunia-Nya, atas rahmat serta hidayah-Nya penulis mampu memenuhi dan menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Keanekaragaman dan Pola Sebaran Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Terrestrial Berdasarkan Gradien Ketinggian di Jalur Pendakian Gunung Arjuno Kecamatan Purwodadi Kabupaten Pasuruan”. Tidak lupa pula shalawat dan salam disampaikan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, yang telah menegakkan diinul Islam yang terpatri hingga akhirul zaman.

Aamiin.

Berkat bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak maka penulis mengucapkan terima kasih yang tak terkira khususnya kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Harini, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P. selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si. dan Dr. Umaiyatus Syarifah, M.A. selaku pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Si. selaku Dosen wali, yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang setia menemani penulis dalam melakukan penelitian tersebut.
7. Ayah Abandi dan Ibu Umamah dan keluarga tercinta yang telah memberikan Doa, dukungan serta motivasi kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan Biologi dan teman-teman seperjuangan di tim ekologi.

Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis, mendapat balasan dari Allah SWT. Skripsi ini sudah ditulis secara cermat dan sebaik-baiknya, namun apabila ada kekurangan, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan.  
*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Malang, Februari 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
MOTTO .....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	vi
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
مستخلص البحث.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Batasan Masalah .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Keanekaragaman Tumbuhan .....	8
2.1.1 Indeks Keanekaragaman.....	9
2.1.2 Indeks Dominansi Simpson (C).....	10
2.1.3 Indeks Kemerataan .....	11
2.2 Keanekaragaman Tumbuhan Dalam Perspektif Islam .....	12
2.3 Tumbuhan Paku .....	14
2.3.1 Karakteristik Tumbuhan Paku .....	15
2.4 Klasifikasi Tumbuhan Paku.....	18
2.4.1 Kelas Psilophytinae .....	18
2.4.2 Kelas Lycopodiinae .....	21
2.4.3 Kelas Equisetinae .....	23
2.4.4 Kelas Filicinae .....	25
2.5 Habitat Tumbuhan Paku .....	28
2.6 Faktor Lingkungan Yang Mempengaruhi Tumbuhan Paku Terrestrial..	29
2.7 Manfaat Tumbuhan Paku.....	31
2.8 Pola Distribusi Tumbuhan .....	32
2.9 Gambaran Umum Lokasi Pengamatan .....	35
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Rancangan Penelitian .....	37

3.2	Waktu dan Tempat Penelitian .....	37
3.3	Alat dan Bahan Penelitian .....	37
3.4	Prosedur Penelitian.....	38
3.4.1	Studi Pendahuluan .....	38
3.4.2	Penentuan Titik Pengamatan .....	38
3.4.3	Prosedur Pengambilan Sampel .....	39
3.4.4	Identifikasi Paku Terrestrial .....	40
3.4.5	Analisis Data .....	41

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Jenis tumbuhan paku (Pteridophyta) terrestrial.....	43
4.2	Indeks Keanekaragaman, Dominansi, Kemeratan dan INP .....	74
4.2.1	Indeks Keanekaragaman, Dominansi, dan Kemerataan .....	74
4.2.2	Indeks Nilai Penting .....	77
4.3	Pola distribusi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Terrestrial .....	79
4.4	Faktor Lingkungan .....	82
4.5	Kajian Keislaman Keanekaragaman dan Pola Distribusi Tumbuhan Paku Terrestrial.....	87

#### **BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan .....	90
5.2	Saran .....	91

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>92</b>
<b>Lampiran 1. Hasil Penelitian .....</b>	<b>101</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4. 1 Jenis-jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Terrestrial .....	46
4. 2 Nilai Indeks Keanekaragaman, Dominansi, dan Kemerataan.....	74
4. 3 Hasil Uji Lanjutan T-Test (P-Value).....	76
4. 4 Hasil Indeks Nilai Penting di masing-masing ketinggian .....	77
4. 5 Pola Distribusi Tumbuhan Paku (Pteridophyta). .....	79
4. 6 Pengukuran Faktor Lingkungan.....	82
4. 7 Hasil korelasi.....	84

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Struktur tubuh Pteridophyta .....	18
2. 2 <i>Psilopsida</i> .....	20
2. 3 <i>Psilotum nudum</i> .....	21
2. 4 <i>Lycopodium cernuum</i> .....	22
2. 5 <i>Selaginella wildenowii</i> .....	22
2. 6 <i>Isoetes lacustris</i> .....	23
2. 7 <i>Equisetum aeniie</i> .....	24
2. 8 <i>Marattia douglasi</i> .....	26
2. 9 a. <i>Asplenium nidus</i> ; b. <i>Glihenia truncate</i> ; c. <i>Cyathea</i> sp. ....	27
2. 10 <i>Marsilea crenata</i> .....	27
2. 11 Pola Distribusi .....	32
2. 12 Penentuan titik sampling penyebaran individu .....	35
2. 13 Kondisi alam di lokasi pengamatan .....	36
3. 1 Rancangan plot pengambilan sampel .....	39
3. 2 Peta lokasi pengamatan .....	39
4. 1 <i>Doryopteris concolor</i> .....	48
4. 2 <i>Pityrogramma calomelanos</i> .....	49
4. 3 <i>Adiantum raddianum</i> .....	50
4. 4 <i>Adiantum hispidulum</i> .....	51
4. 5 <i>Pteris ensiformis</i> .....	53
4. 6 <i>Pteris biaurita</i> .....	54
4. 7 <i>Pteris fauriei</i> .....	55
4. 8 <i>Pteris vittata</i> .....	56
4. 9 <i>Coniogramme intermedia</i> .....	57
4. 10 <i>Christella dentata</i> .....	59
4. 11 <i>Chingia ferox</i> .....	60
4. 12 <i>Cyclosorus interruptus</i> .....	61
4. 13 <i>Nephrolepis cordifolia</i> .....	62
4. 14 <i>Dryopteris filix-mas</i> .....	64
4. 15 <i>Athyrium filix-femina</i> .....	65
4. 16 <i>Dryopteris varia</i> .....	66
4. 17 <i>Arachniodes aristata</i> .....	67
4. 18 <i>Pteridium aquilinum</i> .....	69
4. 19 <i>Dicranopteris linearis</i> .....	70
4. 20 <i>Diplazium laxifrons</i> .....	71
4. 21 <i>Deparia petersenii</i> .....	72
4. 22 <i>Selaginella kraussiana</i> .....	73

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Penelitian.....	101
Lampiran 2. Data Indeks Nilai Penting (INP).....	107
Lampiran 3. Perhitungan Aplikasi Past.17.....	109
Lampiran 4. Data Pola Distribusi Tumbuhan Paku Terrestrial .....	110
Lampiran 5. Gambar Kegiatan Penelitian.....	118

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Keanekaragaman spesies tumbuhan merupakan salah satu bentuk keanekaragaman hayati. Jika dikaitkan dengan bentuk hidup atau habitus, tumbuhan dapat dikategorikan sebagai pohon, semak, herba dan rumput (Kusmana & Hikmat, 2015). Salah satu spesies tumbuhan yang tergolong dalam kategori herba adalah tumbuhan paku (*Pteridophyta*). Tumbuhan ini dikenal sebagai kormofit yang memiliki spora yang mampu tumbuh di berbagai jenis habitat. Tumbuhan paku merupakan kelompok tumbuhan yang dapat tumbuh di pohon, kayu mati, serasah, tanah, maupun bebatuan. Anggota tumbuhan paku memiliki akar, batang, dan daun yang berkembang dengan baik, serta melakukan reproduksi secara generatif melalui spora (Nurdiana, 2020).

Tumbuhan paku memiliki peranan yang sangat penting dalam ekosistem hutan dan kehidupan manusia. Tumbuhan ini berfungsi sebagai sumber pangan (Turot dkk., 2016), penghias taman, pakan ternak, serta biofertilizer. Selain itu, pakis turut berkontribusi dalam produksi oksigen, melindungi tanah dari erosi, dan berperan dalam pembentukan humus (Nasution, 2015). Tumbuhan paku juga membantu proses pelapukan tanah dan bertindak sebagai indikator pencemaran lingkungan secara ekologis (Paul *et al.*, 2011). Menurut Kurniasih (2019) tumbuhan paku terestrial berfungsi sebagai vegetasi bawah yang berperan penting dalam mempertahankan ekosistem hutan, seperti membantu pembentukan hara tanah melalui percampuran serasah, menjadi penutup tanah untuk mencegah erosi, dan berperan sebagai produsen dalam rantai makanan.

Berdasarkan uraian tersebut menunjukkan banyaknya manfaat dari tumbuhan paku, sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S an-Nahl [16]: 10:

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ

Artinya: “Dialah, Yang telah menurunkan air hujan dari langit untuk kamu, sebagiannya menjadi minuman dan sebagiannya (menyuburkan) tumbuh-tumbuhan, yang pada (tempat tumbuhnya) kamu menggembalakan ternakmu”.

Tafsir Al-Misbah, Q.S an-Nahl [16]: 10, menjelaskan bahwa Allah SWT telah menganugerahkan berbagai nikmat kepada manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung dari langit. Salah satu nikmat yang diterima adalah air hujan, yang mampu mengairi sawah dan mendukung pertumbuhan berbagai jenis tanaman. Tanaman-tanaman ini sangat bermanfaat bagi manusia serta makhluk hidup lainnya. Sebagai contoh, manusia dapat menggembalakan ternak, di mana ternak tersebut mendapatkan makanan dari tumbuh-tumbuhan (Shihab, 2002).

Tumbuhan paku hidup di habitat hutan tropis dan sub-tropis, tersebar dari wilayah dataran rendah hingga lereng gunung (Majid dkk., 2022). Menurut Tjitrosoepomo (2011), berdasarkan habitatnya, beberapa jenis tumbuhan paku tumbuh di darat (terrestrial), sementara yang lainnya menempel pada tanaman lain (epifit), serta ada yang hidup di lingkungan perairan (akuatik). Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) terrestrial ini dapat tumbuh dan berkembang di berbagai permukaan tanah. Tumbuhan paku terrestrial dapat dijumpai tumbuh di dataran tinggi hingga dataran rendah (Turnip & Linda, 2023). Salah satu daerah di Indonesia yang memiliki keanekaragaman jenis tumbuhan paku (*Pteridophyta*) terrestrial adalah bukit Putuk Lesung yang berada di lereng Gunung Arjuno.

Putuk lesung merupakan salah satu bukit yang terletak di lereng Gunung Arjuno dan mempunyai ketinggian 1428 mdpl. Sepanjang jalur pendakian menuju puncak Putuk Lesung terdapat beberapa vegetasi tumbuhan yaitu terdapat perkebunan kopi yang dinaungi oleh beberapa pohon seperti randu, pinus dan ada juga yang vegetasinya rapat dan lembab. Kondisi tersebut mendukung tumbuhnya paku terrestrial (*Pteridophyta*). Hasyim dkk. (2023) menyatakan bahwa tumbuhan paku adalah salah satu jenis tumbuhan yang dapat ditemukan di berbagai gradien ketinggian di pegunungan tropis, karena distribusinya kemungkinan bervariasi sesuai dengan perbedaan ketinggian.

Ketinggian merupakan faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan tumbuhan paku. Semakin tinggi suatu tempat, semakin signifikan perubahan kondisi lingkungan yang terjadi dan hanya spesies tumbuhan paku tertentu yang dapat bertahan hidup pada perubahan tersebut (Astuti dkk., 2017). Menurut Sianturi dkk. (2020), pada ketinggian lebih dari 2000 mdpl jumlah jenis tumbuhan paku yang ditemukan cenderung berkurang. Hal ini disebabkan oleh menurunnya jumlah pohon yang berfungsi sebagai naungan, sehingga meningkatkan intensitas cahaya matahari dan kecepatan angin. Kondisi tersebut membatasi keberadaan tumbuhan paku dan hanya spesies tertentu yang mampu bertahan.

Penyebaran tumbuhan paku memiliki karakteristik yang khas, mulai dari dataran rendah hingga dataran tinggi (Katili, 2013). Pengetahuan tentang sebaran ini sangat penting karena berperan dalam pengelompokan individu-individu dalam suatu populasi. Pola penyebaran juga berkaitan dengan faktor bioekologi yang memengaruhi individu yang diteliti. Menurut Indriyanto (2006) pola penyebaran merupakan ciri khas setiap organisme dalam suatu habitat dan bergantung pada

faktor lingkungan serta karakteristik biologis organisme tersebut. Tumbuhan paku dalam suatu habitat sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan. Faktor-faktor tersebut dapat dibedakan menjadi dua kategori, yaitu faktor internal, seperti gen dan hormon, serta faktor eksternal, yang meliputi air, mineral, sinar matahari, suhu, dan kelembaban (Saktyowati, 2010).

Penelitian mengenai keanekaragaman dan pola sebaran tumbuhan paku di jalur pendakian sebelumnya pernah dilakukan oleh Hasyim dkk. (2023) di sepanjang gradien ketinggian Gunung Penanggungan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa di jalur pendakian Gunung Penanggungan ditemukan 14 spesies dari 7 famili yang tersebar pada rentang ketinggian 700 – 1500 mdpl. Spesies *Pityrogramma calomelanos* dapat ditemukan pada ketinggian yang bervariasi dari 700 – 1300 mdpl, sementara spesies *Cyathea contaminans* hanya ditemukan pada ketinggian 1500 mdpl pada kedua jalur. Keanekaragaman pada jalur Kunjorowesi lebih tinggi dikarenakan jalur tersebut memiliki tajuk yang lebih rapat dibandingkan jalur Tamiajeng, sehingga memberikan kondisi yang optimal misalnya kondisi iklim mikro, kelembaban tinggi, dan ketersediaan sumber daya bagi keanekaragaman tumbuhan paku untuk berkembang.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perbedaan kondisi lingkungan, seperti kerapatan tajuk dan iklim mikro yang memainkan peranan penting dalam menentukan keanekaragaman dan pola sebaran tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Penanggungan. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi bagi pengelolaan ekosistem yang lebih berkelanjutan, khususnya dalam menjaga habitat tumbuhan paku yang sensitif terhadap perubahan lingkungan. Penelitian lanjutan di area pendakian lainnya, seperti area pendakian

Putuk Lesung juga diperlukan untuk memperkuat pemahaman tentang faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi dan keanekaragaman tumbuhan paku

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini sebaai berikut:

1. Apa saja jenis tumbuhan paku (*Pteridophyta*) terrestrial berdasarkan gradien ketinggian di jalur pendakian Gunung Arjuno?
2. Berapa nilai indeks keanekaragaman, indeks dominansi, indeks pemerataan, dan indeks nilai penting tumbuhan paku (*Pteridophyta*) terrestrial berdasarkan gradien ketinggian di jalur pendakian Gunung Arjuno?
3. Bagaimana pola distribusi tumbuhan paku (*Pteridophyta*) terrestrial berdasarkan gradien ketinggian di jalur pendakian Gunung Arjuno?
4. Berapa faktor lingkungan yang ada di jalur pendakian Gunung Arjuno?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan paku (*Pteridophyta*) terrestrial berdasarkan gradien ketinggian di jalur pendakian Gunung Arjuno.
1. Untuk mengetahui pola distribusi tumbuhan paku (*Pteridophyta*) terrestrial berdasarkan gradien ketinggian di jalur pendakian Gunung Arjuno.
2. Untuk mengetahui nilai indeks keanekaragaman, indeks dominansi, indeks pemerataan, dan indeks nilai penting tumbuhan paku (*Pteridophyta*) terrestrial berdasarkan gradien ketinggian di jalur pendakian Gunung Arjuno.

3. Untuk mengetahui faktor lingkungan yang ada di jalur pendakian Gunung Arjuno.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan dan informasi tentang keanekaragaman dan pola distribusi tumbuhan paku (*Pteridophyta*) terrestrial berdasarkan gradien ketinggian di jalur pendakian Gunung Arjuno.
2. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi peneliti lain yang akan meneliti tentang keanekaragaman dan pola distribusi tumbuhan paku (*Pteridophyta*) terrestrial.
3. Bagi peneliti, dapat menambah pengalaman dan pengetahuan mengenai keanekaragaman dan pola distribusi tumbuhan paku (*Pteridophyta*) terrestrial berdasarkan gradien ketinggian di jalur pendakian Gunung Arjuno.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi mulai pos 1 Gua Ontobugo sampai puncak Putuk Lesung.
2. Identifikasi dilakukan hingga Tingkat spesies berdasarkan morfologi daun dan batang.
3. Data yang dianalisis meliputi indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, indeks dominansi (*Simpson*), indeks kemerataan (*Everness*), indeks penyebaran Morisita (Id), dan indeks nilai penting.

4. Faktor lingkungan yang diamati meliputi suhu, kelembaban, pH tanah, dan intensitas cahaya.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Keanekaragaman Tumbuhan**

Keanekaragaman tumbuhan mencerminkan variasi dalam bentuk, struktur, warna, jumlah, serta karakteristik lainnya di suatu wilayah. Keanekaragaman hayati, khususnya pada tumbuhan yang membentuk hutan sebagai bagian dari ekosistem atau bioma, memiliki peran yang sangat penting dalam menangani berbagai permasalahan lingkungan (Muhdhar dkk., 2018). Ikhsan dkk. (2024) menyatakan bahwa keanekaragaman hayati tumbuhan, juga disebut sebagai keanekaragaman botani, merujuk pada variasi tumbuhan yang terdapat di suatu wilayah atau ekosistem. Keanekaragaman hayati tumbuhan merupakan bagian penting dari keanekaragaman hayati global, berperan krusial dalam menjaga keseimbangan ekosistem, menyediakan layanan ekosistem yang esensial, serta mendukung kesejahteraan manusia.

Keanekaragaman hayati tumbuhan dapat dibagi menjadi tiga tingkatan utama, yaitu: a) Keanekaragaman ekosistem: setiap ekosistem atau habitat memiliki variasi jenis tumbuhan yang tumbuh di dalamnya, dengan setiap ekosistem mendukung spesies tumbuhan unik yang beradaptasi dengan kondisi lingkungannya; b) Keanekaragaman spesies: aspek ini mengacu pada variasi dan jumlah spesies tumbuhan yang berbeda di suatu wilayah, di mana kekayaan spesies menunjukkan kompleksitas biologis dan kesehatan ekosistem; dan c) Keanekaragaman genetik: dalam setiap spesies tumbuhan, terdapat variasi genetik, yang menggambarkan perbedaan gen di antara individu-individu dari spesies yang sama, menjadi bahan dasar evolusi, pemuliaan, dan peningkatan tanaman (Ikhsan dkk., 2024).

Ruang lingkup keanekaragaman hayati tumbuhan sangat luas dan mencakup berbagai dimensi yang menekankan pentingnya serta kompleksitasnya. Keanekaragaman ini meliputi berbagai kelompok taksonomi, seperti *Angiospermae*, *Gymnospermae*, *Pteridophyta*, *Bryophyta*, dan lainnya. Selain keanekaragaman taksonomi, aspek fungsional yang berhubungan dengan peran dan layanan ekosistem juga termasuk dalam keanekaragaman hayati tumbuhan. Memahami dan melindungi nilai keanekaragaman hayati tumbuhan sangat penting untuk melestarikan ekosistem alam, menjaga kesejahteraan manusia, serta menciptakan hubungan harmonis antara manusia dan alam (Ikhsan dkk., 2024).

### 2.1.1 Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman adalah sebuah ukuran kuantitatif yang digunakan untuk menggambarkan variasi spesies dalam suatu komunitas atau ekosistem. Indeks ini berguna untuk membandingkan keanekaragaman spesies di berbagai tempat atau pada waktu yang berbeda. Indeks ini juga menunjukkan seberapa baik sebuah komunitas dalam mempertahankan stabilitasnya. Semakin tinggi nilai indeks, semakin stabil lingkungan tersebut. Salah satu metode yang sering digunakan untuk menghitung indeks keanekaragaman adalah indeks Shannon-Weiner, yang berguna untuk mengukur tingkat keragaman spesies (Hadi dkk., 2024). Rumus indeks keanekaragaman Shannon-Wiener menurut Utami dan Putra (2020) sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

Keterangan:

Pi : ni/N

ni : Jumlah Individu jenis ke-i

$N$  : Jumlah individu seluruh jenis

$p_i$  : Perbandingan jumlah individu suatu jenis dengan keseluruhan jenis

Besarnya Indeks Keanekaragaman jenis menurut Shannon-Wiener didefinisikan sebagai berikut (Fachrul, 2007):

$H' > 3$ , menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies termasuk kategori tinggi.

$H' 1 < H' < 3$ , menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies termasuk kategori sedang.

$H' < 1$ , menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies termasuk kategori rendah.

### 2.1.2 Indeks Dominansi Simpson (C)

Indeks dominansi berfungsi untuk mengukur keragaman spesies serta keseimbangan jumlah individu dari setiap spesies yang terdapat dalam suatu ekosistem. Jika satu spesies mendominasi, nilai indeks dominansi akan lebih tinggi, sementara jika dominansi terbagi di antara beberapa spesies, nilai indeks dominansi akan lebih rendah. Untuk menentukan nilai indeks dominansi digunakan rumus Simpson sebagai berikut (Widaryanto dkk., 2021):

$$C = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan:

$C$  : Indeks Dominansi

$n_i$  : Nilai penting masing-masing spesies ke- $n$

$N$  : Total nilai penting dari seluruh spesies

Indeks dominansi memiliki rentang antara 0 hingga 1. Nilai  $C = 0$  menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi spesies lain, atau komunitas memiliki struktur yang stabil. Sebaliknya, nilai  $C = 1$  menunjukkan

adanya dominasi oleh satu spesies, atau struktur komunitas tidak stabil karena adanya tekanan ekologis (Widaryanto dkk., 2021).

### 2.1.3 Indeks Kemerataan

Indeks kemerataan menggambarkan seberapa merata distribusi individu di antara berbagai spesies. Ketika setiap spesies memiliki jumlah individu yang sama, komunitas tersebut akan memiliki nilai indeks kemerataan (*Evenness*) yang maksimal, mendekati 1, yang menandakan penyebaran spesies yang merata. Sebaliknya, jika terdapat spesies yang dominan, nilai kemerataan akan mendekati 0, menandakan distribusi yang tidak merata dalam komunitas tersebut (Ikhsan dkk., 2024). Persamaan yang digunakan dalam menghitung indeks kemerataan menggunakan Buzas & Gibson (1969) yaitu:

$$E = e^{H'} / S$$

Keterangan:

E : Indeks Kemerataan

H' : indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

S : Jumlah seluruh jenis

e : Konstanta euler (2,718) (Pratiwi dkk., 2020).

### 2.1.4 Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks Nilai Penting (INP) adalah parameter kuantitatif yang berfungsi untuk menggambarkan struktur dan komposisi suatu komunitas tumbuhan. INP menggabungkan tiga elemen utama, yaitu kerapatan relatif, frekuensi relatif, dan dominansi relatif spesies dalam suatu komunitas. Semakin tinggi INP suatu spesies, semakin besar peranannya dalam komunitas tersebut. Frekuensi suatu spesies mencerminkan penyebarannya dalam suatu area; semakin merata penyebaran

spesies, semakin besar nilai frekuensinya. Sebaliknya, spesies dengan nilai frekuensi rendah cenderung memiliki penyebaran yang tidak merata. Kerapatan spesies menggambarkan dominasi suatu spesies dalam sebuah komunitas. Semakin tinggi nilai dominansi yang dimiliki oleh suatu spesies, semakin besar pengaruhnya terhadap spesies lainnya (Latumahina dkk., 2022). Menurut Nurawati dkk. (2022) INP dihitung dari nilai kerapatan relatif (KR) dan frekuensi relatif (FR), terutama untuk tumbuhan bawah (under stories). Dengan demikian, INP dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut (Utami & Putra, 2020):

1. Kerapatan (K)

$$K = \frac{\text{Jumlah Individu suatu jenis}}{\text{Luas seluruh petak contoh}}$$

2. Kerapatan Relatif (KR)

$$KR = \frac{K}{\text{Total K seluruh spesies}} \times 100\%$$

3. Frekuensi (F)

$$F = \frac{\text{Jumlah plot ditemukan suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh plot}}$$

4. Frekuensi Relatif (FR)

$$FR = \frac{F}{\text{Total F seluruh spesies}} \times 100\%$$

5. Indeks Nilai Penting (INP)

$$INP = KR + FR$$

## 2.2 Keanekaragaman Tumbuhan Dalam Perspektif Islam

Keanekaragaman tumbuhan mencerminkan variasi dalam bentuk, struktur, warna, jumlah, dan karakteristik lainnya di suatu wilayah. Sumber daya hayati adalah bagian dari rantai ekosistem yang menjaga keseimbangan lingkungan hidup, memungkinkan keberlangsungan hidup manusia dari satu generasi ke generasi berikutnya. Hal ini sejalan dengan firman Allah SWT dalam Q.S al-An'am [6] 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ النَّحْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَبِنِعْمَةِ اللَّهِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya: “*dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak, dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman*”.

Dalam tafsir al-Quran al-Aisar, Q.S al-An'am [6]: 99 menerangkan bahwa Allah menurunkan hujan dan menumbuhkan berbagai jenis tumbuhan yang memiliki beragam warna, rasa, aroma, dan keistimewaan. Ayat ini melengkapi perkataan Nabi Musa serta menjadi peringatan untuk penduduk Mekkah yang belum mengenal Allah dan hak-Nya dalam tauhid. Turunnya hujan dan tumbuhnya berbagai jenis tumbuhan sebagai sumber makanan bagi manusia dan hewan, merupakan bukti kebesaran Allah, ilmu-Nya, kebijaksanaan, serta kasih sayang-Nya (Al-Jazairi, 2007). Rossidy (2008) juga menjelaskan bahwa tumbuh-tumbuhan dihidupkan oleh Allah melalui air, menunjukkan adanya hubungan yang sangat erat antara air dan tumbuhan. Interaksi ini merupakan fenomena ekologis di alam, yaitu hubungan antara organisme (tumbuhan) dan lingkungan sekitarnya.

Keanekaragaman sering kali digunakan untuk menggambarkan struktur komunitas dan menilai stabilitasnya, yaitu kemampuan suatu komunitas untuk tetap bertahan dan stabil meskipun terjadi gangguan pada komponen-komponennya (Ikhsan dkk., 2024). Hal ini menegaskan betapa pentingnya keanekaragaman hayati

di bumi, oleh karena itu keanekaragaman hayati yang ada perlu dijaga salah satunya dengan menjaga keseimbangan alam. Sebagaimana firman Allah dalam Q.S ar-Rahman [55]: 7-9:

وَالسَّمَاءَ رَفَعَهَا وَوَضَعَ الْمِيزَانَ (٧) أَلَّا تَطْغَوْا فِي الْمِيزَانِ (٨) وَأَقِيمُوا الْوَزْنَ بِالْقِسْطِ وَلَا تُخْسِرُوا الْمِيزَانَ (٩)

Artinya: “Dan langit telah ditinggalkan-Nya dan Dia ciptakan keseimbangan. Agar kamu jangan merusak keseimbangan itu. dan tegakkanlah keseimbangan itu dengan adil dan janganlah kamu mengurangi keseimbangan itu”.

Lajnah Pentashihan Mushaf al-Quran Kementrian Agama Republik Indonesia (2011) dalam tafsir Ilmi, menjelaskan terkait Q.S ar-Rahman [55]: 7-9 bahwa Manusia memiliki tanggung jawab untuk merawat bumi. Diharapkan manusia mampu melestarikan keanekaragaman dalam setiap aspek kehidupan, baik sumber dayanya maupun keindahannya. Melindungi keanekaragaman untuk menjaga keseimbangan ekosistem adalah ajaran Islam yang harus dijalankan, mengingat manusia sebagai makhluk yang berakal diamanahkan untuk memberi manfaat bagi sesama dan makhluk hidup lainnya, serta memahami pesan dari Allah. Yang paling penting dari semua itu adalah agar manusia memahami alasan keberadaan mereka di alam semesta ini; mengapa mereka harus menjaga keseimbangannya; serta mengapa mereka diwajibkan untuk memanfaatkannya dengan cara yang bermartabat.

### 2.3 Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) merupakan tumbuhan yang memiliki kormus dan memiliki pembuluh yang sederhana. *Pteridophyta* disebut juga kormofita berspora karena memiliki akar, batang, dan daun sejati, serta bereproduksi dengan

spora. Pakis yang sering disebut sebagai *Tracheophyta* atau tumbuhan berpembuluh, memiliki sistem pembuluh yang terstruktur dengan baik. Tumbuhan ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu akar, batang, dan daun (Setyawan, 2023). Tumbuhan paku merupakan jenis tumbuhan peralihan antara tumbuhan bertalus dan tumbuhan berkormus, karena memiliki kombinasi ciri dan bentuk dari lumut serta tumbuhan tinggi. Secara umum, pakis terbagi menjadi dua bagian utama: organ vegetatif yang meliputi akar, batang, rimpang, dan daun, serta organ generatif yang terdiri dari spora, sporangium, arkegonium, dan anteridium (Wakhidah dkk., 2023).

Nurchayati (2010) menyatakan bahwa tumbuhan paku adalah jenis tumbuhan berpembuluh yang paling primitif dibandingkan tumbuhan berpembuluh lainnya. Mereka telah mengalami berbagai tahapan evolusi sejak zaman Devonian hingga saat ini. Selama perjalanan waktu, tumbuhan paku mengalami banyak perubahan dalam klasifikasi dan penamaan. Hal ini disebabkan oleh kesulitan dalam menentukan hubungan kekerabatan antar kelompok dalam *pteridophyta*.

### **2.3.1 Karakteristik Tumbuhan Paku**

Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) memiliki berbagai karakteristik yang meliputi ukuran, bentuk, struktur, dan fungsi. Ukurannya sangat bervariasi, mulai dari sekitar 2 cm pada jenis yang mengapung di air, hingga mencapai 5 meter pada jenis darat seperti paku tiang (*Alsophyla glauca*). Fosil tumbuhan paku purba menunjukkan bahwa beberapa di antaranya bisa tumbuh hingga 15 meter. Bentuk tumbuhan paku saat ini juga bervariasi, ada yang berbentuk lembaran, perdu, pohon, hingga menyerupai tanduk rusa (Sianturi dkk., 2020). Menurut Hasairin (2003), organ tumbuhan paku dibagi menjadi dua yaitu organ vegetatif dan organ generatif.

## 1. Organ Vegetatif

### a) Akar

Pakis memiliki sistem perakaran yang terdiri dari akar serabut. Akar embrionalnya terbagi menjadi dua bagian, yaitu katup atas dan katup bawah. Katup atas berkembang menjadi rimpang dan daun, sementara katup bawah membentuk akar. Akar pakis tumbuh secara endogen, yaitu muncul dari rimpang. Pada awalnya, akar ini berkembang dari embrio, tetapi kemudian akan rontok dan digantikan oleh akar-akar halus yang tampak seperti kawat atau rambut hitam, yang muncul dalam jumlah besar dari batang (Sianturi dkk., 2020).

### b) Batang

Batang tumbuhan paku umumnya berbentuk akar tongkat atau rimpang, meskipun ada juga yang berbentuk batang sejati. Batangnya bisa tegak, merambat, atau memanjat. Cabang tumbuhan paku memiliki percabangan dikotomi sederhana, di mana titik tumbuhnya terbagi menjadi dua bagian yang sama. Batang muda biasanya tertutup oleh sisik atau rambut, yang juga menutupi daun muda saat masih menggulung. Seiring tumbuh dewasa, batang dan daun bisa mengalami peningkatan atau pengurangan jumlah rambut dan sisik yang menutupinya (Sianturi dkk., 2020).

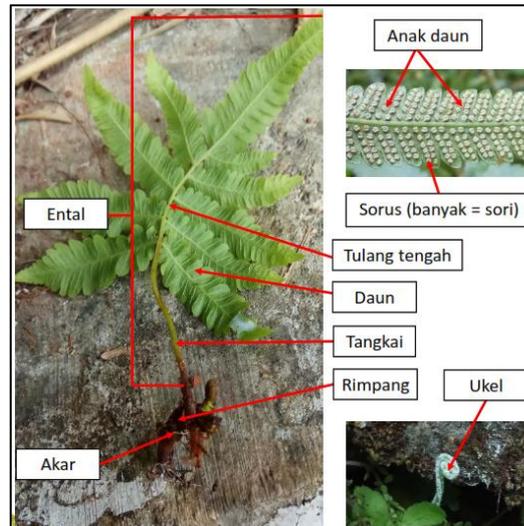
### c) Daun

Daun tumbuhan paku umumnya disebut dengan istilah ental (*frond*) dan terdiri dari helaian daun (*lamina*) serta tangkai (*stipe*). Daun muda memiliki bentuk yang berbeda dari daun dewasa. Daun biasanya memiliki bentuk bersirip (*pinnate*), dengan setiap anak daun disebut sirip (*pinna*), sedangkan poros tempat sirip menempel disebut rakis (*rachis*). Berdasarkan bentuk dan ukurannya, daun tumbuhan paku terbagi menjadi dua jenis: Makrofil, yang memiliki daun besar,

bertulang, bertangkai, dan bercabang dengan tangkai yang panjang; serta Mikrofil, yang berupa daun kecil berbentuk rambut atau sisik tanpa tangkai. Berdasarkan fungsinya, daun tumbuhan paku terbagi menjadi tiga kelompok: daun tropofil yang berfungsi untuk fotosintesis; daun sporofil yang berfungsi menghasilkan spora, dan daun trofosporofil yang memiliki anak daun dengan fungsi campuran, di mana sebagian anak daunnya menghasilkan spora, sementara yang lainnya tidak (Sianturi dkk., 2020).

## 2. Organ Generatif

Organ generatif pada tumbuhan paku, yang dikenal sebagai organ reproduktif, adalah spora. Di sekitar kotak spora terdapat sel-sel yang membentuk struktur berbentuk cincin yang disebut anulus, berfungsi mengatur pelepasan spora. Aktivitas cincin ini dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan udara. Ketika kelembapan meningkat, sel-sel pada cincin akan membesar; sebaliknya, saat kondisi kering, sel-sel tersebut menyusut. Proses penyusutan ini menyebabkan dinding kotak spora retak atau pecah, sehingga spora dapat keluar melalui pori-pori yang terbentuk akibat perubahan bentuk cincin tersebut. Reproduksi pada tumbuhan paku terjadi dalam dua tahap: tahap gametofit yang bersifat seksual dan menghasilkan gamet (sel jantan dan betina), serta tahap sporofit yang bersifat aseksual dan menghasilkan spora (Hasairin, 2003).



**Gambar 2. 1** Struktur tubuh *Pteridophyta* (Agatha dkk., 2019)

## 2.4 Klasifikasi Tumbuhan Paku

Terdapat sekitar 12.000 spesies tumbuhan paku yang mampu tumbuh dan bertahan di berbagai daerah dengan iklim yang beragam (Setyawan, 2023). Klasifikasi tumbuhan paku didasarkan pada beberapa aspek, seperti jenis, ukuran, produksi spora, lokasi sporangium, karakteristik annulus, serta keberadaan sorus pada daunnya. *Pteridophyta* secara taksonimi terbagi menjadi empat kelas, yaitu *Psilophytinae* (pakis purba), *Lycopodiinae* (pakis rambat atau kawat), *Equesetinae* (ekor kuda), dan *Filicinae* (pakis sejati) (Tjitrosoepomo, 2011).

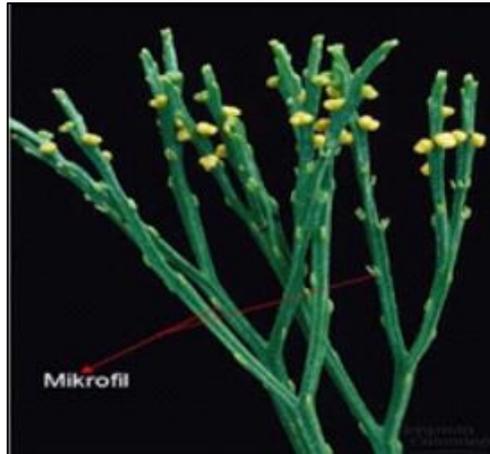
### 2.4.1 Kelas Psilophytinae

Kelas Psilophytinae, atau dikenal sebagai paku purba, merupakan jenis tumbuhan paku dengan struktur tubuh yang sederhana. Tumbuhan ini terdiri dari ranting bercabang yang ditutupi oleh bulu-bulu halus dan memiliki akar serabut halus yang juga berfungsi untuk menempel pada tumbuhan lain. Ciri-ciri paku purba antara lain hidup di wilayah beriklim tropis dan subtropis, homospora, berdaun mikrofil, memiliki batang yang berklorofil, serta tidak memiliki daun sejati

(Setyawan, 2023). Menurut Tjitrosoepomo (2011), Kelas Psilophytinae (paku purba) terbagi menjadi dua ordo yaitu:

#### 1. Ordo Psilophytales (Paku Telanjang)

Pakis yang tergolong dalam ordo Psilophytales adalah salah satu jenis tumbuhan darat tertua. Salah satu spesiesnya, yaitu paku telanjang merupakan jenis paku dengan tingkat perkembangan paling rendah. Batang pakis ini memiliki struktur yang sangat sederhana, tanpa daun atau akar. Namun, batangnya telah memiliki jaringan pengangkut yang bercabang, dengan sporangia yang terletak diujung cabangnya (Tjitrosoepomo, 2011). Hasanuddin dan Mulyadi (2014) menyatakan bahwa Ordo Psilophylates, umumnya tumbuh tidak lebih tinggi dari 1 meter dan memiliki variasi jenis daun yang beragam, dianggap sebagai kelompok nenek moyang dari tumbuhan paku-pakuan. Kelompok ini menjadi cikal bakal kelas-kelas *Pteridophyta* lainnya. Gametofit dari Psilophylates masih belum diketahui, dan pada masa lalu, habitat tumbuhan ini terbatas pada daerah yang dekat dengan sumber air. Menurut Sianturi dkk. (2020), ordo Psilophytales terdiri dari 3 famili yaitu famili Rhyniaceae, famili Asteroxylaceae, dan famili Pseudosporochnaceae.



**Gambar 2. 2 *Psilopsida*** (Sianturi dkk., 2020)

## 2. Ordo Psilotales

Famili Psilotum termasuk dalam ordo Psilotales dan masih ada hingga sekarang. Tumbuhan ini merupakan herba kecil dengan percabangan berbentuk menggarpu. Tidak memiliki akar, melainkan hanya tunas tanah dengan rhizoid, dan batang yang ditutupi oleh mikrofil atau daun kecil seperti sisik yang tersusun jarang dalam pola spiral dan tidak bertulang. Sporangium pada paku ini terdiri dari tiga ruang dengan dinding yang terbuat dari beberapa lapis sel, meskipun tanpa adanya tapetum. Protalium dari paku ini telah dikenal dengan baik. Panjangnya hanya beberapa sentimeter, memiliki bentuk silinder yang bercabang, tidak berwarna, dan hidup di dalam tanah serta membentuk mikoriza dengan jamur (Hasanuddin & Mulyadi, 2014).



**Gambar 2. 3** *Psilotum nudum* (Sianturi dkk., 2020)

#### 2.4.2 Kelas Lycopodiinae

Tumbuhan paku dari kelas Lycopodiinae, yang juga dikenal sebagai pakis rambat atau pakis kawat, memiliki ciri batang dan akar yang bercabang menggarpu. Daunnya berukuran kecil (mikrofil), tanpa batang, selalu terdiri dari satu helaian daun, dan pada beberapa ordo daunnya juga dilengkapi dengan ligula (struktur mirip lidah). Susunan daun terletak secara spiral, dan terdapat perbedaan antara sporofil dan tropofil. Setiap sporofil dilengkapi dengan sporangium besar yang terletak di bagian bawah permukaan daun bagian atas. Kelas Lycopodiinae diyakini merupakan keturunan dari kelas Psilophytinae, yang dibuktikan dengan adanya mikrofil (Sianturi dkk., 2020). Menurut Tjitrosoepomo (2011), kelas Lycopodiinae terdiri dari 4 ordo yaitu:

##### 1. Ordo Lycopodiales

Ordo Lycopodiales ditandai oleh batang yang memiliki jaringan pengangkut sederhana, tumbuh tegak atau merambat dengan cabang-cabang yang mengarah ke atas. Pada bagian batang yang tegak, terdapat area yang lebih jarang ditumbuhi daun, di mana sporofil berada. Daunnya berbulu, berbentuk garis seperti jarum, serta akarnya biasanya percabangan berbentuk menggarpu (Tjitrosoepomo, 2011).



**Gambar 2. 4** *Lycopodium cernuum* (Afriani, 2020)

## 2. Ordo Selaginellales

Ordo Selaginellales biasa disebut paku rane atau lumut pakis memiliki beberapa ciri, seperti batang yang menjalar dan sebagian tegak, serta cabang yang bercabang namun tidak mengalami penebalan sekunder. Beberapa spesies tumbuh dalam rumpun, sementara yang lainnya merambat, dengan tunas yang mampu mencapai panjang beberapa meter. Batangnya dihiasi dengan daun-daun kecil yang tersusun rapi dalam empat baris. Pada sisi atas bagian bawah daun terdapat lidah-lidah kecil (ligula), dan Selaginella ,memiliki sifat yang heterospor. Ordo ini terdiri dari satu famili dan satu genus, yaitu Selaginellaceae dan Selaginella. Di Indonesia, terdapat beberapa spesies seperti *Selaginella caudata*, *Selaginella wildenowii*, dan *Selaginella plana* (Sianturi dkk., 2020).



**Gambar 2. 5** *Selaginella wildenowii* (Agatha dkk., 2019)

### 3. Ordo Lepidodendrales

Ordo ini adalah jenis paku yang telah punah. Tumbuhan ini mencapai puncak perkembangan di zaman Devon, Perm, dan Karbon. Lepidodendrales mampu tumbuh menjadi pohon setinggi 30 meter dengan daun berbentuk jarum, yang di dalamnya ada berkas pengangkut yang sederhana dan jarang menunjukkan percabangan menggarpu. Tumbuhan ini memiliki batang yang menunjukkan pertumbuhan menebal sekunder. Ordo Lepidodendrales dibagi menjadi dua famili, yaitu Sigillariaceae dan Lepidodendraceae (Tjitrosoepomo, 2011).

### 4. Ordo Isoetales

Tumbuhan paku dalam ordo ini berbentuk terna, dengan beberapa jenis hidup tenggelam di air dan lainnya tumbuh di tanah lembab. Batangnya menyerupai umbi dan jarang bercabang menggarpu. Akar yang keluar dari batang memiliki percabangan menggarpu. Daunnya berbentuk lancip di ujung dengan panjang mencapai 1 meter, sementara daun di bagian pangkalnya lebih lebar. Ordo Isoetales terdiri dari satu famili, yaitu famili Isotaceae. (Tjitrosoepomo, 2011).



**Gambar 2. 6** *Isoetes lacustris* (Yunita dkk., 2021)

#### 2.4.3 Kelas Equisetinae

Kelas Equisetinae atau paku ekor kuda yang hingga saat ini masih ada umumnya berbentuk terna dan tumbuh di tempat yang lembab. Batangnya biasanya memiliki cabang berkarang, dengan struktur yang jelas menunjukkan buku-buku

dan ruas-ruas. Daunnya kecil, menyerupai selaput, dan tersusun dalam pola berkarang. Sporofil pada tumbuhan ini selalu berbeda dari daun-daun biasa (Hasanuddin & Mulyadi, 2014). Menurut Sianturi dkk. (2020) kelas Equisetinae terdiri dari 3 ordo yaitu:

1. Ordo Equisetales

Ordo Equisetales terdiri dari satu famili dan satu genus, yaitu famili Equisetaceae dan genus *Equisetum*, yang mencakup 25 spesies. Paku ini dapat ditemukan baik di darat maupun di daerah rawa. Mereka memiliki rimpang yang merambat dengan cabang-cabang yang tumbuh tegak. Batang mereka ditutupi oleh daun-daun kecil yang menyerupai sisik, meruncing ke satu titik, dan mengandung berkas pengangkut kecil. Karena ukuran daun yang sangat kecil, batang dan cabang paku ini berfungsi sebagai alat asimilasi dan berwarna hijau akibat kandungan klorofil. Di Indonesia, beberapa spesies tumbuhan paku ini yang masih dapat ditemukan adalah *Equisetum ramosissimum* dan *Equisetum aeniie* (Sianturi dkk., 2020).



**Gambar 2. 7** *Equisetum aeniie* (Sianturi dkk., 2020)

## 2. Ordo Sphenophyllales

Ordo Sphenophyllales memiliki ciri khas berupa daun yang berbentuk seperti pasak atau menggarpu dengan tulang daun yang juga bercabang menggarpu. Daun-daun ini tersusun dalam pola berkarang, dengan setiap karang biasanya terdiri dari 6 daun. Batangnya memiliki ketebalan sebesar jari, beruas-ruas panjang, bercabang-cabang, dan dilengkapi dengan satu berkas pengangkut yang tidak memiliki teras namun mengandung kambium (Tjitrosoepomo, 2011).

## 3. Ordo Protoarticulatales

Ordo Protoarticulatales hanya dapat ditemukan dalam bentuk fosil. Tumbuhan paku ini berukuran kecil dan memiliki Semak-semak dengan cabang yang bercabang-cabang, serta daun yang tersusun secara tidak teratur. Anak daunnya memiliki bentuk yang sempit, sementara sporofilnya tersusun dalam bentuk bulir tetapi belum berbentuk perisai dan masih memiliki cabang yang tidak beraturan, dengan sporangia yang menggantung (Tjitrosoepomo, 2011)

### **2.4.4 Kelas Filicinae**

Kelas Filicinae mencakup berbagai jenis tumbuhan yang dikenal sebagai tumbuhan paku sesungguhnya. Tumbuhan ini tergolong higrofit, sering ditemukan tumbuh di tempat yang teduh dan lembab. Paku ini memiliki daun yang besar (makrofil) dengan tangkai dan tulang daun yang banyak. Ketika masih muda, daunnya tergulung di ujungnya, dan di bagian bawah daunnya terdapat banyak sporangium (Tjitrosoepomo, 2011). Steenis (2013) menyatakan bahwa kelas Filicinae terdiri dari 3 anak kelas yaitu:

### 1. Anak Kelas Eusporangiatae

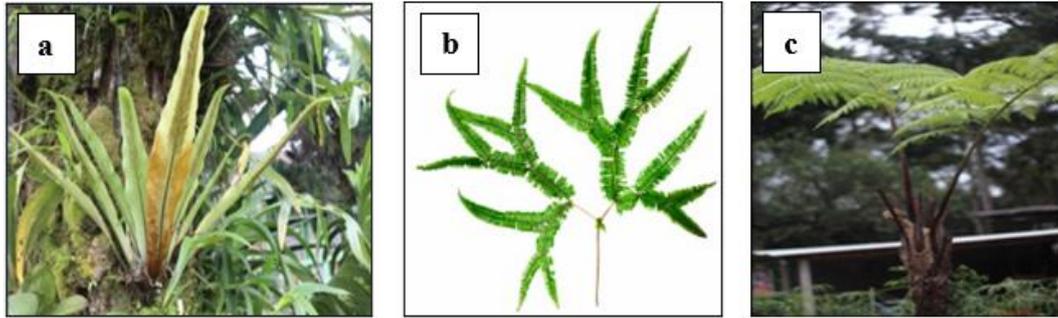
Tumbuhan paku dalam anak kelas Eusporangiatae umumnya berbentuk terna. Protaliumnya bisa tumbuh di bawah tanah tanpa warna atau di atas tanah dengan warna hijau. Sporangium memiliki dinding yang tebal dan kuat, terdiri dari beberapa lapisan sel, serta spora berukuran seragam. Anak kelas ini terdiri dari dua ordo, yaitu ordo Ophioglossales dan ordo Marattiales (Tjitrosoepomo, 2011).



**Gambar 2. 8 *Marattia douglasi***

### 2. Anak Kelas Leptosporangiatae

Paku ini merupakan anak kelas yang paling banyak ditemukan di daerah tropis, mencakup berbagai jenis, mulai dari paku terkecil, hanya beberapa milimeter hingga paku terbesar yang berbentuk pohon. Pada jenis berupa pohon, memiliki batang mencapai ukuran sebesar satu lengan bahkan bisa lebih, dan tidak bercabang. Daunnya bercabang menyirip ganda hingga beberapa kali, dengan panjang mencapai 3 meter. Sebagian besar tumbuhan paku yang berbentuk terna dalam kelompok Leptosporangiatae memiliki rimpang yang tumbuh mendatar dan biasanya jarang bercabang. Anak Kelas Leptosporangiatae terdiri dari 10 famili, yaitu Schizaeaceae, Osmundaceae, Gleicheniaceae, Loxsomaceae, Matoniaceae, Hymenophyllaceae, Thyrsopteridaceae, Dicksoniaceae, Thyrsopteridaceae, Cyatheaceae, dan Polypodiaceae (Tjitrosoepomo, 2011).



**Gambar 2. 9 a. *Asplenium nidus*; b. *Glihenia truncate*; c. *Cyathea* sp.** (Sianturi dkk., 2020)

### 3. Anak Kelas Hydropterides

Tumbuhan paku dalam kelompok Hydropterides umumnya merupakan tumbuhan air atau rawa. Paku ini selalu bersifat heterospor. Makro dan mikrosporangiumnya memiliki dinding tipis, tanpa anulus, dan terletak pada suatu struktur di pangkal daun. Mereka memiliki sporokarpium yang seringkali memiliki dinding tebal dan awalnya tertutup. Makrospora akan berkembang menjadi makrosporotalium yang memiliki arkegonium, sedangkan mikrospora akan berkembang menjadi mikrosporotalium yang memiliki anteridium. Anak kelas Hydrospterides terdiri dari dua famili, yaitu Salviniaceae dan Marsileaceae (Hasanuddin & Mulyadi, 2014).



**Gambar 2. 10 *Marsilea crenata*** (Nyarko & De Datta, 1991)

## 2.5 Habitat Tumbuhan Paku

Hutan hujan tropis memiliki keragaman jenis *Pteridophyta* yang paling banyak. Vegetasi paku-pakuan di hutan hujan tropis mencakup berbagai tipe hutan, mulai dari hutan dataran rendah, hutan dataran menengah, hingga hutan dataran tinggi (Susilo dkk., 2024). Sebagian besar tumbuhan paku (*Pteridophyta*) yang masih ada saat ini memiliki sifat higrofit, yaitu menyukai tempat teduh dengan kelembaban yang tinggi. Dari segi habitat, ada jenis paku yang hidup di darat (terrestrial), ada yang menempel pada tanaman lain (epifit), dan ada pula yang hidup di air (akuatik) (Tjitrosoepomo, 2011).

Tumbuhan paku terrestrial adalah jenis paku yang dapat tumbuh di permukaan tanah dan sudah memiliki kormus (Laely dkk., 2020). Menurut Susilo dkk. (2024), paku terrestrial lebih menyukai cahaya dan naungan. Sementara itu, paku epifit merupakan jenis tumbuhan paku yang tumbuh menempel pada tumbuhan lain tanpa menyerap unsur hara atau air dari inangnya. Paku epifit merupakan kelompok kecil tumbuhan yang memiliki peran penting dalam menentukan tipe hutan tropis. Ukurannya bervariasi, dari yang kecil (mikro epifit) hingga yang besar (makro epifit) (Lindasari dkk., 2015). Paku akuatik adalah jenis paku yang mengapung di permukaan air dan biasanya ditemukan di perairan yang tenang seperti danau, rawa, dan sawah. Paku air hanya dapat tumbuh di lokasi-lokasi tertentu yang memiliki kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhannya (Susilo dkk., 2024).

Pertumbuhan *Pteridophyta* dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kadar air dan mineral dalam tanah, kelembaban udara, intensitas cahaya berfungsi untuk fotosintesis, suhu optimal, perlindungan dari angin, dan melindungi dari cahaya yang terlalu terang. Pengaruh dari faktor-faktor ini bervariasi tergantung dari jenis

tumbuhan paku. Beberapa paku mampu bertahan di kondisi yang ekstrim, seperti lingkungan kering, panas, bahkan ada yang dapat tumbuh di daerah gurun (Setyawan, 2023).

## **2.6 Faktor Lingkungan Yang Mempengaruhi Tumbuhan Paku Terrestrial**

Kehidupan tumbuhan paku dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan habitat yang sesuai dengan kemampuan adaptasinya. Lingkungan habitat terdiri dari faktor biotik dan faktor abiotik yang berperan dalam pertumbuhan tumbuhan paku (Majid dkk., 2022). Faktor biotik yang mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan paku meliputi persaingan antar individu dalam memperoleh nutrisi dan ruang untuk tumbuh (Kurniasih, 2019). Sementara itu, faktor abiotik yang berperan terhadap pertumbuhan tumbuhan paku meliputi pH tanah, kelembapan tanah, suhu udara, dan intensitas cahaya (Pramudita dkk., 2021). Faktor abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan paku sebagai berikut:

### **1. pH Tanah**

pH tanah merupakan faktor penting yang menentukan kemampuan suatu tumbuhan untuk tumbuh. pH tanah yang rendah menyebabkan kondisi tanah menjadi masam dan mengandung zat beracun, sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Sebaliknya, jika pH tanah tinggi, tanah cenderung bersifat basa dan mengandung kapur (Puspitorini & Iqbal, 2024). Keasaman tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kandungan unsur tembaga (Cu), aluminium (Al), dan besi (Fe). Selain itu, proses dekomposisi bahan organik juga berkontribusi terhadap peningkatan keasaman tanah dengan melepaskan kalsium (Ca) (Majid dkk., 2022). Menurut Saputro & Utami (2020) tumbuhan paku mampu

tumbuh dalam kisaran pH antara 5,5 – 8,0. Sedangkan Ulfah et al. (2023) menyatakan bahwa pH tanah bersifat asam dalam kisaran 5,5 – 6,5 merupakan kondisi optimal bagi pertumbuhan tumbuhan paku. pH tanah berperan dalam pertumbuhan tumbuhan paku karena mempengaruhi proses penyerapan nutrisi.

## 2. Kelembapan Tanah

Kelembaban tanah merujuk pada kandungan air yang tersimpan di antara pori-pori tanah. Tingkat kelembaban ini bersifat dinamis karena dipengaruhi oleh proses penguapan dari permukaan tanah, transpirasi oleh tanaman, serta perkolasi air ke dalam tanah (Yahwe dkk., 2016). Kelembaban tanah merupakan faktor penting yang mempengaruhi distribusi spesies tumbuhan, termasuk tumbuhan paku. Tingkat kelembaban tanah bervariasi tergantung pada topografi, di mana daerah rendah cenderung lebih lembab dan rentan terhadap genangan, sedangkan daerah lebih tinggi lebih kering (Moulatlet et al., 2019). Menurut Rafael dkk. (2023), kelembaban di ekosistem hutan tropis dipengaruhi oleh ketinggian tempat. Kondisi iklim yang lembab meningkatkan laju penguapan sehingga menciptakan lingkungan yang ideal bagi tumbuhan paku untuk mendukung proses fotosintesis.

## 3. Suhu

Suhu berperan penting dalam menentukan kecepatan reaksi kimia serta aktivitas biologis dalam kehidupan. Perbedaan suhu di berbagai wilayah dipengaruhi oleh variasi intensitas penyinaran matahari yang bergantung pada sudut datang cahaya matahari, letak lintang, kedekatan dengan laut, ketinggian tempat, serta tingkat vegetasi yang menutupi lahan (Kurniasih, 2019). Menurut Tuelah dkk. (2023), Suhu udara berfungsi sebagai faktor yang mengontrol persebaran vegetasi, termasuk tumbuhan paku. Tumbuhan paku umumnya ditemukan di bawah tajuk

pohon yang rapat dengan suhu udara yang lebih rendah dan cenderung tumbuh pada rentang suhu 21-27°C.

#### 4. Intensitas Cahaya

Cahaya matahari merupakan energi utama makhluk hidup dan sangat penting bagi tumbuhan. Tumbuhan memanfaatkan cahaya matahari dalam proses fotosintesis membuat menghasilkan makanan (Kurniawati, 2007). Cahaya juga berperan bagi tumbuhan paku, baik secara langsung melalui fotosintesis maupun secara tidak langsung dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangannya (Ramadhani dkk., 2023). Menurut Sianturi dkk. (2020) intensitas cahaya dapat dipengaruhi oleh keberadaan kanopi dan awan yang menciptakan lingkungan lembab yang sesuai bagi habitat tumbuhan paku yang menyukai kelembaban. Pradipta dkk. (2023) menyatakan bahwa tumbuhan paku dapat tumbuh dalam rentang intensitas cahaya kisaran 200 – 600 lux.

### **2.7 Manfaat Tumbuhan Paku**

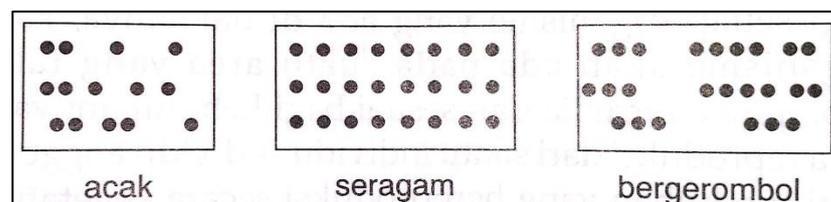
Tumbuhan paku merupakan tumbuhan yang memiliki manfaat secara ekologis maupun secara ekonomi. Secara ekologi, paku dapat menutupi permukaan tanah di hutan, yang membantu mencegah air hujan langsung mengenai tanah hutan dan mengurangi risiko erosi (Marpaung, 2019). Bentuknya yang unik dan menarik membuatnya cocok sebagai tanaman hias. Beberapa jenis paku juga digunakan sebagai sayuran yaitu bagian muda dari daun dan pucuknya yang dimanfaatkan (Lestari dkk., 2019).

Tumbuhan paku memiliki berbagai manfaat lain yaitu sebagai bahan kerajinan tangan, bahan-bahan bangunan, penggosok, pelapis, dekorasi untuk

upacara ritual, dan sumber nutrisi dalam ekosistem. Contohnya, spesies *Marsilea crenata* digunakan sebagai sayuran, spesies *Selaginella plana* yang dimanfaatkan sebagai penyembuh luka, *Azolla pinnata* dimanfaatkan sebagai pupuk hijau untuk tanaman padi, dan *Adiantum cuneatum* dan *Platyserium bifurcatum* sebagai tanaman hias (Mardiastutik, 2013). Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) juga memberikan manfaat dalam memelihara ekosistem hutan yaitu dalam pembentukan tanah, pencegahan tanah terhadap erosi, dan membantu proses pelapukan serasah hutan (Arini & Kihno, 2012).

## 2.8 Pola Distribusi Tumbuhan

Pola distribusi tumbuhan merujuk pada penyebaran tumbuhan dalam suatu populasi (Wahyuni dkk., 2016). Indriyanto (2006) menyatakan bahwa individu yang ada di dalam suatu populasi dapat mengalami penyebaran di dalam habitatnya yang mengikuti salah satu di antara tiga pola penyebaran yang disebut pola distribusi. Pola distribusi ini sangat terkait dengan kondisi lingkungan (Djufri, 2002). Menurut Campbell *et al.* (2008), terdapat tiga pola dasar dalam penyebaran populasi individu, yaitu distribusi acak (*random*), distribusi seragam (*uniform*), dan distribusi berkelompok (*clumped*).



**Gambar 2. 11 Pola Distribusi** (Indriyanto, 2006)

### 1. Distribusi Acak (*Random*)

Distribusi acak ini jarang ditemukan di alam. Penyebaran secara acak ini biasanya terjadi ketika faktor lingkungan yang bervariasi di seluruh area tempat populasi berada, dan organisme tidak memiliki kecenderungan untuk membentuk kelompok. Pola distribusi ini sulit diprediksi, karena posisi individu tidak bergantung pada anggota lainnya. Pada tumbuhan, ada organ-organ tertentu yang mendukung terbentuknya pengelompokan tumbuhan. (Wahyuni dkk., 2016).

### 2. Distribusi Seragam (*Uniform*)

Distribusi seragam terjadi ketika kondisi lingkungan sangat seragam di seluruh wilayah dan ada persaingan ketat antar individu dalam populasi. Persaingan yang kuat di antara individu-individu ini menyebabkan pembagian ruang yang merata di antara mereka. (Indriyanto, 2006).

### 3. Distribusi Kelompok (*Clumped*)

Distribusi berkelompok merupakan pola penyebaran yang umum terjadi di alam, baik untuk hewan maupun tumbuhan. Pada distribusi ini, individu-individu hidup dalam kelompok di lingkungan yang sumber makanannya tidak seragam (Campbell *et al.*, 2008). Menurut Indriyanto (2006), distribusi berkelompok disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

#### a) Kondisi lingkungan jarang sekali seragam, bahkan pada area yang relatif kecil.

Variasi kondisi tanah dan iklim di suatu wilayah akan menciptakan perbedaan habitat yang signifikan bagi setiap organisme yang tinggal di sana. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan setiap organisme terhadap faktor-faktor ekologi yang harus tersedia dan sesuai untuk kelangsungan hidupnya.

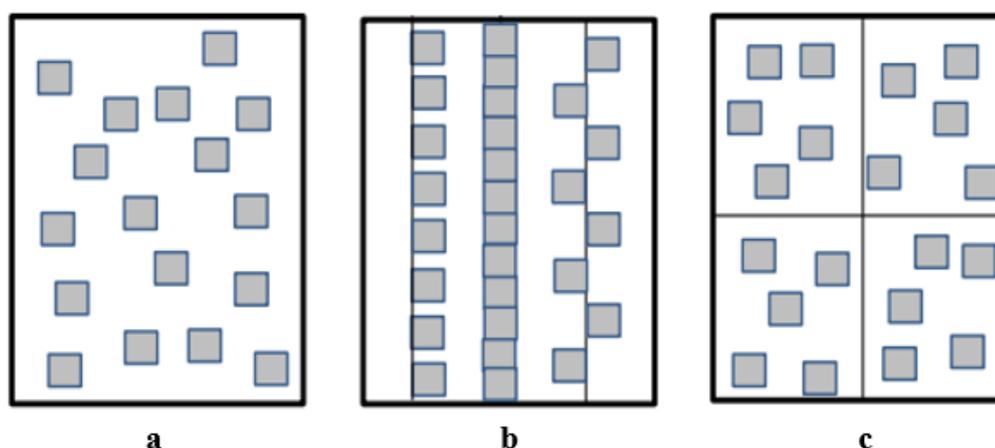
- b) Pola reproduksi individu-individu dalam suatu populasi mempengaruhi penyebarannya. Pada tumbuhan yang berkembang biak secara vegetatif, serta hewan muda yang tinggal bersama induknya, terdapat kecenderungan untuk berkumpul dalam kelompok, yang menjadi faktor pendorong terjadinya penggerombolan.
- c) Perilaku hewan yang cenderung hidup berkelompok atau membentuk koloni menjadi faktor yang mendorong terjadinya distribusi secara berkelompok. Selain itu, ketertarikan seksual pada hewan juga merupakan faktor yang mempengaruhi terbentuknya pola distribusi bergerombol.

Distribusi secara bergerombol dapat meningkatkan persaingan dalam mendapatkan unsur hara, makanan, ruang, dan cahaya. Namun, dampak negatif dari kompetisi tersebut sering kali diimbangi oleh manfaat yang diperoleh. Misalnya, pohon-pohon yang tumbuh berkelompok di area luas mungkin menghadapi persaingan yang lebih besar untuk mendapatkan hara dan cahaya dibandingkan jika tumbuh terpisah. Meski begitu, pohon-pohon yang tumbuh bersama lebih tahan terhadap angin kencang, dapat mengatur kelembapan udara, dan mampu mengendalikan iklim lokal di sekitarnya (Indriyanto, 2006).

Menurut Utami & Putra (2020), penentuan titik sampling dalam analisis vegetasi berdasarkan pola penyebaran individu suatu populasi dapat dilakukan melalui tiga pendekatan (Gambar 2.16) yaitu:

- a. Penyebaran titik sampling secara acak dapat dilakukan menggunakan angka acak (random), seperti dengan melempar koin ke belakang atau melalui pengacakan dalam grid dengan bantuan remote sensing dan Sistem Informasi Geografis (GIS).

- b. Penyebaran titik sampling secara sistematis dilakukan dengan menyebarkan titik secara teratur, baik merata atau mengikuti arah tertentu, misalnya sepanjang garis atau transek. Sampling bisa dilakukan dengan atau tanpa jarak antar titik, termasuk metode belt transect.
- c. Penyebaran titik sampling secara semi acak/semi sistematis, yang diawali dengan penyebaran titik secara teratur atau sistematis, kemudian di setiap titik dilakukan pengacakan lebih lanjut.



**Gambar 2. 12 Penentuan titik sampling penyebaran individu (a. Acak; b. Sistematis; c. Semi acak) (Utami & Putra, 2020)**

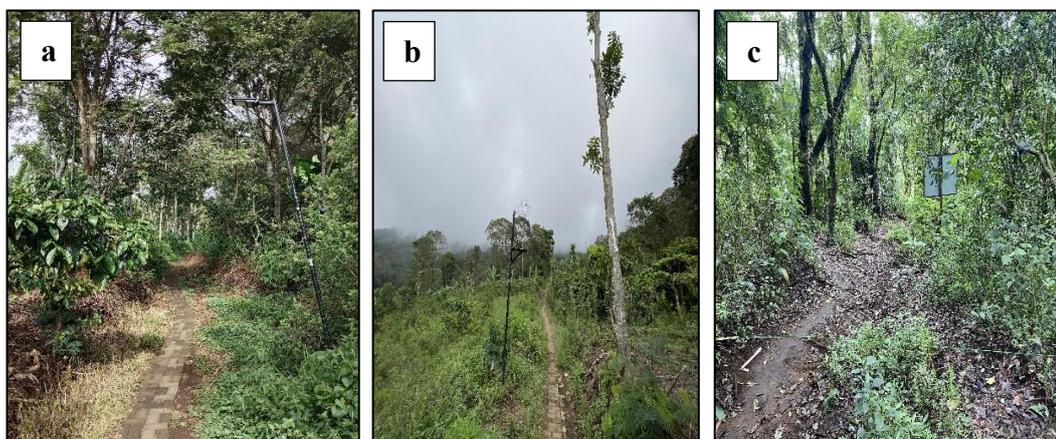
## 2.9 Gambaran Umum Lokasi Pengamatan

Gunung Arjuno adalah gunung berapi kerucut yang saat ini dalam kondisi istirahat, terletak di Jawa Timur, Indonesia dengan ketinggian mencapai 3.339 mdpl. Secara administratif, gunung ini berada di perbatasan kota Batu, Kabupaten Malang, dan Kabupaten Pasuruan. Gunung Arjuno merupakan gunung tertinggi kedua di Jawa Timur setelah Gunung Semeru dan menduduki peringkat keempat sebagai gunung tertinggi di Pulau Jawa (Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur, 2025). Gunung Arjuno memiliki sembilan jalur pendakian yaitu via Purwodadi, via

Sumber Brantas, via Tretes, via Lawang, via Kaliandra, via Karang plosos, via Sumbergondo, via Pura, dan via Sumberawan.

Putuk Lesung merupakan bukit yang ada di lereng Gunung Arjuno yang bisa diakses melalui jalur pendakian Gunung Arjuno via Tambaksari, Purwodadi, Kabupaten Pasuruan. Nama ini berasal dari kata "Putuk" dalam bahasa Sansekerta yang berarti bukit, dan "Lesung" yang merujuk pada alat penumbuk padi. Bukit ini dinamakan demikian karena di puncaknya terdapat peninggalan purbakala, salah satunya berbentuk menyerupai lesung. Putuk Lesung berada di ketinggian 1428 meter di atas permukaan laut (mdpl). Bukit Putuk Lesung ini dikelola oleh masyarakat setempat yang bekerja sama dengan KHDPK (Kawasan Hutan dengan Pengelolaan Khusus).

Kondisi alam di sepanjang jalan menuju puncak Putuk Lesung sangat bervariasi, mulai dari perkebunan kopi, beberapa vegetasi tumbuhan (ada pohon-pohon besar, tumbuhan bawah, tumbuhan paku, dan lainnya), dan pada puncaknya terdapat padang rumput yang dapat dijadikan tempat untuk mendirikan tenda. Daya Tarik utama pada bukit Putuk Lesung ini adalah formasi batunya yang unik menyerupai lesung, serta panorama alam yang memukau dari puncaknya.



**Gambar 2. 13 Kondisi alam di lokasi pengamatan.** a. 1100 mdpl; b. 1250 mdpl; c. 1400 mdpl (Dokumentasi pribadi, 2024).

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Rancangan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode jalur. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengamati langsung, mengidentifikasi dan mencatat jenis-jenis tumbuhan paku terrestrial yang ditemukan pada ketinggian yang telah ditentukan. Analisis kuantitatif dengan menghitung indeks keanekaragaman, dominansi, kemerataan, Indeks Nilai Penting, dan indeks morisita. Penelitian ini juga mengamati faktor lingkungan meliputi suhu, kelembapan tanah, kelembapan udara, pH tanah, dan intensitas cahaya.

### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2024 – Maret 2025. Pengambilan sampel dilakukan di jalur pendakian Gunung Arjuno dari pos 1 Gua Ontobugo hingga Putuk Lesung Kabupaten Pasuruan. Identifikasi hasil dan analisis data dilakukan di Laboratorium Ekologi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

### **3.3 Alat dan Bahan Penelitian**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu meteran 50 meter, pasak, GPS, thermohyrometer, soil tester, lux meter, plastik klip, kertas label, alat tulis, kamera dan buku identifikasi tumbuhan paku. Software yang digunakan adalah AVENZA Maps, QGIS, dan Microsoft Excel. Bahan yang digunakan yaitu tumbuhan paku terrestrial yang ada di jalur pendakian Gunung Arjuno dari pos 1 Gua Ontobugo hingga Putuk Lesung.

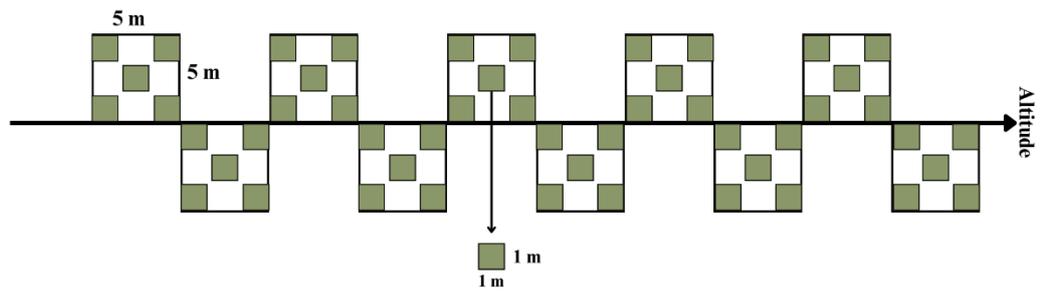
### **3.4 Prosedur Penelitian**

#### **3.4.1 Studi Pendahuluan**

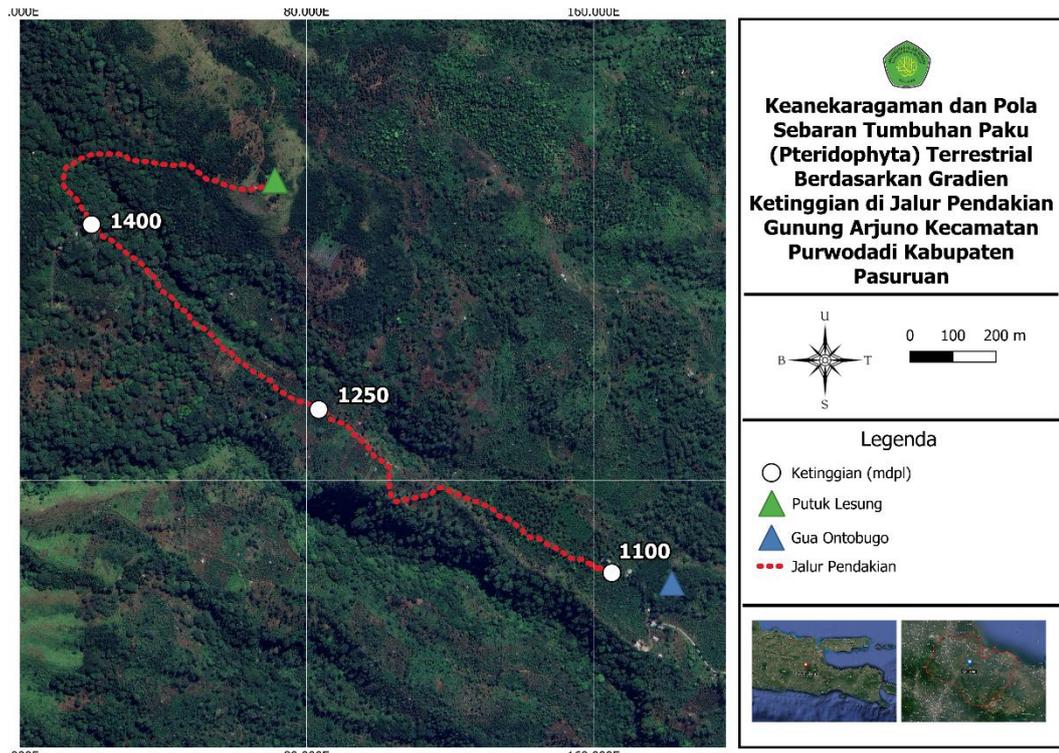
Studi pendahuluan dilakukan untuk mengetahui informasi tentang keadaan di lokasi pengamatan yaitu di jalur pendakian Gunung Arjuno dari pos 1 Gua Ontobugo sampai Putuk Lesung. Studi pendahuluan dilakukan pada tanggal 31 Agustus 2024, studi pendahuluan ini juga dilakukan untuk menentukan plot sampling yang digunakan untuk pengamatan Pteridophyta dan untuk mengetahui jenis tumbuhan paku yang ada.

#### **3.4.2 Penentuan Titik Pengamatan**

Berdasarkan hasil observasi atau survei yang dilakukan, didapatkan lokasi pengamatan yang sesuai tujuan penelitian dengan memperhatikan kondisi geografi Kawasan, penentuan titik pengamatan dapat dilakukan dengan menggunakan metode jalur. Untuk titik pengambilan sampel di setiap jalur pendakian, dipilih berdasarkan perbedaan ketinggian dengan interval 100 meter (1100, 1250, dan 1400 mdpl). Pengambilan sampel pada penelitian ini mengacu pada penelitian Hasyim dkk. (2023) yaitu dilakukan dengan metode plot dan menarik garis transek sepanjang 50 meter di sisi kanan kirinya terdapat plot primer ukuran 5x5 m dengan subplot 1x1 m. Rancangan plot pengambilan sampel dapat dilihat pada (Gambar 3.1). Setiap titik pengambilan sampel berdasarkan ketinggian dapat dilihat pada peta lokasi penelitian (Gambar 3.2).



Gambar 3. 1 Rancangan plot pengambilan sampel



Gambar 3. 2 Peta lokasi pengamatan (QGIS, 2025)

### 3.4.3 Prosedur Pengambilan Sampel

Tahapan pengambilan sampel untuk keanekaragaman dan pola distribusi tumbuhan paku sebagai berikut:

1. Ditentukan titik lokasi pengambilan sampel di jalur pendakian Gunung Arjuno dari pos 1 Gua Ontobugo hingga Putuk Lesung sebagai lokasi pengamatan.
2. Ditentukan titik pengambilan sampel berdasarkan perbedaan ketinggian dengan interval 100 meter (1100, 1250, dan 1400 mdpl).

3. Ditarik garis transek sepanjang 50 meter pada setiap interval dan dibuat plot ukuran 5x5 m pada sisi kanan kiri jalur dengan subplot 1x1 m.
4. Dihitung faktor abiotik yang ada pada setiap subplot.
5. Diamati, dihitung, dan dicatat jenis dan jumlah tumbuhan paku terrestrial yang ada pada setiap subplot.
6. Diamati morfologi akar, batang, daun yang ada dan kemudian dikumpulkan untuk dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi.
7. Diidentifikasi setiap morfologi batang dan daun menggunakan bantuan buku identifikasi.
8. Dimasukkan data tumbuhan paku yang didapatkan ke dalam tabel pengamatan.
9. Dilakukan analisis Indeks Keanekaragaman, Indeks dominansi, Indeks Kemerataan, Indeks Morisita, dan Indeks Nilai Penting.

#### **3.4.4 Identifikasi Paku Terrestrial**

Sampel tumbuhan paku terrestrial yang ditemukan difoto bagian morfologinya seperti batang dan daun. Kemudian dilakukan identifikasi pada sampel tumbuhan paku terrestrial berdasarkan karakteristik morfologinya. Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik tersebut, kemudian ditentukan tingkat taksonnya sampai ke takson jenis. Identifikasi tumbuhan paku terrestrial menggunakan buku identifikasi seperti *Ferns of Malaysian Rain Forest* (Yusuf, 2010), *Eksplorasi Tumbuhan Paku Pteridophyta di Wilayah Ketinggian Yang Berbeda* (Sianturi dkk., 2020), *Panduan Lapangan Paku-Pakuan (Pteridophyta) di Taman Margasatwa Ragunan* (Agatha dkk., 2019), *Website Pteridophyte Collections Consortium (PCC)*, *Website AboutFerns*, beberapa literatur jurnal, dan mencocokkan gambar yang diperoleh dengan literatur yang terpercaya.

### 3.4.5 Analisis Data

Analisis data terhadap tumbuhan paku (*Pteridophyta*) yang ditemukan di lokasi pengamatan dilakukan secara deskriptif kualitatif yaitu dengan pengumpulan data, didokumentasi, lalu diidentifikasi. Analisis data secara kuantitatif dilakukan dengan menghitung indeks keanekaragaman (*Shannon-Wiener*), indeks dominansi (*Simpson*), indeks kemerataan (*Everness*) menggunakan *Software PAST 4.0.3*, pola distribusi menggunakan indeks penyebaran Morisita (*Id*), dan indeks nilai penting untuk mengetahui struktur komunitas dari tumbuhan paku terrestrial (*Pteridophyta*). Rumus perhitungan Indeks morisita sebagai berikut (Brower & Zar, 1984):

$$Id = n \frac{\sum x^2 - N}{N(N - 1)}$$

Keterangan:

*Id* : Indeks dispersi Morisita

*n* : Jumlah plot

*N* : Jumlah individu yang ditemukan pada setiap plot

$\sum x$  : Jumlah individu suatu spesies

$\sum x^2$  : Jumlah kuadrat individu suatu spesies

Nilai Indeks Morisita yang diperoleh dapat diartikan sebagai berikut (Krebs, 1989 dalam Widaryanto dkk., 2021):

*Id* < 0, penyebaran individu seragam

*Id* = 0, penyebaran individu cenderung acak

*Id* > 0, penyebaran individu cenderung berkelompok

Untuk menguji kebenaran Indeks Morisita, maka dilakukan dengan menggunakan uji Chi-kuadrat dengan persamaan berikut (Brower & Zar, 1984):

$$x^2 = (n\sum X^2/N) - N$$

Keterangan:

$x^2$  : Nilai Chi-kuadrat ( $X_{hitung}$ )

$n$  : Jumlah plot (petak ukur)

$\sum X^2$  : Jumlah individu tiap stasiun

$N$  : Jumlah total individu yang diperoleh

Nilai  $X_{hitung}$  selanjutnya dibandingkan dengan nilai  $X_{tabel}$  dengan derajat bebas ( $df = n-1$ ) dengan tingkat signifikansi uji  $\alpha = 0,05$ .

Rumus perhitungan Indeks Nilai Penting (INP) dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut (Utami & Putra, 2020):

1. Kerapatan (K)

$$K = \frac{\text{Jumlah Individu suatu jenis}}{\text{Luas seluruh petak contoh}}$$

2. Kerapatan Relatif (KR)

$$KR = \frac{K}{\text{Total K seluruh spesies}} \times 100\%$$

3. Frekuensi (F)

$$F = \frac{\text{Jumlah plot ditemukan suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh plot}}$$

4. Frekuensi Relatif (FR)

$$FR = \frac{F}{\text{Total F seluruh spesies}} \times 100\%$$

5. Indeks Nilai Penting (INP)

$$INP = KR + FR$$

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Jenis tumbuhan paku (Pteridophyta) terrestrial berdasarkan gradien ketinggian di jalur pendakian Gunung Arjuno**

Total 22 spesies paku terrestrial berhasil ditemukan di berbagai ketinggian yang berbeda di jalur pendakian Gunung Arjuno mulai pos 1 Gua Ontobugo sampai Putuk Lesung (Tabel 4.1). Ke 22 spesies paku terrestrial tersebut dikelompokkan menjadi 8 famili. Spesies paku terbanyak ditemukan pada ketinggian 1400 mdpl sebanyak 13 spesies dengan total 179 individu. Kondisi ini disebabkan oleh vegetasi yang cukup rapat pada ketinggian tersebut, sehingga menciptakan tingkat kelembapan yang tinggi dan intensitas cahaya yang rendah, yang mendukung pertumbuhan optimal bagi tumbuhan paku. Menurut Hayati dkk. (2023) tumbuhan paku yang tumbuh pada intensitas cahaya rendah tetapi tetap memadai biasanya berkembang dengan subur dan berukuran besar. Ketinggian 1250 mdpl diperoleh 9 spesies dengan total 65 individu dan ketinggian 1100 mdpl sebanyak 10 spesies dengan total 155 individu.

Hasil serupa pada penelitian Binawati & Ajiningrum (2023), yang menunjukkan bahwa semakin tinggi tempat, keanekaragaman paku cenderung meningkat. Penelitian tersebut menyatakan dari pos 1 (1100-1200 mdpl) ditemukan sebanyak 4 spesies, sedangkan pada pos 2 (1300 mdpl) ditemukan sebanyak 7 spesies. Sebaliknya, hasil berbeda ditunjukkan oleh penelitian Astuti dkk. (2017) dan penelitian Hasyim dkk. (2023) dimana semakin tinggi tempat, jumlah spesies paku cenderung menurun seiring peningkatan ketinggian, bahkan pada elevasi tertinggi (2400 mdpl dan 1500 mdpl) hanya ditemukan satu jenis paku saja.

*Nephrolepis cordifolia* Famili *Nephrolepidaceae* merupakan spesies yang hanya ditemukan pada ketinggian 1100 mdpl, sedangkan *Pteridium aquilinum* dari famili *Dennstaedtiaceae* merupakan spesies yang hanya ditemukan pada ketinggian 1250 mdpl, dan *Selaginella kraussiana* dari famili *Selaginellaceae* merupakan spesies yang hanya ditemukan pada ketinggian 1400 mdpl. *Nephrolepis* umumnya merupakan paku terrestrial yang sering dijumpai dari zona rendah (0-1100 mdpl) (Hovenkamp & Miyamoto, 2005), hingga zona montana (1100-1800 mdpl). Di Indonesia *Nephrolepis* dapat ditemukan pada kisaran ketinggian 25-225 mdpl (Natasya dkk. 2024), dan ada yang ditemukan pada ketinggian 1348 mdpl (Binawati & Ajiningrum 2023). Hasil tersebut menunjukkan bahwa spesies *Nephrolepis sp.* memiliki rentang ketinggian yang cukup luas.

*Pteridium aquilinum* memiliki habitat yang beragam dan sangat melimpah di area hutan terbuka dengan curah hujan yang cukup, mulai dari dataran rendah dan pegunungan hingga ketinggian 2000 mdpl (Haou *et al.*, 2011). Hasyim dkk. (2023) melaporkan bahwa spesies *Pteridium aquilinum* hanya ditemukan pada elevasi tinggi yaitu 1300 mdpl di jalur Kunjorowesi Gunung Penanggungan. Selain itu, Hayati dkk. (2023) juga menemukan spesies *Pteridium aquilinum* pada kisaran ketinggian 1.300 – 1.500 mdpl di Kawasan Rainforest Lodge Kedah Kabupaten Lues, Aceh. *Pteridium aquilinum* dapat hidup pada elevasi yang cukup tinggi dikarenakan kemampuannya beradaptasi dengan perubahan iklim.

Keberadaan *Selaginella kraussiana* pada ketinggian 1400 mdpl menunjukkan kemampuannya beradaptasi terhadap kondisi lingkungan dataran tinggi. Secara umum, spesies *Selaginella* menyukai habitat dengan kelembapan tinggi, seperti di daerah pegunungan. *Selaginella* ini diketahui dapat tumbuh pada ketinggian hingga

2500 mdpl (Hyde et al., 2025). Penelitian oleh Setyawan dkk. (2013) mencatat bahwa spesies *Selaginella* di Gunung Lawu ditemukan hingga ketinggian 2100 mdpl, sementara Hayati dkk. (2023) melaporkan keberadaan spesies ini pada ketinggian 1500–1600 mdpl. Temuan tersebut menunjukkan bahwa *Selaginella* merupakan tumbuhan yang umumnya tumbuh di dataran tinggi dengan tingkat kelembapan yang tinggi.

Famili dengan jenis terbanyak yaitu famili *Pteridaceae* yang mencakup 9 jenis, antara lain *Doryopteris concolor*, *Pityrogramma calomelanos*, *Adiantum raddianum*, *Adiantum hispidulum*, *Pteris ensiformis*, *Pteris biaurita*, *Pteris fauriei*, *Pteris vittata*, dan *Coniogramme intermedia*. Famili *Pteridaceae* tersebar di setiap ketinggian, sesuai dengan Marpaung dkk. (2016) bahwa famili ini memiliki distribusi yang luas dan dijumpai di berbagai ekosistem. Zhang et al. (2013) menyatakan bahwa sebagian besar tumbuhan paku famili *Pteridaceae* hidup di tanah (*terrestrial*) atau di atas permukaan batu (*epilithic*). Famili dengan jumlah jenis paling sedikit adalah famili *Nephrolepidaceae*, *Dennstaedtiaceae*, *Gleicheniaceae*, dan *Selaginellaceae* dengan masing-masing 1 spesies. Menurut Astuti dkk. (2017) sedikitnya jumlah spesies dalam suatu famili tumbuhan paku di suatu wilayah dikarenakan kemampuan hidup masing-masing jenis hanya mampu pada kondisi lingkungan tertentu.

Spesies *Christella dentata* termasuk dalam famili *Thelypteridaceae* menjadi spesies yang paling banyak ditemukan dengan jumlah total 64 individu (tabel 4.1). Spesies ini ditemukan di setiap ketinggian, pada ketinggian 1400 (3 individu), ketinggian 1250 (8 individu), dan ketinggian 1100 (53 individu). Hal tersebut menunjukkan bahwa spesies *Christella dentata* memiliki kemampuan adaptasi

yang tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan yang berbeda. Field et al. (2022) menyatakan bahwa spesies *Christella dentata* merupakan tumbuhan terrestrial yang dapat hidup di berbagai jenis hutan terbuka seperti di tepi sungai atau aliran air dan hutan yang lebat. Menurut Efendi & Iswahyudi (2019), spesies paku ini sering dijumpai di daerah dataran rendah hingga dataran tinggi dan dapat tumbuh di berbagai habitat, seperti permukaan tanah, lereng bebatuan, tepi jalan, serta pinggiran sungai.

Spesies *Doryopteris concolor* ditemukan paling sedikit yaitu hanya 1 individu pada ketinggian 1100. Paku ini tumbuh di bawah pohon kopi, di area yang teduh. Menurut Efendi & Iswahyudi (2019), *Doryopteris concolor* umumnya ditemukan di tempat yang terlindungi dari sinar matahari langsung, seperti di bawah pohon atau semak. Field et al., (2022) menyatakan bahwa *Doryopteris concolor* merupakan spesies paku yang jarang ditemukan karena preferensi habitatnya yang spesifik. Spesies ini tumbuh di tanah atau permukaan batu, terutama di daerah berbatu, termasuk batu kapur, serta hutan kering dan lembap yang tajuknya terbuka. Keberadaannya lebih umum di area terlindung dari sinar matahari, namun distribusinya terbatas dibandingkan paku lain yang dapat beradaptasi di berbagai kondisi lingkungan.

**Tabel 4. 1 Jenis-jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Terrestrial yang Ditemukan di Jalur Pendakian Gunung Arjuno (Pos 1 Gua Ontobugo sampai Putuk Lesung)**

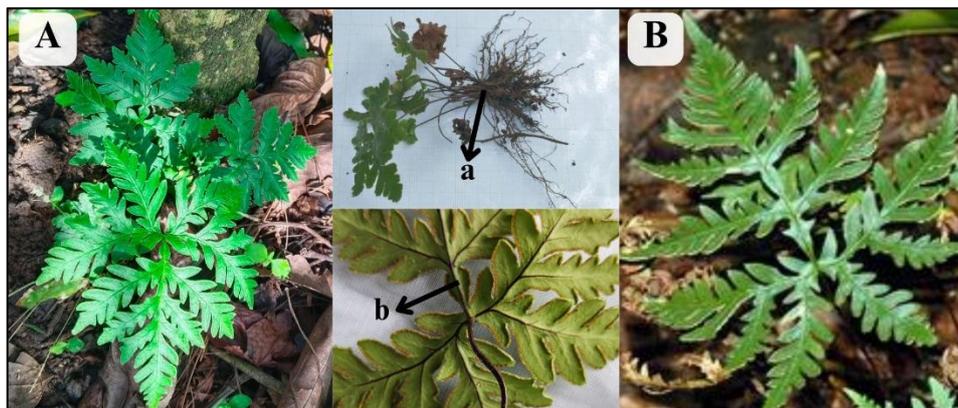
Famili	Nama Spesies	Jumlah Individu		
		1100	1250	1400
Pteridaceae	<i>Doryopteris concolor</i>	1	0	0
	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	24	6	6
	<i>Adiantum raddianum</i>	6	0	0
	<i>Adiantum hispidulum</i>	2	0	0
	<i>Pteris ensiformis</i>	31	11	2
	<i>Pteris biaurita</i>	25	7	3
	<i>Pteris fauriei</i>	0	0	15
	<i>Pteris vittata</i>	0	2	0
	<i>Coniogramme intermedia</i>	0	0	5

Thelypteridaceae	<i>Christella dentata</i>	53	8	3
	<i>Chingia ferox</i>	7	13	0
	<i>Cyclosorus interruptus</i>	0	0	20
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis cordifolia</i>	4	0	0
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris filix-mas</i>	0	5	0
	<i>Athyrium filix-femina</i>	0	0	14
	<i>Dryopteris varia</i>	0	0	10
	<i>Arachniodes aristata</i>	0	0	23
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	0	10	0
Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris linearis</i>	0	3	0
Athyriaceae	<i>Diplazium laxifrons</i>	0	0	27
	<i>Deparia petersenii</i>	2	0	9
Selaginellaceae	<i>Selaginella kraussiana</i>	0	0	42
$\Sigma = 8$	$\Sigma = 22$	155	65	179

Deskripsi dari masing-masing spesies tumbuhan paku terrestrial yang diidentifikasi sebagai berikut:

### 1. *Dryopteris concolor*

Spesies ini memiliki rimpang pendek yang tumbuh tegak atau miring ke atas, dengan tangkai daun cokelat kemerahan dan mengkilap. Daunnya hijau hingga kekuningan, bercabang 2–4 kali, berbentuk seperti segi lima memanjang, dengan pangkal berbentuk jantung dan ujung yang meruncing. Anak daun basiskopik lebih panjang dari akroskopik, dengan tepi sedikit bergerigi dan pembuluh daun bebas. Spora berwarna kuning, bertekstur kasar, dan sori tumbuh di tepi segmen daun, dan terputus di lekukan serta ujung daun. Menurut Zhang *et al.* (2013) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Dryopteris concolor* yang mempunyai ciri khusus yaitu lamina yang berbentuk segi lima memanjang, pangkal daun berbentuk jantung, serta pola persebaran sori (kumpulan spora) yang berbentuk memanjang seperti garis (linear) dan tersebar secara terus menerus di sepanjang daun, namun sori tersebut tidak terdapat pada bagian dasar lekukan daun.



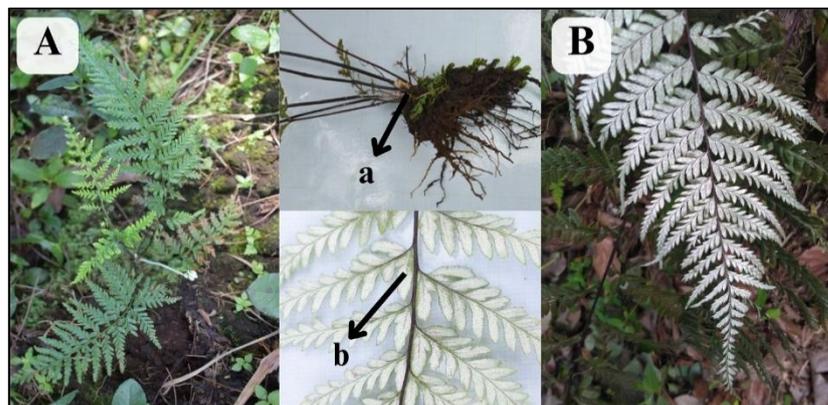
**Gambar 4. 1** *Doryopteris concolor*; A. Hasil Penelitian, B. Literatur (Field et al., 2022). a. rimpang; b. pangkal daun berbentuk jantung.

*Doryopteris concolor* merupakan spesies tumbuhan paku yang dapat ditemukan tumbuh pada kisaran ketinggian antara 600 mdpl hingga 1700 mdpl (Hyde *et al.*, 2025). Spesies paku ini umumnya tumbuh di area yang terlindung dari sinar matahari langsung, seperti di bawah naungan pohon atau semak. Tumbuhan ini mampu berkembang di berbagai permukaan, termasuk tanah, bebatuan, tebing, hingga lereng yang miring (Efendi & Iswahyudi, 2019).

## 2. *Pityrogramma calomelanos*

Spesies ini memiliki ciri-ciri yaitu memiliki rimpang tegak dan pendek, yang tertutup oleh sisik yang berwarna cokelat. Daunnya tumbuh berkelompok dalam bentuk berkas, dengan arah tegak hingga melengkung. Lamina bertekstur seperti herba, berbentuk lonjong-lanset, tersusun bipinnate – tripinnatifid. Tangkai daun berwarna hitam dan mengkilap. Daun terdiri dari 15 pasang anak daun yang tersusun berselang-seling. Anak daun bagian bawah sedikit lebih kecil dengan ujung runcing, pangkal menyirip. Pinnula tepinya bertoreh dan ujung runcing. Permukaan bawah helai daun tertutup oleh lapisan putih seperti tepung. Menurut Abotsi *et al.* (2015) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Pityrogramma calomelanos* dan mempunyai ciri khusus yaitu di

bagian bawah daunnya tertutup oleh lapisan putih seperti tepung sehingga paku ini disebut juga paku perak.



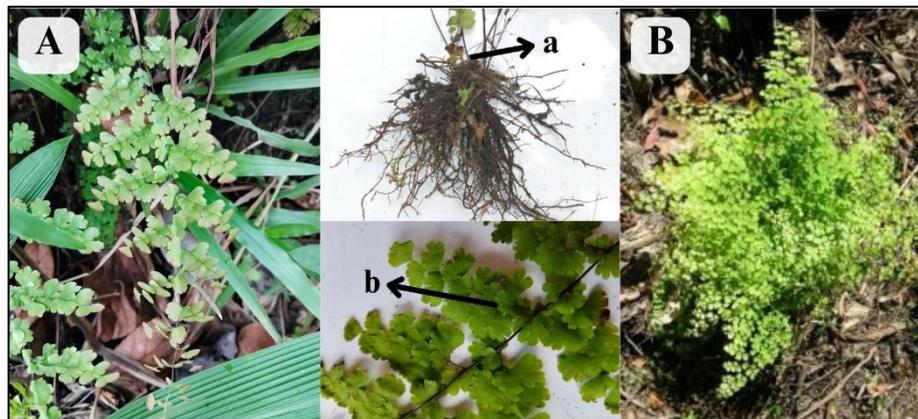
**Gambar 4. 2** *Pityrogramma calomelanos*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (Abotsi et al., 2015). a. rimpang: b. serbuk putih di bawah daun.

*Pityrogramma calomelanos* dapat ditemukan mulai dari daerah dataran rendah hingga dataran tinggi yaitu kisaran 0 – 2700 mdpl. Spesies ini dapat tumbuh di berbagai tipe habitat seperti hutan, Semak belukar, padang rumput, serta lahan basah di daerah pedalaman. Selain itu, spesies ini juga mampu hidup pada lahan terbuka (POWO, 2025).

### 3. *Adiantum raddianum*

Spesies ini memiliki rimpang yang tumbuh menjalar pendek, dan memiliki sisik, tidak memiliki stolon. Tangkai daun berwarna cokelat tua, mengkilap dan tidak berbulu kecuali pada bagian pangkal tersebar beberapa sisik. Lamina tersusun 3-4 kali menyirip, terkadang hingga 5 kali, berbentuk oval hingga lonjong lebar, berwarna hijau, bertekstus seperti tumbuhan herba, dan tidak berbulu. Terdapat 7-10 pasang anak daun primer dan bagian pangkal bertangkai yang terbagi lagi menjadi anak daun sekunder. Terdapat 2-7 pasang anak daun sekunder yang terbagi

lagi menjadi anak daun tersier, bahkan terkadang anak daun tersier terbagi lagi menjadi anak daun kuartener. Segmen daun paling ujung berbentuk kipas (flabellate), ujungnya membulat, sering kali terbagi menjadi dua atau lebih lobus. Menurut Brownsey & Perrie (2021) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Adiantum raddianum* dan mempunyai ciri khusus yaitu daunnya yang tersusun 3-4 kali menyirip dan segmen daun paling ujung berbentuk kipas (flabellate).



**Gambar 4. 3** *Adiantum raddianum*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (Brownsey & Perrie, 2021). a. rimpang; b. daun yang tersusun 3 – 4 kali menyirip.

*Adiantum raddianum* merupakan spesies tumbuhan paku yang dapat hidup pada ketinggian 100 – 1700 mdpl ((Hyde *et at.*, 2025). Menurut Efendi & Iswahyudi (2019) spesies paku ini dapat tumbuh baik di area yang teduh maupun di tempat terbuka. Umumnya, paku ini dijumpai tumbuh di atas tanah keras atau berbatu, seperti di lereng-lereng dan permukaan batu, seringkali bersama dengan jenis tumbuhan lain.

#### 4. *Adiantum hispidulum*

Spesies ini memiliki ciri-ciri yaitu rimpang yang pendek atau tegak dan bersifat stoloniferus meski tanpa stolon sejati. Tangkai daun berwarna coklat tua,

bersisik di pangkal dan berbulu ke atas, sedangkan rachis coklat kemerahan dengan bulu coklat pucat. Laminanya menyirip 2–3 kali atau berbentuk spiral helicoid, menyerupai telur, dengan permukaan hijau tua dan daun muda berwarna kemerahan. Daunnya kaku, berbulu di kedua sisi, dan tulang daunnya bercabang dikotomis. Sori hampir bulat dengan indusium berlubang di bagian atas, menyerupai bentuk ginjal. Menurut Brownsey & Perrie (2021) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Adiantum hispidulum* dan mempunyai ciri khusus yaitu cabang daunnya berbentuk spiral (helicoid). Menurut Efendi & Iswahyudi (2019), ciri yang menonjol dari paku ini yaitu tangkai daun yang mengalami percabangan dikotom (terbagi menjadi dua) yang tidak sama. Setiap tangkai utama bercabang menjadi dua, dan masing-masing percabangan tersebut akan bercabang lagi dan seterusnya.



**Gambar 4. 4** *Adiantum hispidulum*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (Brownsey & Perrie, 2021). a. bulu pada tangkai; b. percabangan dikotom.

Spesies *Adiantum hispidulum* dapat ditemukan pada ketinggian kisaran 100 mdpl (Hyde *et al.*, 2025). Spesies paku ini umumnya tumbuh di berbagai jenis permukaan seperti tanah, batuan, tebing, area di bawah batu besar, hingga pada

lereng yang miring. Kehadirannya seringkali berdampingan dengan lumut, rerumputan, serta tanaman lain di sekitarnya (Efendi & Iswahyudi, 2019).

### 5. *Pteris ensiformis*

Spesies ini memiliki rimpang yang merayap atau miring ke atas dengan ujung bersisik cokelat kehitaman. Daunnya dimorfik, dengan daun steril lebih pendek dari daun fertil. Tangkai daun dan rachis berwarna kekuningan seperti jerami dan agak mengkilap. Laminanya oval memanjang dan menyirip hingga dua kali. Pinnae berjumlah 2–6 pasang; bagian atas tanpa tangkai, bagian bawah bertangkai pendek. Daun steril berbentuk segitiga, anak daunnya lonjong hingga lanset lebar, berdekatan tanpa tangkai dan tepi bergerigi. Daun fertil lebih renggang, bercabang 1–3 kali dengan cabang tengah terpanjang. Warna daun hijau keabu-abuan hingga hijau kecoklatan. Sori berbentuk garis di sepanjang tepi daun fertil, dilengkapi indusium tipis berwarna hijau pucat. Menurut Zhang *et al.* (2013) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Pteris ensiformis*. Kramer & McCarthy (1998) menyatakan bahwa ciri yang membedakan spesies ini dengan *Pteris* lainnya yaitu *Pteris ensiformis* memiliki daun (frond) yang panjangnya bisa mencapai 50 cm. Pinnae yang tidak terbagi dan segmennya menempel dengan tangkai atau melekat lebih lebar, tetapi tidak melandai ke bawah menyatu dengan rachis atau costae. Menurut Efendi & Lailaty (2016) secara morfologi *Pteris ensiformis* dapat mudah dibedakan dari adanya *dimorfisme* daun.



**Gambar 4.5** *Pteris ensiformis*; A. Hasil Penelitian, B. Literatur (Efendi & Lailaty, 2016). a. daun fertil; b. daun steril.

*Pteris ensiformis* dapat tumbuh pada berbagai ketinggian, mulai dari dataran rendah hingga daerah pegunungan, dengan kisaran ketinggian antara 0 hingga 1200 meter di atas permukaan laut, dan paling sering dijumpai pada elevasi 200 – 500 meter (Efendi & Lailaty, 2016). Spesies paku ini dapat hidup di permukaan tanah datar, tanah miring, bebatuan, maupun tebing. Selain itu, tumbuhan ini mampu tumbuh baik di area yang teduh maupun di tempat yang mendapatkan cahaya cukup banyak (Efendi & Iswahyudi, 2019).

#### 6. *Pteris biaurita*

Spesies ini memiliki rimpang tegak dengan ujung tertutup sisik cokelat, dan daun yang tumbuh berkelompok. Tangkai daun berwarna cokelat muda mengilap, serta rachis berwarna jerami, keduanya tidak berbulu. Laminanya bercabang 2–3 kali, berbentuk oblong-ovate, dengan 8–10 pasang pinnae lateral yang menyebar, berujung runcing seperti ekor. Segmen daun berjumlah 20–25 pasang, melengkung seperti sabit, tepinya rata, dan ujungnya tumpul. Costae tampak jelas di sisi bawah, dan vena-vena kecil di dasar segmen membentuk jaring-jaring sempit (aerola) di sepanjang tulang daun. Menurut Zhang *et al.* (2013) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Pteris biaurita* dengan ciri

khusus yaitu daun yang menyirip tunggal dengan anak daun kecil di pangkal sisi bawah, tangkai daun yang berwarna pucat dengan tekstur kaku seperti kertas.



**Gambar 4.6** *Pteris biaurita*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (iNaturalist, 2025).  
a. tangkai berwarna pucat.

Spesies *Pteris biaurita* dapat tumbuh pada ketinggian kisaran 200 – 1500 mdpl (Zhang *et al.*, 2013). *Pteris biaurita* umumnya tumbuh di wilayah dataran rendah hingga pegunungan, terutama di lingkungan yang lembap dan teduh. Spesies ini tersebar luas di kawasan tropis dan memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai tanaman hias (Riastuti dkk., 2018).

### 7. *Pteris fauriei*

Spesies ini memiliki rimpang pendek yang tumbuh miring dan ujungnya tertutup sisik coklat tua hingga kehitaman berbentuk tombak kecil. Daunnya tumbuh berkelompok dengan tangkai kekuningan seperti jerami, bersisik namun tidak berbulu. Lamina bercabang dua hingga tiga kali menyirip, berbentuk oval hingga segitiga. Anak daun tersusun 3-9 pasang, dengan pasangan bawah saling berhadapan dan tanpa tangkai. Segmen daun berbentuk tombak lebar, rapat, melengkung seperti sabit, dan berjumlah 20-30 pasang. Tulang daun berwarna

jerami dan memiliki duri pipih kecil di sisi alurnya. Daun berwarna hijau terang hingga pucat, tipis seperti kertas saat kering. Sori dilindungi oleh indusium panjang, tipis seperti selaput, berwarna coklat keabu-abuan. Menurut Zhang *et al.* (2013) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Pteris fauriei* yang memiliki ciri khusus yaitu anak daun paling lebar berada di bagian tengah.

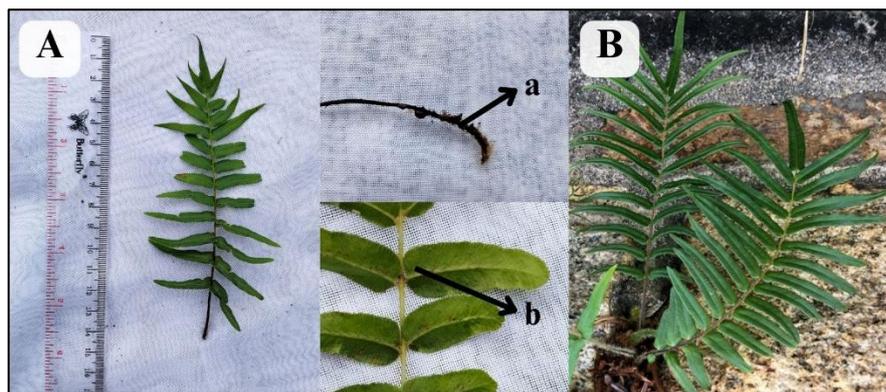


**Gambar 4. 7** *Pteris fauriei*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (PCC, 2025).

Spesies *Pteris fauriei* umumnya ditemukan tumbuh pada kisaran ketinggian mulai dari 800 mdpl atau lebih, sesuai dengan habitat aslinya yang cenderung berada di daerah beriklim sejuk dan lembap (Zhang *et al.*, 2013). Habitat alaminya meliputi area yang agak teduh, seperti di bawah naungan pohon besar atau semak belukar, yang memungkinkan kelembapan tetap terjaga. Selain itu, *Pteris fauriei* juga tumbuh baik di tanah yang kaya bahan organik seperti tanah humus, maupun di lingkungan yang relatif kering seperti tanah berbatu (Praptosuwiryo & Darnaedi, 2008).

## 8. *Pteris vittata*

Spesies ini memiliki rimpang merambat pendek yang tertutup sisik lonjong sempit berwarna coklat pucat dan tidak bergigi. Stipe berwarna coklat muda dan bersisik, dengan sisik mengecil ke arah ujung, sedangkan rachis coklat pucat dan hanya sedikit bersisik. Laminanya 1-pinnate, berbentuk agak bulat telur terbalik, bertekstur agak tebal seperti kulit, dan berwarna hijau di kedua sisi. Terdapat dari 8–40 pasang anak daun dan satu daun terminal, dengan anak daun bawah jauh lebih kecil. Anak daun tidak saling tumpang tindih, ujungnya meruncing, tepi bergerigi saat muda dan menggulung saat dewasa, serta pangkalnya bertangkai pendek. Urat daun tidak saling terhubung, dan sori terdapat sepanjang sisi anak daun utama. Menurut Brownsey & Perrie (2021) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Pteris vittata* dengan ciri khusus yaitu anak daun utama yang tidak terbelah, urat daun yang tidak saling terhubung, dan rimpang dan stipe yang tertutup oleh sisik berwarna coklat pucat.



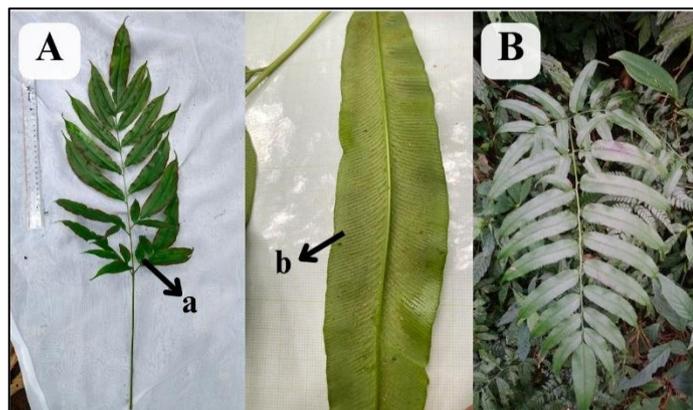
**Gambar 4. 8 *Pteris vittata***; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (Gavilán, 2020). a. rimpang; b. pinnae

Spesies *Pteris vittata* dapat ditemukan pada ketinggian antara 150 – 1500 mdpl (Hyde *et al.*, 2025). Menurut Efendi & Iswahyudi (2019) spesies paku ini

biasanya tumbuh di area yang terbuka dan mendapatkan paparan sinar matahari langsung. Paku ini dapat ditemukan tumbuh di permukaan tanah, di atas batuan, maupun menempel pada dinding.

### 9. *Coniogramme intermedia*

Spesies ini merupakan tumbuhan paku yang dapat tumbuh setinggi 60–120 cm, dengan stipe berwarna kuning jerami atau berbintik coklat. Daunnya berwarna hijau kusam, berbentuk segitiga telur memanjang, bercabang dua kali, dan permukaannya halus. Pinnae lateral berjumlah 3–9 pasang, dengan pasangan terbawah terbesar dan bercabang lagi. Pinnule lateral berjumlah 1–3 pasang, bertangkai pendek, pangkal membulat, dan ujung meruncing. Pinnule terminal jauh lebih besar dan pangkalnya tidak simetris. Tepi daun dan anak daunnya bergerigi, urat daun bercabang satu atau dua kali, serta sori terletak sangat dekat dengan tepi daun. Menurut Zhang *et al.* (2013) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Coniogramme intermedia* dengan ciri khusus yaitu memiliki terminal pinnule yang bercabang dua, terdapat hidatoda membentuk garis yang tampak menonjol di tepi atau di ujung gigi daun.

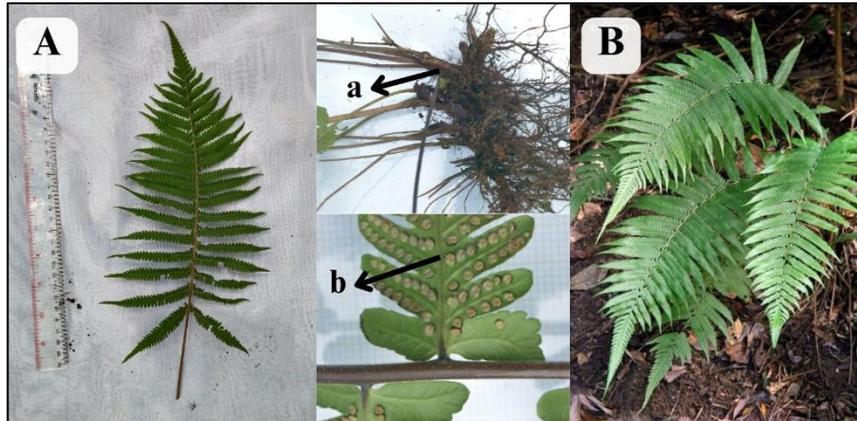


**Gambar 4. 9** *Coniogramme intermedia*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (iNaturalist, 2025). a.terminal pinnule yang bercabang dua; b. hidatoda yang membentuk garis.

*Coniogramme intermedia* merupakan spesies paku yang memiliki jangkauan ketinggian yang cukup luas, yaitu antara 300 – 2800 mdpl. Spesies ini dapat tumbuh dengan baik di berbagai tipe ekosistem, mulai dari hutan dataran rendah hingga hutan pegunungan yang lebih sejuk. Selain itu, *Coniogramme intermedia* juga sering ditemukan di padang rumput terbuka serta di tepi-tepi sungai yang lembab, tempat di mana kelembapan udara dan tanah cukup tinggi untuk mendukung pertumbuhannya (Zhang *et al.*, 2013).

#### **10. *Christella dentata***

Spesies ini memiliki rimpang yang merayap hingga 1 meter, permukaannya ditumbuhi sisik kecil berwarna coklat muda. Daunnya melengkung ke atas, dengan tangkai berwarna coklat muda atau keunguan, berbulu halus dan bersisik di pangkal. Laminanya 1-pinnate hingga 1-pinnate-pinnatifid, berbentuk lonjong memanjang, bertekstur herba, serta ditumbuhi rambut halus dan rambut berbentuk kepala di permukaan bawah. Pinnae berjumlah 8–30 pasang, bentuk lonjong sempit, dan terbagi hingga tiga perempat panjangnya. Urat daun bagian bawah saling menyambung, sementara di segmen akhir tidak bercabang. Sori bulat, tersusun satu baris, tidak di tepi daun, dan indusium berbentuk ginjal dengan rambut halus seperti jarum. Menurut Brownsey & Perrie (2022) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Christella dentata* dengan ciri khusus yaitu permukaan bawah daunnya ditumbuhi rambut halus seperti jarum (*acicular hairs*) dan rambut kecil berbentuk kepala (*capitate hairs*), namun tidak memiliki sisik. Indusium juga ditumbuhi rambut seperti jarum.



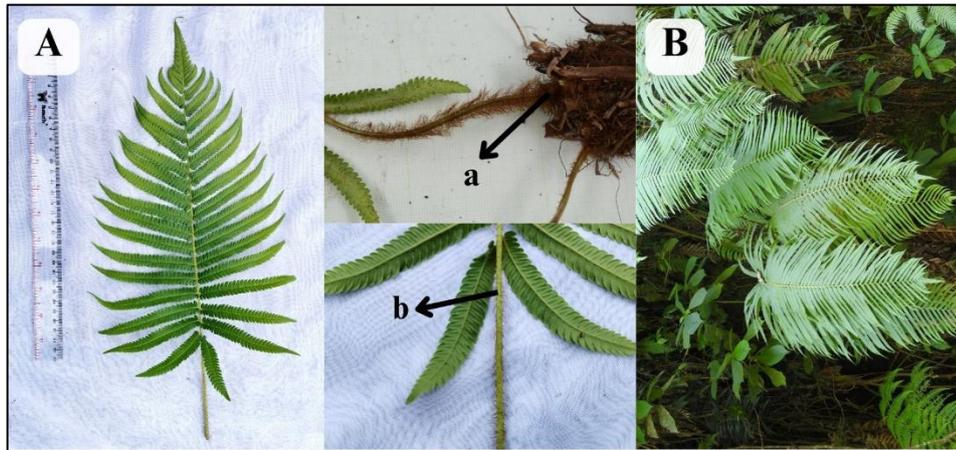
**Gambar 4. 10** *Christella dentata*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (Field et al., 2022). a. rimpang; b. permukaan bawah daun.

Spesies *Christella dentata* dapat ditemukan pada kisaran ketinggian mulai dari 50 – 1700 mdpl (POWO, 2025). Menurut Efendi & Iswahyudi (2019) jenis paku ini sering dijumpai mulai daerah dataran rendah hingga dataran tinggi, paku ini biasanya tumbuh di tanah, tanah miring, bebatuan, di tepi jalan hingga tepi sungai.

### 11. *Chingia ferox*

Spesies ini memiliki ciri yaitu rimpang yang tumbuh tegak dan dilapisi sisik sempit berwarna coklat. Rachis umumnya tidak berbulu, tetapi kadang memiliki sedikit sisik berbentuk garis panjang yang berambut. Anak daun (pinnae) bagian tengah berbentuk panjang seperti pita, mengecil secara bertahap menuju ujung yang runcing dan sedikit menyempit di bagian pangkal yang datar. Segmen anak daun berbentuk lonjong hingga agak segitiga, dengan ujung yang cukup tajam dan tepi yang rata. Permukaan daunnya tipis seperti kertas, namun cukup kuat dan tidak berbulu. Susunan tulang daun berbentuk menyirip, di mana pasangan tulang daun terbawah menyatu dengan tulang-tulang kecil yang sejajar. Spora (sori) tersusun mengikuti tulang anak daun kecil, berbentuk bulat dan sering menyatu satu sama

lain saat dewasa. Pelindung spora (indusium) berwarna cokelat, tipis, kecil tetapi tidak mudah lepas, berbulu, dan memiliki kelenjar halus di bagian tepinya. Menurut World Flora Online (2025) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Chingia ferox* yang tumbuh di hutan sepanjang aliran sungai pada ketinggian 160–500 m.



**Gambar 4. 11** *Chingia ferox*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (iNaturalist, 2025). a. rimpang; b. rachis.

## 12. *Cyclosorus interruptus*

Spesies paku ini memiliki rimpang menjalar panjang berwarna gelap. Tangkai daunnya tumbuh terpisah, bersisik coklat kekuningan hingga hampir hitam di pangkal, namun tidak berbulu di bagian bawah. Daunnya tegak kaku, menyirip satu kali dengan bentuk lonjong atau bulat telur, berwarna hijau kusam dan bertekstur agak tebal seperti kulit. Bagian bawah tulang daun dan anak daun ditumbuhi sisik coklat muda berbentuk telur dengan pinggiran berbulu. Anak daun berjumlah 6–18 pasang, jaraknya renggang, terutama di bagian bawah, dengan bentuk lonjong sempit. Daun terbagi sepertiga hingga setengah ke arah tulang tengah, ujung meruncing, tepi rata. Sori tersusun rapi di kedua sisi tulang daun, tidak mencapai

tepi, dengan indusium berbentuk ginjal dan sedikit atau tanpa rambut. Menurut Brownsey & Perrie (2022) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Cyclosorus interruptus* dengan ciri khusus yaitu dari daun yang tegak dan bertekstur seperti kulit. Pasangan anak daun paling bawah tidak mengecil (panjangnya hampir sama dengan yang lain). Pembuluh daun pada segmen yang berdekatan saling terhubung. Permukaan bawah daun ditumbuhi sisik lebar, rambut halus seperti jarum (acicular hairs), dan kelenjar bulat berwarna oranye. Indusium biasanya memiliki rambut jarum, namun kadang-kadang tidak berbulu.



**Gambar 4. 12** *Cyclosorus interruptus*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (iNaturalist, 2025). a. daun seperti kulit; b. permukaan bawah daun.

Spesies *Cyclosorus interruptus* dapat ditemukan pada kisaran ketinggian 100 – 2400 mdpl (POWO, 2025). Spesies ini dapat berkembang baik di bawah sinar matahari penuh maupun di bawah naungan pohon-pohon di pinggiran lahan basah. Tumbuhan paku ini dapat tumbuh di lahan basah yang selalu tergenang air atau memiliki permukaan air dangkal, seperti di rawa padang rumput, semak papirus dan alang-alang, serta di sepanjang tepi sungai dan sungai kecil (Hyde et al., 2025).

### 13. *Nephrolepis cordifolia*

Spesies ini memiliki ciri yaitu rimpang tegak yang tertutup sisik rapat dan menghasilkan sulur panjang menjalar dengan tunas dan umbi. Daunnya berukuran 26–113 cm, dengan tangkai dan rachis coklat pucat yang bersisik padat serta berbulu halus. Lamina utama sempit memanjang hingga seperti garis lurus. Daun fertil berwarna hijau kekuningan, tidak bersisik, kadang berbulu halus. Pinnae berjumlah 45–110 pasang, saling tumpang tindih, ujungnya lebar dan agak membulat, tepinya bergerigi, serta bertangkai pendek dan tidak simetris. Sori berbentuk bulat di tepi daun, dengan indusium mirip bulan sabit dan spora coklat muda berbintik halus. Menurut Brownsey & Perrie (2019) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Nephrolepis cordifolia*. Lucidcentral (2016) menyatakan bahwa ciri khusus dari spesies *Nephrolepis cordifolia* yaitu memiliki daun dengan pinnae yang tumpang tindih di pangkalnya dan adanya umbi bulat dan berdaging di bawah tanah.



**Gambar 4. 13** *Nephrolepis cordifolia*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (Lucidcentral, 2016). a. pangkal pinnae tumpang tindih; b. rimpang menghasilkan umbi.

Spesies *Nephrolepis cordifolia* dapat ditemukan pada kisaran ketinggian mulai dari 0 – 2800 mdpl (POWO, 2025). Jenis paku ini termasuk tumbuhan paku yang tumbuh di daratan (terrestrial). Tumbuhan ini kerap dijumpai menempel pada dinding rumah atau pagar. Selain itu, tanaman ini juga bisa ditemukan di kawasan pegunungan, khususnya di area terbuka yang mendapat paparan sinar matahari secara langsung (Efendi & Iswahyudi, 2019).

#### **14. *Dryopteris filix-mas***

Spesies ini memiliki rimpang tegak yang tertutup rapat oleh sisik coklat pucat berbentuk telur. Tangkai daun (stipe) dan rachis berwarna coklat pucat hingga kekuningan, sangat bersisik di bagian bawah. Lamina bercabang dua (2-pinnate) di bagian bawah, berbentuk lonjong dan berwarna hijau, dengan sisik di sepanjang tulang dan permukaan bawah daun. Pinnae berjumlah 17–38 pasang, berbentuk segitiga atau lonjong dengan ujung runcing. Anak daun sekunder mengecil ke arah ujung, berujung tumpul atau membulat dan tepinya bergerigi. Sori berbentuk bulat, tersusun satu baris di sisi tulang anak daun utama, dekat bagian tengah, dan memiliki indusium berbentuk ginjal yang tidak berbulu. Menurut Brownsey & Perrie (2021) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Dryopteris filix-mas* dengan ciri khusus yaitu stipe dan rachis sangat bersisik terutama dekat pangkal, berwarna coklat pucat, lamina yang terdiri dari dua tingkat percabangan yang rapi dan teratur, anak daun sekunder cenderung seragam dan tersusun rapat dengan ujung tumpul atau membulat, sori hanya di bagian atas daun.



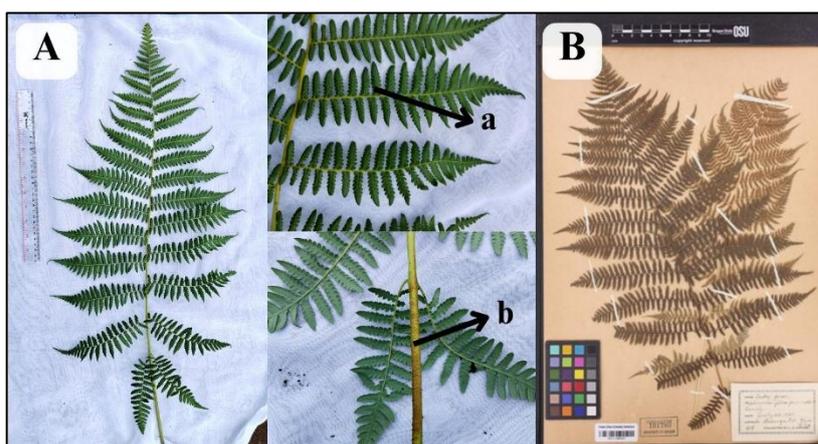
**Gambar 4. 14** *Dryopteris filix-mas*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (Brent, 2021). a. rimpang; b. rachis yang bersisik.

Spesies *Dryopteris filix-mas* dapat hidup pada kisaran ketinggian 0 – 1580 mdpl. Spesies ini disebut juga *Male fern* yang biasanya tumbuh di bawah naungan pepohonan, tempat terbuka seperti tepi jalan, tebing, dan tepi sungai. Selain itu spesies ini juga dapat tumbuh di lingkungan perkotaan, misalnya di sepanjang pagar atau lahan yang kosong (Brownsey & Perrie, 2021).

#### 15. *Athyrium filix-femina*

Spesies ini memiliki rimpang tegak yang terkadang membentuk kayu pendek dan tertutup sisik. Tangkai daun berwarna coklat pucat hingga keunguan dengan sisik sempit, sedangkan rachis beralur di ujung dan juga bersisik. Lamina terbagi dua hingga hampir tiga kali (2-pinnate-pinnatifid), berbentuk lonjong mengerucut, berwarna hijau kekuningan dengan sisik kecil menyerupai garis. Daun utama (*primary pinnae*) berjumlah 20–35 pasang, rapat, lonjong sempit, ujung runcing, dan bertangkai pendek. Daun sekunder mengecil ke arah ujung, ujungnya runcing, tepinya bergerigi. Sorus berbentuk memanjang mengikuti arah tulang daun dan indusium terbuka menjauhi tulang daun dengan tepi robek halus atau bergerigi. Menurut Brownsey & Perrie (2018) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi

tersebut termasuk dalam spesies *Athyrium filix-femina* dengan ciri khusus yaitu memiliki sorus yang memanjang, biasanya berbentuk garis sejajar di salah satu sisi tulang daun atau melengkung melintasi tulang daun di salah satu ujungnya.



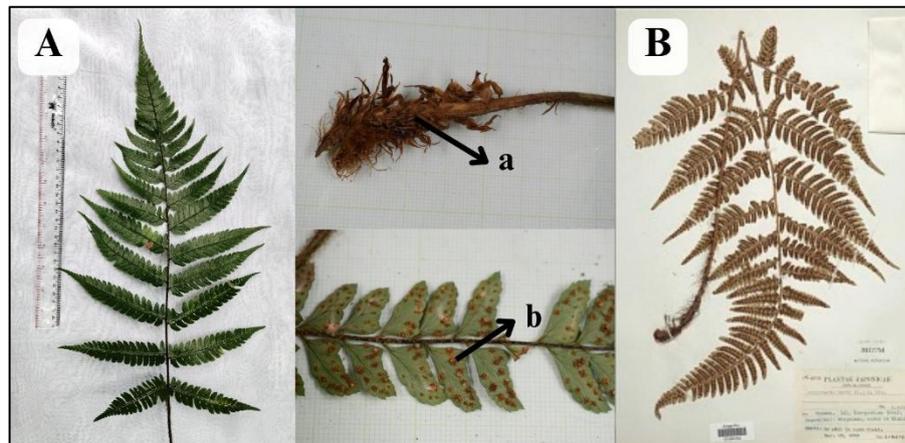
**Gambar 4. 15** *Athyrium filix-femina*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (PCC, 2025). a. lamina pinnate-pinnatifid; b. tangkai.

*Athyrium filix-femina* umumnya ditemukan pada ketinggian kurang dari 3200 mdpl. Spesies ini biasa ditemukan di lingkungan yang lembab dan teduh. Tumbuhan paku ini tumbuh di hutan-hutan, terutama daerah yang berdekatan dengan aliran sungai, mata air rembesan, atau tempat-tempat yang selalu basah. Keberadaannya bergantung pada ketersediaan air dan naungan dari vegetasi di sekitarnya (Rothfels & Smith, 2016).

#### 16. *Dryopteris varia*

Spesies ini memiliki ciri-ciri yaitu rimpang tumbuh agak tegak dengan ujung yang padat tertutup sisik berwarna coklat tua, berbentuk panjang-lonjong dan ujungnya menyerupai rambut. Stipe berwarna jerami, bagian pangkailnya tertutup rapat sisik berwarna coklat tua yang ramping dan meruncing. Ke arah atas sisik ini berubah menjadi coklat, lebih kecil, dan tampak seperti rambut halus. Lamina

berbentuk pentagon atau oval, bercabang 2 – 3 kali. Anak daun paling bawah bercabang dalam, dan meruncing di ujung. Terdapat 10 – 12 pasang anak daun yang bentuknya panjang dan lebar seperti tombak. Anak daun paling bawah merupakan yang terbesar, bertangkai pendek dan ujungnya meruncing. Lamina agak tebal seperti kulit berwarna hijau. Rachis dan costae ditutupi sisik seperti rambut berwarna coklat. Sori terletak lebih dekat ke tepi daun dari pada ke tulang utama. Indusium berwarna coklat dan berbentuk ginjal. Menurut Zhang *et al.* (2013) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Dryopteris varia* yang memiliki ciri khusus yaitu lamina bercabang 2 – 3 kali dengan ujung meruncing, sori berukuran kecil dan tersebar secara acak.



**Gambar 4. 16** *Dryopteris varia*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (PCC, 2025).  
a. rimpang; b. sori.

*Dryopteris varia* merupakan tumbuhan paku yang dapat ditemukan di berbagai tipe hutan, terutama di hutan-hutan beriklim subtropis hingga sedang. Spesies ini tumbuh pada ketinggian mencapai 2300 mdpl. Keberadaannya umumnya ditemukan di bawah naungan tajuk pepohonan, yang menyediakan

kelembaban dan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhannya (Zhang *et al.*, 2013).

### 17. *Arachniodes aristata*

Spesies ini memiliki rimpang panjang menjalar yang tertutup sisik rapat berwarna coklat kemerahan. Tangkai dan rachis berwarna coklat muda hingga kemerahan, bersisik, dan rachis memiliki alur serta sayap sempit di ujung. Lamina bercabang 3–4 kali di bagian pangkal, berbentuk oval lebar atau segi lima, dengan permukaan atas hijau gelap mengilap dan bawah hijau pucat, bertekstur tebal dan agak keras. Pinnae primer berjumlah 16–24 pasang, bagian bawah bercabang seperti sirip, dengan pinnae terpanjang di pangkal. Pinnae sekunder menyempit ke atas, ujung tajam, dan bertangkai. Sori bulat, terletak dekat tulang daun utama, dengan indusium berbentuk ginjal dan bagian tengah lebih gelap. Menurut Brownsey & Perrie (2021) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Arachniodes aristata*. Zhang *et al.* (2013) menyatakan bahwa spesies ini memiliki ciri khusus yaitu ujung daun utama yang menyempit dan meruncing secara tiba-tiba dan sori yang terletak di tengah-tengah tulang daun kecil bukan dipinggir.



**Gambar 4.17** *Arachniodes aristata*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (Field *et al.*, 2022). a. ujung daun utama; b. sori.

Spesies *Arachniodes aristata* dapat ditemukan pada kisaran ketinggian antara 100 – 1600 mdpl. Paku umumnya tumbuh di hutan-hutan berdaun lebar yang lembab, terutama di lembah-lembah basah di sepanjang aliran sungai. Spesies ini juga kadang ditemukan di bawah naungan hutan cemara atau jenis hutan konifer lainnya (Zhang *et al.*, 2013).

#### **18. *Pteridium aquilinum***

Spesies ini memiliki ciri-ciri yaitu rimpang menjalar yang ditutupi rambut halus coklat tua. Pangkal tangkai daun keras seperti kayu, dengan rambut pendek di bagian bawah. Daunnya bercabang 3-4 kali menyirip, berbentuk segitiga atau lonjong, bertekstur tipis dan kuat, hijau tua di atas dan hijau keputihan di bawah. Pinnae tersusun berseling, rachis berwarna coklat muda dan berbulu saat muda. Urat daun bebas, bercabang dua, dengan sori berbentuk garis memanjang di sepanjang cuping daun. Menurut Efendi & Iswahyudi (2019) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Pteridium aquilinum*. Ciri khusus dari spesies ini menurut Yan *et al.* (2013) yaitu bagian paling ujung daun yang membentuk segmen-segmen kecil memiliki bentuk yang melebar seperti tombak (lanceolate) atau agak lonjong (oblong). Jarak antar segmen ini tidak terlalu renggang dan tersusun cukup rapat di sepanjang tulang daun.



**Gambar 4. 18** *Pteridium aquilinum*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (iNaturalist, 2025). a. pangkal tangkai daun; b. segmen daun rapat.

*Pteridium aquilinum* dapat beradaptasi pada kisaran ketinggian antara 1100 – 2030 mdpl yang menunjukkan bahwa spesies ini umumnya ditemukan di daerah pegunungan atau dataran tinggi (Bingham et al., 2025). Tumbuhan paku ini umumnya tumbuh subur di berbagai jenis habitat terbuka, seperti lahan kosong, padang rumput, dan hutan terbuka. Spesies ini sering ditemukan dalam jumlah melimpah dan mampu membentuk koloni besar (Yan et al., 2013).

#### **19. *Dicranopteris linearis***

Spesies ini memiliki ciri-ciri yaitu rimpang menjalar dengan rambut halus merah kecoklatan. Daunnya tumbuh antara 14 cm hingga 1 m, dengan stipe tidak berbulu sepanjang 96 cm. Lamina daun hijau di atas dan hijau keputihan di bawah. Pangkal batang daun sering memiliki tunas kecil dan pseudostipula. Setiap cabang daun bercabang dua, dengan ujung daun berbentuk lonjong sempit. Sori terdapat di kedua sisi tulang daun kecil, dengan 6-20 buah per sisi. Menurut Brownsey & Perrie (2015) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Dicranopteris linearis* yang memiliki ciri khusus yaitu pada bagian tulang daun  $\beta$  costae tidak memiliki segmen kecil tambahan di sepanjang tulangnya.



**Gambar 4. 19** *Dicranopteris linearis*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (Hyde *et al.*, 2025). a. rimpang; b.  $\beta$  costae.

*Dicranopteris linearis* merupakan tumbuhan paku yang dapat tumbuh hingga ketinggian sekitar 2000 mdpl, yang menunjukkan adaptasi terhadap perubahan ketinggian dan suhu lingkungan. Spesies ini umumnya ditemukan tumbuh di sepanjang tepi sungai yang lembab, di pinggiran hutan, serta di tepi jalan, baik pada area yang sedikit teduh maupun terbuka dan terkena sinar matahari langsung (Hyde *et al.*, 2025).

## 20. *Diplazium laxifrons*

Spesies ini merupakan paku tahunan berukuran sedang hingga besar dengan rimpang merambat atau agak tegak dan ujung bersisik coklat. Tangkai daun berwarna coklat gelap di pangkal dan memudar menjadi kuning jerami. Daun bercabang dua tingkat dengan bentuk segitiga atau lonjong meruncing, terdiri dari hingga 20 pasang pinnae berselang. Bagian bawah pinnae lebar dan simetris, bagian atas sempit dan sedikit asimetris. Pinnule bertangkai pendek dengan urat daun terlihat jelas di permukaan bawah. Daunnya lunak seperti herba, keringnya hijau keabu-abuan, dan permukaan bawahnya berbulu halus serta bersisik kecil. Sori berupa garis pendek di dekat tulang daun, dilindungi indusium coklat yang menempel kuat. Menurut Wang *et al.* (2013) tumbuhan paku terrestrial dengan

deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Diplazium laxifrons* yang memiliki ciri khusus yaitu daun yang cukup tebal dan terasa seperti herba, anak daun yang menempel langsung pada tangkai daun dan bagian luar spora terlihat jelas.



**Gambar 4. 20** *Diplazium laxifrons*; A. Hasil Pengamatan, B. Literatur (iNaturalist, 2025). a. sori; b.pangkal anak daun.

*Diplazium laxifrons* merupakan spesies paku yang tumbuh di hutan yang selalu hijau, yaitu hutan yang tetap rimbun sepanjang tahun. Spesies ini umumnya ditemukan di daerah yang menyediakan kelembaban konstan yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya. *Diplazium laxifrons* dapat hidup pada kisaran ketinggian antara 300 – 2200 mdpl (Wang *et al.*, 2013).

### 21. *Deparia petersenii*

Spesies ini memiliki rimpang panjang dan menjalar, serta ditutupi sisik-sisik tipis dan lebar berwarna coklat. Daunnya tumbuh berkelompok rapat. Stipe hanya bersisik di bagian pangkal. Lamina terbagi satu kali menjadi anak daun dan anak daun itu sendiri terbelah sebagian (1-pinnate-pinnatifid) dan mengecil menuju ujungnya. Anak daun bagian bawah bertangkai, sedangkan anak daun bagian atas menempel langsung pada tulang daun. Anak daun terpanjang terletak di tengah

dengan lekukan yang hampir sama sampai ke tulang daun. Tulang daun utama dan tulang cabangnya ditumbuhi banyak rambut dan permukaan bawah daunnya juga bersisik. Urat daun sederhana atau bercabang dua. Sori berbentuk memanjang, terletak di tengah-tengah urat, sering muncul berpasangan saling membelakangi, dan dilindungi oleh indusium yang tipis dan tepinya utuh. Menurut Field *et al.* (2022) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Deparia petersenii*.

Menurut Wang *et al.* (2013) spesies *Deparia petersenii* memiliki ciri identifikasi yaitu lamina yang seperti herba, rachis dan costae yang ditumbuhi rambut panjang keriting, dan tersebar di permukaan atas serta bawah tulang daun. Pinnae tidak bertumpuk rapat pada batang daun, jumlahnya satu sampai tiga pasang yang tumbuh terpisah. Indusium memiliki tepi yang tampak robek halus dan terdapat bulu halus, biasanya melebar datar menutupi sori.



**Gambar 4. 21** *Deparia petersenii*; A. Hasil Pengamatan, B.Literatur (Jacono, 2015). a. rimpang; b. rambut pada rachis.

*Deparia petersenii* merupakan spesies tumbuhan paku yang dapat tumbuh di berbagai jenis habitat, mulai dari hutan berdaun lebar yang selalu hijau, di dekat

aliran sungai dalam hutan yang lembab hingga lahan terbuka. Spesies ini dapat ditemukan dari dataran rendah hingga mencapai ketinggian sekitar 2500 mdpl, bahkan tercatat tumbuh hingga 3600 mdpl di beberapa daerah (Wang *et al.*, 2013).

## 22. *Selaginella kraussiana*

Spesies ini adalah tumbuhan paku mini yang bisa hijau sepanjang tahun atau hanya musim tertentu. Paku ini merambat di tanah, tumbuh 15-45 cm atau lebih, dengan rhizophore tumbuh di sepanjang batang dan cabang. Batang utama bercabang tidak teratur, berwarna kekuningan, berbentuk agak persegi dan halus. Daun utama berjumlah 10-20 pasang, bercabang dua hingga tiga kali. Daun aksilar berbentuk lonjong tumpul, sementara daun di cabang simetris dan lonjong. Daun dorsal dan ventral tidak simetris, dengan bentuk lonjong-telur, ujung tajam, dan pinggiran bergerigi. Menurut Zhang *et al.* (2013) tumbuhan paku terrestrial dengan deskripsi tersebut termasuk dalam spesies *Selaginella kraussiana*. Ciri khusus dari spesies ini menurut Brownsey & Perrie (2018) yaitu memiliki batang yang menjalar di permukaan tanah dengan percabangan tidak teratur, dan akar yang tumbuh dan menyebar di sepanjang batang.



**Gambar 4. 22 *Selaginella kraussiana***; A. Hasil Literatur, B. Literatur (Brownsey & Perrie, 2018). a. rhizophore.

*Selaginella kraussiana* merupakan salah satu jenis paku yang umumnya tumbuh di lantai hutan pada ekosistem hutan hijau yang selalu lembab. Spesies ini menyukai kondisi lingkungan yang teduh namun dengan sedikit peningkatan intensitas cahaya, biasanya di area hutan yang terdapat celah. Spesies ini dapat ditemukan mulai dari dataran rendah hingga daerah pegunungan dengan ketinggian mencapai 2500 mdpl (Hyde et al., 2025).

## 4.2 Indeks Keanekaragaman, Indeks Dominansi, Indeks Kemerataan, dan Indeks Nilai Penting Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Terrestrial di Jalur Pendakian Gunung Arjuno

### 4.2.1 Indeks Keanekaragaman, Indeks Dominansi, dan Indeks Kemerataan

Indeks keanekaragaman, dominansi, dan kemerataan paku terrestrial memiliki nilai yang berbeda di setiap ketinggian (Tabel 4.2).

**Tabel 4. 2 Nilai Indeks Keanekaragaman, Indeks Dominansi, dan Indeks Kemerataan**

Parameter	1100 mdpl	1250 mdpl	1400 mdpl
Jumlah Individu	155	65	179
Indeks Keanekaragaman	1,78	2,07	2,25
Indeks Dominansi	0,211	0,136	0,128
Indeks Kemerataan	0,59	0,88	0,73

Indeks keanekaragaman tumbuhan paku terrestrial pada setiap ketinggian diperoleh secara keseluruhan menunjukkan nilai  $H' 1 < H' < 3$  yang berarti tergolong kategori sedang. Nilai keanekaragaman tertinggi pada ketinggian 1400 mdpl, dikarenakan jenis paku yang ditemukan paling beragam yaitu sebanyak 13 spesies dengan 179 individu. Beragamnya spesies tumbuhan paku terrestrial di ketinggian 1400 mdpl dikarenakan vegetasi tumbuhan yang mulai rapat sehingga

ekosistemnya stabil. Baderan dkk. (2021) menyatakan bahwa kestabilan suatu komunitas tumbuhan berbanding lurus dengan tingkat keanekaragaman jenis tumbuhan yang ada, semakin stabil komunitas tersebut maka semakin tinggi diversitas tumbuhannya. Nilai keanekaragaman terendah pada ketinggian 1100 mdpl. Rendahnya nilai tersebut disebabkan oleh gangguan, seperti keberadaan perkebunan kopi yang menggantikan vegetasi alami sehingga habitat tumbuhan paku terrestrial berkurang. Menurut Arisandy & Triyanti (2020) rendahnya keanekaragaman jenis tumbuhan terjadi karena Kawasan tempat hidupnya rentan terhadap gangguan.

Analisis indeks dominansi pada tiga ketinggian, terlihat adanya penurunan nilai dominansi seiring bertambahnya ketinggian. Ketinggian 1100 mdpl, nilai indeks dominansi sebesar 0,211 yang menunjukkan bahwa terdapat spesies yang cukup dominan. Sementara itu, pada ketinggian 1250 mdpl dan 1400 mdpl, nilai dominansi menurun menjadi 0,136 dan 0,128, yang menunjukkan bahwa dominansi spesies tertentu berkurang dan lebih merata. Penurunan nilai dominansi tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi tempatnya, keberadaan spesies paku terrestrial menjadi lebih seimbang, tanpa ada spesies yang sangat mendominasi. Menurut Zakiyyah (2020), semakin banyak jumlah spesies maka semakin tinggi nilai keanekaragaman. Sebaliknya jika nilai keanekaragamannya kecil maka didominasi satu atau sedikit spesies. Oleh karena itu, jika nilai keanekaragaman meningkat, maka dominansi akan menurun.

Perbandingan indeks kemerataan di setiap ketinggian menunjukkan nilai yang bervariasi yaitu 0,59 pada 1100 mdpl, 0,88 pada 1250 mdpl, dan 0,73 pada 1400 mdpl. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa kemerataan pada setiap ketinggian

memiliki nilai yang mendekati satu yang mengindikasikan bahwa distribusi spesies di setiap ketinggian semakin merata. Baderan dkk. (2021) menyatakan bahwa nilai pemerataan berada dalam rentang 0 hingga 1, jika nilai indeks yang diperoleh mendekati satu berarti penyebarannya semakin merata dalam suatu komunitas. Menurut Lubis dkk. (2023) indeks pemerataan menggambarkan distribusi individu dari setiap jenis dalam suatu komunitas serta mencerminkan tingkat kestabilannya. Semakin tinggi nilai indeks pemerataan, semakin stabil keanekaragaman jenis yang ada pada komunitas tersebut. Sebaliknya, jika nilai indeks pemerataan rendah, maka stabilitas keanekaragaman jenis dalam komunitas juga menurun.

Adapun hasil uji lanjutan terhadap keanekaragaman dan dominansi pada ketinggian berbeda menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara beberapa ketinggian (Tabel 4.3)

**Tabel 4. 3 Hasil Uji Lanjutan T-Test (P-Value)**

<b>Uji T-Diversity</b>	<b><i>P-Value</i> Keanekaragaman</b>	<b><i>P-Value</i> Dominansi</b>	<b>Keterangan</b>
1100 & 1250 mdpl	0,00076676	0,00041446	Berbeda signifikan
1100 & 1400 mdpl	0,53315	0,46427	Tidak berbeda signifikan
1250 & 1400 mdpl	0,0028793	0,0024248	Berbeda signifikan

Perbandingan antara 1100 mdpl dan 1250 mdpl didapatkan nilai *P-Value* untuk keanekaragaman 0,00076676 dan untuk dominansi sebesar 0,00041446, yang mana keduanya memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada keanekaragaman dan dominansi spesies antara kedua ketinggian tersebut. Hasyim et al. (2024) menyatakan bahwa nilai *P-Value* dapat menunjukkan signifikansi keanekaragaman spesies antara lingkungan atau wilayah berbeda. Jika nilai *P-Value* kecil (kurang dari 0,05), maka hipotesis nol dapat ditolak, yang berarti terdapat perbedaan yang

signifikan dalam keanekaragaman spesies antara dua lingkungan yang dibandingkan begitu pula sebaliknya.

Perbandingan antara 1100 mdpl dan 1400 mdpl menunjukkan *P-Value* sebesar 0,53315 untuk keanekaragaman dan 0,46427 untuk dominansi, yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan di antara keduanya. Sementara itu, pada perbandingan antara ketinggian 1250 mdpl dan 1400 mdpl, memiliki nilai *P-Value* keanekaragaman sebesar 0,0028793 dan dominansi sebesar 0,0024248, yang menunjukkan bahwa kedua ketinggian tersebut memiliki perbedaan yang signifikan secara statistik.

#### 4.2.2 Indeks Nilai Penting

Indeks Nilai Penting (INP) di setiap ketinggian menunjukkan adanya spesies yang mendominasi serta spesies dengan jumlah yang lebih rendah dalam komunitas tumbuhan paku terrestrial (Tabel 4.3).

**Tabel 4. 4 Hasil Indeks Nilai Penting di masing-masing ketinggian**

Nama Spesies	INP (%)		
	1100 mdpl	1250 mdpl	1400 mdpl
<i>Doryopteris concolor</i>	<b>2,03*</b>	-	-
<i>Pityrogramma calomelanos</i>	30,76	19,23	5,31
<i>Adiantum raddianum</i>	9,43	-	-
<i>Adiantum hispidulum</i>	4,07	-	-
<i>Pteris ensiformis</i>	32,5	26,92	<b>2,10*</b>
<i>Pteris biaurita</i>	34,18	25,77	3,64
<i>Pteris fauriei</i>	-	-	21,12
<i>Pteris vittata</i>	-	<b>8,08*</b>	-
<i>Coniogramme intermedia</i>	-	-	5,73
<i>Christella dentata</i>	<b>67,53**</b>	24,81	2,66
<i>Chingia forex</i>	10,07	<b>40**</b>	-
<i>Cyclosorus interruptus</i>	-	-	20,98
<i>Nephrolepis cordifolia</i>	5,36	-	-
<i>Deparia petersenii</i>	4,07	-	8,95
<i>Dryopteris filix-mas</i>	-	15,19	-
<i>Athyrium filix-femina</i>	-	-	18,61

<i>Dryopteris varia</i>	-	-	13,43
<i>Arachniodes aristata</i>	-	-	25,59
<i>Pteridium aquilinum</i>	-	30,38	-
<i>Dicranopteris linearis</i>	-	9,62	-
<i>Diplazium laxifrons</i>	-	-	33,71
<i>Selaginella kraussiana</i>	-	-	<b>38,17**</b>
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>

Keterangan: \*:Terendah; \*\*:Tertinggi

INP tertinggi pada ketinggian 1100 mdpl yaitu spesies *Christella dentata* dengan nilai 67,53%, pada ketinggian 1250 mdpl spesies *Chingia forex* dengan nilai 40%, dan pada ketinggian 1400 mdpl spesies *Selaginella kraussiana* dengan nilai 38,17%, menunjukkan bahwa masing-masing spesies ini memiliki dominasi yang tinggi dalam komunitas. Sedangkan INP terendah pada ketinggian 1100 mdpl yaitu spesies *Doryopteris concolor* dengan nilai 2,03%, ketinggian 1250 mdpl spesies *Pteris vittata* dengan nilai 8,08%, dan di ketinggian 1400 mdpl spesies *Pteris ensiformis* dengan nilai 2,10%. Rendahnya nilai INP tersebut menunjukkan bahwa keberadaan yang lebih terbatas. Menurut Lubis dkk. (2023) tumbuhan dengan Indeks Nilai Penting tertinggi menunjukkan bahwa pertumbuhannya tersebar secara merata, memiliki jumlah individu yang banyak, serta lebih mendominasi dibandingkan spesies lainnya. Sebaliknya, jika INP rendah maka penyebaran pertumbuhannya cenderung terbatas.

Perbedaan nilai INP di setiap ketinggian menunjukkan adanya variasi dominansi spesies tumbuhan paku terrestrial di jalur pendakian Gunung Arjuno dari Pos 1 Gua Ontobugo sampai Putuk Lesung, yang kemungkinan dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang ada. Pradipta dkk. (2023) menyatakan bahwa faktor lingkungan memiliki peran penting dalam pertumbuhan tumbuhan paku terrestrial karena berpengaruh terhadap perkembangannya. Beberapa faktor lingkungan yang

mempengaruhi pertumbuhan tersebut meliputi intensitas cahaya, ketinggian tempat, suhu, pH, dan kelembapan tanah. Di antara faktor tersebut, ketinggian tempat menjadi salah satu faktor lingkungan yang menentukan jumlah jenis tumbuhan paku di suatu tempat. Sianturi dkk. (2020) juga menyatakan bahwa dalam kondisi lingkungan ekstrim seperti perubahan iklim, karakteristik tanah, dan ketinggian maka jumlah spesies tumbuhan tumbuhan paku akan berkurang sehingga hanya satu atau dua spesies yang mampu bertahan dan mendominasi.

#### 4.3 Pola distribusi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Terrestrial di Jalur Pendakian Gunung Arjuno

Nilai Indeks Morisita Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Terrestrial pada gradien ketinggian di jalur pendakian Gunung Arjuno dari pos 1 Gua Ontobugo sampai Putuk Lesung ditunjukkan pada tabel 4.4 sebagai berikut:

**Tabel 4. 5 Pola Distribusi Tumbuhan Paku (Pteridophyta).**

Ketinggian	Nama Spesies	Id	X <sub>hitung</sub>	X <sub>tabel</sub>	Pola Distribusi
1100 mdpl	<i>Doryopteris concolor</i>	$\infty$	49	66,33	Seragam
	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	3,804	113,5	66,33	Mengelompok
	<i>Adiantum raddianum</i>	3,333	60,667	66,33	Mengelompok
	<i>Adiantum hispidulum</i>	0	48	66,33	Acak
	<i>Pteris ensiformis</i>	7,634	248,032	66,33	Mengelompok
	<i>Pteris biaurita</i>	2,667	89	66,33	Mengelompok
	<i>Christella dentata</i>	1,887	95,113	66,33	Mengelompok
	<i>Chingia forex</i>	7,143	85,857	66,33	Mengelompok
	<i>Nephrolepis cordifolia</i>	25	121	66,33	Mengelompok
	<i>Deparia petersenii</i>	0	48	66,33	Acak
1250 mdpl	<i>Christella dentata</i>	5,357	79,5	66,33	Mengelompok
	<i>Chingia forex</i>	4,444	80	66,33	Mengelompok
	<i>Pteridium aquilinum</i>	5,556	90	66,33	Mengelompok
	<i>Pteris biaurita</i>	2,381	57,286	66,33	Mengelompok

	<i>Pteris vittata</i>	0	48	66,33	Acak
	<i>Pteris ensiformis</i>	20	239	66,33	Mengelompok
	<i>Dryopteris filix-mas</i>	15	105	66,33	Mengelompok
	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	6,667	77,333	66,33	Mengelompok
	<i>Dicranopteris linearis</i>	16,667	80,333	66,33	Mengelompok
1400 mdpl	<i>Deparia petersenii</i>	9,772	118,778	66,33	Mengelompok
	<i>Athyrium filix-femina</i>	2,198	64,571	66,33	Mengelompok
	<i>Diplazium laxifrons</i>	1,282	56,333	66,33	Mengelompok
	<i>Cyclosorus interruptus</i>	3,947	105	66,33	Mengelompok
	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	23,333	160,667	66,33	Mengelompok
	<i>Dryopteris varia</i>	2,222	60	66,33	Mengelompok
	<i>Christella dentata</i>	50	147	66,33	Mengelompok
	<i>Pteris biaurita</i>	16,667	80,333	66,33	Mengelompok
	<i>Pteris ensiformis</i>	50	98	66,33	Mengelompok
	<i>Pteris fauriei</i>	0,952	48,333	66,33	Mengelompok
	<i>Coniogramme intermedia</i>	10	85	66,33	Mengelompok
	<i>Arachniodes aristata</i>	2,767	87,87	66,33	Mengelompok
	<i>Selaginella kraussiana</i>	2,962	129,429	66,33	Mengelompok

Pola distribusi tumbuhan paku terrestrial pada gradien ketinggian di jalur pendakian Gunung Arjuno dari pos 1 Gua Ontobugo sampai Putuk Lesung memiliki variasi pola sebaran di setiap ketinggian. Ketinggian 1100 mdpl memiliki nilai Indeks Morisita (Id) antara 0-∞ dengan 7 spesies dengan pola distribusi mengelompok, 2 spesies pola distribusi acak dan 1 spesies pola distribusi seragam. Ketinggian 1250 mdpl memiliki nilai Indeks Morisita (Id) antara 0-16,667 dengan pola distribusi keseluruhan mengelompok kecuali spesies *Pteris vittata* memiliki pola distribusi acak. Ketinggian 1400 mdpl memiliki nilai Indeks Morisita (Id) antara 0-50 dengan semua spesies memiliki pola distribusi mengelompok. Hal tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar spesies memiliki pola distribusi yang

mengelompok dan hanya sedikit spesies yang tersebar secara seragam atau acak. Katili (2013) menyatakan bahwa pola penyebaran mengelompok merupakan pola yang paling sering ditemukan di alam. Pola ini umum terjadi karena adanya kesamaan kebutuhan terhadap faktor lingkungan tertentu. Menurut Mardiyanti dkk. (2013) pola pertumbuhan yang membentuk rumpun serta cara perkembangbiakan melalui stolon atau rimpang menyebabkan tumbuhan cenderung mempunyai pola sebaran yang berkelompok.

Spesies *Deparia petersenii* menunjukkan variasi pola distribusi pada ketinggian yang berbeda. Ketinggian 1100 mdpl spesies ini memiliki pola distribusi acak dengan nilai Indeks Morisita (Id) sebesar 0, yang menunjukkan bahwa distribusinya tidak memiliki pola tertentu. Astuti dkk. (2017) menyatakan bahwa *Deparia petersenii* adalah paku terrestrial yang dapat tumbuh di lingkungan dengan tingkat naungan yang tidak terlalu rapat mulai dari daratan rendah hingga ketinggian tertentu. Pernyataan tersebut sesuai dengan lokasi ditemukannya spesies tersebut di ketinggian 1100 mdpl yaitu di perkebunan kopi di mana naungan tidak terlalu rapat sehingga sinar matahari masih dapat menembus. Sedangkan pada ketinggian 1400 spesies *Deparia petersenii* memiliki pola distribusi mengelompok dengan nilai Indeks Morisita (Id) lebih tinggi yaitu 9,772. Pola ini kemungkinan terjadi karena kondisi lingkungan pada ketinggian tersebut memiliki vegetasi yang semakin rapat sehingga lebih mendukung pengelompokan. Menurut Katili (2013) Tumbuhan paku di hutan umumnya tumbuh di area yang ternaungi dari paparan panas dan angin kencang. Hutan yang tertutup ditandai dengan rendahnya intensitas cahaya serta kelembaban yang tinggi, sehingga mendukung pola penyebaran tumbuhan paku secara mengelompok.

#### 4.4 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tumbuhan Paku Terrestrial

Faktor lingkungan yang diukur dari masing-masing gradien ketinggian yang terdiri dari suhu udara, pH tanah, intensitas Cahaya, dan kelembaban tanah dapat dilihat pada tabel 4.5 sebagai berikut:

**Tabel 4. 6 Pengukuran Faktor Lingkungan di Masing-Masing Gradien Ketinggian di Jalur Pendakian Gunung Arjuno mulai Pos 1 Gua Ontobugo sampai Putuk Lesung**

No	Parameter Lingkungan	Ketinggian			Rata-rata
		1100	1250	1400	
1	Suhu (°C)	27,7 °C	25,1°C	25,6 °C	26,1°C
2	Kelembapan Udara (%)	70,9%	70,1%	75,5%	72,2%
3	pH Tanah	7,86	7,82	7,86	7,85
4	Intensitas Cahaya (lux)	759,2	828,8	472,2	686,7
5	Kelembaban Tanah (%)	2,24%	2,36%	3,12%	2,45%

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran faktor lingkungan memiliki nilai yang beragam. Pengukuran suhu udara memiliki kisaran 25,1°C – 27,7°C, sesuai dengan Ulfah et al. (2023), pteridophyta umumnya tumbuh di lingkungan yang lembab dengan suhu antara 21-27°C pada berbagai ketinggian dan jenis habitat, termasuk perairan, daratan, maupun sebagai epifit. Sedangkan kelembaban udara yang didapatkan sekitar 70,1% - 75,5% dari setiap ketinggian. Majid dkk. (2022) menyatakan bahwa tingkat kelembapan udara yang optimal untuk pertumbuhan tumbuhan paku berada dalam rentang 50% - 80%. Kondisi kelembaban di hutan tropis sangat mendukung proses fotosintesis yang berperan penting pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, terutama bagi tumbuhan paku.

Pengukuran pH tanah pada setiap ketinggian memiliki kisaran 7,82 – 7,86. Hal tersebut sesuai dengan Wahyuningsih dkk. (2019), tumbuhan paku

(Pteridophyta) tumbuh optimal dalam suhu yang sejuk dengan tingkat kelembapan tinggi serta kondisi pH tanah berkisar antara 6-7, di mana pH tanah berperan dalam proses penyerapan nutrisi dan pertumbuhan, termasuk dampaknya terhadap keberadaan zat beracun serta ketersediaan unsur hara. Sementara itu hasil pengukuran kelembapan tanah memiliki kisaran 2,24% - 3,12%, yang berarti sesuai dengan pernyataan Pramudita dkk. (2021) bahwa kondisi lingkungan yang diamati pada Kawasan Bukit Botak STL Ulu Terawas memiliki kisaran kelembapan tanah yang toleran untuk pertumbuhan dan perkembangan paku yaitu 2-9%. Menurut Luckita dkk. (2021), kelembapan tanah sebesar 3% merupakan batas minimum yang masih dapat diterima oleh tumbuhan paku untuk tumbuh, sedangkan tingkat kelembapan relatif yang ideal bagi pertumbuhan paku umumnya berada dalam kisaran 6-8%.

Pengukuran Intensitas cahaya di masing-masing ketinggian memiliki hasil yang berbeda. Ketinggian 1250 mdpl memiliki intensitas cahaya terbesar yaitu 828,8 lux. Hal tersebut dikarenakan banyaknya pohon kering di sisi kiri jalur serta keberadaan perkebunan kopi di sisi kanan yang memungkinkan tumbuhan paku terkena sinar matahari langsung. Sebaliknya di ketinggian 1400 mdpl memiliki intensitas cahaya terendah yaitu sebesar 472,2 lux. Faktor utama yang mempengaruhi kondisi ini adalah vegetasi yang semakin rapat, sehingga sinar matahari sulit menembus vegetasi yang ada di bawah. Binawati & Ajiningrum (2023) menyatakan bahwa kanopi yang luas dan rapat dapat mempengaruhi intensitas cahaya matahari, menyebabkan area yang tertutup kanopi memiliki suhu lebih rendah, kelembapan lebih tinggi, dan kondisi yang lebih basah. Menurut Majid dkk. (2022) tumbuhan paku tumbuh optimal dalam kondisi yang ternaungi

dengan intensitas cahaya ideal untuk pertumbuhannya berada dalam kisaran 200-600 fc.

Korelasi faktor lingkungan dengan tumbuhan bertujuan untuk mengetahui arah keeratan hubungan antara dua variabel (Fitria dkk., 2019). Nilai korelasi berada diantara dua variabel yang berada pada rentang angka -1 hingga 1. Nilai korelasi -1 berarti hubungan negatif sempurna dua variabel, nilai korelasi 0 artinya kedua variabel tersebut tidak berhubungan, nilai korelasi 1 berarti adanya hubungan positif sempurna dua variabel (Tyastirin & Hidayati, 2017). Analisis korelasi menunjukkan hubungan yang bervariasi antara jumlah spesies tumbuhan paku terrestrial dengan faktor-faktor lingkungan yang diukur (Tabel 4.6).

**Tabel 4. 7 Hasil korelasi jumlah spesies tumbuhan paku terrestrial dengan faktor lingkungan.**

Nama Spesies	Faktor Lingkungan				
	pH	Kelembapan Tanah	Intensitas Cahaya	Suhu	Kelembaban Udara
<i>Doryopteris concolor</i>	-0,890	0,645	<b>0,988</b>	-0,277	-0,376
<i>Pityrogramma calomelanos</i>	-0,928	0,572	0,970	-0,363	-0,459
<i>Adiantum raddianum</i>	-0,495	-0,735	-0,109	-0,972	-0,942
<i>Adiantum hispidulum</i>	-0,890	0,645	<b>0,988</b>	-0,277	-0,376
<i>Pteris ensiformis</i>	-0,890	0,645	<b>0,988</b>	-0,277	-0,376
<i>Pteris biaurita</i>	-0,890	0,645	<b>0,988</b>	-0,277	-0,376
<i>Pteris fauriei</i>	-0,890	0,645	<b>0,988</b>	-0,277	-0,376
<i>Pteris vittata</i>	<b>-0,986</b>	0,382	0,896	-0,556	-0,640
<i>Coniogramme intermedia</i>	-0,955	0,505	0,948	-0,437	-0,529
<i>Christella dentata</i>	0,706	0,531	-0,157	<b>1,000</b>	<b>0,997</b>
<i>Chingia ferox</i>	0,050	<b>-0,984</b>	-0,626	-0,693	-0,614
<i>Cyclosorus interruptus</i>	0,050	<b>-0,984</b>	-0,626	-0,693	-0,614
<i>Nephrolepis cordifolia</i>	0,050	<b>-0,984</b>	-0,626	-0,693	-0,614
<i>Dryopteris filix-mas</i>	0,840	0,340	-0,362	0,971	0,991

<i>Athyrium filix-femina</i>	0,840	0,340	-0,362	0,971	0,991
<i>Dryopteris varia</i>	0,840	0,340	-0,362	0,971	0,991
<i>Arachniodes aristata</i>	0,840	0,340	-0,362	0,971	0,991
<i>Pteridium aquilinum</i>	0,840	0,340	-0,362	0,971	0,991
<i>Dicranopteris linearis</i>	0,840	0,340	-0,362	0,971	0,991
<i>Diplazium laxifrons</i>	0,840	0,340	-0,362	0,971	0,991
<i>Deparia petersenii</i>	0,840	0,340	-0,362	0,971	0,991
<i>Selaginella kraussiana</i>	0,840	0,340	-0,362	0,971	0,991

Hubungan paku terrestrial dengan pH menunjukkan korelasi yang negatif dengan nilai koefisien tertinggi yaitu pada *Pteris vittata* sebesar -0,986. Hal tersebut menunjukkan bahwa spesies tersebut dapat hidup pada substrat yang memiliki pH lebih asam, karena keberadaannya berbanding terbalik dengan peningkatan pH. Gavilán (2020) menyatakan bahwa *Pteris vittata* biasanya ditemukan di daerah yang terganggu atau kawasan perkotaan, umumnya tumbuh pada substrat kapur, termasuk di dinding bangunan, retakan trotoar, dan makam.

Analisis korelasi dari aspek kelembaban tanah menunjukkan nilai koefisien tertinggi pada spesies *Chingia ferox*, *Cyclosorus interruptus*, dan *Nephrolepis cordifolia* yaitu sebesar -0,984. Hal tersebut menunjukkan korelasi yang negatif, yang artinya bahwa spesies-spesies tersebut dapat tumbuh dalam kondisi kelembaban tanah agak kering. Menurut Schmidt *et al.* (2024) tumbuhan paku yang dapat hidup di tempat-tempat kering memiliki kemampuan fisiologis yang fleksibel, artinya mereka bisa menyesuaikan diri dengan berbagai kondisi kelembaban tanah yang sangat berbeda-beda, mulai dari yang sangat kering sampai yang cukup lembab.

Korelasi spesies tumbuhan paku terrestrial terhadap intensitas cahaya menunjukkan nilai koefisien tertinggi pada spesies *Doryopteris concolor*, *Adiantum hispidulum*, *Pteris ensiformis*, *Pteris biaurita*, dan *Pteris fauriei* yaitu sebesar 0,988. Hal tersebut menunjukkan korelasi positif yang artinya intensitas cahaya berbanding lurus dengan spesies-spesies tersebut dan mengindikasikan preferensi terhadap habitat dengan intensitas cahaya yang tinggi. Intensitas cahaya pada lokasi penelitian berkisar 472,2 – 828,8 lux, yang mana sedikit lebih tinggi dari rentang optimal menurut Majid dkk. (2022) yaitu berkisar 200 – 600 fc. Meskipun demikian, rentang intensitas cahaya pada lokasi penelitian masih mendukung pertumbuhan spesies-spesies paku tersebut.

Analisis korelasi antara spesies tumbuhan paku dengan suhu menunjukkan nilai koefisien tertinggi yaitu pada spesies *Christella dentata* yaitu sebesar 1. Hal tersebut menunjukkan nilai korelasi positif, yang artinya suhu berbanding lurus dengan spesies *Christella dentata* dan menunjukkan bahwa spesies tersebut sangat dipengaruhi oleh suhu. Menurut Nasrandi dkk. (2022) Suhu merupakan faktor lingkungan yang sangat berpengaruh baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap organisme hidup. Suhu dapat mempengaruhi kehidupan tumbuhan bila suhu lingkungan berada di atas atau di bawah kisaran toleransinya. Suhu dapat menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan suatu vegetasi.

Hasil analisis korelasi dari aspek kelembaban udara menunjukkan nilai koefisien tertinggi pada spesies *Christella dentata* yaitu sebesar 0,997. Hal tersebut menunjukkan korelasi yang positif, yang artinya bahwa tumbuhan paku dapat tumbuh dalam kondisi kelembaban yang tinggi. Menurut Darmansyah dkk. (2024), tanaman paku cenderung menyukai suhu yang sejuk dan kelembaban yang tinggi.

Kondisi lingkungan dengan kelembaban tinggi membantu tumbuhan paku menjaga keseimbangan air dalam jaringan tubuhnya.

#### 4.5 Kajian Keislaman Keanekaragaman dan Pola Distribusi Tumbuhan Paku Terestrial

Segala kehidupan makhluk di bumi telah ditetapkan oleh Allah SWT dalam al-Qur'an, termasuk bagaimana alam mempengaruhi kelangsungan hidup makhluk-Nya. Salah satu aspek yang diatur adalah keanekaragaman tumbuhan, di mana setiap ekosistem memiliki jumlah dan jenis yang berbeda-beda. Termasuk keberagaman tumbuhan paku (Pteridophyta) terrestrial di jalur pendakian Gunung Arjuno dari pos 1 Gua Ontobugo sampai Putuk Lesung. Allah berfirman dalam Q.S Fathir [35]: 27 sebagai berikut:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ  
بَيْضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَعَرَايِبُ سُودٌ

Artinya: “*Tidakkah kamu melihat bahwasanya Allah menurunkan hujan dari langit lalu Kami hasilkan dengan hujan itu buah-buahan yang beranekaragam macam jenisnya. Dan di antara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat.*”

Tafsir jalalain, Q.S Fathir [35]: 27 menjelaskan bahwasanya Allah menurunkan hujan dari langit, yang kemudian menghasilkan beragam jenis buah-buahan dengan variasi warna seperti hijau, merah, dan kuning (Al-Mahalli & Al-Suyuthi, 2017). Sementara itu, dalam tafsir Ibnu Katsir dijelaskan bahwa kesempurnaan kekuasaan Allah SWT terlihat dalam penciptaan makhluk yang begitu beragam dan semuanya berasal dari air hujan yang diturunkan-Nya dari langit. Dari air tersebut tumbuh berbagai macam buah dengan warna yang beragam,

seperti kuning, merah, hijau, dan putih, serta memiliki rasa dan aroma yang berbeda-beda. Lafal “*Judadun*” merupakan bentuk jamak dari lafal *juddah* yang berarti keberagaman dalam bentuk dan jenis (Al-Khalidi, 2017). Hal ini juga sesuai dengan habitat tumbuhan paku terrestrial yang membutuhkan lingkungan dengan kelembaban tinggi serta curah hujan yang cukup untuk bertahan dan berkembang.

Hasil penelitian juga menjelaskan bahwa keanekaragaman tumbuhan paku terrestrial memiliki persebaran yang bervariasi yaitu tersebar secara mengelompok, acak, dan seragam. Hal tersebut terjadi disebabkan karena adanya perbedaan lingkungan abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan paku. Allah SWT berfirman dalam Q.S al-Kahf [18]: 45:

وَاضْرِبْ لَهُم مَّثَلًا الْحَيَاةَ الدُّنْيَا كَمَا أَنزَلْنَاهُ مِنَ السَّمَاءِ فَاخْتَلَطَ بِهِ نَبَاتُ الْأَرْضِ فَأَصْبَحَ  
هَشِيمًا تَذْرُوهُ الرِّيْحُ وَكَانَ اللَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ مُّقْتَدِرًا

Artinya: “Dan buatlah untuk mereka (manusia) perumpamaan kehidupan dunia ini, ibarat air (hujan) yang Kami turunkan dari langit, sehingga menyuburkan tumbuh-tumbuhan di bumi, kemudian (tumbuh-tumbuhan) itu menjadi kering yang diterbangkan oleh angin. Dan Allah Mahakuasa atas segala sesuatu.”

Lajnah Pentashihan Mushaf al-Qur’an Kementrian Agama Republik Indonesia (2011) dalam tafsir Ilmi, Q.S al-Kahf [18]: 45 menjelaskan bahwa air memiliki peran penting dalam pertumbuhan tumbuhan. Ketika hujan turun di lahan kering yang tidak ditumbuhi tanaman atau dapat disebut “lahan mati” karena tidak adanya kehidupan, maka air hujan tersebut dapat menghidupkannya kembali. Menurut tafsir Al Misbah, kata (اِخْتَلَطَ) *ikhtalatha* berarti tumbuh dengan subur dan berkembang. Dengan demikian, kata *bihi* dipahami sebagai sesuatu yang disebabkan oleh air, yaitu hujan yang diturunkan Allah dari langit, yang kemudian membuat tumbuhan tumbuh subur dan berkembang (Shihab, 2002). Ayat ini

menunjukkan bahwa faktor lingkungan yang berperan adalah air hujan, di mana curah hujan yang cukup menciptakan kelembaban yang mendukung pertumbuhan tumbuhan paku.

Selain air hujan, faktor lingkungan yang mempengaruhi persebaran tumbuhan paku terrestrial adalah angin atau udara. Allah berfirman dalam Q.S al-Hijr [15]: 22 sebagai berikut:

وَأَرْسَلْنَا الرِّيحَ لَوَاقِحَ فَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَاسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا أَنْتُمْ لَهُ بِخَازِنِينَ

Artinya: *“Dan Kami telah meniupkan angin untuk mengawinkan (tumbuh-tumbuhan) dan Kami turunkan hujan dari langit, lalu kami beri minum kamu dengan air itu, dan sekali-kali bukanlah kamu yang menyimpannya.”*

Dalam Q.S al-Hijr [15]: 22 dijelaskan bahwa anginlah yang membawa benih-benih yang menyebabkan kesuburan dan penyerbukan serta penyebaran tumbuhan ke berbagai belahan bumi (Athiyah, 2017). Sebagai faktor lingkungan, udara memiliki peran penting dalam proses penyerbukan tumbuhan, termasuk tumbuhan paku yang penyebarannya bergantung pada angin. Angin membantu membawa spora tumbuhan paku ke berbagai wilayah yang memungkinkan persebarannya terjadi secara luas dan bervariasi tergantung pada kondisi iklim serta kelembaban suatu daerah.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Jenis -jenis tumbuhan paku (Pteridophyta) terrestrial yang ditemukan dari pos 1 Gua Ontobugo sampai Putuk Lesung yaitu sebanyak 22 spesies dari 8 famili yang berbeda. Tumbuhan paku terrestrial pada ketinggian 1400 mdpl banyak ditemukan *Selaginella kraussiana*, ketinggian 1250 mdpl spesies *Chingia ferox* dan pada ketinggian 1100 paling banyak spesies *Christella dentata*.
2. Nilai indeks keanekaragaman tumbuhan paku terrestrial di setiap ketinggian tergolong sedang, dengan adanya spesies dominan pada tiap ketinggian. Distribusi spesies cenderung merata di semua ketinggian. INP tertinggi pada spesies *Christella dentata* (67,53%) di 1100 mdpl, *Chingia ferox* (40%) di 1250 mdpl, dan *Selaginella kraussiana* (38,17%) di 1400 mdpl. Sementara itu, INP terendah oleh spesies *Doryopteris concolor* (2,03%) di 1100 mdpl, *Pteris vittata* (8,08%) di 1250 mdpl, dan *Pteris ensiformis* (2,10%) di 1400 mdpl
3. Pola distribusi Tumbuhan paku (Pteridophyta) terrestrial di setiap ketinggian cenderung mengelompok, di mana dengan pola yang mengelompok dapat meningkatkan peluang tumbuhnya individu baru didekatnya.
4. Data faktor lingkungan yang diperoleh di setiap ketinggian yaitu suhu 25,1 – 27,7°C, kelembaban udara 70,1 - 75,5%, pH tanah 7,82 - 7,86, intensitas cahaya 472,2 – 828,8 lux, dan kelembaban tanah 2,24 – 3,12 %.

## 5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini yaitu pihak pengelola diharapkan dapat menjaga kelestarian spesies paku yang langka atau endemik. Selain itu, edukasi kepada para pendaki dan masyarakat sekitar mengenai pentingnya menjaga kelestarian tumbuhan paku dan ekosistem di jalur pendakian perlu ditingkatkan, mengingat peran tumbuhan paku sebagai indikator lingkungan. Pemantauan berkala terhadap populasi tumbuhan paku di setiap gradien ketinggian juga penting dilakukan guna mengidentifikasi perubahan yang mungkin terjadi akibat aktivitas manusia atau perubahan iklim.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abotsi K., Radji A., Rouhan G., Dubuisson J., Kokou K. (2015). The Pteridaceae family diversity in Togo. *Biodiversity Data Journal*, 3, e5078. <https://doi.org/10.3897/BDJ.3.e5078>.
- Afriani, R. 2020. Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Kelurahan Kapuas Kiri Hilir. *Edumedia: Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 4(2).
- Agatha, S. M., Safitri, K. A., Pulungan, A., Maskana, & Sedayu, A. (2019). *Panduan lapangan paku-pakuan (Pteridophyta) di Taman Margasatwa Ragunan*. Jakarta: Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta.
- Akbar, H. K., Muhimmatin, I., & Nugrahani, M. P. (2023). Keanekaragaman tumbuhan paku (pteridophyta) di Kawasan Wisata Air Terjun Kalibendo Banyuwangi. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 14(1), 90-101. <http://dx.doi.org/10.24127/bioedukasi.v14i1.7777>.
- Al-Jazairi, S.A.B.J. 2007. Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar Jilid 2 dan 4. Jakarta: Darus Sunnah.
- Al-Jazairi, Syaikh Abu Bakar Jabir. 2007. Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar Jilid 2. Jakarta: Darus Sunnah Press.
- Al-Khalidi, Shalah'Abdul Fattah, DR. (2017). *Mudah Tafsir Ibnu Katsir; Shahih, sistematis, Lengkap, Tafsir Ibnu Katsir Julid 5 Terj*. Engkos Kosasih dkk. Jakarta: Maghfirah Pustaka.
- Al-Mahalli & Al-Suyuthi. (2017). *Tafsir Jalalain Terj*. Abu Firly Bassam. Jawa Barat: Fathan.
- 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.
- Arisandy, D. A., & Triyanti, M. (2020). Keanekaragaman jenis vegetasi di Bukit Cogong Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 3(1), 40-49. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v3i1.1241>.
- Astuti, F. K., Murningsih, M., & Jumari, J. (2017). Keanekaragaman jenis tumbuhan paku (pteridophyta) di jalur pendakian selo kawasan taman nasional gunung merbabu, jawa tengah. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 20(1), 25-30. <https://doi.org/10.14710/bioma.20.1.25-30>.
- Athiyah, C. N. U. (2017). Pelestarian lingkungan hidup dalam perspektif hadis. *Jurnal Bimas Islam*, 10(2), 321-354. <http://dx.doi.org/10.21043/riwayah.v1i2.1802>.
- Baderan, D. W. K., Rahim, S., Angio, M., & Salim, A. B. (2021). Keanekaragaman, pemerataan dan kekayaan spesies tumbuhan dari geosite potensial benteng otanaha sebagai rintisan pengembangan geopark provinsi Gorontalo. *Al-Kaunyah: Jurnal Biologi*, 14(2), 264-274. <https://doi.org/10.15408/kaunyah.v14i2.16746>.
- Binawati, D. K., & Ajiningrum, P. S. (2023). Keanekaragaman tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Pundak Kabupaten Mojokerto. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 17(3), 310-315. <https://doi.org/10.24252/teknoains.v17i3.38482>.
- Bingham, M. G., Willemen, A., Wightman, N., Wursten, B. T., Ballings, P., & Hyde, M. A. (2025, June 1). Flora of Zambia: *Pteridium*

- aquilinum*. [https://www.zambiaflora.com/speciesdata/species.php?species\\_id=101330](https://www.zambiaflora.com/speciesdata/species.php?species_id=101330).
- Brent, H.T. (2021, June 1). Ferns of the world – *Dryopteris filix-mas*. <https://www.fernsoftheworld.com/2021/06/25/dryopteris-filix-mas-3/>.
- Brownsey, P. J., & Perrie, L. R. (2015, May 8). Flora of new zealand online-*Dicranopteris linearis*. <https://www.nzflora.info/factsheet/Taxon/Dicranopteris-linearis.html>.
- Brownsey, P. J., & Perrie, L. R. (2018, May 8). Flora of New Zealand Online-*Selaginella kraussiana*. <https://www.nzflora.info/factsheet/Taxon/Selaginella-kraussiana.html>.
- Brownsey, P. J., & Perrie, L. R. (2019, April 30). Flora of New Zealand Online-*Nephrolepis cordifolia*. <https://www.nzflora.info/factsheet/Taxon/Nephrolepis-cordifolia.html>.
- Brownsey, P. J., & Perrie, L. R. (2021, April 27). Flora of New Zealand Online-*Adiantum raddianum*. <https://www.nzflora.info/factsheet/taxon/Adiantum-raddianum.html>.
- Brownsey, P. J., & Perrie, L. R. (2021, April 27). Flora of New Zealand Online-*Adiantum hispidulum*. <https://www.nzflora.info/factsheet/Taxon/Adiantum-hispidulum.html>.
- Brownsey, P. J., & Perrie, L. R. (2021, April 30). Flora of New Zealand Online-*Dryopteris filix-mas*. <https://www.nzflora.info/factsheet/Taxon/Dryopteris-filix-mas.html>.
- Brownsey, P. J., & Perrie, L. R. (2021, April 30). Flora of New Zealand Online-*Arachniodes aristata*. <https://www.nzflora.info/factsheet/Taxon/Arachniodes-aristata.html>.
- Brownsey, P. J., & Perrie, L. R. (2021, May 8). Flora of New Zealand Online-*Pteris vittata*. <https://www.nzflora.info/factsheet/Taxon/Pteris-vittata.html>.
- Brownsey, P. J., & Perrie, L. R. (2022, April 30). Flora of New Zealand Online-*Christella dentata*. <https://www.nzflora.info/factsheet/taxon/Christella-dentata.html>.
- Brownsey, P. J., & Perrie, L. R. (2022, April 30). Flora of New Zealand Online-*Cyclosorus interruptus*. <https://www.nzflora.info/factsheet/Taxon/Cyclosorus-interruptus.html>.
- Brownsey, P.J., & Perrie, L.R. (2018, April 30). Flora of New Zealand Online-*Athyrium filix-femina*. <https://www.nzflora.info/factsheet/Taxon/Athyrium-filix-femina.html>.
- Buddenhagen, C. (2013, May 8). *Cyclosorus parasiticus* (parasitic maiden fern). CABI Compendium. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.120368>.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2008). *Biologi Edisi 8 Jilid 2*. Erlangga: PT Gelora Aksara Pratama.
- Darmansyah, Ekyastuti, W., & Arbiastutie, Y. (2024). Keanekaragaman jenis tumbuhan paku terrestrial (Pteridophyta) di areal bukit raya putri serayi desa jawai laut kecamatan jawai Selatan kabupaten sambas. *Jurnal Hutan Lestari*, 12(3), 673-684. <https://doi.org/10.26418/jhl.v12i3.57618>.
- Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur. (2025, March 12). <https://tahurarsoerjo.dishut.jatimprov.go.id/sub/owa/arjuno.php?via=arjuno>.

- Djufri, D. (2002). Determination of distribution pattern, association, and interaction of plant species particularly the grassland in Baluran National Park, East Java. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 3(1). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d030103>.
- Efendi, M., & Lailaty, I.Q. (2016). Warta Kebun Raya: *Pteris ensiformis* Burm.f Potensi dan Taksonominya. Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*, 14(2).
- Efendi, W. W., & Iswahyudi, S. (2019). *Keanekaragaman Tumbuhan Paku di Jawa Timur*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Fachrul, M. F. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fawcett, S., & Smith, A. R. (2021). *A Generic Classification of The Thelypteridaceae*. *Sida, Bot. Misc.* 59. BRIT Press, Fort Worth Botanic Garden | Botanical Research Institute of Texas, U.S.A.
- Field, A. R, Quinn, C. J, & Zich, F. A. (2022, February 25). ‘*Christella dentata*’ in Australian Tropical Ferns and Lycophytes. [https://apps.lucidcentral.org/ferns/pdf/entities/christella\\_dentata.pdf](https://apps.lucidcentral.org/ferns/pdf/entities/christella_dentata.pdf).
- Field, A. R, Quinn, C. J, & Zich, F. A. (2022, February 26). ‘*Doryopteris concolor*’ in Australian Tropical Ferns and Lycophytes. [https://apps.lucidcentral.org/ferns/pdf/entities/doryopteris\\_concolor.pdf](https://apps.lucidcentral.org/ferns/pdf/entities/doryopteris_concolor.pdf).
- Field, A. R, Quinn, C. J, & Zich, F. A. (2022, March 10). ‘*Deparia petersenii*’ in Australian Tropical Ferns and Lycophytes. [https://apps.lucidcentral.org/ferns/pdf/entities/deparia\\_petersenii\\_subsp\\_congrua.pdf](https://apps.lucidcentral.org/ferns/pdf/entities/deparia_petersenii_subsp_congrua.pdf).
- Field, A. R, Quinn, C. J, & Zich, F. A. (2022, March 11). ‘*Arachniodes aristata*’ in Australian Tropical Ferns and Lycophytes. [https://apps.lucidcentral.org/ferns/pdf/entities/arachniodes\\_aristata.pdf](https://apps.lucidcentral.org/ferns/pdf/entities/arachniodes_aristata.pdf).
- Fitria, F., Widodo, P., & Widyastuti, A. (2019). Tumbuhan keanekaragaman tumbuhan bunga liar di Cagar Alam Bantarbolang Pemalang Jawa Tengah. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 1, 8-16.
- Gavilán, J. V. (2020, May 26). *Pteris vittata* (Chinese ladder brake fern). CABI Compendium. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.119837>.
- Global Village Translation. (2007). *Pengelolaan Keanekaragaman Hayati*. Jakarta: Persemakmuran Australia.
- Hadi, L., Kuswanto, W., Tarmudi, I., & Mukhlisin, M. (2024). *Keanekaragaman Hayati: Merawat Alam, Menjaga Keseimbangan*. Tangerang: Indigo Media.
- Haou, S., de Bélair, G., & Viane, R. L. (2011). Inventory of the ferns (filicopsida) of Numidia’s (North-Eastern Algeria). *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 3(6), 206-223.
- Hasairin, A. (2003). *Taksonomi Tumbuhan Rendah (Thalophyta dan Kormophyta Berspora)*. Bahan Ajar Biologi. Medan: FMIPA UNIMED.
- Hasanuddin & Mulyadi. (2014). *Botani Tumbuhan Rendah*. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Hasyim, M. A., Hanifa, B. F., Septiadi, L., Firdaus, F., Setya, Y., Mulyono, R. M., Achmad, C. R., & Haq, M. N. I. (2023). Pteridophytes diversity and distribution along the elevation gradient of mount Penanggungan’s hiking trail, East Java, Indonesia. *Jurnal Biodjati*, 8(2), 285-294. <https://doi.org/10.15575/biodjati.v8i2.24938>.

- Hasyim, M. A., Qurrotaayunina, R. P., Nayomi, M., Suheriyanto, D., & Prahardika, B. A. (2024). The diversity of aerial insect in coffee agroforestry, Dampit and Purwodadi district East Java Indonesia. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1312, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.
- Hayati, S., Arabia, T., & Rasnovi, S. (2023). Keanekaragaman jenis tumbuhan paku-pakuan (Pteridophyta) terrestrial di kawasan rainforest lodge kedah kabupaten gayo lues provinsi Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(1), 655-664. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v8i1.23309>.
- Hovenkamp, P.H., & Miyamoto, F. (2005). A conspectus of the native and naturalized species of Nephrolepis (Nephrolepidaceae) in the world. *Blumea: Biodiversity Evolution and Biogeography of Plants*, 50(2), 279-322. <https://doi.org/10.3767/000651905X623003>.
- Hyde, M. A., Wursten, B. T., Ballings, P. & Coates Palgrave, M. (2025, June 1). Flora of Zimbabwe. <https://www.zimbabweflora.co.zw/>.
- Ikhsan, Z., Ode, I., Fitrahtunnisa, Samson, E., Firmansyah, Mariane, I., Ashar, J. R., & Pangestuti, R. (2024). *Keanekaragaman Hayati Tumbuhan*. Makassar: Tohar Media.
- Indriyanto. (2006). *Ekologi Hutan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Jacono, C. (2015, June 2). *Deparia petersenii* (Petersen's lady fern). CABI Compendium. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.113835>.
- 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).
- Kramer, K. U., & McCarthy, P. M. (1998). *Pteridaceae*. *Flora of Australia* 48, *Ferns Gymnosperms and Allied Groups*: 241–248. ABR/CSIRO Victoria, Australia.
- Kurniasih, Y. (2019). Keanekaragaman jenis tumbuhan paku terestrial di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Banten. *Biosfer: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 4(1), 6-12. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v4i1.1357>.
- Kurniawati, S. (2007). *Ekosistem*. Klaten: Intan Pariwara.
- Kusmana, C., & Hikmat, A. (2015). The biodiversity of flora in Indonesia. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 5(2), 187-198. <https://doi.org/10.29244/jpsl.5.2.187>.
- Laely, S. N., Widyastuti, A., & Widodo, P. (2020). Keanekaragaman tumbuhan paku terestrial di cagar alam pemalang Jawa Tengah. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(1), 116-122. <https://doi.org/10.20884/1.bioe.2020.2.1.1966>.
- Lajnah Pentashihan Mushaf al-Qur'an. (2011). *Tumbuhan dalam Perspektif al-Qur'an dan Sains (Tafsir Ilmi)*. Jakarta. Badan Litbang & Diklat.
- Latumahina, F. S., Wattimena, C. M. A., Mustamu, S., & Komul, Y. (2022). *Potensi Hasil Hutan Bukan Kayu Untuk Peningkatan Nilai Ekonomi di Kabupaten Seram Bagian Barat*. Indramayu: Penerbit Adab.
- Lestari, I., & Indriyani, S. (2023). Jenis paku-pakuan di desa Jelapat II berdasarkan karakter morfologi. *Al Kawnu: Science and Local Wisdom Journal*, 3(1), 39-48. <https://doi.org/10.18592/ak.v3i1.8792>.
- Lestari, I., Murningsih, M., & Utami, S. (2019). Keanekaragaman jenis tumbuhan paku epifit di Hutan Petungkriyono Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah.

- NICHE Journal of Tropical Biology*, 2(2), 14-21.  
<https://doi.org/10.14710/niche.2.2.14-21>.
- Lin, Y. X., Z. Y. Li, K. Iwatsuki & A. R. Smith. (2013). *Thelypteridaceae*. Pp. 319–396 in Z. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong, eds., *Flora of China*, Vol. 2–3 (Pteridophytes). Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Lindasari, W. F., Linda, R., & Lovadi, I. (2015). Jenis-jenis paku epifit di Hutan Desa Beginjan Kecamatan Tayan Hilir Kabupaten Sanggau. *Protobiont: Jurnal Elektronik Biologi*, 4(3), 65-73.  
<https://doi.org/10.26418/protobiont.v4i3.13306>.
- Lubis, P. A., Pamoengkas, P., & Darwo, D. (2023). Struktur dan komposisi jenis tegakan *Shorea pinanga* di KHDTK Haurbentes, Bogor. *Journal of Tropical Silviculture*, 14(03), 209-215. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.14.03.209-215>.
- Lucidcentral. (2016, April 30). *Nephrolepis cordifolia*, Weeds of Australia.  
[https://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/media/Html/nephrolepis\\_cordifolia.htm](https://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/media/Html/nephrolepis_cordifolia.htm).
- Majid, A., Ajizah, A., & Amintarti, S. (2022). Keragaman tumbuhan paku (pteridophyta) di taman biodiversitas hutan hujan tropis mandiingin. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 7(2), 102-12.
- Mardiastutik, W. E. (2013). *Mengenal Tumbuhan*. Bekasi: Mitra Utama.
- Mardiyanti, D. E., Wicaksono, K. P., & Baskara, M. (2013). Dinamika keanekaragaman spesies tumbuhan pasca pertanaman padi. *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(1), 24-35.
- Marpaung, A. A., Sofiyanti, N., & Iriani, D. (2016). Morfologi spora paku *Pteridaceae* di Hutan PT. CPI Rumbai Riau. *Jurnal Riau Biologia*, 1(2), 149-154.
- Marpaung, D. R. A. K. (2019). Inventarisasi tumbuhan paku (Pteridophyta) di Sopotinjak Taman Nasional Batang Gadis (TNBG) Kabupaten Mandailing Natal. *Eksakta: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA*, 2(4), 79-84.  
<http://dx.doi.org/10.31604/eksakta.v4i2.79-84>.
- Mayasari, S., Dwijayati, R., Nopiyanti, N., & Fitriani, L. (2022). Keanekaragaman tumbuhan paku (Pteridophyta) di Kawasan Air Terjun Curug Embun Kelurahan Marga Bakti Kecamatan Lubuklinggau Utara I. *Nusantara Hasana Journal*, 2(2), 333-339.  
<https://nusantarahasanajournal.com/index.php/nhj/article/view/386>.
- Metananda, A. A., Zuhud, E. A. M., & Hikmat, A. (2016). Populasi, sebaran dan asosiasi kepuh (*Sterculia foetida* L.) di Kabupaten Sumbawa Nusa Tenggara Barat. *Media Konservasi*, 20 (3), 277–287.  
<https://www.neliti.com/publications/231258/populasi-sebaran-dan-asosiasi-kepuh-sterculia-foetida-l-di-kabupaten-sumbawa-nus>.
- Moulatlet, G., Zuquim, G., & Tuomisto, H. (2019). The role of soils for pteridophyte distribution in Tropical American Forests. *Fern Gazette*, 21(1).  
[https://www.researchgate.net/publication/333419191\\_The\\_Role\\_Of\\_Soils\\_For\\_Pteridophyte\\_Distribution\\_In\\_Tropical\\_American\\_Forests](https://www.researchgate.net/publication/333419191_The_Role_Of_Soils_For_Pteridophyte_Distribution_In_Tropical_American_Forests).
- Muhdhar, M. H. I., Rohman, F., Tamalene, M. N., Nadra, W. S., & Daud, A. (2018). *Keanekaragaman Tumbuhan Rempah dan Pangan Unggulan Lokal*. Malang: Universitas Negeri Malang.

- Nasrandi, D., Kolaka, L., & Munir, A. (2022). Keragaman tumbuhan paku terestrial (Pteridophyta) di Kawasan Kebun Raya Kota Kendari (kajian materi SMA keanekaragaman hayati kelas X). *AMPIBI: Jurnal Alumni Pendidikan Biologi*, 6(4), 186-191. <http://dx.doi.org/10.36709/ampibi.v6i4.23852>.
- Nasution, T. (2015). Upaya konservasi ex situ dan in situ paku-pakuan pegunungan di Kebun Raya Cibodas, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 1(6), 1392-1396.
- Natasya, D. F., Daningsih, E., & Yuniarti, A. (2024). Distribution of ferns at different heights in Gunung Raya protected forest, West Kalimantan. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 12(2), 238-249. <http://dx.doi.org/10.22373/biotik.v12i2.25239>.
- Nurchayati, N. (2010). Hubungan kekerabatan beberapa spesies tumbuhan paku Familia Polypodiaceae ditinjau dari karakter morfologi sporofit dan gametofit. *Jurnal Ilmiah Progressif*, 7(19), 9-18.
- Nurdiana. (2020). *Taksonomi Tumbuhan Tinggi*. Mataram: Sanabil.
- Nurmawati, I., Dewi, R. F., Anjarwati, S., Aswita, D., Jeramat, E., Hastuti, Prasmala, E. F., Susilowati, R. P., Zen, S., & Sumiati, E. (2022). *Teori dan Aplikasi Biologi Umum*. Aceh: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Nyarko, K. A., & De Datta, S. K. (1991). *A Handbook For Weed Control In Rice*. International Rice Research Institute.
- POWO (2025, May 18). "Plants of the World Online – *Pityrogramma calomelanos*. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:17345640-1/general-information#descriptions>.
- POWO. (2025, May 20). "Plants of the World Online – *Nephrolepis cordifolia*. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:17160730-1/general-information>.
- POWO. (2025, May 20). "Plants of the World Online – *Thelypteris dentata*. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:251308-2/general-information>.
- Pradipta, A. R., Hariani, S. A., & Novenda, I. L. (2023). Identifikasi tumbuhan paku berdasarkan letak dan posisi sorus dengan ketinggian berbeda di Kabupaten Bondowoso. *Biologi Edukasi: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 15(1), 18-28. <https://doi.org/10.24815/jbe.v15i1.30490>.
- Pramudita, I., Triyanti, M., & Wardianti, Y. (2021). Keanekaragaman tumbuhan paku di Bukit Botak Kabupaten Musi Rawas Sumatera Selatan. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 4(1), 19-25. <https://doi.org/10.31540/biosilampari.v4i1.1309>.
- Praptosuwiryo, T. N., & Darnaedi, D. (2008). Cytological observations on fern genus *Pteris* in Bogor Botanic Gardens. *Buletin Kebun Raya Indonesia*, 11(2), 15-24. <https://media.neliti.com/media/publications/54979-ID-cytological-observations-on-fern-genus-p.pdf>.
- Pratiwi, F. R., Hadisusanto, S., Gustiantini, L., Nurdin, N., & Yosi, M. (2020). Keterkaitan perubahan iklim pada glasial akhir – holosen terhadap Tingkat keanekaragaman foraminifera di laut Halmahera. *Jurnal Geologi Kelautan*, 18(1). <http://dx.doi.org/10.32693/jgk.18.1.2020.635>.

- Pteridophyte Collections Consortium. (2025, June 1). Ferns, lycophytes, and their extinct free-sporing relatives. <https://pteridoportal.org/portal/index.php>.
- Puspitorini, P., & Iqbal, G. (2024). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Sumatra Barat: Mitra Cendekia Media.
- Rafael, A., Daud, Y., & Hungu, O. (2023). Inventarisasi jenis tumbuhan paku di Hutan Watumbolo, Kabupaten Sumba Barat Daya. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(3), 482-490. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.3.482>.
- Ramadhani, L. A., Haribowo, D. R., Khairiah, A., Wulandari, A., Hindrayani, W., Aminudin, I., & Vahlevi, R. R. (2023). Keanekaragaman dan potensi pemanfaatan tumbuhan paku di Kawasan Tapos, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 25(2), 113-131. <https://doi.org/10.14710/bioma.2023.58621>.
- Riastuti, R. D., Sepriyaningsih, S., & Ernawati, D. (2018). Identifikasi divisi Pteridophyta di kawasan danau aur Kabupaten Musi Rawas. *Bioedusains*, 1(1), 52-70. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v1i1.253>.
- Rossidy, I. (2008). *Fenomena Flora dan Fauna dalam Perspektif Al-Qur'an*. Malang: UIN Press.
- Rothfels, C. J., & Smith, A. R. (2016, June 1). *Athyrium filix-femina* var. *cyclosum*, in Jepson Flora Project (eds.) Jepson eFlora, Revision 4. [https://ucjeps.berkeley.edu/eflora/eflora\\_display.php?tid=54990](https://ucjeps.berkeley.edu/eflora/eflora_display.php?tid=54990).
- Sagala, E. P. (2013). Komparasi indeks keanekaragaman dan indeks saprobik plankton untuk menilai kualitas perairan Danau Toba, Provinsi Sumatera Utara. *Limnotek: perairan darat tropis di Indonesia*, 20(2).
- Saktyowati, D.O. (2010). *Mengenal Dunia Tumbuhan*. Jakarta: Multazam Mulia Utama.
- Saputro, R. W., & Utami, S. (2020). Keanekaragaman tumbuhan paku (Pteridophyta) di Kawasan Candi Gedong Songo Kabupaten Semarang. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 22(1), 53-58. <https://doi.org/10.14710/bioma.22.1.53-58>.
- Schmidt, L. A., Currano, E. D., Dunn, R. E., Gijjeli, E., & Gill, J. L. (2024). Ferns as facilitators of community recovery following biotic upheaval. *Bio Science*, 74(5), 322-332. <https://doi.org/10.1093/biosci/biae022>.
- Setyawan, A. D., Sutarno, S., & Sugiyarto, S. (2013). Species diversity of Selaginella in Mount Lawu, Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 14(1). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d140101>.
- Setyawan, M. (2023). *Ensiklopedia Plantae: Jenis-Jenis Tumbuhan Paku*. Yogyakarta: Pustaka Referensi.
- Shihab, M. Quraish. (2002). *Tafsir Al-Misbah: pesan, kesan dan keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Sianturi, A. S. R., Retnoningsih, A., & Ridlo, S. (2020). *Eksplorasi Tumbuhan Paku Pteridophyta di Wilayah Ketinggian Yang Berbeda*. Semarang: LPPM Universitas Negeri Semarang.
- Sofiyanti, N., Iriani, D., Fitmawati, F., & Marpaung, A. A. (2019). Morphology, palynology, and stipe anatomy of four common ferns from Pekanbaru, Riau Province, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(1), 327-336. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200138>.
- Steenis. (2013). *Flora*. Jakarta: PT. Balai Pustaka Persero.

- Susilo, F., Siregar, R. N., & Sartini. (2024). *Panduan Pengenalan Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Taman Kota Medan*. Medan: Penerbit NEM.
- Tjitrosoepomo, G. (2011). *Taksonomi Tumbuhan: Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta*. Yogyakarta: UGM Press.
- Tuelah, S. N., Moko, E. M., Lawalata, H. J., & Butarbutar, R. R. (2023). Identifikasi dan keanekaragaman spesies tumbuhan paku-pakuan di Kawasan Hutan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur, Sulawesi Utara. *Jurnal Produksi Tanaman*, 11(3), 209-218. <https://doi.org/10.21776/ub.protan.2023.011.03.08>.
- Turnip, M., & Linda, R. (2023). Jenis-jenis tumbuhan paku terrestrial (Pteridophyta) di Kawasan Universitas Tanjungpura Pontianak Kalimantan Barat. *Biologica Samudra*, 5(1), 60-69. <https://doi.org/10.33059/jbs.v5i1.6200>.
- 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. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.12.3A.2016.14232>.
- Tyastirin, E., & Hidayati, I. (2017). *Statistik parametrik untuk penelitian kesehatan*. Surabaya: Program Studi Arsitektur UIN Sunan Ampel.
- Ulfah, M., Santoso, L. P., Alamsyah, R., Setyaningrum, S., & Kurniawati, S. (2023). Types of diversity and ecological functions of pteridophytes in the Lawe Secepit Waterfall Kendal. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(2), 160-167. <https://doi.org/10.24252/bio.v11i2.36221>.
- Utami, I., & Putra, I.L.I. (2020). *Ekologi Kuantitatif: Metode Sampling dan Analisis Data Lapangan*. Yogyakarta: K-Media.
- Wahyuni, D. K., Ekasari, W., Witono, J. R., & Purnobasuki, H. (2016). *Toga Indonesia*. Surabaya: Airlangga University Press.
- 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. <https://doi.org/10.31540/biosilampari.v2i1.815>.
- Wakhidah, A. Z., Aini, A., Alim, N., Maharani, A. A., Rismawati, D., Habibah., Mustafa, M. A., Pratiwi, F., Saputri, M., Sayang, M., Oktaviana, N., Yuliana, E. P., & Puspitasari, D. (2023). *Botani Tumbuhan Rendah: Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta*. Yogyakarta: Jejak Pustaka.
- Wang, Z. R., Z. R. He & M. Kato. (2013). *Athyriaceae*. Pp. 418–534 in Z. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong, eds., *Flora of China*, Vol. 2–3 (Pteridophytes). Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Widaryanto, E., Saitama, A., & Zaini, A. H. (2021). *Teknologi Pengendalian Gulma*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- World Flora Online. (2025, March 10). *Athyrium filix-femina* (L.) Roth. <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0001107233>.
- World Flora Online. (2025, May 27). *Thelypteris ferox* (Blume) K.Iwats . <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000153292>.
- Yahwe, C. P., Isnawaty, F. A., & Aksara, F. (2016). Rancang bangun prototype sistem monitoring kelembaban tanah melalui SMS berdasarkan hasil

- penyiraman tanaman “Studi Kasus Tanaman Cabai dan Tomat”. *Jurnal SemanTIK*, 2(1), 97-110. <http://dx.doi.org/10.55679/semantik.v2i1.721>.
- Yan, Y. H., X. P. Qi, W. B. Liao, F. W. Xing, M. Y. Ding, F. G. Wang, X. C. Zhang, Z. H. Wu, S. Serizawa, J. Prado, A. M. Funston, M. G. Gilbert & H. P. Nootboom. (2013). *Dennstaedtiaceae*. Pp. 147–168 in Z. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong, eds., *Flora of China*, Vol. 2–3 (Pteridophytes). Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Yunita, I., Nurma, N., Ibrahim, I., & Andalia, N. (2021). Identifikasi jenis-jenis tumbuhan paku (Pteridophyta) yang tumbuh di desa Uning Pune Kecamatan Putri Betung Kabupaten Gayo Lues. *Jurnal Biology Education*, 9(1), 52-68. <https://doi.org/10.32672/jbe.v9i1.4519>.
- Yusuf, U.K. (2010). *Ferns of Malaysian Rain Forest: A journey Through The Fern World*. Malaysia: University Putra Malaysian Press.
- Zakiyyah, Z. (2020). Diversity terrestrial fern on the Forest Hicking Track in Baturraden Adventure Forest (BAF) Purwokerto. *Journal of Enviromental Science Sustainable*, 1(2), 24-29. <https://doi.org/10.31331/envoist.v1i2.1409>.
- Zhang, G. M., Liao, W. B., Ding, M. Y., Lin, Y. X., Wu, Z. H., Zhang, X. C., Dong, S. Y., Prado, J., Gilbert, M. G., Yatskievych, G., Ranker, T. A., Hooper, E. A., Alverson, E. R., Metzgar, J. S. Funston, A. M., Masuyama, S., ... Kato, M. (2013). *Pteridaceae*. Pp. 169–256 in Z. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong, eds., *Flora of China*, Vol. 2–3 (Pteridophytes). Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Zhang, L. B., S. G. Wu, J. Y. Xiang, F. W. Xing, H. He, F. G. Wang, S. G. Lu, S. Y. Dong, D. S. Barrington, K. Iwatsuki, M. J. M. Christenhusz, J. T. Mickel, M. Kato & M. G. Gilbert. (2013). *Dryopteridaceae*. Pp. 541–724 in Z. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong, eds., *Flora of China*, Vol. 2–3 (Pteridophytes). Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Zhang, X. C., H. P. Nootboom & M. Kato. (2013). *Selaginellaceae*. Pp. 37–66 in Z. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong, eds., *Flora of China*, Vol. 2–3 (Pteridophytes). Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.

### Lampiran 1. Hasil Penelitian

Tabel 1. Jumlah pesies tumbuhan paku terrestrial yang di temukan di ketinggian 1100 mdpl

Plot	Spesies									
	Sp 1	Sp 2	Sp 3	Sp 4	Sp 5	Sp 6	Sp 7	Sp 8	Sp 9	Sp 10
1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0
6	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
11	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
12	0	0	0	0	2	1	0	0	2	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	3	2	1	0	2	0
16	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	2	0	0	0	0	0	10	0	0
21	0	0	2	0	2	0	0	1	0	0
22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	2	1	0	0	3	0
24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	1	0	0	4	0	0	2	0	0
26	0	4	0	0	0	0	0	3	0	0
27	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	3	0	0	0	0	0	5	0	0
31	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	4	1	0	0	3	0
36	0	6	0	0	0	0	1	0	0	0
37	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0
38	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
40	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0

42	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
45	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0
46	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0
48	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0
49	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0
50	0	0	1	0	0	0	0	0	3	1
<b>Jumlah</b>	<b>1</b>	<b>53</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>31</b>	<b>25</b>	<b>2</b>
<b>Jumlah total</b>	<b>155</b>									

Keterangan:

Sp 1: *Doryopteris concolor*

Sp 2: *Christella dentata*

Sp 3: *Chingia forex*

Sp 4: *Nephrolepis cordifolia*

Sp 5: *Pityrogramma calomelanos*

Sp 6: *Adiantum raddianum*

Sp 7: *Adiantum hispidulum*

Sp 8: *Pteris ensiformis*

Sp 9: *Pteris biaurita*

Sp 10: *Deparia petersenii*



43	0	0	0	0	1	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	1	0	0	0	0	0	1	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	1	0	0	0	0	0
50	0	2	0	0	0	0	1	2	0
<b>Jumlah</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3</b>
<b>Jumlah Total</b>	<b>65</b>								

Keterangan:

Sp 1: *Christella dentata*

Sp 2: *Chingia forex*

Sp 3: *Pteridium aquilinum*

Sp 4: *Pteris biaurita*

Sp 5: *Pteris vittata*

Sp 6: *Pteris ensiformis*

Sp 7: *Dryopteris filix-mas*

Sp 8: *Pityrogramma calomelanos*

Sp 9: *Dicranopteris linearis*



25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	
26	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	
28	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	
30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	
31	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
32	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
35	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	
36	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
37	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
38	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	
39	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	
40	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	2	1	
41	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	
43	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
44	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
45	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
46	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
47	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	
48	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	
49	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	
50	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	
<b>Jumlah</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>23</b>	<b>42</b>	$\Sigma=179$

Keterangan:

Sp 1: *Deparia petersenii*

Sp 2: *Athyrium filix-femina*

Sp 3: *Diplazium laxifrons*

Sp 4: *Cyclosorus interruptus*

Sp 5: *Pityrogramma calomelanos*

Sp 6: *Dryopteris varia*

Sp 7: *Christella dentata*

Sp 8: *Pteris biaurita*

Sp 9: *Pteris ensiformis*

Sp 10: *Pteris fauriei*

Sp 11: *Coniogramme intermedia*

Sp 12: *Arachniodes aristata*

Sp 13: *Selaginella kraussiana*

## Lampiran 2. Data Indeks Nilai Penting (INP)

Tabel 1. Data INP tumbuhan paku terrestrial di ketinggian 1100 mdpl

No	Spesies	Jumlah	K	KR (%)	F	FR (%)	INP (%)
1	<i>Doryopteris concolor</i>	1	1	0,65	0,02	1,37	2,02
2	<i>Christella dentata</i>	53	53	34,19	0,48	32,88	67,07
3	<i>Chingia forex</i>	7	7	4,52	0,08	5,48	10,00
4	<i>Nephrolepis cordifolia</i>	4	4	2,58	0,04	2,74	5,32
5	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	24	24	15,48	0,22	15,07	30,55
6	<i>Adiantum raddianum</i>	6	6	3,87	0,10	6,85	10,72
7	<i>Adiantum hispidulum</i>	2	2	1,29	0,04	2,74	4,03
8	<i>Pteris ensiformis</i>	31	31	20,00	0,18	12,33	32,33
9	<i>Pteris biaurita</i>	25	25	16,13	0,26	17,81	33,94
10	<i>Deparia petersenii</i>	2	2	1,29	0,04	2,74	4,03
<b>Total</b>		<b>155</b>	<b>155</b>	<b>100</b>	<b>1,46</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

Tabel 2. Data INP tumbuhan paku terrestrial di ketinggian 1250 mdpl

No	Spesies	Jumlah	K	KR (%)	F	FR (%)	INP (%)
1	<i>Christella dentata</i>	8	8	12,31	0,1	12,5	24,81
2	<i>Chingia forex</i>	13	13	20,00	0,16	20	40,00
3	<i>Pteridium aquilinum</i>	10	10	15,38	0,12	15	30,38
4	<i>Pteris biaurita</i>	7	7	10,77	0,12	15	25,77
5	<i>Pteris vittata</i>	2	2	3,08	0,04	5	8,08
6	<i>Pteris ensiformis</i>	11	11	16,92	0,08	10	26,92
7	<i>Dryopteris filix-mas</i>	5	5	7,69	0,06	7,5	15,19
8	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	6	6	9,23	0,08	10	19,23
9	<i>Dicranopteris linearis</i>	3	3	4,62	0,04	5	9,62
<b>Total</b>		<b>65</b>	<b>65</b>	<b>100</b>	<b>0,8</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

Tabel 3. Data INP tumbuhan paku terrestrial di ketinggian 1400 mdpl

No	Spesies	Jumlah	K	KR (%)	F	FR (%)	INP (%)
1	<i>Deparia petersenii</i>	9	9	5,03	0,08	3,92	8,95
2	<i>Athyrium filix-femina</i>	14	14	7,82	0,22	10,78	18,61
3	<i>Diplazium laxifrons</i>	27	27	15,08	0,38	18,63	33,71
4	<i>Cyclosorus interruptus</i>	20	20	11,17	0,2	9,80	20,98
5	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	6	6	3,35	0,04	1,96	5,31
6	<i>Dryopteris varia</i>	10	10	5,59	0,16	7,84	13,43
7	<i>Christella dentata</i>	3	3	1,68	0,02	0,98	2,66
8	<i>Pteris biaurita</i>	3	3	1,68	0,04	1,96	3,64
9	<i>Pteris ensiformis</i>	2	2	1,12	0,02	0,98	2,10
10	<i>Pteris fauriei</i>	15	15	8,38	0,26	12,75	21,12
11	<i>Coniogramme intermedia</i>	5	5	2,79	0,06	2,94	5,73
12	<i>Arachniodes aristata</i>	23	23	12,85	0,26	12,75	25,59
13	<i>Selaginella kraussiana</i>	42	42	23,46	0,3	14,71	38,17
<b>Total</b>		<b>179</b>	<b>179</b>	<b>100</b>	<b>2,04</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

### Lampiran 3. Perhitungan Aplikasi Past.17

Alpha diversity indices				
	1100	1250	1400	Kumulatif
Taxa_S	10	9	13	22
Individuals	155	65	179	399
Dominance_D	0.2115	0.1366	0.1282	0.08315
Simpson_1-D	0.7885	0.8634	0.8718	0.9169
Shannon_H	1.777	2.075	2.254	2.7
Evenness_e^H/S	0.5911	0.8846	0.7325	0.676
Brillouin	1.673	1.865	2.124	2.592
Menhinick	0.8032	1.116	0.9717	1.101
Margalef	1.785	1.916	2.313	3.506
Equitability_J	0.7717	0.9442	0.8786	0.8733
Fisher_alpha	2.388	2.834	3.221	5.012
Berger-Parker	0.3419	0.2	0.2346	0.1604
Chao-1	10.25	9	13	22.25
iChao-1	10.25	9	13	22.25
ACE	10.49	9	13	22.45
Squares	10.21	9	13	22.08

Bootstrap N:	9999	CI type:	None	Recompute
<input type="checkbox"/> Unbiased versions		Shannon settings:	<input type="checkbox"/> Use ACE for S	<input type="checkbox"/> log2
Close	Copy	Print	Help	

### Lampiran 4. Perhitungan Analisis Indeks Penyebaran Morisita (Con. *Pityrogramma calomelanos* di 1100 mdpl)

$$n = \sum f(x) = 39 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 50$$

$$N = \sum [f(x)](x) = 39(0) + 1(3) + 1(1) + 1(2) + 1(3) + 1(2) + 1(2) + 1(4) + 1(1) + 1(4) + 1(1) + 1(1) = 24$$

$$\sum x^2 = \sum [f(x)](x)^2 = 39(0) + 1(9) + 1(1) + 1(4) + 1(9) + 1(4) + 1(4) + 1(16) + 1(1) + 1(16) + 1(1) + 1(1) = 66$$

Sehingga indeks penyebaran morisita diperoleh:

$$Id = n \frac{\sum x^2 - N}{N(N-1)} = 50 \frac{66 - 24}{24(24-1)} = 3,804$$

Untuk menguji kebenaran Indeks Morisita, maka dilakukan dengan menggunakan uji Chi-kuadrat dengan persamaan berikut:

$$x^2 = (n \sum X^2 / N) - N$$

$$x^2 = \left( \frac{(50)(66)}{24} \right) - 24 = 113,5$$

#### Lampiran 4. Data Pola Distribusi Tumbuhan Paku Terrestrial

Tabel 1. Pola distribusi tumbuhan paku terrestrial di ketinggian 1100 mdpl

Nama Jenis	Jumlah Individu dalam Plot (x)	Frekuensi f(x)	f(x).x	x <sup>2</sup>
<i>Doryopteris concolor</i>	0	49	0	0
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Id</b>	$\infty$		
	<b>Xhitung</b>	<b>49</b>		
<i>Pityrogramma calomelanos</i>	0	39	0	0
	3	1	3	9
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	3	1	3	9
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	4	1	4	16
	1	1	1	1
	4	1	4	16
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>24</b>	<b>66</b>
	<b>Id</b>	<b>3,804</b>		
<b>Xhitung</b>	<b>113,5</b>			
<i>Adiantum raddianum</i>	0	45	0	0
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
<b>Id</b>	<b>3,333</b>			
<b>Xhitung</b>	<b>60,667</b>			
<i>Adiantum hispidulum</i>	0	48	0	0
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
	<b>Id</b>	<b>0</b>		
<b>Xhitung</b>	<b>48</b>			

	0	41	0	0
	4	1	4	16
	1	1	1	1
	4	1	4	16
	10	1	10	100
	1	1	1	1
<i>Pteris ensiformis</i>	2	1	2	4
	3	1	3	9
	5	1	5	25
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>31</b>	<b>173</b>
	<b>Id</b>	<b>7,634</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>248,0323</b>		
	0	37	0	0
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	3	1	3	9
	1	1	1	1
	3	1	3	9
	1	1	1	1
	1	1	1	1
<i>Pteris biaurita</i>	3	1	3	9
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	3	1	3	9
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>57</b>
	<b>Id</b>	<b>2,667</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>89</b>		
	0	26	0	0
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	1	1	1	1
<i>Christella dentata</i>	2	1	2	4
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	4	1	4	16
	3	1	3	9
	1	1	1	1
	6	1	6	36

	3	1	3	9
	3	1	3	9
	4	1	4	16
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	4	1	4	16
	3	1	3	9
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>53</b>	<b>157</b>
	<b>Id</b>	<b>1,887</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>95,113</b>		
<i>Chingia forex</i>	0	46	0	0
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>7</b>	<b>13</b>
	<b>Id</b>	<b>7,143</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>85,857</b>		
<i>Nephrolepis cordifolia</i>	0	48	0	0
	3	1	3	9
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>4</b>	<b>10</b>
	<b>Id</b>	<b>25</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>121</b>		
<i>Deparia petersenii</i>	0	48	0	0
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
	<b>Id</b>	<b>0</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>48</b>		

Tabel 2. Pola distribusi tumbuhan paku terrestrial di ketinggian 1250 mdpl

Nama Jenis	Jumlah Individu dalam Plot (x)	Frekuensi f(x)	f(x).x	x <sup>2</sup>
<i>Pityrogramma calomelanos</i>	0	46	0	0
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
	<b>Id</b>	<b>6,667</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>77,333</b>		
<i>Pteris ensiformis</i>	0	46	0	0

	2	1	2	4
	7	1	7	49
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>11</b>	<b>55</b>
	<b>Id</b>	<b>20</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>239</b>		
	0	44	0	0
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
	<b>Id</b>	<b>2,381</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>57,286</b>		
<i>Pteris biaurita</i>	0	48	0	0
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
	<b>Id</b>	<b>0</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>48</b>		
	0	45	0	0
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>8</b>	<b>14</b>
	<b>Id</b>	<b>5,357</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>79,5</b>		
<i>Christella dentata</i>	0	42	0	0
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>18</b>
	<b>Id</b>	<b>4,444</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>80</b>		
<i>Chingia forex</i>	0	47	0	0
<i>Dryopteris filix-mas</i>	0	47	0	0

	3	1	3	9
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>5</b>	<b>11</b>
	<b>Id</b>	<b>15</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>105</b>		
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	44	0	0
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	3	1	3	9
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>20</b>
<b>Id</b>	<b>5,556</b>			
<b>Xhitung</b>	<b>90</b>			
<i>Dicranopteris linearis</i>	0	48	0	0
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
	<b>Id</b>	<b>16,667</b>		
<b>Xhitung</b>	<b>80,333</b>			

Tabel 3. Pola distribusi tumbuhan paku terrestrial di ketinggian 1400 mdpl

<b>Nama Jenis</b>	<b>Jumlah Individu dalam Plot (x)</b>	<b>Frekuensi f(x)</b>	<b>f(x).x</b>	<b>x<sup>2</sup></b>
<i>Pityrogramma calomelanos</i>	0	48	0	0
	2	1	2	4
	4	1	4	16
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>6</b>	<b>20</b>
	<b>Id</b>	<b>23,333</b>		
<b>Xhitung</b>	<b>160,667</b>			
<i>Pteris ensiformis</i>	0	49	0	0
	2	1	2	4
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
	<b>Id</b>	<b>50</b>		
<b>Xhitung</b>	<b>98</b>			
<i>Pteris biaurita</i>	0	48	0	0
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
	<b>Id</b>	<b>16,667</b>		
<b>Xhitung</b>	<b>80,333</b>			
<i>Pteris fauriei</i>	0	37	0	0

	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>15</b>	<b>19</b>
	<b>Id</b>	<b>0,952</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>48,333</b>		
	0	47	0	0
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>5</b>	<b>9</b>
	<b>Id</b>	<b>10</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>85</b>		
	0	49	0	0
	3	1	3	9
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>3</b>	<b>9</b>
	<b>Id</b>	<b>50</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>147</b>		
	0	40	0	0
	4	1	4	16
	2	1	2	4
	3	1	3	9
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	3	1	3	9
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>50</b>
	<b>Id</b>	<b>3,947</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>105</b>		
	0	46	0	0
	3	1	3	9
	2	1	2	4

	3	1	3	9
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>9</b>	<b>23</b>
	<b>Id</b>	<b>9,722</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>118,778</b>		
	0	39	0	0
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	3	1	3	9
<i>Athyrium filix-femina</i>	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>14</b>	<b>22</b>
	<b>Id</b>	<b>2,198</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>64,571</b>		
	0	42	0	0
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
<i>Dryopteris varia</i>	1	1	1	1
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>14</b>
	<b>Id</b>	<b>2,222</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>60</b>		
	0	37	0	0
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	2	1	2	4
<i>Arachniodes aristata</i>	1	1	1	1
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	4	1	4	16
	2	1	2	4
	3	1	3	9
	1	1	1	1

	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>23</b>	<b>51</b>
	<b>Id</b>	<b>2,767</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>87,870</b>		
	0	31	0	0
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	1	1	1	1
<i>Diplazium laxifrons</i>	1	1	1	1
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	3	1	3	9
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>27</b>	<b>45</b>
	<b>Id</b>	<b>1,282</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>56,333</b>		
	0	35	0	0
	3	1	3	9
	1	1	1	1
	4	1	4	16
	3	1	3	9
	4	1	4	16
	6	1	6	36
	3	1	3	9
	4	1	4	16
<i>Selaginella kraussiana</i>	3	1	3	9
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	3	1	3	9
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	<b>Jumlah</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>144</b>
	<b>Id</b>	<b>2,962</b>		
	<b>Xhitung</b>	<b>129,429</b>		

**Lampiran 5. Gambar Kegiatan Penelitian**

Pengukuran tali plot



Peletakan plot



Pengukuran faktor abiotik



Pengambilan foto pengamatan



KEMENTERIAN AGAMA  
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
 Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax. (0341) 572533  
 Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: [info@uin-malang.ac.id](mailto:info@uin-malang.ac.id)

### JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

#### IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 210602110030  
 Nama : FIONA RAZAK AFFANDI  
 Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI  
 Jurusan : BIOLOGI  
 Dosen Pembimbing 1 : MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si  
 Dosen Pembimbing 2 : Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA  
 Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : KEANEKARAGAMAN DAN POLA DISTRIBUSI TUMBUHAN PAKU (PTERIDOPHYTA) TERESTRIAL BERDASARKAN GRADIENT KETINGGIAN DI JALUR PENDAKIAN GUNUNG ARJUNO KECAMATAN PURWODADI KABUPATEN

#### IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	30 Agustus 2024	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Konsultasi judul dan lokasi penelitian	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
2	02 September 2024	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Konsultasi hasil survei	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
3	12 September 2024	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Konsultasi metode pengambilan data	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
4	24 September 2024	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Konsultasi BAB I-III	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
5	02 Oktober 2024	Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA	Konsultasi integrasi agama	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
6	03 Oktober 2024	Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA	Revisi integrasi agama	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
7	04 Oktober 2024	Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA	ACC integrasi agama	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
8	08 Oktober 2024	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Revisi BAB I-III	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
9	13 Oktober 2024	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Revisi kedua BAB I-III	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
10	14 Oktober 2024	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	ACC BAB I-III	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
11	21 Februari 2025	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Konsultasi BAB IV	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
12	28 Februari 2025	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Konsultasi BAB IV	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
13	14 Maret 2025	Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA	Konsultasi integrasi BAB IV	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
14	14 Maret 2025	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Konsultasi BAB IV	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
15	18 Maret 2025	Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA	Revisi integrasi BAB 4	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
16	18 Maret 2025	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Revisi BAB 4-5	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
17	20 Maret 2025	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	ACC BAB 1-5	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi

18	20 Maret 2025	Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA	ACC Integrasi BAB 4	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
----	---------------	----------------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Telah disetujui  
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA

Malang, \_\_\_\_\_

Dosen Pembimbing 1

MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si



Kaprodi,

Prof. Dr. Evita Sandi Savitri, M.P.



**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](mailto:biologi@uin-malang.ac.id)

### Form Checklist Plagiasi

Nama : Fiona Razak Affandi  
 NIM : 210602110030  
 Judul : Keanekaragaman dan Pola Distribusi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Terrestrial berdasarkan Gradien Ketinggian di Jalur Pendakian Gunung Arjuno Kecamatan Purwodadi Kabupaten Pasuruan.

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	20	
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc		

Mengetahui  
 Ketua Program Studi Biologi  
  
 Dr. Erika Sandi Savitri, M.P  
 NIP. 19741018 200312 2 002