

**KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN PAKU
DI KAWASAN HUTAN DE DJAWATAN
KABUPATEN BANYUWANGI DAN PEMANFAATANNYA
SEBAGAI SUMBER BELAJAR E-BOOKLET**

SKRIPSI



Oleh :

Maharani Tafana Putri

214101080015

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER
FAKULTAS TARBYAH DAN ILMU KEGURUAN
2025**

**KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN PAKU
DI KAWASAN HUTAN DE DJAWATAN
KABUPATEN BANYUWANGI DAN PEMANFAATANNYA
SEBAGAI SUMBER BELAJAR E-BOOKLET**

SKRIPSI

Diajukan kepada Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember
untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
(S.Pd.) Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Jurusan Pendidikan Sains Program

Studi Tadris Biologi



Oleh :

Maharani Tafana Putri

214101080015

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER
FAKULTAS TARBYAH DAN ILMU KEGURUAN
2025**

**KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN PAKU
DI KAWASAN HUTAN DE DJAWATAN
KABUPATEN BANYUWANGI DAN PEMANFAATANNYA
SEBAGAI SUMBER BELAJAR E-BOOKLET**

SKRIPSI

Diajukan kepada Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember
untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
(S.Pd.) Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Jurusan Pendidikan Sains Program

Studi Tadris Biologi



Oleh :

Maharani Tafana Putri
214101080015

Disetujui Pembimbing



Heni Setyawati, S.Si., M.Pd.

NIP. 198707292019032006

**KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN PAKU
DI KAWASAN HUTAN DE DJAWATAN
KABUPATEN BANYUWANGI DAN PEMANFAATANNYA
SEBAGAI SUMBER BELAJAR E-BOOKLET
SKRIPSI**

Telah di uji dan diterima untuk memenuhi salah
satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan

Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

Jurusan Pendidikan Sains

Program Studi Tadris Biologi

Hari : Senin

Tanggal : 22 Desember 2025

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris


Dr. Wiwin Maisyaroh, M.Si

NIP.198212152 006042005

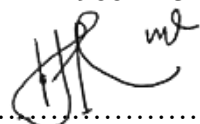

Anggota :

1. Dr. Husni Mubarak, S.Pd., M.Si

2. Heni Setyawati, S.Si., M.Pd.


Bayu Sandika, S.Si., M.Si

NIP.198811132023211016


(.....)

(.....)

Disetujui

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan



Dr. H. Abdul Mu'is, S.Ag., M.Si

NIP. 197304242000031005

MOTTO

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنْ
النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا
أَمْثَرَ وَيَنْعِهِ ۚ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya :

“Dialah yang menurunkan air dari langit lalu dengannya Kami menumbuhkan segala macam tumbuhan. Maka, darinya Kami mengeluarkan tanaman yang menghijau. Darinya Kami mengeluarkan butir yang bertumpuk (banyak). Dari mayang kurma (mengurai) tangkai-tangkai yang menjuntai. (Kami menumbuhkan) kebun-kebun anggur. (Kami menumbuhkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah dan menjadi masak. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang beriman.” (QS.Al-An’am: 99)*



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

* Kementerian Agama RI, Qur'an Kemenag: Surah Al-An'am Ayat 99, Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an (2019)

PERSEMBAHAN

Penelitian ilmiah ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya Bapak Moch Taufan dan Ibu Lilik kutsiya tersayang yang selalu memberikan semangat dan dukungan baik materi maupun motivasi.
2. Kepada almarhum kakek tercinta yang tiada henti memberikan motivasi, semangat dan doa dalam menuntut ilmu



KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Swt, Tuhan seluruh alam. Semoga Allah senantiasa melimpahkan rahmat, salam, dan berkah kepada junjungan kita, Nabi Muhammad Saw, beserta keluarga dan para sahabatnya yang menjadi panutan dalam kebaikan dan amal saleh, serta semoga kesejahteraan selalu tercurah kepada mereka. Saya bersaksi bahwa tidak ada Tuhan selain Allah dan tidak ada sekutu bagi-Nya. Dan saya bersaksi bahwa Nabi Muhammad adalah hambadan utusan Nya.

Dengan rahmat dan pertolongan Allah, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Diversitas Pohon di Kawasan Kampus Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember. Dalam penyusunannya, penulis menyadari bahwa keterlibatan berbagai pihak sangat membantu dalam proses ini. Oleh karena itu, dengan rasa hormat yang mendalam, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyusunan penelitian ini, di antaranya:

1. Bapak Prof. Dr. Hepni, S.Ag., M.M., CPEM. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Kiai Haji Ahmad Sidiq Jember yang telah memberikan dukungan fasilitas dan lingkungan akademik.
2. Bapak Dr. H. Abdul Mu'is, S.Ag., M.Si, selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) yang telah memberikan dukungan berbagai fasilitas dalam mengikuti pendidikan hingga terselesaikannya skripsi ini.

3. Bapak Dr. Hartono, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Sains yang telah memberikan motivasi dan inspirasi kepada peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Wiwin Maisyaroh, M.Si. selaku Koordinator Program Studi Tadris Biologi yang telah banyak memberikan bimbingan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Heni Setyawati, S.Si.,M.Pd. selaku Dosen Pembimbing skripsi yang banyak memberikan arahan serta bimbingan untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Ahmad Dhiyaa Ul Haqq, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama perkuliahan.
7. Seluruh Dosen Tadris Biologi Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada peneliti.
8. Bapak Dr. Nanda Eska Anugrah Nasution, M.Pd. selaku Validator Ahli Media yang telah memberi arahan kepada peneliti.
9. Ibu Dr. Wiwin Maisyaroh, M.Si, selaku Validator Ahli Materi yang telah memberi arahan kepada peneliti.
10. Bapak Muhammad Muhaimin, selaku Validator Ahli Taksonomi yang telah memeberi arahan kepada peneliti
11. Seluruh Pihak De Djawatan yang telah memberikan izin, dukungan, dan arahan selama proses penelitian berlangsung.

Penulis sepenuhnya memahami bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga Allah senantiasa melimpahkan rahmat dan petunjuk-Nya kepada kita semua. Harapan penulis, semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat serta menjadi referensi yang berharga bagi pembaca di masa mendatang. Aamiin



ABSTRAK

Maharani Tafana Putri, 2025 : *Keanekaragaman Tumbuhan Paku di Kawasan Hutan De Djawatan Kabupaten Banyuwangi sebagai Sumber Belajar E-booklet*.

Kata Kunci : *E-booklet*, Hutan De Djawatan, Keanekaragaman, Tumbuhan paku

Keanekaragaman tumbuhan paku (Pteridophyta) di Hutan De Djawatan Banyuwangi berperan dalam menjaga stabilitas ekosistem dan berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan ajar. Berdasarkan observasi awal, kawasan ini diketahui memiliki banyak tumbuhan paku. Namun, data ilmiah mengenai jenis paku epifit dan terestrial di kawasan tersebut masih terbatas. Karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menghitung keanekaragaman tumbuhan paku yang ditemukan dan mengembangkan sumber belajar berupa *e-booklet*, yaitu *booklet* digital yang mudah diakses dan fleksibel.

Fokus penelitian dalam skripsi ini adalah : 1). Apa saja jenis tumbuhan paku yang ditemukan di Kawasan hutan De Djawatan? 2). Bagaimana tingkat keanekaragaman tumbuhan paku di Kawasan hutan De Djawatan? 3). Bagaimana validitas E-booklet berdasarkan hasil keanekaragaman tumbuhan paku di Kawasan hutan De Djawatan?

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk mengidentifikasi keanekaragaman tumbuhan paku berdasarkan ciri morfologi melalui observasi lapangan. Sampel dikumpulkan menggunakan metode plot sampling dengan transek garis pada tiga stasiun, total 38 plot berukuran 10×10 m. Teknik pengumpulan data meliputi observasi lapangan, dokumentasi foto, dan angket validator. Data yang dicatat mencakup jenis spesies, jumlah individu, dan habitatnya. Analisis data dilakukan secara deskriptif melalui identifikasi morfologi, dilanjutkan perhitungan kerapatan, frekuensi, indeks nilai penting (INP), dan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener. Keabsahan data diperoleh melalui validasi ahli materi, ahli media, dan ahli taksonomi.

Kesimpulan penelitian ini yaitu : 1). Terdapat 15 spesies tumbuhan paku di Djawatan yaitu *Asplenium nidus*, *Christella hispidula*, *Pteris tripartite* Sw, *Microlepia speluncae*, *Ctenitis submarginalis*, *Drynaria sparsisora*, *Pyrrosia longifolia*, *Microsorium scolopendria*, *Pyrrosia piloselloides*, *Nephrolepis biserrata*, *Nephrolepis hirsutula*, *Pityrogramma calomelanos*, dan *Pteris ensiformis*. 2). Keanekaragaman paku epifit berada pada kategori sedang dengan nilai indeks 1,447–1,759, sementara paku terestrial menunjukkan keanekaragaman lebih tinggi pada kawasan dengan variasi cahaya dan kelembapan tanah. 3). Validasi media pembelajaran memperoleh skor 92% yang termasuk kategori sangat valid, dan validasi materi mencapai 80% yang dikategorikan valid.

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Konteks Penelitian	1
B. Fokus Penelitian	5
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
E. Defnisi Istilah	8
F. Sistematika Pembahasan	9
BAB II	11
KAJIAN PUSTAKA	11
A. Penelitian Terdahulu	11
B. Kajian Teori	20
BAB III.....	43
METODE PENELITIAN	43
A. Pendekatan dan Jenis Penelitian	43
B. Lokasi Penelitian.....	43
C. Subyek penelitian	44
D. Teknik Penelitian	44
E. Teknik analisis data.....	48
F. Keabsahan Data.....	52
G. Tahap-Tahap Penelitian	53

	Hal
BAB IV	56
PEMBAHASAN	56
A. Gambaran Objek Penelitian	56
B. Penyajian data dan analisis	57
C. Pembahasan temuan	78
BAB V.....	92
PENUTUP.....	92
A. Kesimpulan	92
B. Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN.....	99



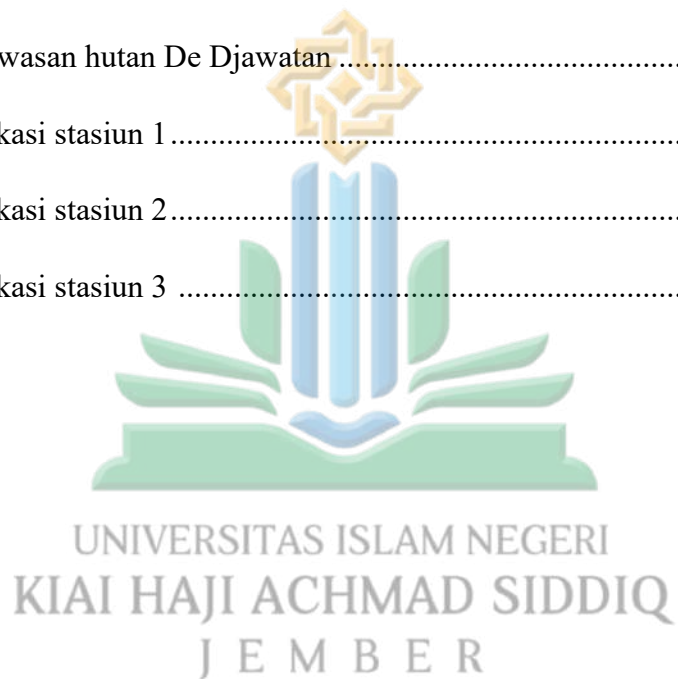
DAFTAR TABEL

No.	Uraian	Hal
	Tabel 1 Penelitian terdahulu	18
	Tabel 3.1 Kriteria Validitas E-booklet	51
	Tabel 4.1 Daftar Spesies yang ditemukan.....	62
	Tabel 4.2 Hasil analisis indeks keanekaragaman	66
	Tabel 4.3 Hasil analisis indeks nilai penting.....	67
	Tabel 4.4 Pengukuran factor lingkungan	69
	Tabel 4.5 Hasil validasi ahli materi dan ahli media	71


 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
 KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
 J E M B E R

DAFTAR GAMBAR

No.	Uraian	Hal
Gambar 2.1	Hutan De Djawatan bagian depan dan dalam	40
Gambar 3.1	Peta lokasi penelitian.....	43
Gambar 3.2	Peta titik sampling lokasi penelitian.....	45
Gambar 4.1	Kawasan hutan De Djawatan	56
Gambar 4.2	Lokasi stasiun 1	56
Gambar 4.3	Lokasi stasiun 2	56
Gambar 4.4	Lokasi stasiun 3	56



DAFTAR LAMPIRAN

No	Uraian	Hal
	Lampiran 1 Permohonan Izin Penelitian.....	100
	Lampiran 2 Surat Keaslian Penulisan	101
	Lampiran 3 Matriks.....	102
	Lampiran 4 Validasi Ahli Taksonomi.....	108
	Lampiran 5 Validasi Ahli Materi	110
	Lampiran 6 Validasi Ahli Media.....	116
	Lampiran 7 E-Booklet.....	121
	Lampiran 8 Surat Selesai Penelitian	122
	Lampiran 9 Dokumentasi.....	123



BAB I

PENDAHULUAN

A. Konteks Penelitian

Keanekaragaman hayati merupakan aset penting bagi ekosistem, Keanekaragaman hayati mencakup berbagai jenis organisme yang berperan dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Indonesia, sebagai negara megabiodiversitas, memiliki kekayaan hayati yang tinggi, termasuk tumbuhan paku (Pteridophyta). Tumbuhan paku berkontribusi dalam siklus ekologi, seperti penyediaan oksigen, penyimpanan karbon, dan penyediaan habitat bagi berbagai spesies lainnya. Keberadaan tumbuhan ini juga dapat menjadi indikator kesehatan lingkungan karena sensitivitasnya terhadap perubahan ekosistem.¹ Identifikasi jenis paku yang beragam menunjukkan bahwa tumbuhan paku memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Hal ini menunjukkan kemampuan tumbuhan paku untuk beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan, seperti tingkat kelembapan udara, jenis tanah, dan intensitas cahaya. Tumbuhan paku dapat hidup di berbagai habitat, mulai dari hutan hujan tropis hingga padang rumput yang lembap.² Oleh karena itu, studi mengenai keanekaragaman tumbuhan paku penting dalam mendukung upaya konservasi dan pendidikan lingkungan.

Tumbuhan paku (Pteridophyta) merupakan kelompok tumbuhan berpembuluh yang memiliki peran ekologis penting dalam ekosistem hutan.

¹ Susanti Fakaubun, *Studi Literatur Keanekaragaman Hayati Tanaman Paku (Pteridophyta) di Indonesia*, 1 (2024).

² Sahara Juliana Jihan Kausar dan Sri Amintarti, *Keragaman tumbuhan paku (Pteridophyta) di hutan tropis Kalimantan Selatan*, t.t.

Tumbuhan ini berperan sebagai penyedia oksigen, penahan erosi tanah, serta tempat hidup bagi berbagai mikroorganisme dan hewan kecil. Pteridophyta juga memiliki nilai estetika dan ekonomi, seperti digunakan dalam industri obat-obatan, hortikultura, serta penelitian biologi. Keanekaragaman tumbuhan paku di Indonesia sangat tinggi karena kondisi iklim tropis yang mendukung pertumbuhannya. Namun, masih banyak wilayah yang belum didokumentasikan secara lengkap mengenai jenis-jenis tumbuhan paku yang tumbuh di dalamnya.³ Salah satu kawasan yang memiliki potensi tinggi terhadap keberagaman tumbuhan paku adalah Hutan De Djawatan di Kabupaten Banyuwangi. Berdasarkan hasil observasi pada tanggal 20 Agustus 2025 yang dilakukan di Kawasan Hutan De Djawatan diketahui terdapat banyak spesies tumbuhan paku di kawasan tersebut dan merupakan kawasan Hutan wisata dengan aktivitas pengunjung yang cukup tinggi sehingga berpotensi menimbulkan gangguan terhadap lingkungan, seperti perubahan kondisi tanah dan kelembapan habitat. Kondisi tersebut dapat memengaruhi keberadaan dan keanekaragaman tumbuhan paku, sehingga penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengungkap spesies yang ada serta mendokumentasikannya dalam *E-booklet*. Wilayah ini memiliki kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan Pteridophyta, namun kajian ilmiah mengenai keberagaman spesies tumbuhan paku di Kawasan ini masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian tentang keanekaragaman tumbuhan paku di Hutan De Djawatan sangat penting dilakukan sebagai upaya dokumentasi dan konservasi.

³ Abdul Majid Dkk., "Keragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Taman Biodiversitas Hutan Hujan Tropis Mandiangin," Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi 7, no. 2 (2022): 102, <https://doi.org/10.36722/sst.v7i2.1117>.

Hutan De Djawatan di Banyuwangi merupakan kawasan hutan lindung yang didominasi oleh pohon trembesi (*Samanea saman*), menciptakan lingkungan mikro yang lembap dan teduh. Kondisi ini mendukung pertumbuhan berbagai tumbuhan epifit, termasuk tumbuhan paku (Pteridophyta), yang menempel pada batang dan dahan pohon trembesi, menambah keanekaragaman hayati kawasan ini.⁴ Keanekaragaman tumbuhan paku di Hutan De Djawatan memiliki relevansi dengan materi Biologi SMA dalam Kurikulum Merdeka, khususnya pada fase E (kelas X) materi keanekaragaman hayati. Siswa diharapkan dapat memahami keanekaragaman hayati dan klasifikasi makhluk hidup melalui pengamatan langsung terhadap organisme di lingkungan sekitar. Penelitian ini penting untuk menyediakan data ilmiah yang dapat digunakan sebagai sumber belajar kontekstual, mendukung pembelajaran berbasis proyek, dan meningkatkan kesadaran siswa akan pentingnya pelestarian keanekaragaman hayati lokal.⁵

Dalam dunia pendidikan, terutama dalam pembelajaran biologi, dibutuhkan media pembelajaran yang menarik dan efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep keanekaragaman hayati. Salah satu media yang inovatif dan sesuai dengan perkembangan teknologi adalah *E-booklet*. *E-booklet* adalah sumber belajar berbasis digital yang mudah diakses, fleksibel, dan interaktif. Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa penggunaan *E-booklet* dapat meningkatkan motivasi belajar siswa serta memudahkan mereka dalam memahami materi yang

⁴ Lestari, S., & Darmayanti, R. (2024). The Essential of Trembesi in Djawatan. *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi*, 4(3), 96–107.

⁵ Prayoga, B. (2023). Pengembangan E-Ensiklopedia Biologi Sub Materi Pteridophyta di Kawasan Taman Botani Sukorambi untuk Siswa Kelas X SMA. [Skripsi, UIN KHAS Jember].

bersifat kompleks. Salah satu penelitian yang mendukung adalah studi oleh Tama Nst dan Simbolon yang menunjukkan bahwa penggunaan *E-booklet* dalam pembelajaran biologi dapat meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan karena lebih mudah dipahami dibandingkan dengan buku teks konvensional.⁶ Oleh karena itu, penyusunan *e-booklet* tentang identifikasi tumbuhan paku di Hutan De Djawatan diharapkan dapat menjadi sumber belajar yang inovatif dan bermanfaat.

Penelitian mengenai keanekaragaman tumbuhan paku epifit telah banyak dilakukan di berbagai wilayah Indonesia. Salah satunya adalah penelitian di Perkebunan Sawit PT SOCFINDO, Desa Serbajadi, Kecamatan Darul Makmur, Kabupaten Nagan Raya. Penelitian tersebut menemukan 15 jenis paku yang tergolong dalam 5 famili, yaitu Dryopteridaceae, Pteridaceae, Davalliaceae, Aspleniaceae, dan Polypodiaceae, dengan total 988 individu pada seluruh stasiun pengamatan. Tingkat keanekaragamannya mencapai 2,60, yang termasuk kategori sedang. Famili Dryopteridaceae dan Pteridaceae menjadi famili yang paling dominan, dengan Kerapatan Relatif (KR) tertinggi dimiliki oleh spesies *Nephrolepis biserrata* (famili Dryopteridaceae) sebesar 12,35% dan Indeks Nilai Penting (INP) sebesar 26,84%. Sebaliknya, KR dan INP terendah ditemukan pada spesies *Phymatosorus scolopendria* dari famili Polypodiaceae, masing-masing sebesar 2,94% dan 7,28%.

⁶ Ariqah Nabila Tama Nst dan Naeklan Simbolon, "Pengaruh Penggunaan Media E-Booklet Terhadap Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar," *Js (Jurnal Sekolah)* 7, no. 3 (2023): 479, <https://doi.org/10.24114/js.v7i3.45358>.

Temuan dari penelitian sebelumnya memperlihatkan bahwa kajian tentang keanekaragaman tumbuhan paku tidak dapat dipisahkan dari kegiatan identifikasi. Identifikasi adalah proses untuk mengenali dan menentukan identitas suatu tumbuhan. Kegiatan ini berkaitan dengan penentuan nama yang benar serta penempatannya dalam klasifikasi yang sesuai. Sementara itu, klasifikasi merupakan penyusunan makhluk hidup kedalam tingkatan taksonomi tertentu agar mempermudah proses pengelompokan. Identifikasi maupun klasifikasi dilakukan melalui pengamatan terhadap karakter atau ciri morfologi tumbuhan.⁷ Urgensi penelitian ini terletak pada pentingnya identifikasi tumbuhan paku sebagai dasar pelestarian keanekaragaman hayati lokal. Data yang dihasilkan dapat menunjang pengelolaan Kawasan hutan De Djawatan secara berkelanjutan, serta mendukung kegiatan edukasi dan konservasi lingkungan. Identifikasi ini juga berperan dalam mengungkap keberadaan spesies langka, endemik, atau yang memiliki potensi pemanfaatan ekologis dan farmakologis. Selain memberikan kontribusi ilmiah, kegiatan ini juga berpotensi untuk meningkatkan nilai Kawasan sebagai objek ekowisata serta melibatkan masyarakat setempat secara aktif dalam pelestarian lingkungan sebagai bagian dari upaya konservasi yang berkelanjutan.

Selain berkontribusi dalam dunia pendidikan, penelitian ini juga memiliki manfaat dalam bidang konservasi dan ekowisata. Dengan adanya *e-booklet* yang menyajikan informasi lengkap mengenai tumbuhan paku di Hutan De Djawatan, wisatawan yang berkunjung dapat lebih memahami kekayaan hayati yang ada dan terdorong untuk ikut menjaga kelestariannya. Selain itu, *e-booklet* ini dapat

⁷ Hartono dkk., "Identifikas Tumbuhan Tingkat Tinggi (Phanerogaamae) Di Kampus II UINSU."

digunakan oleh pemerintah daerah dan pengelola wisata untuk mempromosikan Hutan De Djawatan sebagai destinasi wisata edukatif. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan dampak akademis tetapi juga mendukung program konservasi dan pariwisata berkelanjutan di Banyuwangi.

Berdasarkan paparan tersebut, pemilihan judul penelitian "Keanekaragaman Tumbuhan (Pteridophyta) di Kawasan Hutan De Djawatan Kabupaten Banyuwangi dan Pemanfaatannya Sebagai Sumber Belajar E-Booklet" didasarkan pada pentingnya eksplorasi dan dokumentasi keanekaragaman tumbuhan paku di kawasan ini serta kebutuhan sumber belajar yang inovatif dalam dunia pendidikan. Dengan adanya *e-booklet* yang dihasilkan dari penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap biodiversitas tumbuhan paku serta mendukung upaya konservasi lingkungan di Hutan De Djawatan. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki relevansi yang kuat baik dalam bidang akademik maupun dalam pengembangan wisata edukatif berbasis keanekaragaman hayati.

B. Fokus Penelitian

Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui fokus penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Apa saja jenis tumbuhan paku (Pteridophyta) yang ditemukan di kawasan hutan De Djawatan Banyuwangi?
2. Bagaimana tingkat keanekaragaman tumbuhan paku di kawasan hutan De Djawatan Banyuwangi?

3. Bagaimana validitas *E-booklet* berdasarkan hasil keanekaragaman tumbuhan di Kawasan hutan De Djawatan Banyuwangi?

C. Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat tujuan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan paku yang di temukan di Kawasan hutan djawatan
2. Untuk mendeskripsikan tingkat keanekaragaman tumbuhan paku di kawasan hutan djawatan
3. Untuk mendeskripsikan validitas *e-booklet* keanekaragaman tumbuhan paku di Kawasan Hutan Djawatan

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat bagi berbagai pihak. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Untuk pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang ekologi dan botani, menambah pemahaman peneliti, mahasiswa, dan praktisi di bidang botani terkait Keanekaragaman tumbuhan paku (*Pteridophyta*) di Kawasan hutan De Djawatan benculuk-banyuwangi dan memberikan kontribusi bagi penelitian bidang botani, khususnya terkait identifikasi dan klasifikasi tumbuhan paku.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Pendidik :

Hasil penelitian ini dapat dikembangkan menjadi media pembelajaran berbasis *E-booklet* yang digunakan sebagai sumber belajar untuk materi tentang tumbuhan paku (pteridophyta)

b. Bagi siswa :

Media pembelajaran *E-booklet* diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang keanekaragaman tumbuhan paku-pakuan secara menarik dan edukatif

c. Bagi pengelola Kawasan hutan De Djawatan :

Menyediakan informasi terkait keanekaragaman spesies tumbuhan paku yang dapat mendukung upaya konservasi dan pengembangan ekowisata.

E. Definisi Istilah

Definisi istilah digunakan untuk mencegah terjadinya perbedaan penafsiran terhadap istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini, sehingga makna yang dimaksud menjadi lebih jelas. Adapun definisi istilah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku adalah tumbuhan cormophyta berspora yang dapat tumbuh sebagai epifit maupun terestrial. Dalam penelitian ini, tumbuhan paku yang diamati adalah tumbuhan paku epifit dan tumbuhan paku terestrial. Paku epifit adalah jenis tumbuhan paku yang hidup menempel

pada batang atau pepohonan, tetapi tidak mengambil nutrisi dari inangnya. Sedangkan, paku terestrial adalah jenis tumbuhan paku yang hidup langsung dipermukaan tanah, paku terestrial mendapat nutrisi langsung dari permukaan tanah melalui akarnya.

b. Keanekaragaman tumbuhan paku

Keanekaragaman tumbuhan paku adalah banyaknya jenis dan variasi tumbuhan paku yang ditemukan di suatu Kawasan atau ekosistem tertentu.

c. Kawasan hutan De Djawatan

Kawasan Hutan De Djawatan yang terletak di wilayah Benculuk, Banyuwangi, memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dan menjadi habitat alami bagi berbagai spesies tumbuhan, termasuk tumbuhan paku.

d. E-Booklet

E-booklet adalah *booklet* yang dibuat dalam format digital, yang dirancang untuk menyampaikan informasi secara digital dengan tampilan interaktif dan mudah diakses. Dalam penelitian ini, e-booklet berfungsi sebagai media pembelajaran yang menyajikan hasil identifikasi tumbuhan paku-pakuan secara lengkap dan disajikan secara menarik.

F. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan memuat uraian mengenai alur penulisan skripsi yang disusun mulai dari bab pendahuluan hingga bab penutup, sehingga dapat mempermudah pemahaman baik bagi peneliti maupun pembaca. Adapun sistematika yang dimaksud adalah sebagai berikut:

Bagian awal mencakup halaman judul, lembar persetujuan pembimbing, lembar pengesahan, motto dan persembahan, abstrak, daftar isi, daftar tabel, serta daftar gambar.

Bab satu, yaitu Pendahuluan, berisi konteks penelitian, fokus penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, definisi istilah, serta sistematika pembahasan.

Bab dua, yaitu Kajian Pustaka, memuat uraian mengenai penelitian terdahulu yang relevan serta landasan teori yang mendukung penelitian.

Bab tiga, yaitu Metode Penelitian, menjelaskan secara garis besar metode dan prosedur penelitian yang digunakan. Bab ini mencakup pendekatan dan jenis penelitian, lokasi penelitian, subjek penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, keabsahan data, serta tahapan penelitian.

Bab empat menyajikan data dan analisis. Dalam bab ini dipaparkan secara rinci gambaran objek penelitian, penyajian data, analisis, serta pembahasan terhadap temuan penelitian.

Bab lima merupakan bagian penutup yang memuat kesimpulan dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya serta saran-saran yang dianggap bermanfaat, dan diakhiri dengan penutup.

Selanjutnya, skripsi ini dilengkapi dengan daftar pustaka, pernyataan keaslian penulis, serta lampiran-lampiran yang berfungsi sebagai pendukung dalam melengkapi data penelitian.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait dengan penelitian ini, seperti penelitian tentang jenis tumbuhan paku-pakuan dan penggunaan media belajar berupa *booklet*. Penelitian ini didukung oleh hasil penelitian lain yang sebelumnya telah dilakukan dan dapat menjadi acuan dalam penelitian ini. Relevansi dari penelitian-penelitian tersebut akan dijelaskan dalam uraian berikut :

- 1) Penelitian yang dilakukan oleh Tria Dewanti, N. Nurchayati, Hasyim As'ari tahun 2020 yang berjudul "Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Ijen Banyuwangi".

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis-jenis spesies tumbuhan paku (Pteridophyta) yang terdapat di Kawasan Ijen Banyuwangi serta mendeskripsikan karakteristik masing-masing spesies tersebut. Data yang diperoleh dari lapangan kemudian diidentifikasi untuk menentukan spesies secara tepat. Penelitian ini menggunakan metode belt transek dengan memanfaatkan data primer dan sekunder. Analisis data dilakukan secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk gambar serta tabel.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 10 spesies tumbuhan paku yang tergolong dalam 6 famili, yaitu: *Pteris biaurita* L. *Pteris vittata* L. *Nephrolepis cordifolia* (L.) Presl, *Nephrolepis hirsutula* (Forst.) *Pyrrosia longifolia* (Burm.f.) C.V. Morton, *Pyrrosia piloselloides* (L.) M. Price,

Goniophlebium korthalsii (Mett.) Bedd. *Hypolepis punctata* (Thunb.) Mett. ex Kuhn, *Cyclosorus heterocarpus* (Blume) Ching dan *Davallia denticulata* (Burm.f.)⁸

- 2) Penelitian yang dilakukan oleh Irwan Syahputra tahun 2022 yang berjudul "Keanekaragaman Paku Epifit (Pteridophyta) Di Perkebunan Sawit PT SOCFINDO Desa Serbajadi Kecamatan Darul Makmur Kabupaten Nagan Raya".

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan paku serta menentukan tingkat keanekaragaman dan indeks nilai penting (INP) tumbuhan paku epifit yang terdapat di Kawasan Perkebunan Sawit PT SOCFINDO. Penelitian dilaksanakan menggunakan metode line transect, yang berfungsi membatasi area penelitian. Lokasi pengambilan sampel dibagi menjadi dua stasiun dengan total 10 transek.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 15 jenis tumbuhan paku yang termasuk dalam 5 famili, yaitu Dryopteridaceae, Pteridaceae, Davalliaceae, Aspleniaceae, dan Polypodiaceae, dengan total 988 individu pada seluruh stasiun. Tingkat keanekaragaman sebesar 2,60, yang termasuk kategori sedang. Famili Dryopteridaceae dan Pteridaceae merupakan famili yang paling dominan, dengan Kerapatan Relatif (KR) tertinggi dimiliki oleh *Nephrolepis biserrata* dari famili Dryopteridaceae sebesar 12,35% dan Indeks Nilai Penting (INP) sebesar 26,84%. Sementara itu, KR dan INP

⁸ Dewanti, Nurchayati, dan As'ari, "Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Ijen Banyuwangi."

terendah tercatat pada spesies *Phymatosorus scolopendria* dari famili Polypodiaceae, masing-masing sebesar 2,94% dan 7,28%..⁹

- 3) Penelitian yang dilakukan oleh Sartinah, Rafdinal, Siti Ifadatin tahun 2023 yang berjudul “Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku Epifit (Pteridophyta) Di Kecamatan Sukadana Kabupaten Kayong Utara Provinsi Kalimantan Barat”.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi keanekaragaman jenis paku epifit yang terdapat di kawasan hutan Kecamatan Sukadana, Kabupaten Kayong Utara, Provinsi Kalimantan Barat. Penelitian dilakukan dengan metode *Purposive Sampling*. Pengumpulan data paku epifit menggunakan metode multiple plot berukuran 10 × 10 meter, yang dibagi menjadi lima plot dengan jarak antarlokasi plot sejauh 10 meter. Pengambilan sampel pada batang pohon dibatasi hingga ketinggian 5 meter. Hasil penelitian menemukan 10 jenis paku epifit, yaitu *Asplenium nidus*, *Asplenium* sp, *Davallia denticulata*, *Drynaria sparsisora*, *Drynaria quercifolia*, *Vittaria angustifolia*, *Pyrrosia lanceolata*, *Pyrrosia piloselloides*, *Nephrolepis falcata*, dan *Phymatosorus scolopendria*. Tingkat keanekaragaman paku epifit di lokasi penelitian berada pada kategori sedang, dengan nilai indeks keanekaragaman berkisar antara 1,447 hingga 1,759. Hasil uji statistik t Hutcheson menunjukkan

⁹ Irfan Syahputra, “Keanekaragaman Paku Epifit (Pteridophyta) Di Perkebunan Sawit PT SOCFINDO Desa Serbajadi Kecamatan Darul Makmur Kabupaten Nagan Raya” (UIN Ar-rainy Banda Aceh, 2022).

bahwa ketiga lokasi penelitian memiliki baik perbedaan maupun kesamaan dalam tingkat keanekaragaman paku epifit.¹⁰

- 4) Penelitian yang dilakukan oleh Anyelir Sukma Yolla, Fitri Damayanti, Efri Gresinta tahun 2022 yang berjudul "Keanekaragaman Tumbuhan Paku Terestrial Di Kawasan Hutan Pancar, Bogor".

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi keanekaragaman jenis paku terestrial di Area Camping Ground A, Kawasan Hutan Pinus Gunung Pancar, Bogor. Penelitian menggunakan metode deskriptif. Pengambilan sampel paku dilakukan secara purposive sampling berdasarkan jenis dan jumlah paku yang ditemukan pada lokasi tertentu, dengan menerapkan line transect sepanjang 20 meter yang dibagi menjadi empat transek berukuran 5×5 meter. Selain itu, dilakukan pula pengamatan terhadap faktor-faktor abiotik, meliputi intensitas cahaya, suhu udara, suhu tanah, kelembaban lingkungan, serta pH tanah. Hasil penelitian menemukan sepuluh jenis paku terestrial, yaitu *Blechnum orientale*, *Selaginella wildenowii*, *Dicranopteris linearis*, *Lygodium circinatum*, *Pleocnemia irregularis*, *Pteris vittata*, *Pityrogramma calomelanos*, *Adiantum lunulatum*, *Marsilea crenata*, dan *Christella parasitica*. Secara keseluruhan, transek di Area Camping Ground A menunjukkan nilai indeks

¹⁰ Ifadatin, "Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku Epifit (pteriodophyta) Di Kecamatan Sukadana Kabupaten Kayong Utara Provinsi Kalimantan Barat."

keanekaragaman pada kategori sedang, yaitu 1,851, serta indeks pemerataan spesies yang termasuk merata dengan nilai 0,334.¹¹

- 5) Penelitian yang dilakukan oleh Hanifia Rizky, Rosita Primasari, Yunita Kurniasih, dan Diana Vivanti tahun 2018 yang berjudul “Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku Terestrial di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Banten”.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis paku terestrial yang terdapat di KHDTK (Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus), serta menentukan nilai frekuensi dan frekuensi relatif, dominansi dan dominansi relatif, indeks nilai penting (INP), dan indeks dominansi dari tumbuhan paku terestrial. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan teknik purposive sampling, berdasarkan komposisi jenis dan jumlah paku pada area tertentu. Kegiatan ini dilakukan untuk menggambarkan keanekaragaman paku yang ada di KHDTK Pandeglang, Banten. Pengamatan lingkungan mencakup intensitas cahaya, suhu udara, kelembaban, pH tanah, dan ketinggian lokasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tiga spesies paku di KHDTK, yaitu *Selaginella plana*, *Lygodium salicifolium*, dan *Diplazium esculentum*. Spesies dengan INP tertinggi adalah *Selaginella plana*, sedangkan *Diplazium esculentum* memiliki nilai INP terendah. *Selaginella plana* juga tercatat sebagai spesies

¹¹ Ayelir Sukma Yolla, Fitri Damayanti, dkk., “Keanekaragaman Tumbuhan Paku Terestrial di Kawasan Hutan Pinus Gunung Pancar, Bogor,” *EduBiologia: Biological Science and Education Journal* 2, no. 1 (2022): 63, <https://doi.org/10.30998/edubiologia.v2i1.11844>.

yang paling dominan dibandingkan *Lygodium salicifolium* dan *Diplazium esculentum*.¹²

- 6) Penelitian yang dilakukan oleh Muhtya Ningsih tahun 2021 yang berjudul “Identifikasi Tumbuhan Paku Sejati Epifit Di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman Youth Camp Kabupaten Pesawaran Lampung”.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis paku sejati epifit yang terdapat di Tahura Wan Abdul Rachman, khususnya di area Youth Camp Kabupaten Pesawaran. Metode yang digunakan adalah metode jelajah, yaitu menyusuri area penelitian untuk menemukan tumbuhan paku epifit, kemudian mendokumentasikannya serta mengumpulkan sampel untuk dibuat herbarium.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 7 jenis paku sejati epifit, yaitu *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott, *Davallia denticulata* (Burm.f) Mett. ex Kuhn, *Drynaria sparsisora* (Desv.) T. Moore, *Drynaria quercifolia* (L.) J. Sm, *Drymoglossum piloselloides* (L.) Presl, *Phymatosorus scolopendria* (Burm.f.) Pic. Serm, dan *Vittaria ensiformis* Sw. Jenis-jenis tersebut berasal dari 6 genus, yaitu *Nephrolepis*, *Phymatosorus*, *Drynaria*, *Davallia*, *Drymoglossum*, dan *Vittaria*, yang termasuk ke dalam 3 famili, yaitu Polypodiaceae, Nephrolepidaceae, dan Vittariaceae.¹³

¹² Kurniasih, “Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku Terestrial Di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Banten.”

¹³ Saputri dan Si, “Identifikasi Tumbuhan Paku Sejati Epifit Di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman Youth Camp kabupaten Pesawaran lampung.”

- 7) Penelitian yang dilakukan oleh Asih Sugiarti, tahun 2017 yang berjudul “Identifikasi Jenis Paku-Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Cagar Alam Pagerwunung Darupono Kabupaten Kendal Sebagai Media Pembelajaran Sistematika Tumbuhan Berupa Herbarium”.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan paku yang terdapat di Cagar Alam Pagerwunung serta menilai kelayakan media herbarium sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Sistematika Tumbuhan. Metode yang digunakan adalah metode jelajah (cruise method). Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel serta dokumentasi foto. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan 15 jenis tumbuhan paku yang tergolong dalam 6 famili. Jenis-jenis tersebut meliputi anggota famili Dennstaedtiaceae seperti *Davallia solida* (Forst.) Sw, *Pteris ensiformis* (Burm.), *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schot., *Microlepia ridleyi* (Copel.), *Pteris biaurita* (L.), *Elaphoglossum peninsulare* (Holtt.), dan *Elaphoglossum califolium* (Bl.), famili Polypodiaceae yaitu *Drymoglossum piloselloides* (L.), *Drynaria quercifolia* (L.) Sm., dan *Pyrrosia lanceolata* (L.) Farwell, famili Grammitidaceae yaitu *Hypoderris brownii* (J.) Smith, famili Adiantaceae yaitu *Adiantum peruvianum* (L.), famili Thelypteridaceae yaitu *Thelypteris pectiniformis* (C.) Chr. serta famili Schizaceae yaitu *Lygodium flexuosum* (L.) Sw. Penilaian kelayakan media menunjukkan bahwa herbarium yang dikembangkan memperoleh persentase kelayakan sebesar 80,1% yang mencakup aspek materi, media, dan pengguna. Dengan demikian, media

herbarium tersebut dinyatakan layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran di lapangan¹⁴.

Persamaan dan Perbedaan dari penelitian terdahulu dapat disajikan pada tabel 2.1

Tabel 2.1
Daftar penelitian terdahulu

No	Nama Peneliti, Judul, Tahun	Persamaan	Perbedaan
1.	Tria Dewanti dkk, 2020 Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Ijen Banyuwangi	a. Meneliti identifikasi tumbuhan paku (pteridophyta) b. fokus pada jenis dan deskripsi spesies	a. lokasi penelitian berbeda b. tidak di jadikan media pembelajaran
2.	Irwan Syahputra (2022) Keanekaragaman Paku Epifit di Perkebunan Sawit PT SOCFINDO	a. Meneliti paku epifit b. Menggunakan metode transek c. Mengukur indeks keanekaragaman	a. Lokasi berbeda b. Tidak digunakan sebagai media pembelajaran
3.	Sartinah, Rafdinal, Siti Ifadatin (2023) Keanekaragaman Tumbuhan Paku Terrestrial Di Kawasan Hutan Pancar, Bogor	a. Meneliti keanekaragaman paku epifit b. Menghitung Indeks Keanekaragaman	a. Lokasi berbeda b. Tidak mengembangkan media pembelajaran
4.	Anyelir Sukma Yolla dkk (2022) Identifikasi dan Keanekaragaman Paku di Tomohon Timu	a. Identifikasi dan keanekaragaman paku b. Analisis kualitatif dan kuantitatif	a. Lokasi berbeda b. Tidak mengembangkan media pembelajaran

¹⁴ Sugiarti, asih "Identifikasi Jenis Paku-Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Cagar Alam Pagerwunung Darupono Kabupaten Kendal Sebagai Media Pembelajaran Sistematika Tumbuhan Berupa Herbarium."

No	Nama Peneliti, Judul, Tahun	Persamaan	Perbedaan
5.	Hanifia Rizky dkk (2018) Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku Terestrial di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Banten	a. Meneliti Keanekaragaman paku Terestrial b. Menghitung Indeks Keanekaragaman	a. Lokasi berbeda b. Tidak digunakan sebagai media pembelajaran c. Metode Jelajah
6.	Muhtya Ningsih (2021) Identifikasi Paku Epifit di Tahura Wan Abdul Rachman	a. Sama-sama identifikasi paku epifit b. Menggunakan metode jelajah	a. Lokasi berbeda b. Tidak digunakan sebagai media pembelajaran
7.	Asih Sugiarti (2017) Identifikasi Paku-Pakuan di Cagar Alam Pagerwunung	a. identifikasi jenis paku b. dikembangkan jadi media pembelajaran (herbarium)	a. lokasi penelitian berbeda b. tidak menghitung indeks keanekaragaman c. media dalam bentuk herbarium

Berdasarkan tabel 2.1 diketahui bahwa keterbaruan Penelitian ini yaitu, pertama lokasi penelitian di Hutan De Djawatan Banyuwangi yang belum banyak dikaji secara ilmiah, meskipun memiliki potensi keanekaragaman tumbuhan paku yang tinggi. Kedua, fokus penelitian secara khusus pada identifikasi dan keanekaragaman tumbuhan paku epifit dan paku terestrial (Pteridophyta), ketiga, hasil penelitian dikembangkan menjadi sumber belajar digital berupa *E-booklet* yang divalidasi oleh ahli, sehingga bermanfaat tidak hanya secara akademis tetapi juga praktis dalam dunia pendidikan dan ekowisata lokal. Penelitian ini mengintegrasikan kajian

biologi, konservasi, dan pengembangan media pembelajaran, yang belum banyak dilakukan dalam penelitian sejenis.

B. Kajian teori

1. Keanekaragaman Tumbuhan

Keanekaragaman hayati (biodiversitas) merupakan istilah komprehensif yang mencerminkan variasi bentuk kehidupan di bumi, mencakup tingkat genetik, jenis (spesies), dan ekosistem.¹⁵ Keanekaragaman ini meliputi perbedaan dalam bentuk, struktur, warna, jumlah, hingga sifat-sifat organisme yang terlihat dalam suatu komunitas kehidupan. Keanekaragaman hayati terbentuk dari proses evolusi selama miliaran tahun yang dipengaruhi oleh dinamika alam maupun aktivitas manusia. Saat ini telah diidentifikasi sekitar 2,1 juta spesies, namun para ilmuwan memperkirakan jumlah total spesies bisa mencapai 9-52.¹⁶ Selain mencakup perbedaan genetik dalam spesies, seperti varietas tumbuhan dan hewan ternak, keanekaragaman ini juga mencakup ragam ekosistem seperti hutan, lahan basah, gurun, pegunungan, dan sungai, di mana terjadi interaksi kompleks antar makhluk hidup dan lingkungannya.

Keanekaragaman tumbuhan secara khusus menunjukkan variasi besar yang sangat penting bagi kehidupan manusia, seperti sebagai sumber pangan, obat-obatan, sandang, papan, serta fungsi ekologis lainnya. Keberadaan tumbuhan hijau berperan penting dalam menjaga

¹⁵ Kimbal.J.W. 1983. Biology. 5th Edition. Reading. Massaschusetts.; Indrawan M, Primack RB, SupriatnaJ. 2007. Biologi Konservasi. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.

¹⁶ Muhammad Asril dkk., *Keanekaragaman Hayati* (Yayasan Kita Menulis., 2022).

keseimbangan lingkungan, misalnya dalam pengendalian iklim, pencemaran udara, pemanasan global, dan menjaga siklus air.¹⁷ Namun, keanekaragaman hayati kini menghadapi ancaman serius akibat eksploitasi berlebihan dan degradasi lingkungan. Beberapa spesies endemik Indonesia, seperti badak bercula satu dan tumbuhan matoa, telah menjadi langka bahkan terancam punah, sehingga pelestarian keanekaragaman hayati menjadi tanggung jawab bersama demi keberlanjutan kehidupan. Keanekaragaman yang demikian luas ini tentu tidak muncul begitu saja, melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang menjadi sumber variasi dalam kehidupan makhluk hidup.

Keanekaragaman hayati tidak hanya mencerminkan perbedaan antar spesies, tetapi juga mencakup variasi di dalam satu spesies yang sama. Setiap makhluk hidup memiliki ciri umum seperti bernapas, tumbuh, bergerak, dan berkembang biak, tetapi tetap memiliki banyak perbedaan dalam hal bentuk tubuh, cara hidup, tempat hidup, hingga sifat-sifat fisiologis. Perbedaan ini menunjukkan adanya variasi yang menjadi dasar terbentuknya keanekaragaman hayati.¹⁸ Sumber variasi dalam keanekaragaman hayati berasal dari beberapa faktor utama, yaitu:

a) Variasi Perkembangan (Genetik)

¹⁷ Irwan ZA. 2010. Prinsip-prinsip Ekologi Ekosistem, Lingkungan, dan Pelestariannya. PT. Bumi Aksara, Jakarta.

¹⁸ Mimien Henie Irawati Al Muhdhar dkk., *Keanekaragaman Tumbuhan Rempah dan Pangan Unggulan Lokal*, vol. 11, no. 1 (Universitas Negeri Malang, 2018).

Variasi ini ditentukan oleh faktor keturunan (genetik), contohnya pada tanaman pala yang menunjukkan perbedaan dalam fase pertumbuhan dan perkembangan bijinya sejak tahap kecambah.

b) Variasi Akibat Lingkungan

Faktor eksternal seperti cahaya matahari, suhu, air, tanah, dan persaingan dengan tanaman lain (gulma) dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil reproduksi tumbuhan. Misalnya, tumbuhan cengkeh yang tumbuh di lahan dengan banyak gulma akan mengalami hambatan pertumbuhan.

c) Ketinggian Tempat

Perbedaan ketinggian dari permukaan laut menyebabkan variasi suhu, kelembaban, dan curah hujan (mikroklimat), yang pada gilirannya memengaruhi persebaran dan jenis tumbuhan yang bisa hidup di suatu daerah.

d) Letak Geografis

Letak wilayah secara geografis menimbulkan variasi iklim (makroklimat) yang signifikan seperti musim, intensitas cahaya matahari, dan curah hujan, sehingga memengaruhi keberagaman makhluk hidup di berbagai daerah.

e) Mutasi

Mutasi adalah perubahan materi genetik yang terjadi secara tiba-tiba dan dapat diwariskan. Mutasi menghasilkan individu yang

memiliki sifat berbeda dari induknya dan dapat menjadi sumber keanekaragaman baru.

f) Rekombinasi Genetik dan Aliran Gen

Rekombinasi adalah pembentukan kombinasi gen baru selama reproduksi seksual, sementara aliran gen merupakan perpindahan gen antar populasi yang menyebabkan variasi genetik dalam spesies.¹⁹

Dengan demikian, keanekaragaman hayati terjadi karena interaksi antara faktor genetik dan lingkungan, serta proses biologis seperti mutasi dan rekombinasi. Hal ini menjadikan makhluk hidup memiliki bentuk dan sifat yang beragam, meskipun berasal dari satu spesies yang sama.

2. Tumbuhan Paku Epifit, Terrestrial, dan Air

Tumbuhan paku atau Pteridophyta merupakan tumbuhan cormophyta berspora yang mampu tumbuh di berbagai jenis lingkungan. Tumbuhan paku salah satu kelompok tumbuhan yang memiliki jumlah jenis yang sangat beragam. Di Indonesia, jumlah jenis tumbuhan paku diperkirakan mencapai sekitar 1.250–1.500 spesies.²⁰ Meskipun memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai tanaman hias, bahan obat, hingga sayuran, banyak masyarakat yang masih menganggap bahwa tumbuhan paku tidak memberikan manfaat yang berarti. Akibatnya, keberadaan paku-pakuan sering terabaikan dan kurang mendapat perhatian

¹⁹ Muhdhar dkk., *Keanekaragaman Tumbuhan Rempah dan Pangan Unggulan Lokal*, vol. 11.

²⁰ Irma, W., & Herlina, N. Keanekaragaman Hayati Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Desa Gading Sari Kec. Tapung Kab. Kampar Provinsi Riau. *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 4(1), 65–70. (2013). <https://doi.org/10.37859/jp.v4i1.171>

dibandingkan kelompok tumbuhan lainnya.²¹ Tumbuhan yang termasuk epifit adalah tumbuhan yang hidup menempel pada tanaman lain sebagai penopang, tanpa memiliki akar yang berada di dalam tanah. Ukurannya umumnya lebih kecil dari tanaman inangnya dan keberadaannya tidak menyebabkan kematian pada tanaman yang ditumpanginya. Epifit dari golongan paku-pakuan (Pteridophyta) biasanya menyukai lingkungan yang lembap dan sejuk, serta dapat tumbuh baik di tanah maupun menempel pada batang pohon. Sebagian besar tumbuhan epifit berukuran relatif kecil, seperti lumut, lumut kerak, dan ganggang. Namun, terdapat pula beberapa jenis paku yang lebih memilih hidup menempel pada tanaman lain daripada tumbuh di tanah, seperti *Asplenium*, *Davallia*, *Drynaria*, *Platyserium*, *Cyclophorus*, *Drymoglossum*, *Vittaria*, dan jenis epifit paku lainnya.²²

Cara mengenali tumbuhan paku umumnya dapat dilihat dari pucuk daunnya yang menggulung seperti spiral saat masih muda. Pada bagian bawah daun biasanya terdapat bintik-bintik yang tersusun teratur dalam baris, bergerombol, atau tersebar. Bintik-bintik tersebut merupakan kotak spora yang disebut sporangium, dan melalui spora inilah tumbuhan paku berkembang biak. Secara tidak langsung, tumbuhan paku juga berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem hutan. Keberadaannya

²¹ Wardhani, "Identifikasi tumbuhan paku (pteridophyta) di kelurahan kapuas kiri hilir."

²² Sri Lestari, Identifikasi Tumbuhan Paku Sejati (filicinae) Epifit Di Gunung Pesagi Kabupaten Lampung Barat, t.t.

membantu melindungi lahan pegunungan dari erosi serta mendukung pengaturan tata air di dalam tanah sehingga kondisi tanah tetap lembap.²³

Menurut Gembong Tjitrosoepomo, tumbuhan paku (Pteridophyta) merupakan suatu divisi tumbuhan yang anggotanya sudah memiliki kormus, yaitu tubuh yang secara jelas terbagi menjadi tiga bagian utama: akar, batang, dan daun. Alat reproduksi utama pada tumbuhan paku adalah spora. Secara umum, tumbuhan paku memiliki dua bagian utama, yaitu organ vegetatif yang meliputi akar, batang (rimpang), dan daun, serta organ generatif yang terdiri atas spora, sporangium, anteridium, dan arkegonium. Sporangium pada tumbuhan paku umumnya terletak di bagian bawah daun dan membentuk kelompok berwarna coklat atau hitam. Kelompok sporangium tersebut disebut sorus, dan pola penyusunannya terhadap tulang daun menjadi ciri penting yang digunakan dalam klasifikasi tumbuhan paku.

Tumbuhan paku dapat menyebar dengan cepat sehingga menghasilkan keanekaragaman yang dapat dikenali melalui ciri morfologi dan anatominya. Keanekaragaman tersebut mencerminkan jumlah spesies paku yang muncul sebagai hasil dari proses perkembangbiakannya. Perkembangbiakan tumbuhan paku dipengaruhi oleh faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik meliputi suhu, kelembapan, serta ketinggian tempat. Sementara itu, faktor biotik berkaitan dengan karakteristik spora yang dimiliki oleh jenis paku tersebut.²⁴

²³ Ega Saputra dkk., Identifikasi Tumbuhan Paku Sejati (Filicinae) di Curug Ciparay Desa Cidugaleun, Kecamatan Cigalontang Kabupaten Tasikmalaya, t.t.

²⁴ Miftaahul Janna, "keanekaragaman jenis tumbuhan pteridophyta (paku-paku) di kawasan curug panjang desa durian remuk kabupaten musi rawas."

Tumbuhan paku dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu yang tumbuh langsung di tanah (terestrial), yang menumpang hidup pada tanaman lain (epifit), serta yang hidup di air (akuatik). Biasanya, berbagai jenis tumbuhan paku ini berkembang optimal di daerah beriklim lembap. Jika dibandingkan dengan jenis hutan lainnya, hutan tropis memiliki keanekaragaman spesies tertinggi. Suasana hutan tropis yang teduh, ditambah kelembapan udara serta tanahnya yang tinggi, sangat mendukung pertumbuhan berbagai jenis paku, sehingga kelompok tumbuhan ini lebih mudah ditemukan dan tumbuh dengan baik di sana.²⁵

a) Jenis dan Klasifikasi Tumbuhan Paku Epifit (Pteridophyta)

1) *Asplenium* (Pakis Sarang Burung)



Gambar 2.1
Pakis sarang burung
(Sumber : socfindoconservation.co.id)

Asplenium merupakan jenis paku epifit yang memiliki daun tunggal dan tersusun membentuk roset, sehingga dikenal sebagai paku sarang burung. Bentuknya menyerupai sarang burung dan sering

²⁵ Indri Lestari, Keanekaragaman jenis tumbuhan paku epifit di Hutan Petungkriyono Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah, NICHE Journal of Tropical Biology 2019; 2(2): 14-21.

ditemukan menempel pada batang atau cabang pohon di hutan-hutan. Selain di hutan, *Asplenium* juga dapat dijumpai di perkebunan maupun pekarangan, karena kemampuannya tumbuh pada pohon inang yang memberikan naungan sekaligus perlindungan dari cahaya matahari langsung. Tanaman ini memiliki daun berbentuk lanset yang tumbuh melingkar seperti cawan (rosette), sehingga mampu menampung daun-daun kering atau materi tumbuhan lain yang jatuh ke dalamnya. *Asplenium* dapat hidup mulai dari daerah pesisir hingga pegunungan pada ketinggian sekitar 2.500 meter di atas permukaan laut, menunjukkan adaptasinya yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan.²⁶

2) *Davallia*



Gambar 2.2
Davallia
(sumber : powo.science)

Davallia merupakan tumbuhan paku epifit yang termasuk dalam Famili Davalliaceae. Paku ini memiliki rimpang yang khas, yaitu berbentuk bulat, ramping, dan menjalar, dengan permukaan ditutupi sisik berwarna coklat tua. Stipe atau tangkai daunnya berwarna hijau,

²⁶ Mansur dkk., Distribusi vertikal dan horizontal *asplenium nidus L* di taman nasional gunung halimun, Jawa Barat.

berbentuk bulat, dan memiliki permukaan yang licin. Daunnya berbentuk delta (segitiga) dan termasuk tipe daun majemuk menyirip ganda tiga. Bagian atas daun (permukaan adaksial) berwarna hijau tua, sedangkan bagian bawahnya (permukaan abaksial) berwarna hijau lebih muda. Karakteristik ini membuat *Davallia* mudah dikenali dan banyak tumbuh menempel pada batang atau cabang pohon di lingkungan yang lembap.²⁷

3) *Drynaria* (pakis daun kepala tupai)



Gambar 2.3
Drynaria querifolia
(Sumber : biodiversity4all)

Drynaria adalah salah satu jenis paku epifit yang tumbuh menempel pada pohon inang tanpa merugikannya. Paku ini memiliki rimpang yang menjalar dan batang yang menyebar, sehingga mampu melekat kuat pada permukaan tempat tumbuhnya. Daunnya soliter, berbentuk lonjong dengan tepi meruncing, serta memiliki tulang daun menyirip yang tampak jelas. Pada bagian bawah daun terdapat spora yang tersusun dalam sorus berwarna coklat, umumnya berbentuk bulat.

²⁷ Ria Ro Hutagaol, *studi jenis tumbuhan paku epifit pada kawasan taman wisata alam baning sintang*, t.t.

Spora inilah yang menjadi alat perkembangbiakan utama dari *Drynaria*. Kombinasi bentuk daun, rimpang menjalar, dan sorus yang khas membuat paku ini mudah dikenali di habitatnya, terutama pada daerah lembap di hutan tropis.²⁸

4) *Platycerium* (Paku Tanduk Rusa)



Gambar 2.4
Paku Tanduk Rusa
(Sumber : Trubus)

Platycerium merupakan paku epifit dari Famili Polypodiaceae yang dikenal dengan bentuk daunnya yang menyerupai tanduk rusa. Rimpangnya ramping, berwarna coklat tua, dan tertutup oleh daun penyangga (sterile fronds). Daun penyangga ini tumbuh tegak dan berfungsi sebagai penopang sekaligus penangkap serasah yang akan diuraikan menjadi nutrisi. Pada *Platycerium*, daun penyangga berukuran besar berbentuk bulat dengan tepi yang terbagi menjari, sedangkan daun penyangga yang lebih kecil umumnya berbentuk bulat penuh dengan tepi rata. Tulang daun pada daun penyangga tersusun

²⁸ Swastanti Ridianingsih dkk., "Inventarisasi tumbuhan paku (pteridophyta) di pos rowobendongagelan taman nasional alas purwo kabupaten banyuwangi

menjari, di mana tulang cabang tingkat pertama dan kedua masih tampak jelas, sementara cabang tingkat berikutnya semakin samar. Ciri ini menjadi salah satu identitas khas *Platyserium*, selain daun fertilnya yang panjang dan bercabang menyerupai tanduk rusa.²⁹

5) *Cyclophorus*

Cyclophorus merupakan paku epifit dari suku Polypodiaceae yang mudah dikenali karena entalnya (daunnya) yang memanjang dan tumbuh rapat hingga menutupi permukaan batang pohon tempat ia menempel. Pertumbuhannya cenderung membentuk hamparan padat sehingga tampak seperti karpet hijau di kulit batang pohon inang. Daun fertilnya membawa sorus (kumpulan sporangium) yang terletak pada sepertiga hingga seperempat bagian ujung helai daun. Sorus tersebut umumnya tersusun rapi dan jelas terlihat saat daun telah matang. Ciri penempatan sorus di bagian ujung ini menjadi salah satu karakter penting dalam mengenali *Cyclophorus* di lapangan.³⁰

6) *Drymoglossum* (paku sisik naga)



Gambar 2.6
Paku sisik naga
(sumber : Greeners.co)

²⁹ Hutagaol, *studi jenis tumbuhan paku epifit pada kawasan taman wisata alam baning sintang*.

³⁰ milenia, identifikasi di perkarangan sekolah SMAN 1 suro sebagai referensi tambahan pada materi plantae kelas X.

Drymoglossum adalah paku epifit dari keluarga Polypodiaceae yang dikenal secara lokal sebagai sisik naga karena bentuk daunnya yang kecil dan tersusun menyerupai sisik. Ukurannya relatif kecil, dengan rimpang menjalar yang melekat kuat pada permukaan batang pohon inang. Daunnya memiliki ujung tumpul, tepi rata, serta pangkal yang membulat. Permukaan daunnya cenderung tebal, agak kaku, dan sedikit licin. Tanaman ini mempunyai dua tipe daun, yaitu daun steril dan daun fertil. Daun fertil biasanya menghasilkan sori yang terdapat pada permukaan bawah daun, sedangkan daun steril berfungsi terutama untuk fotosintesis. Kombinasi ciri-ciri tersebut membuat *Drymoglossum* mudah dikenali sebagai paku epifit khas di lingkungan lembap.³¹

7) *Vittaria*



Gambar 2.7
Vittaria
(sumber:Nparks flora&fauna)

³¹ ceri Bunia, *Keanekaragaman Jenis Paku-Pakuan (Pteridophyta) di Mangrove Kabupaten Pontianak*, 2 (2014).

Tumbuhan epifit ini umumnya tumbuh pada tempat yang lembap dan banyak ditemukan menempel pada batang pohon yang dipenuhi lumut. Rimpangnya sangat pendek, hampir tidak tampak, dan ditutupi sisik berwarna coklat kehitaman. Dari rimpang tersebut muncul akar berwarna coklat yang melekat kuat pada inangnya. Daunnya berwarna hijau, tersusun sebagai daun tunggal, namun letaknya berdekatan sehingga tampak seperti berkelompok. Tepi daun tidak bertoreh, dengan bentuk helaian yang sederhana dan utuh. Ciri-ciri ini membuat tumbuhan epifit tersebut mudah dikenali di lingkungan hutan atau perkebunan yang memiliki kelembapan tinggi.³²

b) Jenis dan Klasifikasi Tumbuhan Paku Terrestrial

1) *Nephrolepis*



Gambar 2.8
Nephrolepis acutifolia (Desv.) Christ
(sumber : Nparks flora&fauna)

Nephrolepis termasuk dalam famili Nephrolepidaceae dan merupakan salah satu jenis paku terrestrial yang paling banyak

³² milenia, identifikasi di perkarangan sekolah SMAN 1 suro sebagai referensi tambahan pada materi plantae kelas X.

ditemukan di kawasan tropis. Tumbuhan ini memiliki ciri khas berupa daun menyirip panjang (frond) yang tumbuh dari rimpang menjalar. Sporanya berkembang dalam sorus kecil yang tersebar di bawah permukaan daun. Daun mudanya menggulung (circinate vernation), dan batangnya menjalar di dalam tanah membentuk koloni yang padat. Spesies paling dikenal adalah *Nephrolepis exaltata*, yang sering dijadikan tanaman hias dan mudah ditemukan tumbuh secara alami di habitat lembap seperti tepi parit, tebing teduh, atau hutan basah.³³

2) *Dryopteris*



Gambar 2.9
Dryopteris filix-mas
(sumber: powo)

Dryopteris termasuk famili Dryopteridaceae dan merupakan kelompok paku darat berukuran sedang hingga besar. Ciri khasnya adalah frond majemuk ganda, bertekstur agak kasar, dan memiliki sisik (palea) di bagian bawah tangkai daun. Rimpangnya pendek dan tegak atau agak miring, dengan pertumbuhan klonal yang membentuk rumpun. Spora pada genus ini berkembang di sorus bulat yang

³³ Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2005). *Biology of Plants* (7th ed.). New York: W.H. Freeman

dilindungi oleh indusium ginjal. Jenis ini umumnya tumbuh di lantai hutan pegunungan, daerah teduh dan lembap, seperti *Dryopteris filix-mas* yang umum di belahan bumi utara.³⁴

3) *Adiantum*



Gambar 2.10
Adiantum cuneatum
(sumber : powo)

Tanaman jenis merupakan bagian dari famili Pteridaceae. *Adiantum* sangat dikenal karena penampilannya yang dekoratif, dengan daun berbentuk kipas, tipis, dan tangkai daun berwarna hitam mengilap. Berbeda dari paku lainnya, sorus pada *Adiantum* tidak tampak menonjol, melainkan tersembunyi di balik tepi daun yang menggulung ke dalam (false indusium). Spesies *Adiantum cuneatum* sering ditemukan di lingkungan lembap seperti dinding batu yang berlumut, tebing sungai, dan tanah yang selalu basah. Genus ini lebih menyukai habitat yang teduh dan memiliki kelembaban tinggi.³⁵

³⁴ Smith, A. R., Pryer, K. M., Schuettpelz, E., Korall, P., Schneider, H., & Wolf, P. G. (2006). A classification for extant ferns. *Taxon*, 55(3), 705–731.

³⁵ Parihar, N. S. (2020). *An Introduction to Embryophyta: Pteridophyta*. Allahabad: Central Book Depot.

4) *Pteris*

Gambar 2.11
Pteris ensiformis
 (Sumber: Nparks flora&fauna)

Paku *Pteris* juga termasuk dalam famili Pteridaceae, tetapi berbeda dengan *Adiantum* karena memiliki daun yang lebih keras dan sorus yang terletak di sepanjang tepi daun. Daunnya menyirip tunggal hingga majemuk, sering kali dengan pola menyerupai jari atau lidah burung. Tumbuhan ini tumbuh baik di daerah yang sedikit terbuka dengan kelembaban sedang, seperti tepian jalan hutan atau lereng berbatu. Salah satu spesies umum adalah *Pteris vittata*, yang juga dikenal memiliki kemampuan menyerap logam berat seperti arsenik.³⁶

5) *Lycopodium*

Gambar 2.12
Lycopodium cernuum
 (Sumber : powo)

³⁶ Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2005). *Biology of Plants* (7th ed.). New York: W.H. Freeman

Lycopodium termasuk dalam kelompok Lycopphyta, dan merupakan paku darat primitif yang memiliki batang bercabang menggarpu (dichotomous), serta daun kecil menyerupai sisik (mikrofil). Spora dihasilkan dalam strobilus yang berbentuk kerucut di ujung batang. *Lycopodium cernuum* adalah salah satu spesies yang banyak tumbuh di padang terbuka, hutan muda, atau area bekas tebangan. Meskipun batangnya menyerupai lumut, struktur tubuhnya kompleks dan sudah memiliki jaringan pengangkut.³⁷

6) *Selaginella*



Gambar 2.13
Selaginella plana
(sumber : powo)

Genus ini juga tergolong dalam Lycopphyta, tetapi berbeda dari *Lycopodium* karena menghasilkan dua jenis spora (heterospora). Daunnya kecil, teratur menyusun batang yang menjalar di tanah, dan sering membentuk struktur penutup tanah (ground cover). Ciri unik lainnya adalah adanya ligula (struktur kecil di pangkal daun). *Selaginella plana* dan *Selaginella willdenowii* merupakan contoh

³⁷ Parihar, N. S. (2020). *An Introduction to Embryophyta: Pteridophyta*. Allahabad: Central Book Depot.

spesies tropis yang umum ditemukan di tanah teduh dan lembap. Batangnya tipis, kadang berwarna biru kehijauan metalik, dan mudah berkembang biak secara vegetatif maupun generatif.³⁸

7) *Equisetum*



Gambar 2.14
Equisetum debile
(Sumber : Plantamor)

Equisetum merupakan satu-satunya genus hidup dalam divisi Equisetophyta. Paku ini memiliki batang berongga dan beruas-ruas, dengan daun kecil seperti sisik yang tersusun melingkar di setiap buku batang. Strobilus berbentuk bulat atau kerucut muncul di ujung batang dan mengandung spora yang memiliki elater (alat gerak higroskopis). Spesies seperti *Equisetum debile* sering ditemukan tumbuh di tempat berair seperti sawah, tepian sungai, atau rawa. Genus ini tergolong sangat adaptif terhadap kelembapan tinggi dan tahan terhadap genangan.³⁹

Kedua jenis tumbuhan paku, yaitu paku terestrial dan paku epifit, menunjukkan keragaman bentuk, struktur, dan adaptasi fisiologis yang kompleks terhadap kondisi lingkungan tempat hidupnya. Paku

³⁸ Smith, A. R., Pryer, K. M., Schuettpelz, E., Korall, P., Schneider, H., & Wolf, P. G. (2006). A classification for extant ferns. *Taxon*, 55(3), 705–731.

³⁹ Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2005). *Biology of Plants* (7th ed.). New York: W.H. Freeman

terrestrial memiliki kemampuan menyerap air dan unsur hara langsung dari tanah dan umumnya ditemukan di kawasan hutan yang lembap dan teduh. Paku epifit seperti *Platyserium* dan *Asplenium* tidak tumbuh di tanah maupun air, melainkan menempel pada batang atau cabang pohon, dan bergantung pada kelembapan udara serta curah hujan untuk kebutuhan airnya. Keduanya tidak hanya berbeda dalam hal morfologi, tetapi juga memiliki preferensi ekologis yang spesifik terhadap faktor lingkungan mikro, seperti tingkat pencahayaan, kelembapan udara, suhu, dan ketersediaan unsur hara.

Dalam studi ekologi tumbuhan paku, pemahaman mengenai hubungan antara keberadaan spesies paku dan kondisi abiotik lingkungannya menjadi sangat penting. Pengukuran faktor lingkungan seperti suhu udara, kelembapan relatif, intensitas cahaya, pH tanah, kelembapan tanah, dan kecepatan angin dilakukan untuk menganalisis sejauh mana suatu spesies paku mampu beradaptasi dan mendominasi suatu habitat tertentu.⁴⁰ Instrumen-instrumen seperti termometer digital, higrometer, lux meter, dan pH meter digunakan untuk memperoleh data yang akurat sebagai dasar analisis ekologis. Di kawasan seperti Hutan De Djawatan, yang dikenal dengan iklimnya yang lembap, intensitas cahaya rendah karena kanopi lebat, serta keberadaan pohon besar yang menyediakan substrat alami bagi

⁴⁰ Syela Nathasya Tuelah, Emma Mauren Moko, Helen Joan Lawalata, dan Regina R. Butarbutar, "Identifikasi dan Keanekaragaman Spesies Tumbuhan Paku-pakuan di Kawasan Hutan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur, Sulawesi Utara," *Jurnal Produksi Tanaman*, vol. 11, no. 3, Maret 2023, hlm. 209–218,

paku epifit, pengukuran faktor-faktor lingkungan tersebut menjadi krusial. Melalui pendekatan ini, distribusi dan kelimpahan berbagai spesies paku dapat dikaitkan dengan kondisi habitat yang mendukung, sehingga memperkaya pemahaman tentang ekologi tumbuhan paku di lingkungan hutan tropis dataran rendah.

2. Hutan De Djawatan

Hutan De Djawatan merupakan salah satu wisata yang berada di Banyuwangi. De Djawatan terletak dikabupaten Banyuwangi, lebih tepatnya di kecamatan cluring, benculuk. Tempat ini dikelola oleh Perhutani KPH Banyuwangi. Lokasi ini telah ada sejak lama yang sebelumnya digunakan sebagai tempat penimbunan kayu (TPK), dan kini dimanfaatkan sebagai tempat wisata. De Djawatan Memiliki daya tarik pada pepohonan trembesi yang hijau dan lebat, sangat cocok sebagai tempat untuk bersantai untuk menikmati pemandangan alam yang indah serta mendapatkan kesan jauh dari perkotaan.⁴¹

Hutan De Djawatan dikenal dengan pohon trembesi yang besar dan berusia lebih dari seratus tahun. Hutan ini tidak hanya menjadi destinasi wisata, tetapi juga memiliki nilai ekologis dan sosial yang penting, menciptakan aspek penting mengenai hutan De Djawatan. Hutan De Djawatan merupakan habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna, menjadikannya penting untuk pelestarian ekosistem lokal. Suasana di hutan

⁴¹ Pradhana, Kadarisman, dan Soedewi, "Perancangan Destinasi Onbranding Obyek Wisata De Djawatan Forest Banyuwangi."

ini sering digambarkan sebagai magis dengan cahaya matahari yang menembus dedaunan menciptakan pola cahaya yang indah.⁴²

Menurut Administratur Perhutani KPH Banyuwangi Selatan Panca Putra Sihite, pohon-pohon trembesi di De Djawatan jumlahnya ratusan batang, sepertiganya berusia 100-200 tahun. Trembesi dikenal sebagai pohon hujan karena kemampuan besarnya dalam menyerap air sehingga menyebabkan dahannya begitu lembab dan menjadi rumah paling nyaman bagi tumbuhan epifit, seperti jenis paku-pakuan.⁴³ Gambar Kawasan hutan De Djawatan dapat dilihat pada Gambar 2.1



a.kawasan hutan bagian depan b. Kawasan hutan bagian dalam
(Sumber : dokumentasi pribadi)

3. Booklet

a. Pengertian Booklet

Media booklet merupakan bentuk media cetak berupa buku kecil yang dirancang untuk menyampaikan informasi secara ringkas dengan tampilan yang menarik. Isi booklet biasanya lebih banyak memanfaatkan gambar

⁴² De Djawatan benciluk banyuwangi, dulunya tempat penimbunan kayu, kini jadi wisata paling nge-hit, 20 Juli 2023, <https://www.perhutani.co.id/de-djawatan-benciluk-banyuwangi-dulunya-tempat-penimbunan-kayu-kini-jadi-wisata-paling-nge-hit/>.

⁴³ Anton setiawan, Merasakan “The Lords of the Rings” di De Djawatan, diakses pada mei 2025, <https://indonesia.go.id/kategori/pariwisata/2593/merasakan-the-lords-of-the-rings-di-de-djawatan>.

dibandingkan teks, sehingga penyampaian materi menjadi lebih sederhana dan mudah dipahami. E-booklet adalah versi digital dari booklet yang dapat diakses melalui perangkat elektronik seperti handphone, laptop, atau komputer. Secara struktur, e-booklet umumnya terdiri atas cover, daftar isi, pendahuluan, isi, serta daftar pustaka.⁴⁴

b. Karakteristik Booklet

Karakteristik dari *E-booklet* itu sendiri *booklet* yang dikemas dalam bentuk digital sehingga dapat diakses melalui perangkat teknologi.⁴⁵ Sebagai sumber belajar, *e-booklet* harus memperhatikan konsistensi tampilan, format penulisan, jenis huruf, warna, serta kualitas ilustrasi agar mudah dipahami.⁴⁶ Selain itu, aspek isi materi, penyajian, bahasa dan keterbacaan, serta aspek grafika menjadi bagian penting yang menentukan kelayakan sebuah e-booklet. E-booklet juga sangat praktis karena dapat diakses kapan saja, mudah dibawa, menampilkan informasi secara terstruktur, dan dilengkapi gambar warna yang menarik, sehingga mendukung peningkatan kompetensi peserta didik. E-booklet disusun dalam format digital dengan ukuran halaman A4 (21 × 29,7 cm) dengan jumlah halaman 31 sudah termasuk cover dan daftar Pustaka, font yang digunakan

⁴⁴ M. Sarip dkk., "Validitas Dan Keterbacaan Media Ajar E-Booklet Untuk Siswa SMA/MA Materi Keanekaragaman Hayati," *Jupeis : Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial* 1, no. 1 (2022): 43–59, <https://doi.org/10.57218/jupeis.Vol1.Iss1.30>.

⁴⁵ Lia Rosmalia dan Zaenal Abidin, *Media E-Booklet Berbasis Kearifan Lokal Untuk Meningkatkan Literasi Sains Kelas V(Lima) Di Min 6 Kuningan*, 9 (2023).

⁴⁶ Rikma Fitrialeni Darlen Dkk., "Pengembangan E-Book Interaktif Untuk Pembelajaran Fisika SMP," *Tekno - Pedagogi: Jurnal Teknologi Pendidikan* 5, No. 1 (2024), <https://doi.org/10.22437/Teknopedagogi.V5i1.2282>.

berukuran 13 untuk isi teks, dan menggunakan font Canva Sans agar dapat memperjelas bacaan pada *E-booklet*.

c. Keunggulan dan Kelemahan E-booklet

Keunggulan lain e-booklet adalah dapat diakses secara gratis dan dibagikan secara cepat melalui media digital. E-booklet juga dapat menjadi pelengkap buku teks karena mampu menghadirkan contoh konkret maupun abstrak secara ringkas dan mudah dipahami, bahkan dilengkapi glosarium untuk membantu pengguna memahami istilah tertentu. Namun, e-booklet juga memiliki kelemahan, yaitu hanya dapat digunakan jika tersedia koneksi internet dan penggunaannya dalam waktu lama dapat berdampak pada kesehatan mata karena menatap layar gawai atau komputer secara terus-menerus.⁴⁷



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

⁴⁷ Munir. (2017). *Pembelajaran digital*. Alfabeta.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Pendekatan dan jenis penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk mengidentifikasi keanekaragaman tumbuhan (Pteridophyta) yang terdapat di kawasan Hutan De Djawatan, Kabupaten Banyuwangi. Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada deskripsi karakteristik tumbuhan paku berdasarkan observasi langsung di lapangan. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk menggambarkan keanekaragaman tumbuhan yang terdapat di Hutan De Djawatan.

B. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Hutan De Djawatan yang terletak di Desa Benculuk, Kecamatan Cluring, Kabupaten Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur, dengan luas wilayah sekitar 3,8 hektar. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September hingga Oktober 2025, dengan pengambilan data lapangan pada tanggal 15, 16, 24 September, dan penelitian terakhir hingga 22 Oktober 2025.



Gambar 3.1
Peta lokasi penelitian di Kawasan Hutan De Djawatan
Sumber : Google Earth

C. Subyek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah tumbuhan paku epifit (Pteridophyta) dan terestrial yang terdapat di kawasan Hutan De Djawatan, Kabupaten Banyuwangi. Adapun subjek penelitian ini adalah ahli materi dan ahli media yang bertindak sebagai validator terhadap e-booklet yang dikembangkan. Ahli taksonomi sebagai validator untuk memastikan keakuratan identifikasi tumbuhan paku, Penelitian ini berfokus pada identifikasi dan keanekaragaman tumbuhan paku epifit dan terestrial serta pemanfaatannya sebagai media pembelajaran digital berupa e-booklet.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data meliputi kegiatan observasi lapangan, pengukuran faktor lingkungan, dokumentasi, serta pengisian angket oleh para validator.

1. Observasi

Data mengenai jenis tumbuhan paku dikumpulkan melalui observasi langsung di lapangan menggunakan metode plot sampling dengan bantuan transek garis (*line transect*). Pada setiap stasiun ditarik dua transek sejajar, kemudian masing-masing transek dibagi menjadi 6-7 plot berukuran 10 × 10 meter. Sampel diambil dengan menggunakan persentase luasan 10% dari total luas Kawasan, yaitu 0,38 atau 3.800 m².⁴⁸ Semua tumbuhan paku yang ditemukan dalam setiap plot dicatat. Setiap spesies yang ditemukan selanjutnya didokumentasikan melalui foto lapangan sebagai bahan

⁴⁸ Raharjo, T.J. (2020). Ekologi dan Analisis Vegetasi. Deepublish

verifikasi dan penyusunan e-booklet. Spesies tumbuhan paku yang ditemukan diidentifikasi menggunakan aplikasi *PlanetNet*, *Planetify* dan POWO (Plants of the World Online). Selanjutnya dikonsultasikan kepada ahli taksonomi untuk memastikan ketepatan nama ilmiah spesies tumbuhan paku, data Keanekaragaman tumbuhan paku dikumpulkan bersamaan dengan proses identifikasi, meliputi jumlah individu setiap spesies dicatat, termasuk tempat spesies tersebut ditemukan.



Gambar 3.2
Peta titik sampling di lokasi penelitian dikawasan hutan de djawatan
Sumber : Google Earth

Lokasi penelitian dibagi menjadi tiga stasiun berdasarkan perbedaan kondisi ekologi dan tingkat aktivitas wisatawan. Peta titik sampling dan pembagian stasiun disajikan pada Gambar 3.2 Stasiun 1 mewakili area yang sepenuhnya dinaungi oleh pohon trembesi (*Samanea saman*), dengan kanopi rapat sehingga intensitas cahaya di lantai hutan rendah. Lokasi stasiun 1 menjadi spot utama bagi wisatawan untuk berfoto, sehingga aktivitas manusia relatif tinggi. Stasiun 2 terletak di jalur koridor utama wisatawan, dengan vegetasi campuran trembesi dan jati (*Tecnota grandis*). Intensitas cahaya lebih tinggi dibanding dengan stasiun 1, tetapi aktivitas

manusia cukup intens karena berfungsi sebagai jalur lalu lintas. Sementara itu, stasiun 3 berada di bagian belakang Kawasan hutan yang jarang dikunjungi wisatawan. Karakteristik stasiun 1 vegetasinya lebih bervariasi dengan dominasi pohon muda berumur kurang dari 10 tahun, sehingga kanopi belum rapat. Kondisi ini menyebabkan intensitas cahaya di lantai hutan lebih tinggi, yang memungkinkan tumbuhan paku, terutama terrestrial, tumbuh lebih beragam dibanding dengan stasiun lainnya.

Pada masing-masing stasiun ditarik dua transek garis sejajar dengan jarak antar transek 20 meter. Setiap transek dibagi menjadi 6 sampai 7 plot berukuran 10x10 m, dengan jarak antar plot 20 meter. Total plot yang diamati adalah 38 plot dengan luas keseluruhan pengamatan 3.800 m². Desain transek dan plot ini dipilih untuk memudahkan inventarisasi tumbuhan paku pada berbagai kondisi habitat di setiap stasiun, sekaligus memastikan keterwakilan data dari Kawasan penelitian secara menyeluruh.

Faktor lingkungan merupakan komponen abiotik yang memengaruhi distribusi, kelimpahan, dan pertumbuhan tumbuhan di suatu habitat. Dalam studi ekologi tumbuhan paku (Pteridophyta), pengukuran faktor lingkungan menjadi penting untuk memahami hubungan antara kondisi fisik lingkungan dengan keberadaan serta keanekaragaman spesies paku. Beberapa parameter lingkungan yang diukur meliputi suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, pH tanah, kelembapan tanah, dan kecepatan angin. Pengukuran ini dilakukan menggunakan alat-alat seperti termometer digital, higrometer, lux meter, dan pH meter. Data yang diperoleh digunakan untuk

menganalisis preferensi ekologis spesies paku terhadap kondisi lingkungan tertentu.⁴⁹ Hutan De Djawatan yang memiliki kondisi lingkungan lembap dan teduh, pengukuran faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya menjadi penting untuk memahami adaptasi dan distribusi tumbuhan paku di kawasan tersebut.

Validitas e-booklet hasil identifikasi tumbuhan pakudi Hutan Djawatan diukur menggunakan dua teknik, yaitu angket validasi oleh ahli materi dan ahli media. Angket ahli materi diberikan kepada dosen dengan latar belakang pendidikan biologi yang menilai keakuratan isi, kejelasan penyampaian informasi, serta kesesuaian materi dengan tujuan edukatif. Sedangkan, angket ahli media diberikan kepada praktisi atau akademisi di bidang desain media pembelajaran untuk menilai aspek visual, seperti tata letak, warna, gambar, dan keterbacaan. Kedua bentuk validasi ini bertujuan memastikan bahwa e-booklet tidak hanya akurat secara isi, tetapi juga menarik, informatif, dan valid digunakan sebagai media edukasi di kawasan wisata Hutan Djawatan.

2. Dokumentasi

Seluruh kegiatan observasi dan spesies tumbuhan paku didokumentasikan melalui foto sebagai bahan penyusun e-booklet.

3. Angket validator

⁴⁹ Syela Nathasya Tuelah, Emma Mauren Moko, Helen Joan Lawalata, dan Regina R. Butarbutar, "Identifikasi dan Keanekaragaman Spesies Tumbuhan Paku-pakuan di Kawasan Hutan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur, Sulawesi Utara," *Jurnal Produksi Tanaman*, vol. 11, no. 3, Maret 2023, hlm. 209–218,

Validitas e-booklet dilakukan melalui penyebaran angket kepada tiga validator, yaitu ahli materi, ahli media, dan ahli taksonomi. Ahli materi menilai ketepatan isi, kelengkapan konsep, serta kejelasan penyajian materi. Ahli media menilai aspek desain, kemenarikan tampilan, konsistensi grafis, dan keterbacaan e-booklet sebagai media digital. Sementara itu, ahli taksonomi memberikan penilaian terhadap akurasi identifikasi spesies paku, kesesuaian nama ilmiah. Setiap validator memberikan skor pada instrumen penilaian yang telah disiapkan, dan hasilnya digunakan sebagai dasar penentuan validitas e-booklet.

E. Analisis Data

Data hasil penelitian akan dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Analisis komunitas paku epifit menggunakan rumus Kerapatan (K), Kerapatan Relatif (KR), Frekuensi (F), Frekuensi Relatif (FR), dan Indeks Nilai Penting (INP). Analisis data keanekaragaman jenis paku epifit menggunakan rumus Shannon Wiener.

1. Identifikasi tumbuhan paku

Menggunakan panduan identifikasi tumbuhan paku-pakuan berupa aplikasi PlanetNet dan Planetify dan mengumpulkan informasi dari buku taksonomi tumbuhan, ahli taksonomi beserta sumber yang relevan untuk mengklasifikasikan spesies tumbuhan yang di temukan, kemudian data dicatat dalam tabel yang berisi nama ilmiah dan ciri-ciri morfologinya.

2. Indeks Nilai Penting Indeks Nilai Penting (INP) merupakan index

Kepentingan yang menjabarkan peranan suatu vegetasi pada ekosistemnya. Apabila nilai INP suatu jenis vegetasi bernilai tinggi, maka jenis itu sangat mempengaruhi kestabilan ekosistem tersebut.⁵⁰ Indeks nilai penting merupakan parameter kuantitatif yang dapat digunakan untuk melihat secara jelas tingkat dominasi (tingkat kendali) spesies dalam suatu komunitas tumbuhan. Perhitungan INP untuk epifit menggunakan rumus sebagai berikut.⁵¹

$$\text{INP} = \text{KR} + \text{FR}$$

Keterangan :

INP = Indeks Nilai Penting

KR = Kerapatan Relatif

FR = Frekuensi Relatif

3. Kerapatan Relatif

Kerapatan Relatif adalah perbandingan kerapatan suatu jenis vegetasi dengan kerapatan seluruh jenis vegetasi dalam suatu area.⁵²

⁵⁰ Fahrul, M.F. 2007. Metode Sampling Bioekologi. Bumi Aksara. Jakarta.

⁵¹ Musriadi, M., J. Jailani, A. Armi. 2017. Identifikasi tumbuhan paku (Pteridophyta) sebagai bahan ajar Botani Tumbuhan Rendah di Kawasan Tahura Pocut Meurah Intan Kabupaten Aceh Besar. Jurnal Pendidikan Sains Universitas Muhammadiyah Semarang. 5(1):22- 31.

⁵² . Asrianny dkk., "Keanekaragaman Dan Kelimpahan Jenis Liana (Tumbuhan Memanjat) Pada Hutan Alam Di Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin," *Perennial* 5, no. 1 (2009): 23, <https://doi.org/10.24259/perennial.v5i1.186>.

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

4. Frekuensi Relatif

Frekuensi relatif adalah perbandingan banyaknya suatu kejadian dengan jumlah total kejadian.⁵³

$$\text{Frekuensi Relatif (FR)} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

5. Indeks Keanekaragaman Tumbuhan

Rumus Indeks Keanekaragaman Menggunakan Rumus Shannon–Wiener dapat ditentukan dengan rumus⁵⁴:

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

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman

P_i = n_i/N Perbandingan antara jumlah individu spesies ke- i dengan jumlah Total Individu

n_i = Jumlah Individu Jenis Ke- i

N = Jumlah Total Individu

6. Validasi ahli

⁵³ Widhiastuti, R., T.A. Aththorick, W.D.P. Sari. 2006. Struktur dan komposisi tumbuhan paku-pakuan di kawasan hutan Gunung Sinabung Kabupaten Karo. *Jurnal Biologi Sumatera*.1(2):38-41.

⁵⁴ Sulistiani Nur Laely dkk., “Keanekaragaman Tumbuhan Paku Terestrial di Cagar Alam Pemalang Jawa Tengah,” *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed* 2, no. 1 (2020): 116, <https://doi.org/10.20884/1.bioe.2020.2.1.1966>.

Dalam menentukan validitas suatu produk media di tentukan berdasarkan hasil penelitian dari para ahli, yaitu ahli materi dan ahli media.

a. Menghitung Skors validitas dari ahli analisis data kuantitaif yang digunakan berupa statistik deskriptif menggunakan persentase menggunakan rumus sebagai berikut⁵⁵:

$$Nilai = \frac{jumlah\ skor}{skor\ tertinggi} \times 100$$

b. hasil validitas yang sudah diketahui persentasenya kemudian dicocokkan dengan kriteria validitas

Tabel 3.1

Kriteria Validitas E-boolet⁵⁶

No	Skor	Kriteria Validitas
1.	86,00- 100,00%	Sangat Valid
2.	71,00- 85,00%	Valid
3.	56,00 – 70,00 %	Cukup Valid
4.	41,00 – 55,00 %	Kurang Valid
5.	25,00 – 40,00 %	Tidak Valid

7. Analisis data kualitatif

Data kualitatif dalam penelitian ini diperoleh melalui lembar angket validasi berupa kolom komentar dan saran yang memungkinkan para

⁵⁵ Fatmawati, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Konsep Pencernaan Lingkungan Menggunakan Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah Untuk SMA Kelas X.” *Edu sains* 4, no. 2(2016).

⁵⁶ Sarip, Amintarti, dan Utami, “Validitas Dan Keterbacaan Media Ajar E-Booklet Untuk Siswa SMA/MA Materi Keanekaragaman Hayati,”.

validator memberikan masukan secara deskriptif terhadap media e-booklet yang dikembangkan. Angket hasil penelitian disajikan pada Lampiran 5 dan Lampiran 6.

Masukan dari validator mencakup aspek isi materi, kebahasaan, penyajian, keterbacaan, serta aspek grafik dari media. Komentar dan saran tersebut digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam merevisi dan menyempurnakan produk yang dikembangkan. Data kualitatif dari lembar validasi berfungsi sebagai dasar evaluasi awal untuk menilai kevalidan dan efektivitas media pembelajaran secara lebih mendalam, selain data kuantitatif yang diperoleh dari skor penilaian.

F. Keabsahan Data

Keabsahan data dalam penelitian ini dilakukan melalui penerapan triangulasi teknik dan triangulasi sumber. Triangulasi teknik dilakukan dengan menggabungkan beberapa metode dalam proses identifikasi spesies tumbuhan paku, yaitu melalui observasi langsung di lapangan, penggunaan aplikasi identifikasi tumbuhan seperti PlantNet, serta konfirmasi hasil identifikasi kepada ahli taksonomi tumbuhan (lampiran4). Sementara itu, triangulasi sumber dilakukan untuk menguji kesesuaian temuan lapangan dengan ahli taksonomi, publikasi ilmiah mengenai keanekaragaman, dan platform ilmiah digital. Publikasi ilmiah tersebut mencakup berbagai hasil penelitian sebelumnya yang mengkaji paku epifit dan terestrial. Penggunaan dua jenis triangulasi ini bertujuan untuk meningkatkan keakuratan, kredibilitas, dan keterpercayaan data yang diperoleh, sehingga hasil

identifikasi spesies tumbuhan paku epifit dan terestrial di kawasan Hutan De Djawatan dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Langkah ini sejalan dengan pendapat Moleong yang menyatakan bahwa triangulasi diperlukan untuk menguji keabsahan data dari berbagai sumber, teknik, dan waktu yang berbeda dalam penelitian kualitatif.

G. Tahap-Tahap Penelitian

Ada beberapa tahapan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti, yaitu:

1. Tahap penelitian terdahulu

Dalam tahap ini, peneliti mulai Menyusun rangkaian penelitian mulai dari penentuan tema dan melihat fenomena yang sedang terjadi sebelum nantinya akan terjun ke lapangan. Mencari permasalahan dan latar belakang atas permasalahan tersebut. Dalam tahap ini peneliti juga mempersiapkan perlengkapan-perengkapan penelitian

2. Tahap penelitian

Dalam tahap ini, peneliti mulai terjun langsung ke lapangan untuk mengumpulkan data dengan alat yang sudah disediakan baik itu secara tertulis maupun dokumentasi. Selanjutnya data tersebut akan diolah sedemikian rupa sehingga dapat memberikan informasi yang akurat kepada peneliti.

3. Tahap Penyusunan media pembelajaran e-booklet

Dalam tahap ini, materi e-booklet akan disusun berdasarkan hasil identifikasi keanekaragaman tumbuhan paku, yang berisi tentang penjelasan mengenai morfologi dan habitat tumbuhan paku, desain e-booklet akan dibuat semenarik mungkin dan user-friendly sehingga dapat memudahkan para pengguna dalam memahami konten serta meningkatkan minat terhadap keanekaragaman tumbuhan paku.

4. Tahap validasi ahli media

Dalam tahap ini, peneliti akan melakukan validasi e-booklet dengan melibatkan ahli media pembelajaran untuk memastikan kualitas materi yang disajikan sudah sesuai dengan kebutuhan edukasi atau belum. Selain itu, hasil dari validasi media ini digunakan untuk memperbaiki materi atau desain yang belum sesuai.

5. Tahap revisi dan penyempurnaan

Dalam tahap ini setelah mendapatkan feedback dari hasil validasi ahli media, Langkah selanjutnya melakukan revisi untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas materi serta menyesuaikan dengan rekomendasi yang diberikan oleh para ahli.

6. Tahap Laporan

Dalam tahap ini peneliti melakukan tahap akhir dari penelitian yaitu penulisan laporan berdasarkan data dan informasi yang sudah didapatkan.

Dimana laporan tersebut nantinya akan dijadikan suatu hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti. Laporan yang dimaksud yaitu pembuatan proposal ataupun penulisan lain yang akan ditulis oleh peneliti setelah melakukan beberapa tahapan diatas mulai dari observasi sampai dengan menyelesaikan penulisan.



BAB IV

PENYAJIAN DATA DAN ANALISIS DATA

A. Gambaran Obyek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Hutan De Djawatan yang dikenal sebagai hutan lindung dengan dominasi tegakan trembesi berukuran besar yang telah berumur lebih dari seratus tahun. Tegakan tua tersebut membentuk kanopi rapat, menciptakan kondisi mikrohabitat yang lembap serta teduh. Lingkungan yang demikian menjadikan kawasan ini habitat ideal bagi pertumbuhan berbagai jenis tumbuhan paku. Selain memiliki fungsi konservasi, kawasan ini juga berperan sebagai ruang edukasi dan objek wisata. Gambaran kondisi lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.



a. lokasi stasiun 1



b. lokasi stasiun 2



c. lokasi stasiun 3

Gambar 4.1 Kawasan Hutan De Djawatan

Sumber: dokumentasi pribadi

Lokasi penelitian dibagi menjadi tiga stasiun berdasarkan perbedaan kondisi ekologi dan tingkat aktivitas wisatawan. disajikan pada tabel 4.1

Tabel 4.1

Karakteristik lokasi stasiun

Karakteristik	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Letak area	Spot utama wisatawan	Koridor wisatawan	Bagian belakang hutan
Tingkat aktivitas manusia	Tinggi	Sedang	Rendah
Tutupan kanopi	Sangat rapat	Tidak terlalu rapat	Tidak rapat
Intensitas cahaya	Rendah	Sedang	Tinggi
Vegetasi	Trembesi	Trembesi dan jati	Pohon muda berumur kurang dari 10 tahun
Fungsi area	Spot wisata utama dan fotografi	Jalur lalu lintas pengunjung	Area relative alami

B. Penyajian dan Analisis Data

1. Jenis-Jenis Tumbuhan Paku yang Ditemukan di Kawasan Hutan De Djawatan

Berdasarkan hasil identifikasi tumbuhan paku yang telah divalidasi oleh ahli taksonomi penelitian ini ditemukan sebanyak 628 individu tumbuhan paku yang terdiri dari 15 jenis. Kelima belas jenis tersebut termasuk ke dalam 7 famili, yaitu Aspleniaceae, Cystopteridaceae, Dennstaedtiaceae, Dryopteridaceae, Polypodiaceae, Pterida

ceae, dan Thelypteridaceae. Rincian lengkap mengenai jenis-jenis tumbuhan paku antar stasiun pengamatan dapat di sajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2
Tabel spesies tumbuhan paku

No	Spesies	Famili	Habitat	Stasiun			Total
				1	2	3	
1.	<i>Asplenium nidus</i> L.	Aspleniaceae	Epifit	-	-	6	6
2.	<i>Christella hispidula</i> (Decne.) Holt Holttum	Aspleniaceae	Epifit	13	19	30	62
3.	<i>Gymnocarpium robertianum</i> (Hoffm.)	Cystopteridaceae	Epifit	-	-	5	5
4.	<i>Microlepia speluncae</i> (L.) T.Moore	Dennstaedtiaceae	Epifit	-	17	45	62
5.	<i>Ctenitis submarginalis</i> (Langsd&Fisch Ching	Dryopteridaceae	Epifit	27	35	25	87
6.	<i>Drynaria sparsisora</i> (Desv.)T. Moore	Polypodiaceae	Epifit	13	-	-	13
7.	<i>Pyrrosia longifolia</i> (N.L. Burm.) C.V. Morton	Polypodiaceae	Epifit	7	6	17	30
8.	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	Polypodiaceae	Epifit	57	-	-	57
9.	<i>Nephrolepis hirsutula</i> (G. Forst.)C.Presl.	Polypodiaceae	terrestrial	13	-	31	44
10.	<i>Microsorium scolopendria</i> (Burm.f.) Copel.	Polypodiaceae	terrestrial	-	11	29	40
11.	<i>Pyrrosia piloselloides</i> (L.)	Polypodiaceae	terrestrial	8	8	13	29

	M.G.Price						
12.	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	Polypodiaceae	terrestrial	23	29	41	93
13.	<i>Pteris ensiformis</i> Burn.	Pteridaceae	terrestrial	-	-	10	10
14.	<i>Pteris vittata</i> L.	Pteridaceae	terrestrial	-	35	42	77
15.	<i>Christella</i> sp	Thelypteridaceae	terrestrial	-	13	-	13
Jumlah individu				161	173	294	628
Jumlah spesies				8	9	12	15

Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa Hasil pendataan tumbuhan paku di kawasan Hutan De Djawatan menunjukkan bahwa terdapat 15 spesies yang termasuk ke dalam 7 famili, yaitu Aspleniaceae, Cystopteridaceae, Dennstaedtiaceae, Dryopteridaceae, Polypodiaceae, Pteridaceae, dan Thelypteridaceae. Keanekaragaman spesies yang ditemukan mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan di kawasan penelitian relatif sesuai untuk mendukung pertumbuhan tumbuhan paku dengan berbagai tipe habitat. Di antara famili yang teridentifikasi, Polypodiaceae merupakan famili dengan jumlah spesies terbanyak, yaitu 6 spesies, disusul oleh famili Pteridaceae yang terdiri atas 3 spesies, sedangkan famili lainnya hanya diwakili oleh satu hingga dua spesies. Banyaknya spesies dari famili Polypodiaceae mencerminkan kemampuan adaptasi yang baik terhadap beragam kondisi lingkungan, baik pada habitat epifit maupun terrestrial.

Berdasarkan kelimpahan individu, *Pityrogramma calomelanos* dari famili Pteridaceae tercatat sebagai spesies dengan jumlah individu tertinggi, yaitu sebanyak 93 individu, sehingga dapat dianggap sebagai spesies dominan dalam komunitas tumbuhan paku di lokasi penelitian. Selain itu, *Ctenitis submarginalis* dari famili Dryopteridaceae juga memiliki jumlah

individu yang cukup besar, yakni 87 individu, serta ditemukan pada seluruh stasiun pengamatan. Dominansi kedua spesies tersebut menunjukkan bahwa tumbuhan paku terestrial berperan penting dalam penyusun vegetasi bawah di kawasan Hutan De Djawatan. Secara umum, jumlah individu paku terestrial lebih banyak dibandingkan paku epifit, yang mengindikasikan bahwa kondisi lantai hutan, termasuk ketersediaan substrat tanah, tingkat kelembapan, dan intensitas cahaya, lebih mendukung pertumbuhan paku terestrial.











Melalui perbandingan antar stasiun, stasiun 3 merupakan lokasi dengan jumlah individu paling tinggi, yaitu 294 individu dengan 12 spesies, stasiun 2 tercatat memiliki 173 individu dan 9 spesies, sedangkan stasiun 1 memiliki 161 individu dengan 8 spesies. Melalui penghitungan jumlah famili dan spesies, famili Aspleniaceae tercatat terdiri dari dua spesies, yakni *Asplenium nidus* dan *Christella hispidula*. Spesies *Asplenium nidus* hanya ditemukan di Stasiun 3 dengan jumlah 6 individu. Sementara itu, *Christella hispidula* memiliki persebaran yang merata di seluruh stasiun dengan total 62 individu. Famili Cystopteridaceae hanya diwakili oleh satu spesies, yaitu *Gymnocarpium robertianum*, sebanyak 5 individu di Stasiun 3. Famili Dennstaedtiaceae diwakili *Microlepia speluncae* dengan total 62 individu yang tersebar di Stasiun 2 dan 3, namun tidak ditemukan di Stasiun 1.













Famili Dryopteridaceae diwakili oleh satu spesies, *Ctenitis submarginalis*, yang memiliki jumlah individu cukup tinggi dan ditemukan












pada seluruh stasiun dengan total 87 individu. Spesies ini paling banyak ditemukan di Stasiun 2, kemudian diikuti oleh Stasiun 1 dan Stasiun 3. Sementara itu, famili Polypodiaceae menunjukkan tingkat keanekaragaman yang tinggi dengan enam spesies yang teridentifikasi meliputi: *Drynaria sparsisora* hanya ditemukan di Stasiun 1 dengan 13 individu. *Pyrrosia longifolia* di seluruh stasiun dengan total 30 individu. *Nephrolepis biserrata* di Stasiun 1 dengan total 57 individu. Spesies *Nephrolepis hirsutula*, ditemukan di Stasiun 1 dan 3 dengan total 44 individu. Sementara itu, *Microsorium scolopendria* ditemukan di Stasiun 2 dan 3 dengan 40 individu. Sedangkan *Pyrrosia piloselloides* dengan total 29 individu terdistribusi di seluruh stasiun.

Famili Pteridaceae terdiri dari tiga spesies, yaitu *Pityrogramma calomelanos*, *Pteris ensiformis*, dan *Pteris vittata*. *Pityrogramma calomelanos* merupakan spesies paling melimpah dalam famili ini dengan 93 individu yang tersebar di seluruh stasiun, sehingga menjadi spesies dominan dalam penelitian ini. *Pteris ensiformis* hanya ditemukan di Stasiun 3 sebanyak 10 individu, sedangkan *Pteris vittata* ditemukan di Stasiun 2 dan 3 dengan total 77 individu. Kemudian terakhir, famili Thelypteridaceae hanya diwakili oleh satu spesies, yaitu *Christella sp.* yang hanya ditemukan di Stasiun 2 dengan total 13 individu. Gambar spesies yang ditemukan disajikan pada tabel 4.3

Tabel 4.3
Dokumentasi spesies yang ditemukan

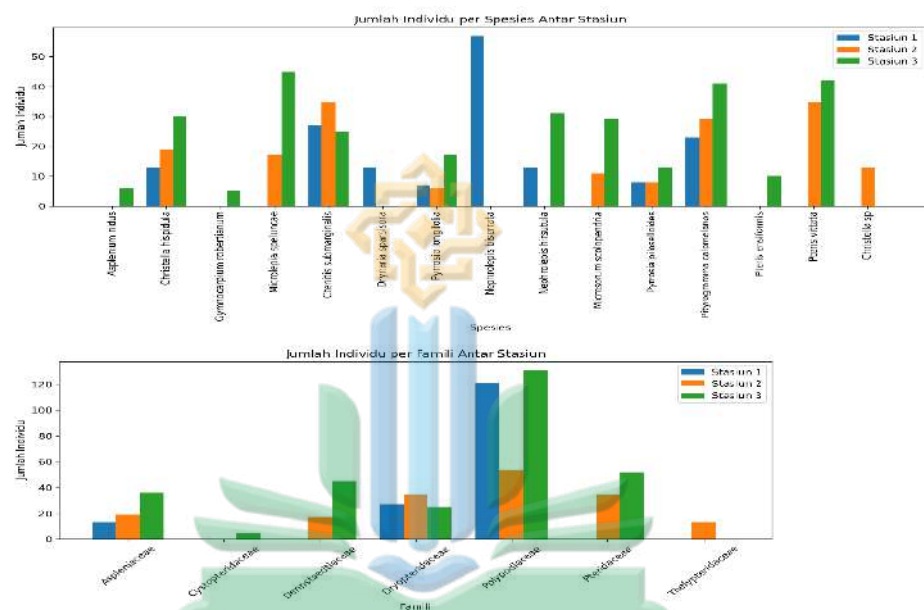
No	Spesies	Gambar Bagian Depan	Gambar Bagian Belakang
1.	<i>Nephrolepis biserrate</i> (Sw). Schottt		
2.	<i>Phymatosorus scolopendria</i>		
3.	<i>Microlepia Speluncae</i> (L). T.Moree		
4.	<i>Ctenitis submarginalis</i>		
5.	<i>Pyrrosia longifolia</i> (Burm.f.) C.V.Morton		

6.	<i>Asplenium Nidus</i> L		
7.	<i>Drynaria sparsisora</i> (Desv). T.Moore		
8.	<i>Pityrogramma calomelanoos</i> (L).		
9.	<i>Nephrolepis hirsutula</i>		
10.	<i>Thelypteris hispidula</i> (Decne.)		
11.	<i>pyrrosia piloselloides</i>		

12.	<i>Pteris vittate</i> L		 
13.	<i>Pteris tripartite</i> Sw		 
14.	<i>Christella</i> sp.		 
15.	<i>Pteris ensiformis</i> Burm.		

Berdasarkan Tabel 4.3 disajikan dokumentasi gambar spesies tumbuhan paku yang ditemukan di Kawasan hutan De Djawatan Banyuwangi, diketahui bahwa tumbuhan paku di lokasi penelitian terdiri dari berbagai spesies yang tergolong ke dalam 7 famili dengan tipe habitat epifit dan terestrial. Selain itu, untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kelimpahan tumbuhan paku yang ditemukan, data hasil pengamatan disajikan dalam bentuk diagram batang. Penyajian data dalam bentuk diagram bertujuan untuk memperlihatkan perbandingan jumlah

individu tumbuhan paku berdasarkan spesies dan famili pada setiap stasiun penelitian, sehingga perbedaan dominasi antar stasiun dapat diamati secara jelas. Disajikan pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Diagram Jumlah Individu Spesies Antar Stasiun

Hasil diagram memperlihatkan bahwa Stasiun 3 memiliki kelimpahan individu serta keanekaragaman paku paling tinggi pada tingkat spesies maupun famili, sehingga menunjukkan kondisi lingkungan yang paling mendukung. Di Stasiun 1, spesies yang paling mendominasi adalah *Nephrolepis biserrata*, sedangkan Stasiun 2 didominasi oleh *Pteris vittata* dan *Ctenitis submarginalis*. Sementara itu, Stasiun 3 didominasi oleh *Microlepia speluncae*, *Pteris vittata*, dan *Pityrogramma calomelanos*. Berdasarkan tingkat famili, Polypodiaceae menjadi famili yang paling dominan di seluruh stasiun, khususnya di Stasiun 3, sedangkan famili lain seperti Dryopteridaceae, Dennstaedtiaceae, dan Pteridaceae menunjukkan

perbedaan jumlah individu antar stasiun. Variasi tersebut mengindikasikan adanya perbedaan kondisi lingkungan pada setiap lokasi pengamatan.

2. Indeks Keanekaragaman Tumbuhan Paku Yang Ada di Kawasan Hutan De Djawatan

a. Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')

Berdasarkan hasil penelitian, setiap spesies tumbuhan yang ditemukan dicatat jumlah individunya untuk memperoleh gambaran keanekaragaman pada masing-masing lokasi. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan rumus Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') sebagai salah satu parameter untuk menilai tingkat keragaman spesies dalam suatu ekosistem. Melalui analisis ini, diperoleh nilai keanekaragaman yang menggambarkan struktur komunitas tumbuhan pada kawasan penelitian. Seluruh hasil perhitungan dan interpretasinya disajikan secara lengkap pada Tabel 4.2

Tabel 4.2

Hasil Analisis Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman	Nilai	Kategori
H'	2.279	Keanekaragaman jenis sedang
E	0.6977	Kemerataan populasi sedang
D	1.262	Dominasi jenis tinggi

Berdasarkan tabel 4.2, diketahui bahwa nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') sebesar 2.279 yang meunjukkan bahwa komunitas paku-pakuan di Kawasan hutan De Djawatan Kabupten Banyuwangi memiliki tingkat keanekaragaman kategori sedang. Sementara

itu, hasil perhitungan indeks kemerataan (Evenness/E) menunjukkan nilai 0.6977 yang dikategorikan dalam tingkat kemerataan sedang. Selain itu, indeks dominasi (D) bernilai 1.262 yang dikategorikan dalam dominansi spesies tinggi dalam komunitas tersebut.

b. Indeks Nilai Penting (INP) Tumbuhan Paku Yang Ada di Kawasan Hutan De Djawatan

Berdasarkan hasil penelitian pada tiga stasiun pengamatan, data jumlah individu setiap spesies paku-pakuan selanjutnya dihitung nilai kerapatan dan Indeks Nilai Penting (INP) untuk mengetahui tingkat dominansi masing-masing spesies dalam komunitas. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada tabel 4.3 yang memuat jumlah individu per stasiun, total individu, serta nilai INP dari setiap spesies.

Tabel 4.3
Hasil Analisis Indeks Nilai Penting

No.	Spesies	Stasiun ke-			Total	INP%
		1	2	3		
1.	<i>Asplenium nidus</i> L.	-	-	6	6	3.59%
2.	<i>Christella hispidula</i> (Decne.) Holtum	13	19	30	62	17.77%
3.	<i>Gymnocarpium robertianum</i> (Hoffm.)	-	-	5	5	3.43%
4.	<i>Microlepia speluncae</i> (L.) T.Moore	-	17	45	62	15.13%
5.	<i>Ctenitis submarginalis</i> (Langsd. & Fisch.) Ching	27	35	25	87	21.74%
6.	<i>Drynaria sparsisora</i> (Desv.) T. Moore	13	-	-	13	4.70%
7.	<i>Pyrrosia longifolia</i> (N.L. Burm.) C.V. Morton	7	6	17	30	12.67%
8.	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	57	-	-	57	11.71%
9.	<i>Nephrolepis hirsutula</i> (G. Forst.) C. Presl.	13	-	31	44	12.27%

No.	Spesies	Stasiun ke-			Total	INP%
		1	2	3		
10.	<i>Microsorium scolopendria</i> (Burm.f.) Copel.	-	11	29	40	11,63%
11.	<i>Pyrrosia piloselloides</i> (L.) M.G.Price	8	8	13	29	12,51%
12.	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	23	29	41	93	22,70%
13.	<i>Pteris ensiformis</i> Burm.	-	-	10	10	4,22%
14.	<i>Pteris vittata</i> L.	-	35	42	77	17,52%
15.	<i>Christella</i> sp.	-	13	-	13	4,70%
Jumlah					628	176,29%

Berdasarkan tabel 4.3 nilai INP (Indeks Nilai Penting) tiap spesies menunjukkan kontribusi relatif masing-masing paku terhadap keseluruhan komunitas di lokasi penelitian. Nilai INP tertinggi *Pityrogramma calomelanos* (L.) sebesar 22,70%, diikuti oleh *Ctenitis submarginalis* (Langsd. & Fisch.) Ching sebesar 21,74% dan *Christella hispidula* (Decne.) Holttum sebesar 17,77%. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga spesies tersebut merupakan spesies dominan yang paling banyak menyebar dan berperan penting dalam struktur komunitas paku di area kawasan hutan De Djawatan Kabupaten Banyuwangi. Spesies dengan nilai INP sedang, antara lain *Pteris vittata* L. (17,52%), *Microlepis speluncae* (L.) T. Moore (15,13%), *Pyrrosia longifolia* (N.L. Burm.) C.V. Morton (12,67%), *Nephrolepis hirsutula* (G. Forst.) C. Presl. (12,27%), *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott (11,71%), *Microsorium scolopendria* (Burm.f.) Copel. (11,63%), dan *Pyrrosia piloselloides* (L.) M.G.Price (12,51%), yang menunjukkan bahwa spesies tersebut cukup banyak tetapi tidak menjadi spesies yang paling mendominasi.

Sementara itu, spesies dengan INP rendah, seperti *Asplenium nidus* L. (3,59%), *Gymnocarpium robertianum* (Hoffm.) (3,43%), *Drynaria sparsisora* (Desv.) T. Moore (4,70%), *Pteris ensiformis* Burm. (4,22%), dan *Christella* sp. (4,70%), memiliki peran relatif kecil dalam komunitas karena jumlah individu yang sedikit dan distribusi terbatas pada satu atau dua stasiun saja. Secara keseluruhan, distribusi nilai INP menunjukkan adanya beberapa spesies dominan yang membentuk struktur komunitas paku, sementara sebagian besar spesies lainnya lebih jarang ditemukan dan memiliki kontribusi rendah terhadap keanekaragaman total.

c. Pengukuran Parameter Lingkungan

Dalam studi ekologi tumbuhan paku (*Pteridophyta*), pengukuran faktor lingkungan merupakan aspek penting untuk memahami hubungan antara kondisi fisik lingkungan dengan keberadaan serta keanekaragaman spesies paku. Faktor-faktor tersebut berperan dalam memengaruhi distribusi, kelimpahan, dan pertumbuhan tumbuhan paku di suatu habitat. Pada penelitian ini, parameter lingkungan yang diukur meliputi pH tanah, suhu udara, kelembapan, dan intensitas cahaya. Hasil pengukuran faktor lingkungan tersebut disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4

Pengukuran faktor lingkungan

Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
pH tanah	6,5	5,1	5,9
Suhu	30,35°C	29,7°C	30,85°C
Kelembapan	78,5%	68%	73,5%

Intensitas cahaya	1.655 Lux	1.068 Lux	1.364,5 Lux
-------------------	-----------	-----------	-------------

Tabel 4.4 menunjukkan perbedaan nilai rata-rata parameter lingkungan pada tiga stasiun pengamatan yang mencakup pH tanah, suhu udara, kelembapan, serta intensitas cahaya. Nilai rata-rata pH tanah di ketiga stasiun berada pada kondisi asam hingga mendekati netral, dengan pH tertinggi tercatat pada Stasiun 1 sebesar 6,5, diikuti Stasiun 3 sebesar 5,9, dan terendah pada Stasiun 2 sebesar 5,1. Suhu udara rata-rata di seluruh stasiun menunjukkan nilai yang relatif homogen, yaitu 30,35 °C pada Stasiun 1, 29,7 °C pada Stasiun 2, dan 30,85 °C pada Stasiun 3.

Parameter kelembapan udara menunjukkan nilai tertinggi pada Stasiun 1 sebesar 78,5%, disusul Stasiun 3 sebesar 73,5%, sementara Stasiun 2 memiliki kelembapan terendah sebesar 68%. Selain itu, intensitas cahaya rata-rata bervariasi antar stasiun, dengan nilai paling tinggi dijumpai pada Stasiun 1 sebesar 1.655 Lux, nilai terendah pada Stasiun 2 sebesar 1.068 Lux, dan nilai menengah pada Stasiun 3 sebesar 1.364,5 Lux. Perbedaan parameter lingkungan tersebut mencerminkan adanya variasi kondisi lingkungan yang dapat memengaruhi pola sebaran serta tingkat keanekaragaman tumbuhan paku di area penelitian.

3. Hasil Validasi E-Booklet

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli materi terhadap E-booklet, penilaian mencakup tiga aspek, yaitu kelayakan isi/materi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan. Hasil validasi oleh kedua validator (lampiran 5 dan lampiran 6) disajikan rekapulasi pada tabel 4.5

Tabel 4.5
Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

Validator	Persentase %	Kategori
Ahli materi	80 %	Valid
Ahli media	92 %	Sangat Valid

Total skor yang diperoleh adalah 48 dari maksimal skor 60. Dengan persentase 80% dan nilai rata-rata 4,0. Persentase tersebut menunjukkan bahwa E-booklet berada pada kategori valid. Artinya, isi materi yang disajikan telah sesuai dengan konsep keanekaragaman tumbuhan paku, serta disajikan menggunakan Bahasa yang jelas dan mudah dipahami. Selain itu, struktur penyajian dinilai sistematis, tersedia daftar Pustaka, serta materi dinilai mampu membantu pembaca dalam memahami keanekaragaman tumbuhan paku di Kawasan hutan De Djawatan. Dengan demikian, dari aspek materi, E-booklet dinilai layak digunakan dengan beberapa catatan perbaikan yang diberikan oleh validator materi.






Hasil validasi ahli media menilai tiga aspek utama, yaitu kelayakan ukuran E-booklet, desain sampul, dan desain isi. Total skor yang diperoleh adalah 46 dari skor maksimal 50, dengan persentase 92% dan nilai rata-rata 4,6. Persentase tersebut menunjukkan bahwa E-booklet termasuk kategori “sangat valid”. Hal ini berarti bahwa tampilan visual, tata letak, pemilihan font, ilustrasi, serta konsistensi desain telah memenuhi kriteria kelayakan media pembelajaran. Desain sampul dinilai mampu merepresentasikan isi




materi dengan baik, sedangkan desain isi dipandang menarik, proporsional, dan mendukung pemahaman melalui penggunaan gambar dan ikon yang konsisten.

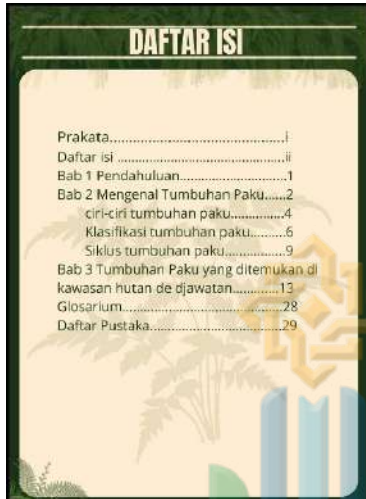




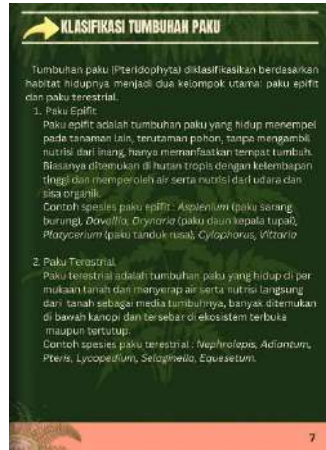
Berdasarkan tabel 4.5 terlihat bahwa penilaian ahli media memperoleh persentase tertinggi, yaitu 92%, menunjukkan kualitas desain yang sangat baik. Sementara itu, ahli materi 80%, yang berada pada kategori valid. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa E-booklet sudah layak digunakan, sedangkan pada aspek materi terdapat beberapa bagian yang perlu disesuaikan dengan masukan validator, seperti penyempurnaan Bahasa ilmiah atau penambahan kejelasan tertentu pada bagian materi.

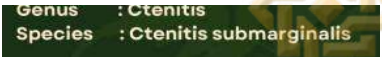
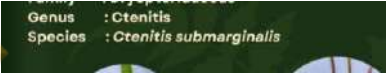


Secara keseluruhan, hasil validasi dari kedua validator menunjukkan bahwa E-booklet dinyatakan valid dan dapat digunakan sebagai media pembelajaran, saran dan masukan dari para validator juga telah digunakan sebagai dasar perbaikan sehingga E-booklet semakin optimal digunakan dalam kegiatan pembelajaran mengenai keanekaragaman tumbuhan paku. Selain itu, para validator juga memberikan saran dan masukan untuk perbaikan E-booklet. Saran-saran tersebut disajikan dalam tabel 4.6

Tabel 4.6
Saran validator

Validator ahli materi	No	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
	1.	Menambahkan Tabulasi data spesies	<p>Tabulasi data spesies sudah ditambahkan</p> 
	2.	<p>Penjelasan tentang klasifikasi paku</p> 	<p>Klasifikasi paku sudah diperjelas</p> 
	1.	<p>Logo UIN tidak terlihat baik warnanya. Ubah teks ke putih atau tambahkan bg putih bentuk persegi di belakang logo ini</p> 	<p>Logo sudah ditambah background</p> 

	No	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
	2.	<p>Gambar yang kiri dan kanan sudah cukup bagus resolusinya, yg tengah ini</p>  <p>terlalu pecah</p>	<p>Gambar sudah di ganti dengan yang tidak pecah</p> 
Validator ahli media	No	Saran	Tindak Lanjut
	3.	<p>Jangan langsung kata pengantar, ada halaman sesudah cover</p>	<p>Sudah di tambahkan halaman sesudah Cover</p> 

No	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
4.	<p>Rapikan daftar isi, buat lebih modern saja</p> 	<p>Daftar isi sudah diganti lebih modern</p> 
5.	<p>Rapikan cara menulis bab. Juga jangan pakai latin</p> 	<p>Bab sudah dirapikan dan noor bab sudah diganti</p> 
6.	<p>Nama file janganlah masih bawaan canva</p>	<p>Nama file sudah diganti</p>
7.	<p>Waduh seram ini typo. Periksa semua ya</p>	<p>Typo sudah di priksa dan direvisi</p>
8.	<p>Terlalu menempel kalimatnya, selingilah dengan gambar/tabel/diagram, biar yang baca tidak bosan</p> 	<p>Kalimat Sudah di revisi</p> 

Validator ahli media	No	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
	9.	Rapikan indentnnya. mana paragraf sub mana, mana yg sub sub mana.. kok sulit banget dibaca kayaknya.. Gak mungkin lah ada subjudul lebih masuk ke dalam daripada kontennya	Sudah dirapikan
	10.	Nama ilmiah tulis yang benar 	Tulisan ilmiah sudah dibenarkan 
	11.	Bahasa asing italic-kan. Tidak usah ada tanda petik dan buka kurung double2 gitu.	Bahasa asing sudah di italic
	12.	Ini apa putih? Rapikan ya dapusnya, mau rata kiri atau justify? Jangan campu	Dapus sudah dirapikan 
	13.	Tambahkan kuis dan fakta menarik	Sudah di tambahkan kuis dan fakta menarik 

No	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
		

Berdasarkan tabel 4.6 terlihat bahwa Ahli materi memberikan masukan terkait perlunya penambahan kedalaman materi, konsistensi penggunaan istilah ilmiah, serta penyederhanaan susunan pembahasan agar lebih sistematis. Sementara itu, ahli media lebih banyak memberikan saran yang berhubungan dengan kerapian desain dan keterbacaan E-booklet. Beberapa catatan yang diberikan mencakup penambahan halaman sebelum kata pengantar, pembaruan desain daftar isi, perbaikan penulisan dan penomoran bab, serta penggantian nama file agar lebih profesional. Selain itu, ahli media juga menyoroti aspek teknis seperti typo, ketidakteraturan indentasi, format penulisan nama ilmiah, serta penggunaan italic untuk istilah asing. Aspek visual seperti penempatan gambar, konsistensi jarak antartagraf, dan penambahan gambar pendukung juga menjadi perhatian agar tampilan E-booklet lebih nyaman dibaca.

Seluruh saran yang diberikan oleh validator telah ditindaklanjuti melalui penambahan materi, perbaikan visual, penataan ulang struktur, dan penyempurnaan format penulisan. Hasil tindak lanjut tersebut membuat E-booklet menjadi lebih baik secara isi maupun desain, sehingga dapat

digunakan sebagai produk pendukung dalam penelitian mengenai keanekaragaman tumbuhan paku.

C. Pembahasan Temuan

1. Jenis-Jenis Tumbuhan Paku yang Ditemukan di Kawasan Hutan De Djawatan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Kawasan Hutan De Djawatan, Kabupaten Banyuwangi, diketahui bahwa tumbuhan paku terestrial memiliki jumlah dan persentase yang bervariasi di setiap lokasi pengamatan. Variasi ini dipengaruhi oleh kondisi habitat, meliputi faktor abiotik seperti intensitas cahaya, suhu, kelembapan, serta karakteristik tanah, maupun faktor biotik seperti tutupan kanopi dan keberadaan vegetasi penyusun. Hasil ini sejalan dengan penelitian Khairunnisa dan Wisanti di Kawasan Air Terjun Supit Urang, Pujon, Kabupaten Malang⁵⁷, penelitian Jayanthi di Taman Hutan Kota Langsa⁵⁸, serta Yolla et al di Hutan Pinus Gunung Pancar, Bogor, yang sama-sama menunjukkan bahwa keanekaragaman tumbuhan paku sangat dipengaruhi oleh heterogenitas lingkungan di masing-masing ekosistem⁵⁹. Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, jumlah paku terestrial yang ditemukan di suatu kawasan umumnya

⁵⁷ Khairunisa Khairunisa dan Wisanti Wisanti, "Keanekaragaman Spesies Pteridophyta di Kawasan Wisata Air Terjun Supit Urang Pujon Kabupaten Malang," *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi* 12, no. 3 (2023): 343–53, <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v12n3.p343-353>.

⁵⁸ Sri Jayanthi dkk., "Berikut perbaikan kapitalnya: Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Taman Hutan Kota Langsa," *JURNAL BIOSENSE* 8, no. 1 (2025): 1–15, <https://doi.org/10.36526/biosense.v8i1.4779>.

⁵⁹ Ayelir Sukma Yolla, Fikri Damayanti, dkk., "Keanekaragaman Tumbuhan Paku Terestrial di Kawasan Hutan Pinus Gunung Pancar, Bogor," *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, no. Vol 2, No 1 (2022): *EduBiologia: Biological Science and Education Journal* (2022): 63–71.

berkisar antara 10 hingga lebih dari 30 jenis, tergantung kompleksitas habitat.

Dalam penelitian ini tercatat sebanyak 628 individu tumbuhan paku yang terdiri atas 15 jenis, yang termasuk dalam 7 famili, yaitu *Aspleniaceae*, *Cystopteridaceae*, *Dennstaedtiaceae*, *Dryopteridaceae*, *Polypodiaceae*, *Pteridaceae*, dan *Thelypteridaceae*. Jumlah jenis ini lebih tinggi daripada laporan Jayanthi yang menemukan 14 spesies dari 5 famili di Taman Hutan Kota Langsa⁶⁰, namun lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Khairunnisa dan Wisanti yang mencatat 33 spesies dari 12 famili di Kawasan Air Terjun Supit Urang⁶¹. Serta penelitian Handayani di kawasan Air Terjun Talalang Jaya Kecamatan Tabir Barat yang memperoleh sebanyak 20 jenis dari 11 famili⁶². Perbedaan ini dapat disebabkan oleh tingkat kerapatan vegetasi, variasi struktur habitat, tingkat gangguan aktivitas manusia, serta kondisi fisik seperti intensitas cahaya dan kelembapan. Habitat yang heterogen umumnya menyediakan lebih banyak mikrohabitat yang memungkinkan keberadaan jenis paku yang lebih beragam. Adapun Menurut Yuskianti et al menyatakan perbedaan ketinggian tempat dan kondisi lingkungan mempengaruhi tidak hanya jenis

⁶⁰ Jayanthi dkk., “Berikut perbaikan kapitalnya: Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Taman Hutan Kota Langsa.”

⁶¹ Khairunisa dan Wisanti, “Keanekaragaman Spesies Pteridophyta di Kawasan Wisata Air Terjun Supit Urang Pujon Kabupaten Malang.”

⁶² Pitri Handayani, “Identifikasi Tumbuhan Pteridophyta di Kawasan Air Terjun Talalang Jaya Kecamatan Tabir Barat,” *BIOCOLONY: Jurnal dan Biosains*. 1, no. 2 (t.t.): 53–58.

paku tetapi keragaman famili yang ditemukan, dimana semakin tinggi lokasi maka jumlah famili paku yang ditemukan akan semakin rendah⁶³

Perbedaan karakteristik lingkungan pada ketiga stasiun pengamatan menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap variasi keanekaragaman tumbuhan paku. Stasiun 1 berada di bawah naungan pohon trembesi (*Samanea saman*) berukuran besar dengan kanopi sangat rapat sehingga intensitas cahaya yang mencapai lantai hutan rendah. Lokasi ini juga menjadi area favorit wisatawan untuk berfoto, sehingga tekanan aktivitas manusia tinggi dan menyebabkan pemadatan tanah. Kombinasi kondisi gelap, kelembapan tinggi, dan gangguan manusia membatasi jenis paku yang dapat tumbuh, sehingga keanekaragaman paku di Stasiun 1 cenderung lebih rendah.

Stasiun 2 memiliki kondisi lingkungan sedang, baik dari segi cahaya maupun tingkat gangguan. Vegetasi campuran trembesi dan jati (*Tectona grandis*) menghasilkan tutupan kanopi sedang, sehingga intensitas cahaya yang masuk lebih tinggi dibandingkan Stasiun 1. Meskipun aktivitas pengunjung masih relatif tinggi karena merupakan jalur utama wisata, heterogenitas vegetasi yang lebih bervariasi memungkinkan tumbuhnya spesies paku yang toleran cahaya sedang dan kondisi habitat yang lebih terbuka. Hal ini menyebabkan keanekaragaman paku di Stasiun 2 lebih baik dibandingkan Stasiun 1.

⁶³ Vivi Yuskianti dkk., "Keanekaragaman Paku Terrestrial di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Yogyakarta," dalam *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 2018-12-27 ed., vol. 11, no. 2, 2018.

Stasiun 3 menunjukkan kondisi paling mendukung bagi pertumbuhan paku. Lokasi ini berada di area belakang hutan yang jarang dikunjungi wisatawan sehingga tekanan antropogenik rendah. Vegetasinya didominasi pohon muda berumur kurang dari 10 tahun yang menghasilkan tutupan kanopi jarang hingga sedang. Kondisi ini memungkinkan cahaya masuk dalam intensitas cukup tinggi, ditambah dengan struktur tanah yang lebih gembur dan kelembapan yang stabil karena minim gangguan. Kombinasi faktor tersebut menyediakan lebih banyak mikrohabitat dan ruang tumbuh, sehingga Stasiun 3 memiliki keanekaragaman paku tertinggi dan distribusi spesies paling merata di antara ketiga stasiun.

Ketiga stasiun tersebut memperlihatkan pola yang sejalan, yaitu kombinasi intensitas cahaya yang cukup, minimnya gangguan akibat aktivitas manusia, keragaman struktur vegetasi, serta kondisi tanah yang gembur menjadi faktor penting yang mendorong tingginya keanekaragaman tumbuhan paku. Stasiun 1 menggambarkan habitat yang teduh dan tertekan aktivitas manusia, Stasiun 2 berfungsi sebagai area peralihan, sedangkan Stasiun 3 menunjukkan kondisi habitat yang paling mendukung bagi pertumbuhan paku.

Famili dengan jumlah spesies terbanyak pada penelitian ini adalah Polypodiaceae, dengan total enam spesies, yaitu *Drynaria sparsisora* (Desv.) T. Moore, *Pyrrosia longifolia* (N.L. Burm.) C.V. Morton, *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott, *Nephrolepis hirsutula* (G. Forst.) C. Presl, *Microsorium scolopendria* (Burm.f.) Copel., dan *Pyrrosia*

piloselloides (L.) M.G. Price. Dominansi Polypodiaceae pada penelitian ini konsisten dengan sejumlah penelitian terdahulu. Secara global, Polypodiaceae merupakan salah satu famili terbesar dalam ordo Polypodiales dengan lebih dari 1.000 spesies yang tersebar luas di daerah tropis dan subtropis⁶⁴. Schmitt dan Windisch melaporkan bahwa Polypodiaceae merupakan famili dengan jumlah spesies terbesar, mencapai 39% dari semua spesies yang mereka temukan⁶⁵. Hal ini sejalan dengan Holttum yang mencatat lebih dari 1.000 spesies dalam famili ini serta menegaskan bahwa Polypodiaceae memiliki distribusi luas dengan keanekaragaman tinggi di daerah tropis, terutama Asia⁶⁶. Menurut Mildawati mengungkapkan bahwa keberhasilan Polypodiaceae dalam mendominasi berbagai habitat juga didukung kemampuan adaptasi yang baik terhadap berbagai tipe lingkungan serta toleransi terhadap variasi ketinggian⁶⁷. Dari aspek pemanfaatan, banyak spesies Polypodiaceae digunakan sebagai tanaman hias karena bentuk daun dan habitusnya yang menarik⁶⁸.

⁶⁴ Jayanthi dkk., “Berikut perbaikan kapitalnya: Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Taman Hutan Kota Langsa.”

⁶⁵ Jl. Schmitt dan Pg. Windisch, “Biodiversity and spatial distribution of epiphytic ferns on *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae) caudices in Rio Grande do Sul, Brazil,” *Brazilian Journal of Biology* 70, no. 3 (2010): 521–28, <https://doi.org/10.1590/S1519-69842010000300008>.

⁶⁶ R. E. Holttum dan David B. Lellinger, “A Revised Flora of Malaya, Vol. II: Ferns of Malaya,” *American Fern Journal* 60, no. 1 (1970): 38, <https://doi.org/10.2307/1546696>.

⁶⁷ Mildawati dkk., *Tumbuhan Paku Famili Polypodiaceae di Gunung Talang, Sumatera Barat* (Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Andalas, 2014).

⁶⁸ Twista Davel Putri, “Analisis Hubungan Kekerabatan Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Famili Polypodiaceae di Desa Nagrawangi, Kecamatan Rancakalong, Kabupaten Sumedang” (Universitas Padjadjaran, 2020).

Spesies dengan jumlah individu terbanyak dalam penelitian ini adalah *Pityrogramma calomelanos* (L.) Link, dengan total 93 individu yang ditemukan di seluruh stasiun. Spesies ini dikenal sebagai “pakis perak” karena permukaan bawah daunnya yang berwarna putih keperakan akibat adanya lapisan serbuk. Secara morfologi, *Pityrogramma calomelanos* merupakan paku berperawakan herba dengan tangkai daun berwarna hitam mengilap, helai daun majemuk, permukaan bawah daun tertutup serbuk putih, serta sorus yang tersebar merata pada bagian abaksial (Yusna et al., 2016). Karakter morfologi tersebut menjadikan spesies ini mampu beradaptasi dengan baik pada area yang relatif terbuka dan memiliki intensitas cahaya tinggi. Hal inilah yang memungkinkan *Pityrogramma calomelanos* tumbuh melimpah di seluruh stasiun pengamatan.

2. Indeks Keanekaragaman Tumbuhan Paku Yang Ada Di Kawasan Hutan De Djawatan

a. Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')

Keanekaragaman tumbuhan paku-pakuan yang ditemukan di kawasan hutan De Djawatan Kabupaten Banyuwangi menunjukkan nilai Indeks keanekaragaman yang bervariasi. Berdasarkan kriteria nilai indeks keanekaragaman Shanno-Wiener, diperoleh nilai H' sebesar 2.479 yang termasuk dalam kategori sedang. Pernyataan ini juga didukung oleh Baderan dkk yang mengungkapkan bahwa kestabilan sebuah komunitas tumbuhan meningkat seiring dengan bertambahnya keanekaragaman jenis

tumbuhan, semakin stabil komunitas, semakin tinggi pula keanekaragaman tumbuhannya⁶⁹.

Nilai indeks keanekaragaman jenis yang sedang ini dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan di ketiga stasiun penelitian. Hal ini sesuai dengan pernyataan Soerianegara dan Indrawan, tingkat keanekaragaman jenis yang sedang muncul disebabkan oleh perubahan vegetasi yang terjadi berulang kali, serta ketersediaan unsur hara, cahaya, dan air yang diperoleh oleh vegetasi tersebut⁷⁰ Oktaviani dkk juga berpendapat bahwa kestabilan yang tinggi mencerminkan tingkat kompleksitas yang besar, karena interaksi antarkomponen yang intens membuat komunitas tersebut lebih mampu menghadapi gangguan⁷¹.

b. Indeks Nilai Penting (INP)

Hasil analisis indeks nilai penting (INP) tumbuhan paku-pakuan di kawasan hutan De Djawatan Kabupaten Banyuwangi menunjukkan nilai INP tertinggi *Pityrogramma calomelanos* (L.) sebesar 22.70%, diikuti oleh *Ctenitis submarginalis* (Langsd. & Fisch.) Ching sebesar 21,74% dan *Christella hispidula* (Decne.) Holttum sebesar 17,77%. Nilai INP yang tinggi menandakan bahwa suatu spesies tumbuhan bersifat dominan dan memiliki kemampuan adaptasi lebih baik dibandingkan spesies lain.

⁶⁹ Dewi Wahyuni K Baderan dkk., “Keanekaragaman, Kemerataan, dan Kekayaan Spesies Tumbuhan dari Geosite Potensial Benteng Otanaha Sebagai Rintisan Pengembangan Geopark Provinsi Gorontalo,” *Al-Kaunyah: Jurnal Biologi* 14, no. 2 (2021): 264–74, <https://doi.org/10.15408/kaunyah.v14i2.16746>.

⁷⁰ I Soerianegara dan A Indrawan, *Ekosistem Hutan Indonesia* (Laboratorium Ekologi Hutan Fakultas Kehutanan IPB., 2005).

⁷¹ Siti Indah Oktaviani dkk., “Analisis Vegetasi di Kawasan Terbuka Hijau Industri Gasing,” *Jurnal Penelitian Sains (JPS)* 19, no. 3 (2017): 124–31.

Semakin tinggi nilai INP suatu spesies, semakin penting peranannya dalam ekosistem kawasan tersebut. Hal ini sejalan dengan pernyataan Hasnah Ahmad, yang menyebutkan bahwa INP menunjukkan tingkat kepentingan atau kontribusi suatu spesies dalam komunitas tumbuhan. Sedangkan dengan INP rendah, yaitu *Asplenium nidus* L. (3,59%), *Gymnocarpium robertianum* (Hoffm.) (3,43%), *Drynaria sparsisora* (Desv.) T. Moore (4,70%), *Pteris ensiformis* Burm. (4,22%), dan *Christella* sp. (4,70%).

Rendahnya nilai INP menandakan bahwa keberadaan spesies tersebut terbatas. Lubis dkk menyatakan bahwa tumbuhan dengan Indeks Nilai Penting (INP) tinggi memiliki pertumbuhan yang merata, jumlah individu yang banyak, dan tingkat dominasi lebih besar dibanding spesies lainnya. Sebaliknya, spesies dengan INP rendah biasanya memiliki penyebaran pertumbuhan yang terbatas.⁷²

Berdasarkan hasil pengukuran parameter lingkungan di lokasi pengamatan di tiga stasiun Hutan De Djawatan, terlihat adanya variasi kondisi abiotik yang mencerminkan heterogenitas mikrohabitat. Rentang pH tanah 4,3–8,5 menunjukkan kondisi dari asam hingga mendekati basa. Menurut Sandy (2016) tumbuhan paku umumnya menyukai pH 5,5-8, sehingga kisaran pH pada ketiga stasiun masih mendukung pertumbuhannya.

⁷² Putri Azli Lubis dkk., “Struktur dan Komposisi Jenis Tegakan Shorea pinanga di KHDTK Haurbentes, Bogor,” *Journal of Tropical Silviculture* 14, no. 03 (2023): 209–15, <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.14.03.209-215>.

Pada Stasiun 1, variasi pH berada pada angka 4,5–8,5. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh aktivitas wisata serta akumulasi serasah yang tidak merata. Meskipun rentang ini masih mendukung pertumbuhan beberapa jenis paku yang toleran terhadap perubahan kondisi tanah. Stasiun 2 menunjukkan pH lebih stabil, yaitu 4,3–5,9, dan berada pada kondisi yang umumnya paling disukai oleh tumbuhan paku, yakni mendekati asam dan lembap. Sementara itu, Stasiun 3 dengan pH 4,5–7,3 juga memberikan kondisi yang sesuai bagi jenis paku yang mampu tumbuh pada lingkungan dengan intensitas cahaya lebih tinggi. Variasi pH ini berpotensi membentuk perbedaan komposisi spesies antar stasiun karena memengaruhi ketersediaan unsur hara⁷³. Menurut Kausari, pada umumnya tumbuhan menyukai pH netral berkisar 6-7 karena ketersediaan unsur hara cukup tinggi pada nilai pH ini⁷⁴.

Suhu udara di ketiga stasiun berada pada kisaran 27,1–32,3°C tergolong stabil dan masih berada dalam batas toleransi paku tropis. Meskipun rentang optimalnya berada pada 21–27°C⁷⁵. Perbedaan kecil antar stasiun pada penelitian ini lebih terkait pada tingkat keterbukaan area dan intensitas cahaya. Dengan demikian, diketahui variasi suhu di Hutan de Djawatan lebih berfungsi sebagai pendukung pertumbuhan daripada sebagai

⁷³ Elisa Sita Manora, “Keanekaragaman paku (pteridophyta)terestrial di kawasan mata air umbulan desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang.” (UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, 2023).

⁷⁴ Hanum Kausari, “Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Hutan Lindung Iboih Kecamatan Sukakarya Kota Sabang Sebagai Media Penunjang Pembelajaran Biologi SMA.” (UIN Ar-Raniry, 2020).

⁷⁵ J Andiana dan E Renjana, “Inventarisasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) pada Arboretum (Forested Area) Kebun Raya Purwodadi,” *Prosiding Biologi Achieving the Sustainable Development Goals with Biodiversity in Confronting Climate Change*, 2021, 211–25.

faktor penentu distribusi spesies. Berbeda dengan suhu, kelembapan udara menunjukkan pola yang lebih berpengaruh. Stasiun 1 memiliki kelembapan tinggi (71–86%) yang mendukung pertumbuhan paku yang menyukai kondisi lembap dan teduh. Stasiun 2 memiliki kelembapan lebih rendah (67–69%) akibat area yang lebih terbuka dan tingginya aktivitas wisata, karena berada pada koridor utama, sehingga cocok bagi paku yang toleran terhadap kondisi relatif kering. Sementara stasiun 3 memiliki fluktuasi paling luas (61–86%) karena kanopinya yang tidak rapat memungkinkan terjadinya fluktuasi kelembapan harian. Variasi ini membawa implikasi pada komposisi spesies, di mana paku yang toleran terhadap perubahan kondisi dapat tumbuh lebih baik di Stasiun 3. Adapun menurut Leku dkk, kelembapan udara yang optimal untuk pertumbuhan tumbuhan paku (Pteridophyta) berkisar pada angka 60%-80%⁷⁶.

Intensitas cahaya menunjukkan pola yang paling kontras antar ketiga stasiun. Stasiun 1 memiliki intensitas cahaya 1610–1700 lux yang tergolong rendah hingga sedang, hal ini diduga akibat kanopi trembesi yang rapat di sekelilingnya. Stasiun 2 berada pada intensitas paling rendah, yaitu 802–1334 lux, sebaliknya stasiun 3 dengan nilai sebesar 899–1830 lux memiliki cahaya paling tinggi dan bervariasi karena kondisi vegetasi yang didominasi pohon muda sehingga tutupan kanopi masih cukup terbuka. Kondisi terang pada Stasiun 3 memungkinkan tumbuhnya paku pionir yang toleran cahaya

⁷⁶ Lesiawati Taba Leku dkk., “Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Hutan Wangga Desa Padira, Tana Sumba Tengah sebagai Sumber Belajar Biologi,” *Jurnal Science of Biodiversity* 4, no. 1 (2023).

seperti *Pityrogramma calomelanos*. Menurut Andries dkk secara umum, sebagian besar paku membutuhkan intensitas cahaya yang rendah dan suhu tidak terlalu tinggi yaitu dalam rentang 28-31°C.⁷⁷

Secara keseluruhan, perbedaan faktor lingkungan antar stasiun membentuk pola keanekaragaman paku yang khas. Stasiun 1 yang lembap dan teduh mendukung jenis-jenis paku naungan. Sementara stasiun 2 yang lebih kering cenderung dihuni spesies toleran terhadap gangguan, sedangkan stasiun 3 dengan cahaya tinggi dan kelembapan dinamis berpotensi memiliki keanekaragaman tertinggi. Temuan ini sejalan dengan laporan bahwa intensitas cahaya, kelembapan, dan heterogenitas habitat merupakan faktor utama yang mengatur keanekaragaman paku tropis⁷⁸. Semakin beragam variasi mikrohabitat dalam suatu kawasan, semakin besar peluang jenis-jenis paku untuk hidup berdampingan dan memperkaya komposisi komunitas⁷⁹.

3. Validitas E-booklet

Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-booklet Keanekaragaman Tumbuhan Paku di Kawasan Hutan De Djawatan memperoleh skor validasi materi total 48 dari skor maksimal 60, dengan persentase 80% dan kategori valid. Penilaian ini mencakup tiga aspek utama, yaitu kelayakan isi,

⁷⁷ Angelia Elisabeth Andries dkk., "Inventarisasi Tumbuhan Paku di Ruang Terbuka Hijau Kampus Universitas Sam Ratulangi Manado, Sulawesi Utara," *Jurnal Bios Logos* 12, no. 2 (2022): 140, <https://doi.org/10.35799/jbl.v12i2.42343>.

⁷⁸ Yolla, Fikri Damayanti, dkk., "Keanekaragaman Tumbuhan Paku Terestrial di Kawasan Hutan Pinus Gunung Pancar, Bogor."

⁷⁹ Khairunisa dan Wisanti, "Keanekaragaman Spesies Pteridophyta di Kawasan Wisata Air Terjun Supit Urang Pujon Kabupaten Malang."

kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi yang disajikan sudah sesuai dengan fakta ilmiah mengenai tumbuhan paku, memuat penjelasan yang relevan, didukung oleh referensi yang tepat, serta disajikan dengan bahasa yang jelas dan mudah dipahami. Penyajian materi juga dinilai sistematis sehingga membantu pembaca memahami informasi yang ditampilkan dalam E-booklet.

Sementara itu, hasil validasi oleh ahli media menunjukkan bahwa aspek kelayakan media yang meliputi ukuran E-booklet, desain sampul, dan desain isi memperoleh skor 46 dari 50, dengan persentase 92% dan kategori sangat valid. Nilai ini menunjukkan bahwa E-booklet telah memenuhi kriteria kelayakan media pembelajaran, baik dari segi tata letak, keterbacaan, ilustrasi, maupun konsistensi desain. Penggunaan gambar, warna, dan ikon dinilai mendukung penyampaian materi dan membuat tampilan E-booklet lebih menarik serta informatif.

Media pembelajaran adalah alat atau sarana yang digunakan dalam proses pembelajaran untuk membantu pendidik menyampaikan materi pelajaran kepada peserta didik, dengan mempertimbangkan situasi dan kondisi pembelajaran yang sedang berlangsung. Media booklet merupakan bentuk media cetak berupa buku kecil yang dirancang untuk menyampaikan informasi secara ringkas dengan tampilan yang menarik. Isi booklet biasanya lebih banyak memanfaatkan gambar dibandingkan teks, sehingga penyampaian materi menjadi lebih sederhana dan mudah dipahami. E-

booklet adalah versi digital dari booklet yang dapat diakses melalui perangkat elektronik seperti handphone, laptop, atau komputer.

E-booklet termasuk kategori media pembelajaran elektronik yang memanfaatkan perangkat digital seperti smartphone, laptop, dan komputer. Menurut Rahmawati et al. (2020) E-booklet merupakan bahan ajar digital yang dirancang untuk menyajikan materi secara visual, interaktif, dan mudah diakses sehingga mampu meningkatkan efisiensi belajar.⁸⁰ Penelitian tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini, di mana E-booklet yang dikembangkan mudah digunakan, ringan diakses, serta memberikan kemudahan bagi pengguna dalam memahami materi keanekaragaman tumbuhan paku.

E-booklet memiliki beberapa kelebihan sebagai media pembelajaran. Berdasarkan hasil penelitian, E-booklet dapat menampilkan materi dengan lebih menarik karena memadukan gambar, warna, dan tata letak yang rapi. Temuan ini sesuai dengan pendapat Yuliani et al. (2020) yang menjelaskan bahwa tampilan visual yang menarik dapat membantu meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa. Selain itu, E-booklet juga lebih hemat biaya karena tidak perlu dicetak dan dapat diakses kapan saja melalui perangkat digital.⁸¹ Rahmawati et al. (2020) juga menambahkan bahwa E-

⁸⁰Rahmawati, S., Arifin, Z., & Lestari, D. (2020). Pengembangan E-booklet sebagai media pembelajaran digital. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 7(1), 45–55.

⁸¹ Yuliani, N., Putra, R., & Prasetyo, D. (2020). Pengaruh penggunaan E-booklet terhadap motivasi dan hasil belajar siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 22(3), 233–242.

booklet memberikan pengalaman belajar yang lebih praktis dibandingkan media cetak biasa.⁸²

Meskipun memiliki banyak kelebihan, E-booklet juga memiliki kekurangan. Salah satu kendalanya adalah kebutuhan perangkat digital yang sesuai, sehingga pengguna yang tidak memiliki perangkat memadai tidak dapat mengaksesnya. Selain itu, penggunaan layar dalam jangka waktu lama dapat menimbulkan rasa lelah pada mata. File E-booklet juga mungkin mengalami kendala teknis, seperti tidak dapat dibuka jika perangkat tidak mendukung. Hal ini sejalan dengan pernyataan Hasanah & Sutopo (2021) yang menegaskan bahwa media digital sangat bergantung pada kondisi perangkat dan faktor teknis pengguna.⁸³



⁸² Rahmawati, S., Arifin, Z., & Lestari, D. (2020). Pengembangan E-booklet sebagai media pembelajaran digital. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 7(1), 45–55.

⁸³ Hasanah, N., & Sutopo, A. H. (2021). Pengembangan media pembelajaran digital dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. *Jurnal Teknologi Pendidikan*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian tumbuhan paku yang dilakukan di Kawasan hutan De Djawatan Kabupaten Banyuwangi, terdapat 15 spesies tumbuhan paku yaitu *Asplenium nidus*, *Christella hispidula*, *Pteris tripartite* Sw, *Microlepia speluncae*, *Ctenitis submarginalis*, *Drynaria sparsisora*, *Pyrrosia longifolia*, *Microsorium scolopendria*, *Pyrrosia piloselloides*, *Nephrolepis biserrata*, *Nephrolepis hirsutula*, *Pityrogramma calomelanos*, dan *Pteris ensiformis*.
2. Keanekaragaman paku epifit berada pada kategori sedang dengan nilai indeks 1,447-1,759, sementara paku terrestrial menunjukkan keanekaragaman lebih tinggi pada Kawasan dengan variasi cahaya dan kelembapan tanah
3. Hasil validasi kelayakan media pada E-booklet memperoleh skor 92% yang termasuk kategori sangat valid. Pada validasi kelayakan materi, diperoleh skor 80% sehingga termasuk kategori valid. Kedua hasil penilaian tersebut menunjukkan bahwa E-booklet berada dalam kategori layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran.

B. Saran-saran

1. Peneliti berikutnya dapat memperluas objek penelitian tidak hanya pada paku epifit dan terrestrial, tetapi juga paku air agar gambaran keanekaragaman *Pteridophyta* menjadi lebih lengkap.

2. Peneliti berikutnya dapat melakukan pengamatan dalam rentang waktu yang lebih lama agar dapat mengetahui perubahan keberadaan tumbuhan paku pada setiap musim, karena kondisi cuaca dan tingkat kelembapan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan paku.



DAFTAR PUSTAKA

- Andiana, J, dan E Renjana. “Inventarisasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) pada Arboretum (Forested Area) Kebun Raya Purwodadi.” *Prosiding Biologi Achieving the Sustainable Development Goals with Biodiversity in Confronting Climate Change*, 2021, 211–25.
- Andries, Angelia Elisabeth, Roni Koneri, dan Pience Veralyn Maabuat. “Inventarisasi Tumbuhan Paku di Ruang Terbuka Hijau Kampus Universitas Sam Ratulangi Manado, Sulawesi Utara.” *JURNAL BIOS LOGOS* 12, no. 2 (2022): 140. <https://doi.org/10.35799/jbl.v12i2.42343>.
- Asrianny, ., . Marian, dan Ngakan Putu Oka. “KEANEKARAGAMAN DAN KELIMPAHAN JENIS LIANA (TUMBUHAN MEMANJAT) PADA HUTAN ALAM DI HUTAN PENDIDIKAN UNIVERSITAS HASANUDDIN.” *PERENNIAL* 5, no. 1 (2009): 23. <https://doi.org/10.24259/perennial.v5i1.186>.
- Asril, Muhammad, Marulam MT Simarmata, Silvia Permata Sari, dkk. *Keanekaragaman Hayati*. Yayasan Kita Menulis., 2022.
- Baderan, Dewi Wahyuni K, Sukirman Rahim, Melisnawati Angio, dan Al Ilham Bin Salim. “Keanekaragaman, Kemerataan, dan Kekayaan Spesies Tumbuhan dari Geosite Potensial Benteng Otanaha Sebagai Rintisan Pengembangan Geopark Provinsi Gorontalo.” *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi* 14, no. 2 (2021): 264–74. <https://doi.org/10.15408/kauniyah.v14i2.16746>.
- Bunia, ceri. *Keanekaragaman Jenis Paku-Pakuan (Pteridophyta) di Mangrove Kabupaten Pontianak*. 2 (2014).
- Darlen, Rikma Fitrialeni, Sjarkawi Sjarkawi, dan Aprizal Lukman. “PENGEMBANGAN E-BOOK INTERAKTIF UNTUK PEMBELAJARAN FISIKA SMP.” *Tekno - Pedagogi : Jurnal Teknologi Pendidikan* 5, no. 1 (2024). <https://doi.org/10.22437/teknopedagogi.v5i1.2282>.
- De Djawatan benculuk banyuwangi, dulunya tempat penimbunan kayu, kini jadi wisata paling nge-hit*. 20 Juli 2023. <https://www.perhutani.co.id/de-djawatan-benculuk-banyuwangi-dulunya-tempat-penimbunan-kayu-kini-jadi-wisata-paling-nge-hit/>.
- Dewanti, Tria, N. Nurchayati, dan Hasyim As’ari. “IDENTIFIKASI TUMBUHAN PAKU (PTERIDOPHYTA) DI KAWASAN IJEN BANYUWANGI.” *JURNAL BIOSENSE* 3, no. 1 (2020): 46–55. <https://doi.org/10.36526/biosense.v3i1.949>.

- Fakaubun, Susanti. *Studi Literatur Keanekaragaman Hayati Tanaman Paku (Pteridophyta) di Indonesia*. 1 (2024).
- Fatmawati, Agustina. *PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN KONSEP PENCEMARAN LINGKUNGAN MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN BERDASARKAN MASALAH UNTUK SMA KELAS X. 4* (2016).
- Handayani, Pitri. "Identifikasi Tumbuhan Pteridophyta di Kawasan Air Terjun Talalang Jaya Kecamatan Tabir Barat." *BIOCOLONY: Jurnal dan Biosains*. 1, no. 2 (t.t.): 53–58.
- Hartono, Adi, Miza Nina Adlini, Yusran Efendi Ritonga, Muhammad Iqbal H Tambunan, dan Martua Syahriadi Nasution. *IDENTIFIKASI TUMBUHAN TINGKAT TINGGI (PHANEROGAMAE) DI KAMPUS II UINSU*. t.t.
- Holttum, R. E., dan David B. Lellinger. "A Revised Flora of Malaya, Vol. II: Ferns of Malaya." *American Fern Journal* 60, no. 1 (1970): 38. <https://doi.org/10.2307/1546696>.
- Hutagaol, Ria Ro. *studi jenis tumbuhan paku epifit pada kawasan taman wisata alam baning sintang*. t.t.
- Ifadatin, Siti. *KEANEKARAGAMAN JENIS TUMBUHAN PAKU EPIFIT (PTERIDOPHYTA) DI KECAMATAN SUKADANA KABUPATEN KAYONG UTARA PROVINSI KALIMANTAN BARAT*. 12 (2023).
- Jayanthi, Sri, Dhiya Arini, Nur Aini, dkk. "Berikut perbaikan kapitalnya: Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Taman Hutan Kota Langsa." *JURNAL BIOSENSE* 8, no. 1 (2025): 1–15. <https://doi.org/10.36526/biosense.v8i1.4779>.
- Kausar, Sahara Juliana Jihan, dan Sri Amintarti. *Keragaman tumbuhan paku (Pteridophyta) di hutan tropis Kalimantan Selatan*. t.t.
- Kausari, Hanum. "Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Hutan Lindung Iboih Kecamatan Sukakarya Kota Sabang Sebagai Media Penunjang Pembelajaran Biologi SMA." UIN Ar-Raniry, 2020.
- Khairunisa, Khairunisa, dan Wisanti Wisanti. "Keanekaragaman Spesies Pteridophyta di Kawasan Wisata Air Terjun Supit Urang Pujon Kabupaten Malang." *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi* 12, no. 3 (2023): 343–53. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v12n3.p343-353>.
- Kurniasih, Yunita. "KEANEKARAGAMAN JENIS TUMBUHAN PAKU TERESTRIAL DI KAWASAN HUTAN DENGAN TUJUAN KHUSUS (KHDTK) BANTEN." *Biosfer : Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi* 4, no. 1 (2019): 6–12. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v4i1.1357>.

- Laely, Sulistiani Nur, Ani Widyastuti, dan Pudji Widodo. "Keanekaragaman Tumbuhan Paku Terestrial di Cagar Alam Pemalang Jawa Tengah." *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed* 2, no. 1 (2020): 116. <https://doi.org/10.20884/1.bioe.2020.2.1.1966>.
- Leku, Lesiawati Taba, Yohana Makabrang, dan Riwa Rambu Hada Enda. "Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Hutan Wangga Desa Padira, Tana Sumba Tengah sebagai Sumber Belajar Biologi." *Jurnal Science of Biodiversity* 4, no. 1 (2023).
- Lestari, Indri. *Keanekaragaman jenis tumbuhan paku epifit di Hutan Petungkriyono Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah*. t.t.
- Lestari, Sri. *Identifikasi Tumbuhan Paku Sejati (filicinae) Epifit Di Gunung Pesagi Kabupaten Lampung Barat*. t.t.
- Lubis, Putri Azli, Prijanto Pamoengkas, dan Darwo Darwo. "Struktur dan Komposisi Jenis Tegakan Shorea pinanga di KHDTK Haurbentes, Bogor." *Journal of Tropical Silviculture* 14, no. 03 (2023): 209–15. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.14.03.209-215>.
- Majid, Abdul, Aulia Ajizah, dan Sri Amintarti. "Keragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Taman Biodiversitas Hutan Hujan Tropis Mandiangin." *JURNAL AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI* 7, no. 2 (2022): 102. <https://doi.org/10.36722/sst.v7i2.1117>.
- Manora, Elisa Sita. "Keanekaragaman paku (pteridophyta)terrestrial di kawasan mata air umbulan desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang." UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, 2023.
- Mansur, Muhammad, Takashi Kohyama, Herwint Simbolon, dan Tukirin Partomihardjo. *DISTRIBUSIVERTIKAL DAN HORIZONTAL Asplenium nidus L. DI TAMAN NASIONAL GUNUNG HALIMUN, JAWABARAT*. t.t.
- Miftaahhul Janna. "KEANEKARAGAMAN JENIS TUMBUHAN PTERIDOPHYTA (PAKU-PAKUAN) DI KAWASAN CURUG PANJANG DESA DURIAN REMUK KABUPATEN MUSI RAWAS." *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JB&P)* 7, no. 1 (2020): 19–22. <https://doi.org/10.29407/jbp.v7i1.14801>.
- Mildawati, Ardinis Arbain, dan Winda Hayati. *Tumbuhan Paku Famili Polypodiaceae di Gunung Talang, Sumatera Barat*. Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Andalas, 2014.
- milenia, alma. *identifikasi D I PERKARANGAN SEKOLAH SMAN 1 SURO SEBAGAI REFERENSI TAMBAHAN PADA MATERI PLANTAE KELAS X*. t.t.

- Muhdhar, Mimien Henie Irawati Al, Fatchur Rohman, M. Nasir Tamalene, Wawan Suprianto Nadra, dan Alfian Daud. *Keanekaragaman Tumbuhan Rempah dan Pangan Unggulan Lokal*. Vol. 11. no. 1. Universitas Negeri Malang, 2018.
- Oktaviani, Siti Indah, Laila Hanum, dan P Zaidan Negara. “Analisis Vegetasi di Kawasan Terbuka Hijau Industri Gasing.” *Jurnal Penelitian Sains (JPS)* 19, no. 3 (2017): 124–31.
- Pradhana, Aditya, Asep Kadarisman, dan Sri Soedewi. *PERANCANGAN DESTINATION BRANDING OBYEK WISATA DE DJAWATAN FOREST BANYUWANGI*. t.t.
- Putri, Twista Davel. “Analisis Hubungan Kekerabatan Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Famili Polypodiaceae di Desa Nagarawangi, Kecamatan Rancakalong, Kabupaten Sumedang.” Universitas Padjadjaran, 2020.
- Rosmalia, Lia, dan Zaenal Abidin. *MEDIA E-BOOKLET BERBASIS KEARIFAN LOKAL UNTUK MENINGKATKAN LITERASI SAINS KELAS V(LIMA) DI MIN 6 KUNINGAN*. 9 (2023).
- Saputra, Ega, Muhammad Rizky Fauzan, Raisul Muslim, Indra Gunawan, dan Rendra Rs. *Identifikasi Tumbuhan Paku Sejati (Filicinae) di Curug Ciparay Desa Cidugaleun, Kecamatan Cigalontang Kabupaten Tasikmalaya*. t.t.
- Saputri, Dwijowati Asih, dan M Si. *IDENTIFIKASI TUMBUHAN PAKU SEJATI EPIFIT DI TAMAN HUTAN RAYA WAN ABDUL RACHMAN YOUTH CAMP KABUPATEN PESAWARAN LAMPUNG*. t.t.
- Sarip, M., Sri Amintarti, dan Nurul Hidayati Utami. “Validitas Dan Keterbacaan Media Ajar E-Booklet Untuk Siswa SMA/MA Materi Keanekaragaman Hayati.” *JUPEIS : Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial* 1, no. 1 (2022): 43–59. <https://doi.org/10.57218/jupeis.Vol1.Iss1.30>.
- Schmitt, Jl., dan Pg. Windisch. “Biodiversity and spatial distribution of epiphytic ferns on *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae) caudices in Rio Grande do Sul, Brazil.” *Brazilian Journal of Biology* 70, no. 3 (2010): 521–28. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842010000300008>.
- setiawan, Anton. *Merasakan “The Lords of the Rings” di De Djawatan*. diakses pada mei 2025. <https://indonesia.go.id/kategori/pariwisata/2593/merasakan-the-lords-of-the-rings-di-de-djawatan>.
- Soerianegara, I, dan A Indrawan. *Ekosistem Hutan Indonesia*. Laboratorium Ekologi Hutan Fakultas Kehutanan IPB., 2005.

- Swastanti Ridianingsih, Dwi, Pujiastuti Pujiastuti, dan Sulifah Aprilya Hariani. "INVENTARISASI TUMBUHAN PAKU (PTERIDOPHYTA) DI POS ROWOBENDO-NGAGELAN TAMAN NASIONAL ALAS PURWO KABUPATEN BANYUWANGI." *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi* 3, no. 2 (2017): 20. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v3i2.5179>.
- Syahputra, Irfan. "Keanekaragaman Paku Epifit (Pteridophyta) Di Perkebunan Sawit PT SOCFINDO Desa Serbajadi Kecamatan Darul Makmur Kabupaten Nagan Raya." UIN Ar-rainy Banda Aceh, 2022.
- Tama Nst, Ariqah Nabila, dan Naeklan Simbolon. "Pengaruh Penggunaan Media E-Booklet Terhadap Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar." *Js (Jurnal Sekolah)* 7, no. 3 (2023): 479. <https://doi.org/10.24114/js.v7i3.45358>.
- Wardhani, HildaAqua Kusuma. *IDENTIFIKASI TUMBUHAN PAKU (PTERIDOPHYTA) DI KELURAHAN KAPUAS KIRI HILIR*. t.t.
- Yolla, Ayelir Sukma, Fikri Damayanti, dan Efri Gresinta. "Keanekaragaman Tumbuhan Paku Terestrial di Kawasan Hutan Pinus Gunung Pancar, Bogor." *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, no. Vol 2, No 1 (2022): EduBiologia: Biological Science and Education Journal (2022): 63–71.
- Yolla, Ayelir Sukma, Fitri Damayanti, dan Efri Gresinta. "Keanekaragaman Tumbuhan Paku Terestrial di Kawasan Hutan Pinus Gunung Pancar, Bogor." *EduBiologia: Biological Science and Education Journal* 2, no. 1 (2022): 63. <https://doi.org/10.30998/edubiologia.v2i1.11844>.
- Yuskianti, Vivi, Siti Kholifah Rahayu, dan Trikinasih Handayani. "Keanekaragaman Paku Terestrial di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Yogyakarta." Dalam *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 2018-12-27 ed., vol. 11. no. 2. 2018.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Pernyataan Keaslian Tulisan

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Maharani Tafana Putri
 NIM : 214101080015
 Program Studi : Tadris Biologi
 Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
 Jurusan : Tadris Biologi
 Institusi : Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan daftar Pustaka. Apabila dikemudian hari ternyata hasil penelitian terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan dan ada klaim dari pihak lain, maka saya bersedia diproses sesuai perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan siapapun

Jember, 25 November 2025
 Saya menyatakan



Maharani Tafana Putri
 NIM. 214101080015

Lampiran 1 Permohonan Ijin Penelitian

 <p>UNIVERSITAS ISLAM NEGERI KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER</p>	<p>UNIVERSITAS ISLAM NEGERI KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN</p> <p>Jl. Mataram No. 01 Mangli, Telp. (0331) 428104 Fax. (0331) 427005 Kode Pos: 68136 Website: http://itik.uinkhas-jember.ac.id Email: tarbiyah.iainjember@gmail.com</p>
--	--

Nomor : B-13802/In.20/3.a/PP.009/10/2025
Sifat : Biasa
Perihal : **Permohonan Ijin Penelitian**

Yth. Kepala Manajer Klaster Banyuwangi Jember
Purwosari, Benculuk, kec. Cluring, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur

Dalam rangka menyelesaikan tugas Skripsi pada Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, maka mohon diijinkan mahasiswa berikut :

NIM	: 214101080015
Nama	: MAHARANI TAFANA PUTRI
Semester	: Semester sembilan
Program Studi	: TADRIS BIOLOGI

untuk mengadakan Penelitian/Riset mengenai "Keanekaragaman tumbuhan paku dikawasan hutan djawatan kabupaten banyuwangi sebagai media pembelajaran e-booklet" selama 30 (tiga puluh) hari di lingkungan lembaga wewenang Bapak/Ibu Manajer klaster banyuwangi jember

Demikian atas perkenan dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Jember, 21 Oktober 2025
Dekan,
Wakil Dekan Bidang Akademik,



KHOTIBUL UMAM


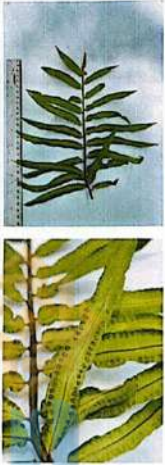




Lampiran 2. Matriks penelitian





Matriks Penelitian

Judul	Fokus Penelitian	Indikator	Sumber data	Metode penelitian
Keanekaragaman Tumbuhan Paku Di Kawasan Hutan De Djawatan Kabupaten Banyuwangi Sebagai Media Pembelajaran E-Booklet	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenis tumbuhan paku (pteridophyta) yang ditemukan di Kawasan hutan De Djawatan 2. Bagaimana tingkat keanekaragaman tumbuhan paku di kawasan hutan djawatan? 3. Bagaimana validitas e-booklet berdasarkan hasil keanekaragaman tumbuhan di kawasan hutan djawatan? 	<ol style="list-style-type: none"> a. keanekaragaman tumbuhan paku <ol style="list-style-type: none"> 1. jumlah spesies, jenis tumbuhan paku dan indeks keanekaragaman tumbuhan paku 2. lokasi dan kondisi lingkungan (tanah, suhu, intensitas cahaya dan kelembapan) b. E-booklet <ol style="list-style-type: none"> 1. kesesuaian referensi ilmiah, desain dan kualitas gambar 2. penilaian dari ahli materi dan ahli media 	<ol style="list-style-type: none"> a. data primer <ol style="list-style-type: none"> 1) Observasi : data yang diperoleh langsung dari pengamatan lapang 2) Identifikasi dan analisis data : proses pengumpulan data melalui hasil dari observasi tumbuhan paku di kawasab hutan De Djawatan b. Data sekunder Berupa literatur yang relevan mengenai tumbuhan paku 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk mengidentifikasi keanekaragaman tumbuhan paku, dan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk menggambarkan keanekaragaman tumbuhan paku 2. Objek dari penelitian adalah tumbuhan paku yang ada di kawasan hutan De Djawatan 3. Pengambilan sampel menggunakan metode plot sampling dengan bantuan transek garis 4. Pengumpulan data : <ul style="list-style-type: none"> • Jumlah individu dan jenis tumbuhan paku • Identifikasi spesies • Pengumpulan data validasi

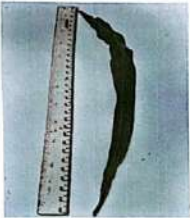



				ahli untuk e-booklet <ol style="list-style-type: none"> 5. analisi data <ul style="list-style-type: none"> • Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan indeks Shannon-Wiener untuk menentukan tingkat keanekaragaman spesies • Analisis deskriptif kualitatif untuk menggambarkan morfologi dan habitat paku • Penyusunan e-booklet • Validasi ahli materi dan ahli media 6. Menarik kesimpulan
--	--	--	--	--



Lampiran 3. Validasi ahli taksonomi






No	Spesies	Famili	Gambar Bagian Depan	Gambar Bagian Belakang	Gambar akar	Keterangan
1.	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott Komentar : <i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	Polypodiaceae				Paku terrestrial Terletak di stasiun 1 dan 3
2.	<i>Phymatosorus scolopendria</i> Komentar : <i>Phymatosorus scolopendria</i> (Burm.f.) Pic, Serm.	Polypodiaceae				Paku Terrestrial terletak pada stasiun 3 Paku epifit terletak pada stasiun 2



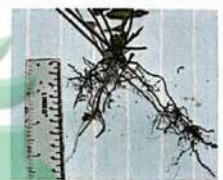



No	Spesies	Famili	Gambar bagian depan	Gambar Bagian bawah	Gambar Akar	Keterangan
3.	<i>Microlepia Speluncae</i> (L.) T.Moree Komentar : <i>Microlepia speluncae</i> (L.) T.Moore	Dennstaedtiaceae		 		Paku terrestrial Terletak pada stasiun 3 dan 2



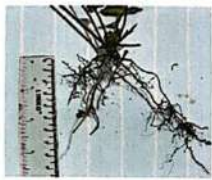



No	Spesies	Famili	Gambar Bagian depan	Gambar Bagian belakang	Gambar akar	Keterangan
4.	<i>Ctenitis submarginalis</i> Komentar : Mungkin benar ini spesies <i>Ctenitis submarginalis</i> (Langsd. & Fisch.) Ching	Dryopteridaceae				Paku terrestrial terletak di stasiun 1,2,dan3
5.	<i>Pyrrosia longifolia</i> (Burm.f.) C.V.Morton Komentar:	Polypodiaceae				Paku epifit terletak di stasiun 1,2,dan3




No	Spesies	famili	Gambar Bagian depan	Gambar Bagian belakang	Gambar akar	Keterangan
6.	<i>Asplenium Nidus L</i> Komentar : <i>Asplenium nidus</i> L	Aspleniaceae	 			Paku epifit terletak di stasiun 3





No	Spesies	Famili	Gambar Bagian depan	Gambar Bagian belakang	Gambar Akar	Keterangan
7.	<i>Drynaria sparsisora</i> (Desv). T.Moore Komentar : <i>Drynaria sparsisora</i>	Polypodiaceae				Paku epifit terletak di stasiun 1





No	Spesies	Famili	Gambar Bagian depan	Gambar Bagian belakang	Gambar akar	keterangan
8.	<i>Pityrogramma calomelanoos</i> (L.) Link Komentar: <i>Pityrogramma calomelanoos</i> (L.) Link	Pteridaceae	 	 		Paku terrestrial terletak di stasiun 1,2 dan 3

No	Spesies	Famili	Gambar Bagian depan	Gambar Bagian belakang	Gambar Akar	Keterangan
9.	<i>Nephrolepis hirsutula</i> Komentar : <i>Nephrolepis hirsutula</i> (G. Forst.) C. Presl	Polypodiaceae				Paku terrestrial terletak di stasiun 1 dan 3
10.	<i>Thelypteris hispidula</i> (Decne.) Komentar: Mungkin benar ini spesies <i>Thelypteris hispidula</i> (Decne.) Holttum	Aspleniaceae				Paku terrestrial terdapat di stasiun 1,2, dan 3

No	Spesies	Famili	Gambar Bagian depan	Gambar Bagian depan	Gambar Akar	Keterangan
9.	<i>Nephrolepis hirsutula</i> Komentar : <i>Nephrolepis hirsutula</i> (G.Forst.)C.Pr esl	Polypodiaceae				Paku terrestrial terletak di stasiun 1 dan 3
10.	<i>Thelypteris hispidula</i> (Decne.) Komentar: Mungkin benar ini spesies <i>Thelypteris</i> <i>hispidula</i> (Decne.) Holtum	Aspleniaceae				Paku terrestrial terletak di stasiun 1,2,dan3

No	Spesies	Famili	Gambar Bagian depan	Gambar Bagian belakang	Gambar akar	Keterangan
11.	<i>pyrrosia piloselloides</i> komentar : <i>Pyrrosia piloselloides</i> (L.) M.G.Price	Polypodiaceae				Paku epifit terletak di stasiun 1,2,dan3

No	Spesies	Famili	Gambar Bagian depan	Gambar Bagian belakang	Gambar Akar	keterangan
12.	<i>Pteris vittata</i> L. Komentar: <i>Pteris vittata</i> L.	Pteridaceae		 		Paku terrestrial terletak di stasiun 3 dan 1

No	Spesies	Famili	Gambar Bagian depan	Gambar Bagian belakang	Gambar Akar	Keterangan
13.	<i>Gymnocarpium robertianum</i> Komentar : <i>Gymnocarpium robertianum</i> tidak ada di kawasan Indonesia, dari perawakan ini <i>Pteris tripartite</i> Sw. (Pteridaceae)	Pteridaceae		 		Paku terrestrial terletak di stasiun 3

Lampiran 4. Validasi ahli materi

4

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI

Nama Validator : Dr. Wiwin Maisyarah, M.Si
 NIP : 19821215 2006 04 2005
 Jabatan/Profesi : Dosen
 Tanggal Validasi : 19 November 2025

Petunjuk Pengisian

1. Mohon berikan penilaian terhadap instrument/materi skripsi yang telah disusun dengan kriteria yang tersedia
2. Berilah tanda centang (✓) pada kolom skala penilaian yang sesuai dengan pendapat bapak/ibu
3. skala penilaian :
 - 5 = sangat setuju/sangat layak
 - 4 = setuju/layak
 - 3 = cukup setuju / cukup layak
 - 2 = kurang setuju / kurang layak
 - 1 = sangat kurang layak / sangat tidak layak

Aspek	No	Kriteria	Skor penilaian				
			1	2	3	4	5
Kelayakan isi / materi	1.	Pengetahuan yang disajikan dalam e-booklet berhubungan dengan konsep materi keanekaragaman tumbuhan paku				✓	
	2.	Materi yang disajikan sesuai dengan fakta-fakta keilmuan keanekaragaman tumbuhan paku		✓			
	3.	Kesesuaian materi berdasarkan substansi materi berdasarkan referensi			✓		
Kelayakan penyajian	4.	Konsep materi disajikan secara sistematis			✓		
	5.	Terdapat daftar Pustaka sebagai sumber rujukan					✓
	6.	Terdapat pendahuluan mengenai materi yang disajikan					✓
	7.	E-booklet ini dapat membantu memperkenalkan keanekaragaman tumbuhan paku di Kawasan hutan de djawatan kabupaten banyuwangi					✓
Kelayakan kebahasaan	8.	Bahasa yang digunakan dalam E-booklet muda dipahami				✓	
	9.	Penggunaan Bahasa Indonesia sesuai dengan EYD				✓	

10.	Penggunaan Bahasa ilmiah yang sesuai				✓
11.	Tidak banyak menggunakan pengulangan kata				✓
12.	Kejelasan Bahasa				✓
Jumlah					

B. Komentar dan Saran Perbaikan :

- Tabulasi data spesies
- penjelasan tentang klasifikasi Paku

C. Kesimpulan

Media ini dinyatakan :

1. Layak untuk di produksi tanpa revisi
2. Layak untuk diproduksi dengan revisi dari komentar/saran
3. Tidak layak untuk diproduksi

*) Lingkari salah satu

Jember, 19 September 2025

Validator



Dr. Wiwin Maisyaroh
NIP. 198212152006042005

Lampiran 5. Lembar validasi ahli media

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA

Judul Penelitian : Keanekaragaman Tumbuhan Paku di Kawasan Hutan De
Djawatan Kabupaten Banyuwangi Sebagai Media E-
booklet

Nama Validator : Dr. Nanda Eska Anugrah

Nasution, M.Pd. NIP 199210312019031006

Jabatan/Prof

esi : Lektor Tanggal Validasi :

Petunjuk Pengisian

1. Mohon berikan penilaian terhadap instrument/materi skripsi yang telah disusun dengan kriteria yang tersedia
2. Berilah tanda centang (√) pada kolom skala penilaian yang sesuai dengan pendapat bapak/ibu
3. skala penilaian :
 - 5 = sangat setuju/sangat layak
 - 4 = setuju/layak
 - 3 = cukup setuju / cukup layak
 - 2 = kurang setuju / kurang layak
 - 1 = sangat kurang layak / sangat tidak layak

Aspek	No	Kriteria	Skor penilaian				
			1	2	3	4	5
Ukuran E-booklet	1.	Kesesuaian ukuran dengan kejelasan gambar					√
	2.	E-booklet mudah di akses dimana saja					√

Desaigh sampul E-booklet	3.	Tata letak cover E-booklet sesuai margin					√
	4.	Ilustrasi sampul menggambarkan isi buku				√	
	5.	Huruf yang digunakan mudah dibaca					√

Design isi E-booklet	6.	Menampilkan ikon yang konsisten pada cover dan isi E-booklet				v	
	7.	Pengunaan font jelas dan terbaca				v	
	8.	Kesesuaian bentuk , warna, dan ukuran				√	
	9.	Design tampilan media E-booklet menarik					√
	10.	Gambar yang digunakan dapat membantu pembaca dalam menemukan konsep					√
Jumlah							

A. Komentor dan Saran Perbaikan :

1. Ini kan gak terlihat baik warnanya. Ubah teks ke putih atau tambahkan bg putih bentuk persegi di belakang logo ini.



2. Gambar yang kiri dan kanan sudah cukup bagus resolusinya, yg tengah ini terlalu pecah.



3. Jangan langsung kata pengantar, ada halaman sesudah cover.
4. Pelajari cara menulis huruf kapital yang baik ya.

gi tuhan yang maha Esa atas karunianya

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

5. Rapikan ini daftar isi, buat lebih modern saja.

Prakata.....	i
Daftar isi	ii
Bab 1 Pendahuluan.....	1
Bab 2 Mengenal Tumbuhan Paku.....	2
ciri-ciri tumbuhan paku.....	4
Klasifikasi tumbuhan paku.....	6
Siklus tumbuhan paku.....	9
Bab 3 Tumbuhan Paku yang ditemukan di kawasan hutan de djawatan.....	13
Glosarium.....	28
Daftar Pustaka.....	29

6. Rapikan cara menulis bab. Juga jangan pakai latin untuk nomor bab.

BAB 1 PENDAHULUAN

7. Nama file janganlah masih bawaan canva.
8. Waduh seram ini typo.. periksa semua ya baik...

Cara untuk menganal tumbuhan paku

9. Terlalu nempel kalimat-kalimatnya. Selingilah dengan gambar/tabel/diagram, biar gak membosankan ini bacanya.

6. *Drymoglossum* (paku sisik naga)

Drymoglossum Termasuk keluarga Polypodiaceae dikenal dengan nama lokal sisik naga karena memiliki bentuk daun seperti sisik, Tanaman ini tergolong kecil dengan akar rimpang, akar menjulur dan melekat kuat pada inangnya, daunnya mempunyai ujung tumpul, tepinya rata, pangkalnya bulat. Daunnya terdiri dari daun fertil dan daun steril, berukuran kecil dan relatif tebal dengan permukaan daunnya yang sedikit licin

7. *Vittaria*

Tumbuhan epifit ini sangat menyukai tempat lembab dan tumbuh menempel pada batang pohon yang berlumut. Rimpangnya sangat pendek hampir tidak terlihat dan bersisik warna coklat kehitaman dengan akar warna coklat yang melekat pada rimpang

b). Jenis dan Klasifikasi Tumbuhan Paku Terestrial

1. *Nephrolepis*

Nephrolepis termasuk dalam keluarga Nephrolepidaceae dan merupakan salah satu jenis paku terestrial yang paling banyak ditemukan di kawasan tropis. Tumbuhan ini memiliki ciri khas berupa daun menyirip panjang (frond) yang tumbuh dari rimpang menjalar. Sporanya berkembang dalam sorus kecil yang tersebar di bawah permukaan daun. Daun mudanya menggulung, dan batangnya menjalar di dalam tanah membentuk koloni yang padat. Spesies paling dikenal adalah *Nephrolepis exaltata*, yang sering dijadikan tanaman hias dan mudah ditemukan tumbuh secara alami di habitat lembab seperti tepi parit, tebing teduh, atau hutan basah.

2. *Dryopteris*

Dryopteris termasuk famili Dryopteridaceae dan merupakan kelompok paku darat berukuran sedang hingga besar. Ciri khasnya adalah frond majemuk ganda, bertekstur agak kasar, dan memiliki sisik (palea) di bagian bawah tangkai daun. Rimpangnya pendek dan tegak atau agak miring, dengan pertumbuhan klonal

10. Rapikan indentnnya.. mana paragraf sub mana, mana yg sub sub mana.. kok sulit banget dibaca kayaknya.. Gak mungkin ada subjudul lebih masuk ke dalam daripada kontennya.

a)Jenis dan Klasifikasi Tumbuhan Paku Epifit (*Pteridophyta*)

1. *Asplenium* (Pakis Sarang Burung)

Asplenium ialah paku epifit dengan kumpulan daun tunggal yang berbentuk seperti roset, tanaman ini juga disebut paku sarang burung karena memiliki bentuk seperti sarang burung yang banyak dijumpai di hutan-hutan. Namun, tanaman ini juga kadang ditemukan di wilayah perkebunan atau pekarangan, di mana tumbuhnya menempel pada batang atau cabang pohon inang untuk penerangan dan perlindungan dari panas matahari.

2. *Davallia*

Davallia adalah tumbuhan Paku yang hidup sebagai tumbuhan epifit. Paku ini termasuk ke dalam Famili Davalliaceae. Ciri-ciri dari paku ini ialah memiliki rimpang berbentuk bulat dan ramping. Rimpang terdapat sisik berwarna coklat tua. Stipe berwarna hijau berbentuk bulat dan permukaannya licin. Bangun daun dari paku ini berbentuk delta, dan merupakan tipe daun majemuk menyirip ganda tiga. Daun berwarna hijau tua pada permukaan atas (adaksial) dan hijau muda pada permukaan bawahnya (abaksial).

3. *Drynaria* (pakis daun kepala tupai)

Drynari adalah paku epifit yang hidupnya menempel pada inang, dengan kumpulan batang yang menyebar, rimpang, daun soliter, lonjong, dengan tepi yang berbentuk runcing dan tulang menyirip hijau. Tumbuhan epifit ini juga memiliki spora yang bentuknya bulat dan menempel pada bagian bawah daun berwarna coklat.

11. Nama ilmiah tulis yg benar.

Genus : *Ctenitis*
Species : *Ctenitis submarginalis*

al di lingkungan yang agak
aman hias, *P. calomelanos*

12. Bahasa asing italic-kan. Tidak usah ada tanda petik dan buka kurung
double2 gitu.

("strap-like") ya

13. Ini apa putih? Rapikan ya dapusnya, mau rata kiri atau justify? Jangan
campur2..

14. Tambahkan kuis dan fakta menarik...

B. Kesimpulan

Media ini dinyatakan :

1. Layak untuk di produksi tanpa revisi
2. Layak untuk diproduksi dengan revisi dari komentar/saran
3. Tidak layak untuk diproduksi

*) Lingkari salah satu

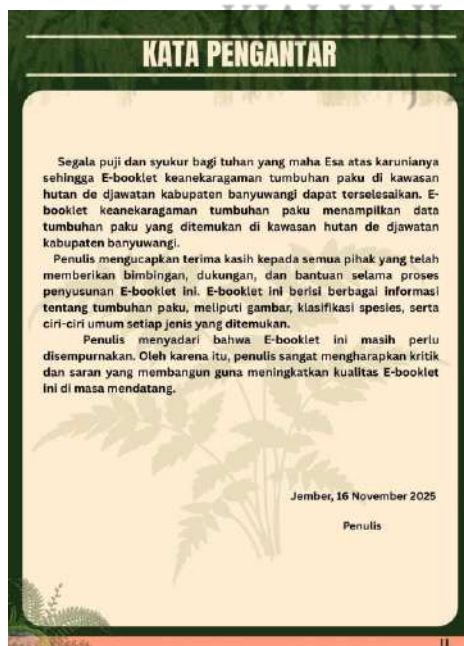
Jember, 19 September 2025
Validator

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

Dr.Nanda Eska Anugrah
Nasution, M.Pd NIP.
199210312019031006

Lampiran 6. E-booklet

Link e-booklet : <https://online.fliphtml5.com/mhrtp15/opeh/>



BAB I PENDAHULUAN



Keanekaragaman hayati merupakan aset penting bagi ekosistem, mencakup berbagai jenis organisme yang berperan dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Indonesia, sebagai negara megabiodiversitas, memiliki kekayaan hayati yang tinggi, termasuk tumbuhan paku (*Pteridophyta*). Tumbuhan paku berkontribusi dalam siklus ekologi, seperti penyediaan oksigen, penyimpanan karbon, dan penyediaan habitat bagi berbagai spesies lainnya. Keberadaan tumbuhan ini juga dapat menjadi indikator kesehatan lingkungan karena sensitivitasnya terhadap perubahan ekosistem. Identifikasi jenis-jenis paku yang beragam menunjukkan bahwa tumbuhan paku memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi.

Hutan De Djawatan merupakan salah satu wisata yang berada di Banyuwangi. De Djawatan terletak di Kabupaten Banyuwangi, lebih tepatnya di Kecamatan Dlingo, Bendulung. Hutan De Djawatan dikenal dengan pohon trembesi yang besar dan berusia lebih dari seratus tahun. Hutan ini tidak hanya menjadi destinasi wisata, tetapi juga memiliki nilai ekologis dan sosial yang penting, menciptakan aspek penting mengenai hutan De Djawatan. Hutan De Djawatan merupakan habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna, menjadikannya penting untuk pelestarian ekosistem lokal. Suasana di hutan ini sering digambarkan sebagai magis dengan cahaya matahari yang menembus dedaunan menciptakan pola cahaya yang indah.

Salah satu kawasan yang memiliki potensi tinggi terhadap keberagaman tumbuhan paku adalah Hutan De Djawatan di Kabupaten Banyuwangi. Wilayah ini memiliki kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan *pteridophyta*. Hutan De Djawatan di Banyuwangi merupakan kawasan hutan lindung yang didominasi oleh pohon trembesi (*Samanea saman*), menciptakan lingkungan mikro yang lembab dan teduh. Kondisi ini mendukung pertumbuhan berbagai tumbuhan epifit, termasuk tumbuhan paku (*Pteridophyta*), yang menempel pada batang dan dahan pohon trembesi, menambah keanekaragaman hayati kawasan ini.

1

BAB II MENGENAL TUMBUHAN PAKU



Tumbuhan paku atau *pteridophyta* adalah tumbuhan *cormophyta* berspora yang dapat hidup di berbagai lingkungan. Tumbuhan paku memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan dapat digunakan sebagai tanaman hias, obat, dan sayur, tetapi masyarakat menganggap tumbuhan paku ini tidak memberikan manfaat yang signifikan bagi kehidupan. Tetapi, paku-pakuan ini sering terabaikan karena keberadaan mereka dibandingkan dengan kelompok tumbuhan lainnya.

Tumbuhan yang tergolong epifit merupakan tumbuhan yang biasanya hidup melekat pada tanaman lainnya dengan cara menumpang, tidak memiliki akar di tanah, mempunyai ukuran yang lebih relatif kecil pada tanaman penopang atau inang, namun tidak membunuh tumbuhan yang ditumpanginya. Tanaman Epifit yang tergolong dalam jenis paku-pakuan (*Pteridophyta*) biasanya sangat menyukai daerah yang lembab serta dingin, umumnya bisa hidup di tanah atau menempel di pohon lain. tumbuhan epifit kebanyakan tergolong tumbuhan yang hidupnya relatif kecil contohnya seperti lumut, lumut kulit, ganggang, namun ada sebagian tumbuhan paku yang lebih menyukai hidup diatas tanaman lain (epifit) dibandingkan tumbuh dengan sendirinya, sejenis paku *Asplenium*, *Davallia*, *Drynaria*, *Platyserium*, *Cyclophorus* *Drymoglossum*, *Vittaria* dan jenis lainnya.

2

BAB II MENGENAL TUMBUHAN PAKU



Caranya untuk mengenal tumbuhan paku yaitu umumnya dicirikan oleh pertumbuhan pucuknya yang melingkar. Di permukaan bawah daunnya ada bitnik-bitnik yang kadang tumbuh teratur dalam barisan, menggerombol dan tersebar. Bitnik-bitnik itu adalah kotak spora yang dikenal dengan istilah sporangium. Dengan spora ini tumbuhan paku dapat memperbanyak diri. Secara tidak langsung tumbuhan paku ini memberikan manfaat dalam memelihara ekosistem hutan dan menjaga lahan pegunungan terhadap bahaya erosi serta mengatur tata guna air dalam tanah sehingga membuat tanah lembab.

3

CIRI - CIRI TUMBUHAN PAKU

Tumbuhan paku termasuk tumbuhan kormus bersejati, artinya tubuhnya dengan nyata dapat dibedakan dalam tiga bagian pokoknya yaitu akar, batang, dan daun. Alat perkembang biakan tumbuhan paku yang utama adalah spora. Adapun ciri - ciri tumbuhan paku dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Akar

Tumbuhan paku memiliki akar sejati berupa akar serabut yang tidak bercabang seperti akar tunggang. Ujung akar terlindungi oleh tudung akar yang disebut kaliptra. Pada fase gametofit terdapat akar semu (rhizoid) yang berfungsi menyerap air dan mineral tetapi struktur jaringan lebih sederhana.

2. Batang

Batang tumbuhan paku dikenal sebagai rhizoma yang umumnya tumbuh mendatar di dalam tanah, tetapi ada pula yang tegak menjulang. Batang memiliki jaringan pembuluh angkut berupa xilem dan floem. Ukuran batang bervariasi, dari yang sangat kecil hingga besar seperti pohon (contoh: paku-pakuan pohon).

3. Daun



Gambar 2.1 Struktur Daun
Sumber : www.ugb.edu

Daun tumbuhan terdiri dari dua bagian yaitu tangkai dan helaian daun. Helaian daun pada umumnya majemuk akan tetapi ada yang tunggal. Daun memiliki bermacam-macam bentuk, ukuran, dan susunannya. Jika dilihat dari ukurannya, daun tumbuhan paku dibedakan menjadi dua, yaitu mikrofil dan makrofil.

4

CIRI - CIRI TUMBUHAN PAKU

- mikrofil**
 Daun ini berukuran kecil seperti rambut atau sisik, tidak bertangkai, tidak bertulang daun, belum memperlihatkan diferensiasi sel, dan tidak dapat dibedakan antara epidermis, mesofil, dan tulang daun.
 

Sumber: www.scribd.com/document/100000000
- Makrofil**
 Daun ini berukuran besar, bertangkai, bertulang daun, serta bercabang-cabang, sel-sel penyusunnya telah memperlihatkan diferensiasi, yaitu dapat dibedakan antara jaringan bunga karang, tulang daun, dan stomata.
 

Gambar 2.3 Nephrolepis filix
Sumber: [naturia.de](http://www.naturia.de)

CIRI - CIRI TUMBUHAN PAKU

Pada permukaan bawah daun tumbuhan paku terdapat bentuk berupa titik berwarna hitam atau coklat yang disebut sorus. Di dalam sorus terdapat terdapat sekumpulan sporangia yang merupakan tempat atau wadah spora.



Gambar 2.4 Suburan sporangium
Sumber: Dokumentasi pribadi

Daun tumbuhan paku tidak semuanya memiliki sorus. Daun tumbuhan paku yang memiliki sorus merupakan daun fertil yang disebut sporofil, sedangkan daun tumbuhan paku yang tidak memiliki sorus disebut steril atau disebut juga tropofil.

Berdasarkan fungsinya, daun tumbuhan paku dibedakan atas sporofil dan tropofil.

- Sporofil** menghasilkan spora sebagai alat reproduksi. Sporofil sering ditemukan pada bagian tertentu dari paku, dan struktur sporangium bisa berupa sorus. contohnya pada *Pteris* sp dan *Dryopteris* sp.
- Tropofil** fungsi utama melakukan fotosintesis, bentuknya bisa berupa makrofil atau mikrofil, tetapi tropofil tidak menghasilkan spora.

KLASIFIKASI TUMBUHAN PAKU

Tumbuhan paku (Pteridophyta) diklasifikasikan berdasarkan habitat hidupnya menjadi dua kelompok utama: paku epifit dan paku terestrial.

- Paku Epifit**
 Paku epifit adalah tumbuhan paku yang hidup menempel pada tanaman lain, terutama pohon, tanpa mengambil nutrisi dari inang, hanya memanfaatkan tempat tumbuh. Biasanya ditemukan di hutan tropis dengan kelembapan tinggi dan memperoleh air serta nutrisi dari udara dan sisa organik.
 Contoh spesies paku epifit: *Asplenium* (paku sarang burung), *Davallia*, *Drynaria* (paku daun kepala tupai), *Platyserium* (paku tanduk rusa), *Cylophorus*, *Vittaria*
- Paku Terestrial**
 Paku terestrial adalah tumbuhan paku yang hidup di permukaan tanah dan menyerap air serta nutrisi langsung dari tanah sebagai media tumbuhnya, banyak ditemukan di bawah kanopi dan tersebar di ekosistem terbuka maupun tertutup.
 Contoh spesies paku terestrial: *Nephrolepis*, *Adiantum*, *Pteris*, *Lycopodium*, *Selaginella*, *Equisetum*.

SIKLUS HIDUP TUMBUHAN PAKU

Tumbuhan paku dapat melakukan reproduksi secara aseksual (vegetatif) dan seksual (generatif).

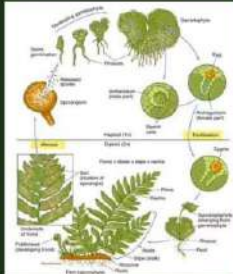
- Reproduksi aseksual** dilakukan dengan pembentukan spora di dalam sporangium dan menggunakan rizom. Rizom akan membentuk tunas-tunas tumbuhan paku yang berkoloni.
- Reproduksi seksual** dilakukan dengan pembentukan spermatozoid di dalam anteridium dan ovum di dalam arkegonium. Fertilisasi antara spermatozoid dan ovum akan menghasilkan zigot yang akan tumbuh menjadi sporofit atau tumbuhan paku.

Siklus hidup tumbuhan paku ada tiga jenis karena jenis spora yang dihasilkan setiap tumbuhan paku berbeda. Berdasarkan jenis spora yang dihasilkan dikenal 3 jenis tumbuhan paku, yaitu paku homospora, paku heterospora, dan paku peralihan.

- Paku Homospora** kelompok tumbuhan paku yang menghasilkan satu jenis spora saja, misalnya paku kawat (*Lycopodium clavatum*)
- Paku Heterospora** kelompok tumbuhan paku yang menghasilkan dua jenis spora dengan ukuran yang berbeda yaitu mikrospora (jantan) dan makrospora (betina), misalnya paku rane (*Selaginella wilsonowori*) dan semanggi (*Marsilea crenata*)
- Paku Peralihan** Kelompok tumbuhan paku yang menghasilkan spora yang bentuk dan ukuran yang sama namun berbeda jenis spora, yaitu jantan dan betina, misalnya paku ekor kuda (*Equisetum debile*). Spora pada paku ini memiliki elater yang berfungsi sebagai pegas untuk membantu penyebaran spora.

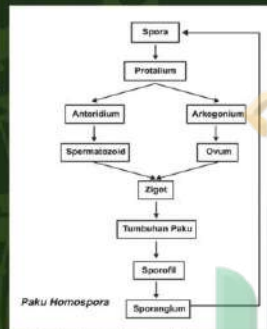
SIKLUS HIDUP TUMBUHAN PAKU

Paku Homospora



Gambar siklus hidup paku homospora
sumber : www.pinterest.com

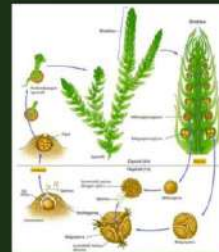
- Paku homospora menghasilkan satu jenis spora. Spora berkembang menjadi protalium, yaitu gametofit yang memiliki anteridium (penghasil spermatozoid) dan arkegonium (penghasil ovum). Spermatozoid membuahi ovum sehingga terbentuk zigot, yang tumbuh menjadi sporofit. Sporofit dewasa menghasilkan sporangium yang kembali membentuk spora, sehingga siklus hidup berulang.



Gambar Bagan skema paku homospora
Sumber : Tjitrosoepomo, 2014

SIKLUS HIDUP TUMBUHAN PAKU

Paku heterospora



Gambar siklus hidup paku heterospora
sumber : www.pinterest.com

- Paku heterospora menghasilkan mikrospora dan makrospora. Mikrospora berkembang menjadi mikroprotalium yang membentuk anteridium sebagai penghasil spermatozoid. Makrospora berkembang menjadi makroprotalium yang menghasilkan arkegonium dan ovum. Fertilisasi menghasilkan zigot, yang tumbuh menjadi sporofit. Sporofit menghasilkan kembali mikrospora dan makrospora sehingga siklus berulang.



Gambar Bagan skema paku heterospora
Sumber : Tjitrosoepomo, 2014

SIKLUS HIDUP TUMBUHAN PAKU

Paku Peralihan



Gambar siklus hidup paku homospora
sumber : www.pinterest.com

- Paku peralihan menghasilkan satu jenis spora yang dapat tumbuh menjadi dua tipe protalium, yaitu protalium jantan dan protalium betina. Protalium jantan membentuk anteridium sebagai penghasil spermatozoid, sedangkan protalium betina membentuk arkegonium sebagai penghasil ovum. Fertilisasi antara spermatozoid dan ovum menghasilkan zigot yang kemudian berkembang menjadi sporofit. Sporofit dewasa kembali membentuk sporangium yang menghasilkan spora, sehingga daur hidupnya berulang.




Gambar Bagan skema paku homospora
Sumber : Tjitrosoepomo, 2014

BAB III

TUMBUHAN PAKU YANG DETEMUKAN DIKAWASAN HUTAN DE DJAWATAN BANYUWANGI

Lampiran 7. Surat selesai penelitian



Banyuwangi, 26 November 2025

Nomor : 0134/II.7./PAL-BJ/EAST/2025
 Lampiran : -
 Hal : Keterangan Selesai Penelitian

Kepada Yth :
 Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember

Salam Sinergi,


Menindaklanjuti surat Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember No. B-13802/In.20/3.a/PP.009/10/2025 tanggal 21 Oktober 2025 perihal Permohonan Ijin Penelitian atas nama ;

- Nama : Maharani Tafana Putri
- NIM : 21401080015
- Semester : Sembilan
- Program Studi : Tadris Biologi
- Judul Penelitian : **Keanekaragaman Tumbuhan Paku Di Kawasan Hutan De Djawatan Sebagai Media E-Booklet**

Maka, melalui surat ini kami menyatakan bahwa yang bersangkutan tersebut diatas benar-benar telah melakukan kegiatan penelitian di lokasi wisata De Djawatan.

Demikian surat ini kami sampaikan, untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Manager Klaster Banyuwangi Jember PT.
 Palawi Risorsis



Ditandatangani secara elektronik
 Fidelis H. N. Tangkin

Tembusan Kepada Yth. :

1. Staf Senior Administrasi & Keuangan Klaster Banyuwangi Jember
2. Supervisor Site De Djawatan & Grajagan Site Banyuwangi Klaster Banyuwangi Jember

Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik sesuai surat Direktur Utama Perum Perhutani No. 0375/032.3/SEKPER/2022 Perihal implementasi QR Code pada Hasil Keluaran Surat Menyurat Elektronik Lingkup Perhutani (Group)

B-4 "GM EKOWISATA WILAYAH TIMUR PALAWI" code "PAL-GM/EAST" updated by KEPDIR PALAWI No.015/KPTS/DIR/001.1/PR/VII/2024

Lampiran 8. Dokumentasi Pengambilan Data



a. pencatatan pengukuran ph tanah



b. Alat-alat pengukuran faktor lingkungan



c. pengambilan tumbuhan paku untuk dokumentas perspecies

Lampiran 9. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman

No.	<i>Spesies</i>	Total spesies	H'
1.	<i>Asplenium nidus</i> L.	6	0.0444
2.	<i>Christella hispidula</i> (Decne.) Holttum	62	0.2287
3.	<i>Gymnocarpium robertianum</i> (Hoffm.)	5	0.0385
4.	<i>Microlepia speluncae</i> (L.) T.Moore	62	0.2287
5.	<i>Ctenitis submarginalis</i> (Langsd. & Fisch.) Ching	87	0.2736
6.	<i>Drynaria sparsisora</i> (Desv.) T. Moore	13	0.0803
7.	<i>Pyrrosia longifolia</i> (N.L. Burm.) C.V. Morton	30	0.1454
8.	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	57	0.2178
9.	<i>Nephrolepis hirsutula</i> (G. Forst.) C. Presl.	44	0.2178
10.	<i>Microsorium scolopendria</i> (Burm.f.) Copel.	40	0.1754
11.	<i>Pyrrosia piloselloides</i> (L.) M.G.Price	29	0.1421
12.	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	93	0.2828
13.	<i>Pteris ensiformis</i> Burm.	10	0.0659
14.	<i>Pteris vittata</i> L.	77	0.2573
15.	<i>Christella sp.</i>	13	0.0803
Jumlah		628	2.479

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

BIODATA PENULIS



Data Pribadi

Nama : Maharani Tafana Putri
 NIM : 214101080015
 Tempat,Tanggal Lahir : Banyuwangi, 15 Desember 2002
 Email : maharanitafana15@gmail.com
 Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
 Program Studi : Tadris Biologi
 Alamat : Kalibaru Wetan Banyuwangi

Riwayat Pendidikan

1. TK Nurul Fatah
2. MI Nurul Fatah
3. SMP Bustanul Makmur Genteng
4. MA Nurul Jadid

Riwayat Organisasi

1. UKOR (Unit Kegiatan Olahraga)
2. HMPS (Himpunan Mahasiswa Program Studi)
3. NJIC (Nurul Jadid In Campus)