

**ASOSIASI TUMBUHAN PAKU SAYUR (*Diplazium esculentum*) DENGAN
JENIS-JENIS POHON DI AREAL GARAPAN PETANI KTH HARAPAN
BARU DALAM TAHURA WAN ABDUL RACHMAN**

(Skripsi)

Oleh

**TENGGU FANIA SURYA
NPM 2214151054**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

ASOSIASI TUMBUHAN PAKU SAYUR (*Diplazium esculentum*) DENGAN JENIS-JENIS POHON DI AREAL GARAPAN PETANI KTH HARAPAN BARU DALAM TAHURA WAN ABDUL RACHMAN

Oleh

Tengku Fania Surya

Pakis sayur (*Diplazium esculentum*) adalah tumbuhan bawah yang memiliki nilai ekologis dan ekonomis serta banyak dimanfaatkan sebagai sumber pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik populasi pakis sayur, kondisi habitatnya, dan spesies pohon yang berasosiasi dengannya dalam tegakan hutan. Penelitian ini dilakukan di Tahura Wan Abdul Rachman di area yang diolah oleh petani KTH Harapan Baru 3. Pengumpulan data dilakukan dengan metode pengambilan sampel sistematis dengan 20 petak sampel dalam bentuk petak bersarang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi pakis sayur memiliki distribusi yang tidak merata dengan tingkat kepadatan yang bervariasi di setiap petak. Keberadaan pakis sayur dipengaruhi oleh kondisi mikro-lingkungan, terutama intensitas cahaya dan kelembaban. Kondisi lingkungan lokasi penelitian memiliki intensitas cahaya 786–1.500 lux, kelembaban 68–80%, suhu 30°C, dan ketinggian 418–500 m di atas permukaan laut. Analisis asosiasi menunjukkan nilai indeks Ochiai tertinggi pada pohon durian dan alpukat sebesar 0,73, tetapi semua nilai χ^2 yang dikoreksi lebih kecil dari tabel χ^2 sebesar 3,84 sehingga asosiasi tersebut dinyatakan tidak signifikan. Distribusi pakis sayuran tampak terkait dengan kondisi lingkungan mikro, khususnya intensitas cahaya dan kelembaban. Secara keseluruhan, distribusi dan kepadatan pakis sayuran lebih kuat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan mikro daripada komposisi spesies pohon, sehingga tidak ada asosiasi yang signifikan antara keduanya.

Kata kunci: Pakis sayur, iklim, iklim mikro, vegetasi bawah tajuk, asosiasi spesies, agroforestri.

ABSTRACT

ASSOCIATION OF VEGETABLE FERN (*Diplazium esculentum*) WITH TREE TYPES IN THE AREA CULTIVATED BY KTH HARAPAN BARU FARMERS IN TAHURA WAN ABDUL RACHMAN

By

Tengku Fania Surya

*Vegetable fern (*Diplazium esculentum*) is an understory plant with ecological and economic value that is widely utilized as a food resource. This study aimed to determine the population characteristics of vegetable ferns, their habitat conditions, and their association tree species composing the forest stand. The study was conducted in Tahura Wan Abdul Rachman in the area cultivated by farmers of KTH Harapan Baru 3. Data collection was carried out using a systematic sampling method with 20 sample plots in the form of nested plots. The results showed that the vegetable fern population had an uneven distribution with varying density levels in each plot. The existence of vegetable ferns was influenced by micro-environmental conditions, especially light intensity and humidity. The environmental conditions of the research location had a light intensity of 786–1,500 lux, humidity of 68–80%, temperature of 30°C, and an altitude of 418–500 m above sea level. Association analysis showed the highest Ochiai index value in durian and avocado trees at 0.73, but all corrected χ^2 values were smaller than the χ^2 table of 3.84 so that the association was declared insignificant. Vegetable fern distribution appeared to be associated with microenvironmental conditions, particularly light intensity and humidity. Overall, the distribution and density of vegetable ferns were more strongly influenced by microenvironmental conditions than by tree species composition, resulting in no significant association between the two.*

Keywords: *Diplazium esculentum, climate, microclimate, understory vegetation, species association, agroforestry.*

**ASOSIASI TUMBUHAN PAKU SAYUR (*Diplazium esculentum*) DENGAN
JENIS-JENIS POHON DI AREAL GARAPAN PETANI KTH HARAPAN
BARU DALAM TAHURA WAN ABDUL RACHMAN**

Oleh

Tengku Fania Surya

Skripsi

**sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEHUTANAN**

pada

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lmapung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

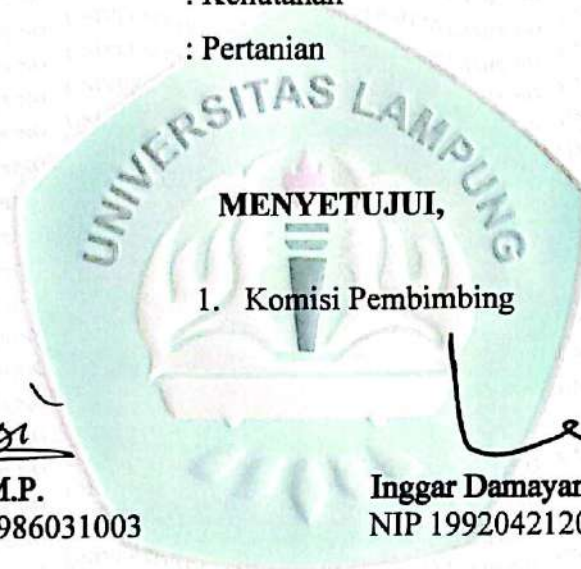
Judul Skripsi : ASOSIASI TUMBUHAN PAKU SAYUR
(*Diplazium esculentum*) DENGAN JENIS-
JENIS POHON DI AREAL GARAPAN
PETANI KTH HARAPAN BARU DALAM
TAHURA WAN ABDUL RACHMAN.

Nama Mahasiswa : *Tengku Fania Surya*

Nomor Pokok Mahasiswa : 2214151054

Jurusan : Kehutanan

Fakultas : Pertanian



MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing

Ir. Indriyanto
Ir. Indriyanto, M.P.
NIP 196211271986031003

Inggar Damayanti
Inggar Damayanti, S.Hut., M.Si.
NIP 199204212019032023

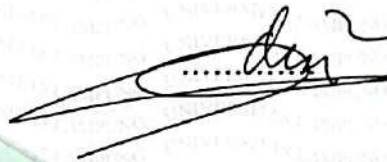
2. Ketua Jurusan Kehutanan

Dr. Bainah Sari Dewi
Dr. Bainah Sari Dewi, S.Hut., M.P. IPM.
NIP 197310121999032001

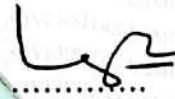
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

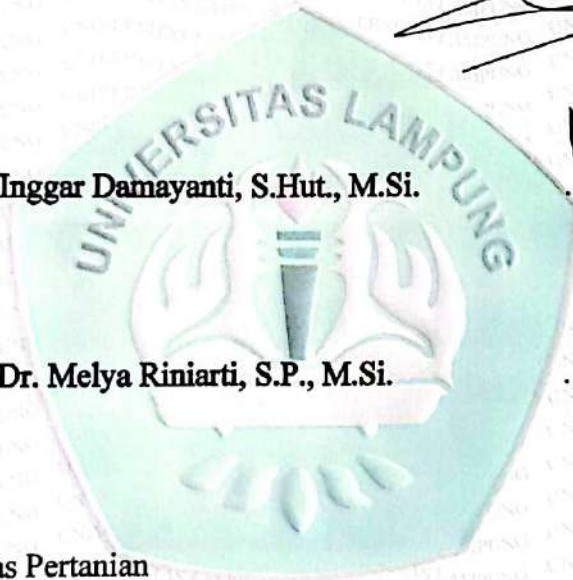
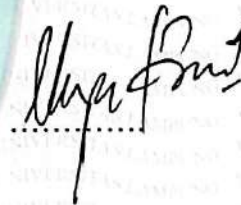
Ketua : Ir. Indriyanto, M.P.



Sekretaris : Inggar Damayanti, S.Hut., M.Si.



Anggota : Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 05 Mei 2026

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tengku Fania Surya
NPM : 2214151054
Jurusan : Kehutanan
Alamat Rumah : Dusun Subing Putra II, Desa Rajabasa Lama, Kecamatan Labuhan Ratu, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung.

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sungguh-sungguh, bahwa skripsi saya yang berjudul:

“ASOSIASI TUMBUHAN PAKU SAYUR (*Diplazium esculentum*) DENGAN JENIS-JENIS POHON DI AREAL GARAPAN PETANI KTH HARAPAN BARU DALAM TAHURA WAN ABDUL RACHMAN”

Adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku. Selanjutnya, saya juga tidak keberatan apabila Sebagian atau seluruh data pada skripsi ini digunakan oleh dosen dan/atau program studi untuk kepentingan publikasi. Jika di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, 05 Januari 2026
Yang membuat pernyataan



Tengku Fania Surya
NPM 2214151054

RIWAYAT HIDUP



Penulis skripsi ini bernama lengkap Tengku Fania Surya yang biasa disapa dengan akrab Fania, lahir di Lampung Timur, pada tanggal 22 Juli 2004. Fania merupakan anak ke dua dari pasangan Bapak Tengku Dedy Surya dan Ibu Sri Supiati.

Fania menempuh pendidikan pertamanya di TK Aisyah Bustanul Athfal yang berlokasi di Rajabasa Lama, Lampung Timur pada tahun 2008—2009. Selanjutnya pada tahun 2010—2016, Fania menem-puh Sekolah Dasar (SD) di Sekolah Dasar Negeri 3 Rajabasa Lama. Pada tahun 2016-2019, ia menimba ilmu di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Labuhan Ratu. Fania menempuh pendidikan Sekolah Menengah Atas pada tahun 2019-2022 di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Way Jepara.

Pada bulan Agustus tahun 2022, Fania resmi menjadi mahasiswi di Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi mahasiswi, ia aktif berorganisasi sebagai anggota di Himpunan Mahasiswa Jurusan Kehutanan (Himasylva) periode 2022—2023.

Pengalaman akademik yang di peroleh selama menjalani studi di Jurusan Kehutanan yaitu mengikuti magang regular selama 30 hari di Restorasi Rawa Bunder, Taman Nasional Way Kambas pada tahun 2023—2024. Selain itu ia juga mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Bandar Dalam, Kecamatan Sidomulyo, Lampung Selatan pada tahun 2025. Selain itu, ia juga mengikuti Praktik Umum (PU) yang dilaksanakan selama 20 hari di KHDTK Wanagama, Kecamatan Playen, Gunung Kidul, Yogyakarta serta KHDTK Getas, Jawa Tengah pada ahun 2025.

Skripsi ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua tercinta atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang tidak pernah terputus. Untuk abang dan adikku, terima kasih atas kasih sayang, dukungan, dan semangat yang selalu diberikan. Kepada teman-teman yang telah menemani, membantu, dan berbagi cerita selama perjalanan akademik ini, terima kasih atas kebersamaan dan dukungan yang sangat berarti.

SANWACANA

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Asosiasi Tumbuhan Paku Sayur (*Diplazium esculentum*) dengan Jenis-jenis Pohon di Areal Garapan Petani KTH Harapan Baru dalam Tahura Wan Abdul Rachman” ini dapat disusun. Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penyusunan skripsi ini. Semoga hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, pengelolaan kawasan konservasi, serta penguatan peran kelompok tani hutan dalam pemanfaatan sumber daya hutan yang berkelanjutan. Kritik dan saran sangat diharapkan untuk menyempurnakan penelitian ini ke depan.

Ucapan terima kasih, disampaikan kepada beberapa pihak sebagai berikut.

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Dr. Bainah Sari Dewi, S.Hut., M.P. IPM. selaku Ketua Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, sekaligus dosen pembimbing akademik penulis.
3. Ibu Machya Kartika Tsani, S.Hut., M.Sc. selaku Sekertaris Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
4. Bapak Ir. Indriyanto, M.P., selaku dosen pembimbing utama yang sudah banyak meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan saran dan masukan, serta motivasi kepada penulis dalam proses perkuliahan hingga proses menyelesaikan skripsi ini.

5. Ibu Inggar Damayanti, S.Hut., M.Si. selaku dosen pembimbing ke dua penulis yang sudah meluangkan banyak waktu untuk membimbing penulis, memberikan saran serta masukan dalam proses penulisan skripsi ini.
6. Ibu Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si., selaku dosen penguji, terima kasih atas masukan dan saran yang telah diberikan kepada penulis hingga pada proses penyelesaian skripsi.
7. Bapak Tengku Dedy Surya dan Ibu Sri Supiati, selaku orang tua diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang tiada henti, sehingga saya dapat menyusun proposal penelitian ini dengan baik. Serta tidak lupa untuk kakakku Tengku Fahry Pratama Surya dan adikku Tengku Fatma Aqila Surya yang sudah memberikan candaan, semangat dan dukungan yang selalu menguatkan selama proses penulisan ini berlangsung.
8. Tarra Willis Darujowa, Fujiyanti, Gracella, Laura Tara Disa, Hafizan, Esih Zinayati, Syifa Rohma Qotrunnada, serta teman-teman seperbimbingan dan seperjuangan yang turut memberikan semangat dan meluangkan waktu dalam pengambilan data hingga proses penyelesaian skripsi ini.

Saya memohon kepada Tuhan Yang Maha Esa agar segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan mendapat balasan. Semoga pengetahuan yang ditulis dan diperoleh dari penelitian ini dapat membantu serta berguna bagi pembaca. Saya juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, namun besar harapan saya agar karya ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi bagi para pembaca.

Bandar Lampung

Tengku Fania Surya

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Pemikiran.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman	7
2.2 Deskripsi Tanaman Paku Sayur.....	8
2.3 Manfaat Ekologi dan Ekonomi Paku Sayur	10
2.4 Asosiasi Antara Paku Sayur dengan Jenis Pohon.....	12
III. METODE PENELITIAN	14
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	14
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	16
3.3 Jenis-jenis Data yang Dihimpun	16
3.4 Metode Penghimpunan Data	17
3.4.1 Penentuan sampel penelitian	17
3.4.2 Pengumpulan data	18
3.4.3 Analisis data	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil Penelitian	23

	Halaman
4.1.1 Jenis dan kerapatan pohon penyusun tegakan kebun hutan	23
4.1.2 Kondisi populasi dan kerapatan paku sayur	26
4.2 Pembahasan	30
4.2.2 Kondisi populasi dan kerapatan paku sayur	32
4.2.3 Asosiasi tumbuhan paku sayur	36
V. SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Simpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan alir kerangka pemikiran penelitian.....	6
2. Tumbuhan paku sayur (Negi & Kanwal, 2024).	8
3. Pucuk tumbuhan paku sayur yang dapat dikonsumsi (Trail dkk., 2015).	10
4. Tumbuhan paku sayur (<i>Diplazium esculentum</i>) yang tumbuh di bawah naungan pohon (Gautam dkk., 2016).	13
5. Peta lokasi penelitian di areal garapan petani KTH Harapan Baru dalam Tahura Wan Abdul Rachman (UPTD Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman, 2017).	15
6. Bentuk dan ukuran petak contoh segi empat bersarang pada desain metode garis berpetak.	17
7. Tata letak plot-plot sampel penelitian pada petak 4 dalam blok tradisional yang menjadi lahan garapan petani KTH Harapan Baru 3 dalam Tahura Wan Abdul Rahman.	18
8. Jenis dan kerapatan pohon, pancang, dan tiang penyusun tegakan kebun hutan di lahan garapan petani hutan KTH Harapan Baru 3.	23
9. Kerapatan paku sayur pada tiap plot sampel dalam satuan individu/ha....	27
10. Kerapatan tajuk pohon penyusun tegakan kebun hutan.	31
11. Kondisi populasi paku sayur di bawah tegakan pohon.	34

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Susunan komponen tabel kontingensi untuk analisis asosiasi menggunakan indeks ochiai antara paku sayur dengan jenis-jenis pohon penyusun tegakan kebun hutan	21
2. Kondisi faktor lingkungan di areal garapan petani KTH Harapan Baru 3	24
3. Tingkat asosiasi antara paku sayur dengan jenis-jenis pohon penayang di lahan garapan petani KTH Harapan Baru 3.	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tabulasi hasil pemeringkatan tingkat kerapatan populasi paku sayur ...	46
2. Perhitungan asosiasi antara pohon durian dan <i>Diplazium esculentum</i>	46
3. Perhitungan asosiasi antara pohon alpukat dan <i>Diplazium esculentum</i>	47
4. Perhitungan asosiasi antara petai dan <i>Diplazium esculentum</i>	48
5. Perhitungan asosiasi antara pohon kemiri dan <i>Diplazium esculentum</i> ...	49
6. Dokumentasi paku sayur di bawah tegakan pohon durian.....	51
7. Dokumentasi paku sayur di bawah tegakan pohon alpukat	51
8. Dokumentasi paku sayur di bawah tegakan pohon kemiri.....	52
9. Dokumentasi pengukuran besarnya temperature udara dan.....	52
10. Dokumentasi pengukuran besarnya keliling lingkaran batang.....	53
11. Dokumentasi pengukuran tinggi pohon menggunakan hagameter.	53
12. Dokumentasi pengukuran intensitas radiasi cahaya matahari.....	54

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Taman hutan raya merupakan kawasan pelestarian alam yang tujuannya untuk koleksi tumbuhan dan/atau satwa alami atau buatan, jenis asli dan/atau bukan asli, dimanfaatkan untuk tujuan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, penunjang budidaya, dan pemanfaatan kondisi lingkungan (Undang-undang No. 32/ 2024). Pemanfaatan oleh masyarakat setempat meliputi pemungutan hasil hutan bukan kayu dan budidaya tradisional (Peraturan Pemerintah Nomor 108 Tahun 2015). Salah satu kawasan konservasi di Indonesia yaitu Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman yang sebagian kawasannya dikelola oleh masyarakat yang ada di sekitar hutan untuk budidaya tradisional yang terdapat di Provinsi Lampung. Tahura Wan Abdul Rachman memiliki luas 22.245,50 ha (UPTD Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman, 2017).

Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman terdiri dari beberapa blok dengan fungsi yang berbeda-beda. Beberapa blok tersebut antara lain adalah blok perlindungan, blok pemanfaatan, blok koleksi, blok rehabilitasi, blok khusus, dan salah satunya adalah blok tradisional. Blok tradisional Tahura Wan Abdul Rachman merupakan bagian dari kawasan tahura yang ditetapkan sebagai kawasan untuk kepentingan pemanfaatan tradisional oleh masyarakat yang sudah turun temurun mempunyai ketergantungan dengan sumber daya alam. Luas blok tradisional Tahura Wan Abdul Rachman adalah 13.799,37 ha atau sekitar 62,03 % dari total luas kawasan Tahura Wan Abdul Rachman. Sebagian besar pemanfaatan hasil hutan bukan kayu oleh masyarakat yang telah berlangsung sebelumnya, kemudian diakomodasi secara legal melalui penetapan blok tradisional (UPTD Tahura Wan Abdul Rachman, 2017).

Kondisi pemanfaatan di blok tradisional ini turut memengaruhi struktur vegetasi di bawah tegakan, termasuk keanekaragaman tumbuhan bawah. Keberagaman tumbuhan bawah tegakan di kawasan hutan tropis sering kali dipengaruhi oleh struktur kanopi yang menentukan intensitas cahaya mencapai lantai hutan (Ploton dkk., 2022; Sewale dan Mammo, 2022). Keberadaan tumbuhan ini dipengaruhi oleh intensitas cahaya, kelembapan, dan kondisi tanah yang bervariasi di dalam ekosistem hutan. Keanekaragaman tumbuhan bawah tidak hanya mencerminkan kesehatan ekosistem, tetapi juga memberikan manfaat penting sebagai sumber daya genetik, habitat bagi mikroorganisme, dan penunjang regenerasi pohon. Tumbuhan bawah tegakan melibatkan berbagai jenis tumbuhan seperti herba, semak, dan paku-pakuan yang tumbuh di bawah naungan kanopi pohon (Su dkk., 2021; Deng dkk., 2024).

Indriyanto dan Indriyanto (2023) mengemukakan bahwa di kawasan Tahura Wan Abdul Rachman, khususnya di areal garapan petani anggota Gabungan Kelompok Tani Hutan (Gapoktanhut) Harapan Baru ditemukan sebanyak 38 jenis tumbuhan bawah. Di antara jumlah tersebut, terdapat 12 spesies yang mendominasi, yaitu *Acalypha australis*, *Asystasia pentinggan-getica*, *Clidemia hirta*, *Starchytarpeta jamaicensis*, *Mikania micrantha*, *Peperomia pellucida*, *Setaria barbata*, *Andropogon aciculatus*, *Alpinia galanga*, *Diplazium esculentum*, *Paederia foetida*, dan *Crassocephalum crepidioides*. Analisis tingkat keanekaragaman menggunakan Indeks Shannon menghasilkan nilai sebesar 1.540, yang menunjukkan tingkat keanekaragaman sedang. Temuan ini mencerminkan struktur komunitas tumbuhan bawah yang beragam, yang berperan penting dalam ekosistem hutan, mendukung struktur vegetasi, dan membantu menjaga keseimbangan ekosistem.

Asosiasi merupakan hubungan antarspesies yang ditunjukkan melalui keadaan yang sama akibat kesesuaian lingkungan maupun interaksi biologis. Pada tumbuhan paku sayur, asosiasi terlihat dari pola pertumbuhannya yang sering ditemukan di bawah tegakan pohon tertentu yang memberi naungan, kelembapan, dan substrat yang sesuai bagi perkembangan vegetatif tumbuhan paku sayur. Jenis pohon mempengaruhi kondisi mikrohabitat melalui tutupan tajuk, tumpukan serasah, sehingga berperan penting dalam menentukan kelimpahan dan distribusi

paku sayur baik tumbuhan terrestrial maupun epifitik. Struktur tegakan, kerapatan kanopi, dan jenis pohon dominan memiliki korelasi kuat dengan komposisi dan keanekaragaman paku, termasuk paku sayur yang dimanfaatkan masyarakat sebagai hasil hutan bukan kayu. Hal ini menegaskan bahwa asosiasi paku dengan pohon bukan hanya penting untuk pemahaman ekologi, tetapi juga relevan bagi konservasi, pemanfaatan sumber pangan, serta pengelolaan keberlanjutan keanekaragaman lokal (Akbar dkk., 2023).

Tumbuhan paku yaitu tumbuhan yang bisa dibedakan antara akar, batang dan daun (Hasibuan dkk., 2016). Paku-pakuan dikelompokkan ke dalam tumbuhan yang termasuk divisi Pteridophyta. Tumbuhan paku memiliki beragam jenis yang tersebar di berbagai habitat. Berdasarkan cara hidupnya, terdapat beberapa jenis paku yang tumbuh di tanah, menumpang pada tumbuhan lain dan hidup di air (Sahertian dan Lady, 2022). Secara tidak langsung tumbuhan paku memberikan fungsi dalam menjaga ekosistem hutan, melindungi lahan dari erosi dan membantu pengelolaan air dalam tanah agar tanah menjadi lembab (Ramdana dkk., 2023). Kehadirannya mampu melindungi lahan dari erosi karena daun paku yang rapat menutupi permukaan tanah sehingga mengurangi hantaman langsung air hujan, sementara akar rimpangnya membantu mengikat tanah agar tidak mudah hanyut. Selain itu, sistem perakarannya berfungsi menyerap dan menahan air dalam pori-pori tanah, lalu perlahan melepaskannya sehingga kondisi tanah tetap lembab dan ketersediaan air terjaga.

Tumbuhan paku sayur tidak secara aktif mengatur ekosistem, melainkan memberi efek ekologis melalui struktur vegetasi, tajuk, dan perakarannya. Fungsi tersebut menjadikan paku sebagai salah satu elemen penting dalam mendukung keseimbangan ekosistem hutan. Berbagai jenis tumbuhan paku yang dapat dikonsumsi bisa ditemukan di seluruh penjuru dunia, mulai dari kawasan tropis hingga kawasan beriklim sedang. Tumbuhan paku yang paling umum ditemui antara lain jenis paku-pakuan (*Pteridium* spp.), paku sejati (*Matteuccia struthiopteris*), dan jenis tumbuhan paku bang (Jawa) *Stenochlaena* spp. Namun, penelitian kali ini difokuskan pada paku sayur (*Diplazium esculentum*) tanaman tahunan sayuran tropis yang biasanya tumbuh di kawasan Asia dan Oseania. Paku sayur yang dapat dimakan ini sebagai hasil hutan bukan kayu atau HHBK (Sakai

dkk., 2016). Penelitian ini memberikan informasi baru pada kajian asosiasi antara paku sayur (*Diplazium esculentum*) dan jenis-jenis pohon penyusun tegakan kebun hutan di areal garapan petani KTH Harapan Baru, khususnya dalam kaitannya dengan kondisi mikroklimat (radiasi matahari dan kelembapan udara), yang hingga kini belum banyak dikaji pada kawasan hutan konservasi yang dikelola masyarakat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, terdapat rumusan masalah sebagai berikut.

1. Seberapa besar populasi paku sayur di areal garapan petani KTH Harapan Baru 3 dalam Tahura Wan Abdul Rachman?
2. Berapa besarnya radiasi matahari dan kelembapan udara di bawah naungan tegakan kebun hutan di areal garapan petani KTH Harapan Baru 3 dalam Tahura Wan Abdul Rachman yang populasi paku sayurnya paling besar?
3. Adakah asosiasi antara paku sayur dengan jenis- jenis pohon penyusun tegakan hutan di areal garapan petani KTH Harapan Baru 3 dalam Tahura Wan Abdul Rachman?
4. Seberapa besar tingkat asosiasi antara paku sayur dengan jenis- jenis pohon penyusun tegakan kebun hutan di areal garapan petani KTH Harapan Baru 3 dalam Tahura Wan Abdul Rachman?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Mengukur besarnya populasi paku sayur di areal garapan petani KTH Harapan Baru 3 dalam Tahura Wan Abdul Rachman.
2. Mengukur besarnya radiasi matahari dan kelembapan udara di bawah naungan tegakan kebun hutan di areal garapan petani KTH Harapan Baru 3 dalam Tahura Wan Abdul Rachman yang memiliki populasi paku sayur terbesar.
3. Mengidentifikasi adanya asosiasi antara paku sayur dengan jenis-jenis pohon penyusun tegakan hutan di areal garapan petani KTH Harapan Baru 3 dalam Tahura Wan Abdul Rachman.

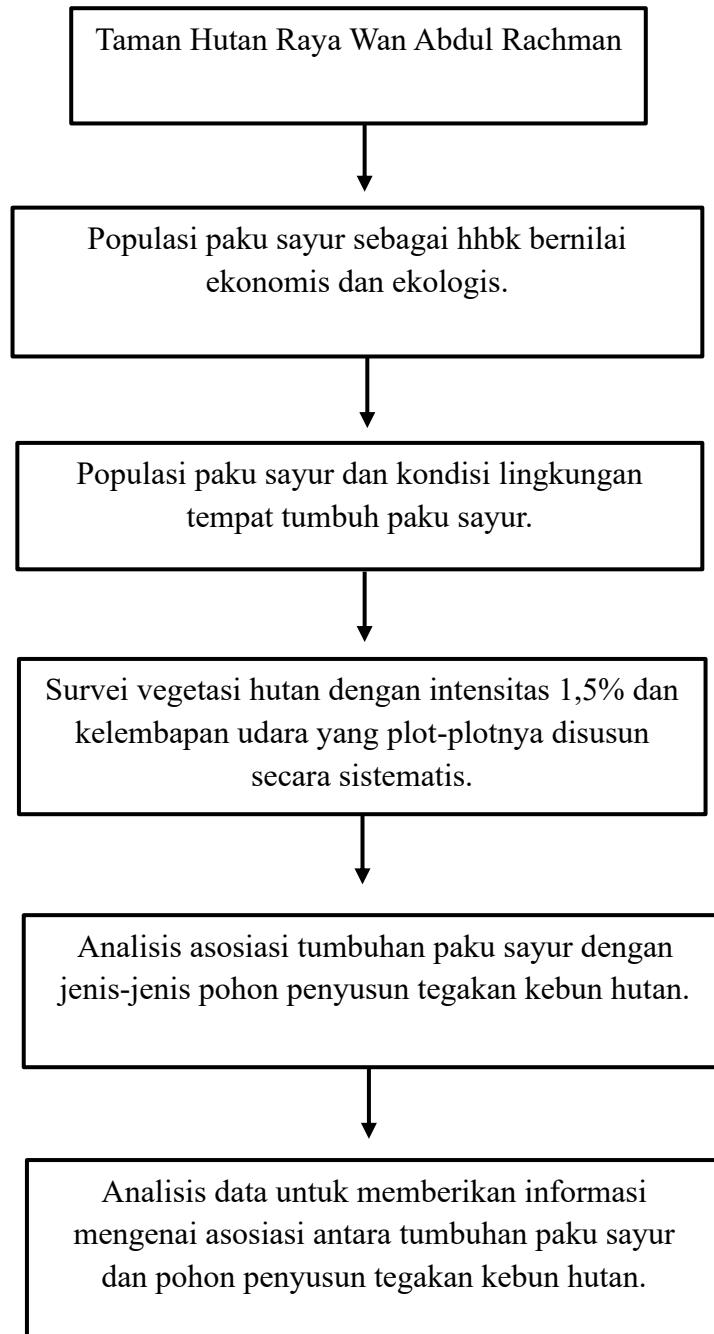
4. Menentukan tingkat asosiasi antara paku sayur dengan jenis-jenis pohon penyusun tegakan kebun hutan di areal garapan petani KTH Harapan Baru 3 dalam Tahura Wan Abdul Rachman.

1.4 Kerangka Pemikiran

Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman merupakan salah satu kawasan konservasi yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk aktivitas budidaya tradisional dan pemungutan hasil hutan bukan kayu (UPTD Tahura Wan Abdul Rachman, 2017). Salah satu tumbuhan yang ditemukan di areal garapan petani hutan di kawasan ini adalah paku sayur, yang memiliki nilai ekologis dan ekonomis sebagai bahan pangan dan obat-obatan herbal (Hasnunidah & Silalahi, 2019). Paku sayur termasuk dalam kelompok tumbuhan yang mampu beradaptasi di lingkungan dengan intensitas cahaya rendah dan memiliki toleransi terhadap naungan (Goreti dkk., 2021). Keberadaan tumbuhan bawah, termasuk paku sayur, dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, kelembapan udara, dan interaksi dengan pohon penyusun tegakan hutan (Ramadhani dkk., 2023). Keanekaragaman tumbuhan bawah di bawah tegakan hutan menunjukkan hubungan yang erat dengan struktur kanopi, yang mengatur intensitas radiasi matahari yang mencapai lantai hutan (Sewale & Mammo, 2022). Mengingat potensi pemanfaatannya serta peran ekologisnya dalam ekosistem hutan, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memahami hubungan antara tumbuhan paku sayur dengan jenis-jenis pohon yang mendukung pertumbuhannya.

Penelitian ini akan dilakukan dengan metode survei vegetasi di areal garapan petani Kelompok Tani Hutan (KTH) Harapan Baru dalam Tahura Wan Abdul Rachman. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur populasi paku sayur, kondisi radiasi matahari, kelembapan udara, serta mengidentifikasi jenis-jenis pohon penyusun tegakan yang menaungi tumbuhan tersebut. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode asosiasi vegetasi untuk menentukan tingkat keterkaitan antara paku sayur dan jenis-jenis pohon penyusun tegakan (Indriyanto & Indriyanto, 2023). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna untuk pengelolaan kawasan konservasi, terutama dalam upaya pelestarian dan pemanfaatan hasil hutan bukan kayu yang

berkelanjutan. Kerangka pemikiran penelitian dapat dilihat pada bagan alir Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir kerangka pemikiran penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman

Salah satu kawasan konservasi di Provinsi Lampung, Indonesia, adalah Taman Hutan Raya (Tahura) Wan Abdul Rachman yang sebagian kawasannya dikelola oleh masyarakat sekitar hutan untuk budidaya tradisional. Tahura Wan Abdul Rachman memiliki luas 22.245,50 ha (UPTD Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman, 2017). Menurut administrasi pemerintahan Provinsi Lampung kawasan Tahura Wan Abdul Rachman terbagi menjadi dua kabupaten yaitu wilayah Kota Bandar Lampung dan Kabupaten Pesawaran, masing-masing dari wilayah tersebut terbagi menjadi tujuh wilayah kecamatan yaitu dua kecamatan di Kota Bandar Lampung (Kecamatan Kemiling dan Kecamatan Tanjung Karang Barat) dan lima kecamatan di Kabupaten Pesawaran (Kecamatan Kedondong, Kecamatan Way Lima, Kecamatan Gedong Tataan, Kecamatan Teluk Pandan, dan Kecamatan Padang Cermin) (UPTD Tahura Wan Abdul Rachman, 2020).

Menurut fungsinya, Tahura adalah kawasan pelestarian alam yang ditunjuk untuk tujuan koleksi tumbuhan dan/atau satwa yang alami atau bukan alami, jenis asli dan/atau bukan asli, yang dimanfaatkan bagi kepentingan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, budaya, pariwisata, dan rekreasi (Undang-undang No. 32/2024). Pemanfaatan Tahura oleh masyarakat setempat meliputi pemungutan hasil hutan bukan kayu dan budidaya tradisional (Peraturan Pemerintah Nomor 108 Tahun 2015). Budidaya tradisional oleh masyarakat dilakukan dengan menerapkan teknik agroforestri MPTS (multipurpose tree species) untuk membentuk pengelolaan di kawasan yang mereka garap (Indriyanto dan Asmarahman, 2019). Budidaya tradisional seperti ini telah lama dilakukan oleh masyarakat kebun hutan lestari atau petani hutan yang tinggal di sekitar Tahura Wan Abdul Rachman, termasuk petani yang tergabung dalam Kelompok Tani Hutan (Gapoktanhut) Harapan Baru 3 yang telah melakukan

budidaya tradisional sejak tahun 1998 dengan total luas garapan mencapai 225 ha (Gapoktanhut Harapan Baru, 2019).

2.2 Deskripsi Tanaman Paku Sayur

Paku sayur merupakan sejenis paku/ pakis yang banyak dikonsumsi masyarakat karena memiliki rasa yang enak. Masyarakat lebih menyukai ental muda yang ukurannya besar, bahkan orang terdahulu memanfaatkan tumbuhan ini untuk menyembuhkan berbagai macam penyakit. Kajian tentang tumbuhan paku menyatakan bahwa tumbuhan yang bersifat poliploid umumnya memiliki ukuran morfologi yang lebih besar dibandingkan tanaman diploid (Turot dkk., 2016).

Klasifikasi taksonomi paku sayur menunjukkan bahwa tumbuhan ini termasuk dalam divisi Pteridophyta, kelas Polypodiopsida, ordo Polypodiales, famili Athyriaceae, dan genus *Diplazium*. Spesies paku sayur memiliki ciri khas berupa daun majemuk menyirip ganda dengan ental muda yang dapat dikonsumsi sebagai sayuran. Klasifikasi ini didukung oleh studi filogenetik yang menganalisis sekuens DNA dari berbagai spesies paku, termasuk *Diplazium esculentum*, untuk menentukan hubungan kekerabatan antar spesies. Studi-studi ini telah memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang evolusi dan keanekaragaman paku-pakuan (Nosi dkk., 2023).



Gambar 2. Tumbuhan paku sayur (Negi dan Kanwal, 2024).

Paku sayur dikenal dengan nama paku sayur yang masuk dalam famili Athyriaceae. Paku sayur memiliki rimpang yang tegak dan dapat mencapai lebih dari satu meter tingginya. Rimpang ini berwarna coklat gelap dengan tepi yang berwarna hitam. Batang daun memiliki panjang sekitar 70 cm. Daunnya bersifat majemuk dua kali lipat, dengan tangkai berwarna coklat kehitaman dan ditutupi oleh sisik sisik pendek. Sorus, tempat pembentukan spora, berbentuk bulat dan terletak di sepanjang tepi bawah daun atau sepanjang urat-urat daun. Spora berbentuk reniform, berwarna kuning kecoklatan (Semwal dkk., 2021).

Paku sayur merupakan perawakan herba, dengan arah tumbuh tegak lurus, bentuk daun memanjang, tepian daun bergerigi, ujung daun runcing, permukaan daun licin, panjang daun 5—6 cm, lebar 1—2 cm, memiliki spora di bawah daun. Batang nya tegak dan tinggi batang 20—50 cm, bercabang cabang, berwarna hijau dan berbentuk bulat. Akar rimpang menjalar, sporangium berbentuk oval, sorus terletak di permukaan bawah sepanjang lekuk tepi daun. Spesies ini di manfaatkan sebagai sayur-sayuran dan obat-obatan. Pakis sayur tumbuh subur di lingkungan dengan tanah yang lembab, seperti daerah sungai dan lahan pertanian (Kayu dkk., 2019).

Tumbuhan paku banyak tumbuh pada daerah tropis atau hutan tropis dengan suhu sekitar 21—27°C. Keadaan tersebut sesuai dengan proses pertumbuhan yang menyebabkan penyebaran jenis tumbuhan paku (Hasanah, 2020). Sedangkan kelembapan optimal yang baik bagi pertumbuhan tumbuhan paku yaitu 60—80%. Kelembapan udara yang baik ketika suhu juga menurun. Hal ini juga mempengaruhi penyebaran tumbuhan paku yang semakin banyak (Masykur dkk., 2019). Tingginya intensitas radiasi matahari di bawah naungan tegakan tanaman hutan di mana tumbuhan bawah ditemukan juga menggambarkan toleransi relatif tumbuhan terhadap radiasi matahari dan kebutuhan naungan tajuk dari tumbuhan lain (Indriyanto, 2017).

Tumbuhan paku merupakan kelompok cryptogamae yang memiliki pembuluh dan umumnya lebih sering ditemui tumbuh di daerah lembab hutan hujan tropis. Tumbuhan paku dapat tersebar dengan mudah, membentuk keanekaragaman diidentifikasi berdasarkan morfologi dan anatominya. Perkembangbiakan tumbuhan paku dipengaruhi oleh faktor abiotik seperti

temperatur, kelembaban, intensitas cahaya, geospasial, dan ketinggian lokasi serta faktor biotik berhubungan dengan karakteristik spora yang dimiliki oleh tumbuhan paku tersebut (Janna dkk., 2020).

2.3 Manfaat Ekologi dan Ekonomi Paku Sayur

Paku sayur merupakan tumbuhan paku yang umum ditemukan di ekosistem hutan tropis. Tumbuhan ini memiliki peran ekologis penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Salah satu manfaat ekologisnya adalah kemampuannya dalam mencegah erosi tanah. Akar paku sayur yang menyebar luas dapat menstabilkan struktur tanah, sehingga mengurangi risiko erosi terutama di daerah lereng. Selain itu, paku sayur juga berperan dalam siklus air dengan menyerap air hujan, yang membantu menjaga kelembaban tanah dan mengurangi limpasan permukaan. Hal ini penting untuk menjaga ketersediaan air bagi tumbuhan lain di sekitarnya. Selain itu, paku sayur juga berkontribusi dalam proses suksesi ekologis dengan menyediakan habitat bagi mikroorganisme dan serangga, yang pada gilirannya mendukung rantai makanan di hutan (Aulia dkk., 2022).



Gambar 3. Pucuk tumbuhan paku sayur yang dapat dikonsumsi (Trail dkk., 2015).

Paku sayur merupakan sejenis paku yang banyak dikonsumsi masyarakat karena memiliki rasa yang cukup enak. Masyarakat lebih menyukai ental muda yang ukurannya besar, bahkan orang terdahulu memanfaatkan tumbuhan ini untuk menyembuhkan berbagai macam penyakit. Kajian tentang tumbuhan paku menyatakan bahwa tumbuhan yang bersifat poliploid umumnya memiliki ukuran morfologi yang lebih besar dibandingkan tanaman diploid (Turot dkk., 2016). Tumbuhan paku memiliki potensi manfaat yang beragam. Paku sayur biasanya dimasak dan dikonsumsi sebagai sayuran. Paku sayur memiliki sifat antioksidan dan senyawa bioaktif yang dapat mendukung kesehatan jantung (Souhaly dkk., 2019). Tanaman paku di berbagai belahan dunia, berbagai spesies tumbuhan paku digunakan secara luas sebagai obat tradisional untuk berbagai penyakit, seperti diabetes, cacar, asma, diare, rematik, disentri, sakit kepala, demam, dan sebagainya. Tidak hanya sebagai sumber obat, beberapa di antaranya juga dijadikan sebagai sumber makanan atau sayuran. Banyaknya khasiat dan juga penggunaan dari pakis sayur, dalam penelitian ini kami melakukan karakterisasi simplisia pada sampel pakis sayur dan juga skrining fitokimia pada ekstrak pakis sayur (Semwal dkk., 2021).

Tumbuhan paku sayur memiliki peran penting dalam ekosistem hutan dan kehidupan manusia. Selain berfungsi dalam pembentukan humus dan pencegahan erosi, beberapa spesies paku, seperti paku sayur, dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Paku sayur sering dijadikan sayuran dalam berbagai masakan tradisional dan memiliki nilai gizi yang baik. Keberadaan tumbuhan paku juga memberikan habitat bagi berbagai spesies invertebrata, seperti semut, yang berperan dalam keseimbangan ekosistem hutan (Hasanunidah dan Silalahi, 2019). Meskipun tumbuhan bawah (termasuk paku sayur) telah diidentifikasi dan dicatat keanekaragamannya, belum banyak penelitian yang menggali interaksi antara pakis sayur dan jenis-jenis pohon di sekitarnya, khususnya dalam konteks agroforestri atau kawasan hutan yang dikelola oleh masyarakat (seperti Gapoktanhut), penelitian ini penting untuk memahami bagaimana interaksi antara paku sayur dan jenis-jenis pohon dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi paku sayur. Sehingga memberikan panduan bagi petani dalam mengelola lahan secara optimal dan berkelanjutan.

2.4 Asosiasi Antara Paku Sayur dengan Jenis Pohon

Asosiasi dalam ekologi merupakan hubungan keterkaitan antar jenis tumbuhan yang tumbuh bersamaan pada suatu tempat karena dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang sama. Asosiasi pada tumbuhan paku sayur, asosiasi menunjukkan kecenderungan suatu jenis paku ditemukan bersama jenis tumbuhan lain akibat kesesuaian intensitas cahaya, kelembapan, dan kondisi tanah yang lembap. Paku sayur sering menunjukkan asosiasi dengan tegakan pohon karena keberadaannya dipengaruhi oleh naungan tajuk dan serasah daun dari pohon yang menaunginya. Tegakan pohon yang tajuknya rapat menciptakan kondisi lembap dan teduh sehingga mendukung pertumbuhan paku sayur secara optimal. Sebaliknya, pada areal terbuka, keberadaan paku sayur umumnya lebih sedikit, pola asosiasi ini penting untuk dipahami karena dapat menjadi dasar dalam pengelolaan kebun hutan dan pemanfaatan paku sayur secara berkelanjutan (Purba dan Astawa, 2024).

Asosiasi antara paku sayur dan jenis-jenis pohon dalam ekosistem hutan dapat terjadi melalui berbagai mekanisme ekologis. Salah satu mekanisme utama adalah interaksi mikrohabitat, di mana paku sayur cenderung tumbuh di bawah naungan pohon tertentu yang menyediakan kondisi kelembaban dan teduhan optimal bagi pertumbuhannya. Selain itu, lapisan serasah daun yang dihasilkan oleh pohon-pohon tersebut dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah, sehingga mendukung pertumbuhan paku sayur. Interaksi ini menunjukkan bahwa keberadaan pohon tertentu dapat menciptakan kondisi mikrohabitat yang mendukung keberadaan paku sayur (Salwanafi dkk., 2023). Selain faktor mikrohabitat, interaksi kompetisi dan aliansi juga berperan dalam asosiasi antara paku sayur dan pohon. Paku sayur dapat memanfaatkan celah-celah di bawah kanopi pohon untuk menghindari kompetisi langsung dengan tumbuhan bawah lainnya.



Gambar 4. Tumbuhan paku sayur (*Diplazium esculentum*) yang tumbuh di bawah naungan pohon (Gautam dkk., 2016).

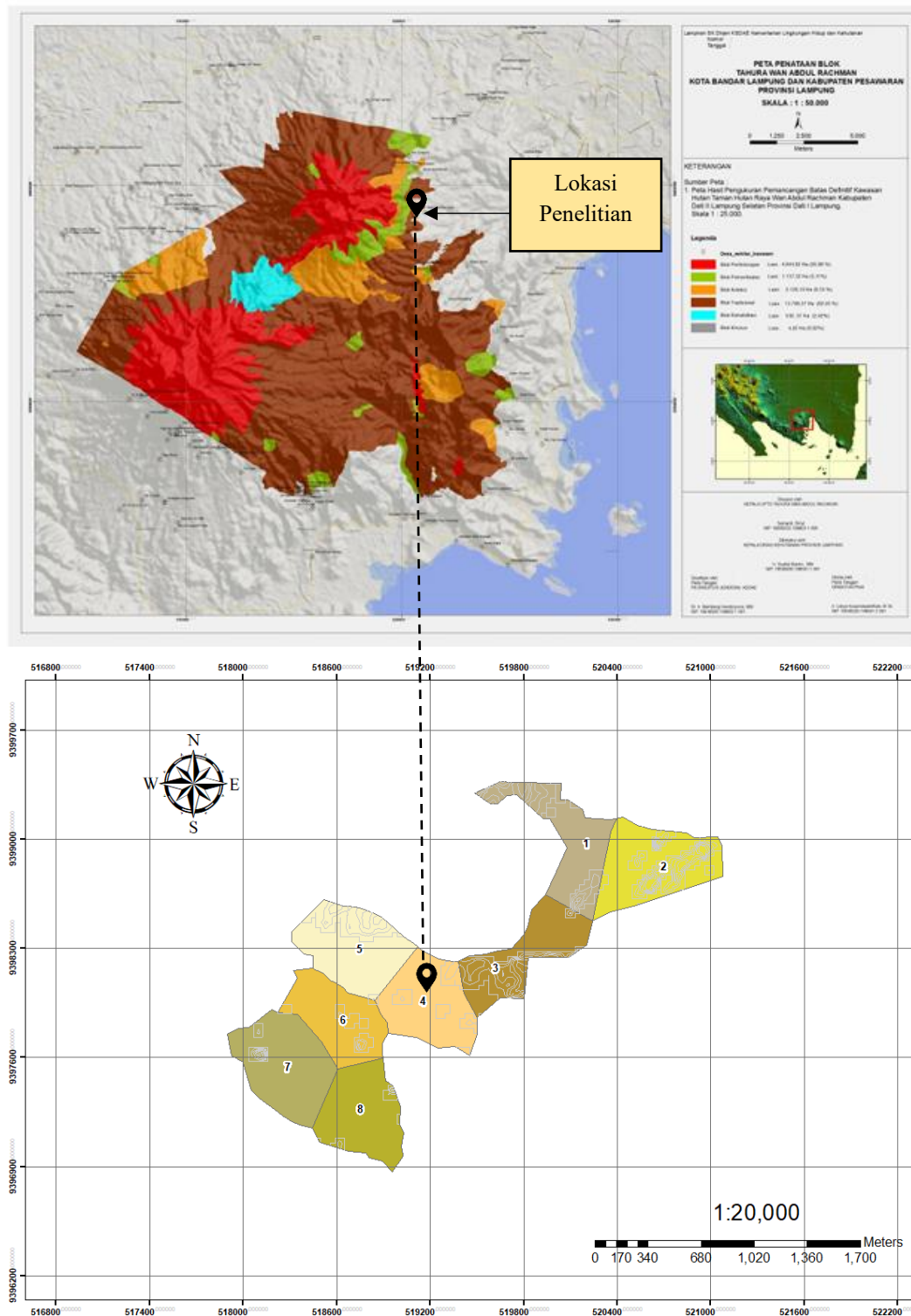
Keberadaan paku sayur dapat membantu menstabilkan struktur tanah di sekitar pohon, mengurangi erosi, dan mempertahankan kelembaban tanah, yang pada gilirannya menguntungkan pertumbuhan pohon tersebut. Interaksi timbal balik ini mencerminkan adanya hubungan simbiotik antara paku sayur dan pohon dalam ekosistem hutan (Salwanafi dkk., 2023). Asosiasi antara paku sayur dengan jenis pohon tertentu dapat mempengaruhi distribusi dan kelimpahan tanaman ini. Penelitian mengenai asosiasi tumbuhan paku sering menggunakan analisis vegetasi untuk mengidentifikasi pola distribusi dan hubungan antar spesies. Metode seperti indeks kesamaan jenis Jaccard dan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener dapat digunakan untuk menganalisis asosiasi antar tanaman (Damayanti dkk., 2017).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Blok Tradisional kawasan Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman, Provinsi Lampung yang termasuk dalam wilayah kerja Kelompok Tani Hutan (KTH) Harapan Baru 3. Lokasi penelitian merupakan areal garapan petani yang masih berada dalam kawasan konservasi dan memiliki potensi keberadaan paku sayur (*Diplazium esculentum*). Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September – Oktober 2025, mencakup tahapan survei awal, pengumpulan data vegetasi, pengolahan data, hingga menganalisis asosiasi vegetasi tumbuhan paku sayur. Tahapan terakhir adalah penyusunan laporan dan seminar hasil penelitian, yang direncanakan pada bulan Maret 2026. Peta lokasi penelitian akan disusun menggunakan perangkat lunak ArcGIS untuk memetakan titik-titik observasi secara akurat.

Secara umum, wilayah penelitian memiliki iklim tropis lembap dengan curah hujan tahunan relatif tinggi dan suhu udara di atas 18°C sepanjang tahun, sehingga kondisi lingkungannya mendukung pertumbuhan vegetasi hutan dan tumbuhan bawah seperti paku sayur. Luas lokasi penelitian di daerah KTH Harapan Baru 3 mencakup area seluas 52 ha (Gapoktanhut Harapan Baru, 2019) yang terbagi ke dalam beberapa petak plot untuk melakukan pengamatan populasi dan asosiasi tanaman paku sayur. Data dari pengelola Tahura dan Gapoktan menjadi acuan utama dalam menetapkan batasan koordinat dan luasan plot pengamatan yang akan digunakan. Peta Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta lokasi penelitian di areal garapan petani KTH Harapan Baru dalam Tahura Wan Abdul Rachman (UPTD Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman, 2017).

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi berbagai peralatan alat ukur dan dokumentasi yang menunjang pengumpulan data vegetasi di lapangan. Meteran gulung (*roll meter*) sepanjang 50 meter digunakan untuk mengukur dan menetapkan batas plot penelitian berukuran 20 m × 20 m. GPS (*Global Positioning System*) digunakan untuk menentukan arah dan orientasi plot secara konsisten. Diameter pohon diukur menggunakan pita ukur pada ketinggian 130 cm dari permukaan tanah (*diameter breast height/DBH*). Tali rafia dan patok digunakan untuk menandai sudut-sudut plot agar mudah dikenali saat pengambilan data, termohydrometer yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban, dan luxmeter yang digunakan untuk mengukur intensitas Cahaya, dan kamera digital.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup dokumen pendukung seperti peta lokasi area penelitian, buku identifikasi tumbuhan atau flora untuk membantu penentuan jenis tanaman, serta lembar data kosong sebagai media pencatatan hasil pengamatan lapangan.

3.3 Jenis-jenis Data yang Dihimpun

Data primer yang dihimpun dalam penelitian ini meliputi jenis-jenis pohon penyusun tegakan kebun hutan, jumlah individu setiap jenis pohon, serta tinggi pohon. Selain itu, dilakukan pengamatan terhadap populasi paku sayur pada setiap plot untuk mengetahui besarnya populasi yang terdapat di areal penelitian. Kondisi ekologis di bawah tegakan kebun hutan, baik pada plot yang terdapat paku sayur maupun yang tidak, diamati melalui pengukuran suhu udara, kelembapan udara, intensitas radiasi matahari, dan ketinggian tempat. Pengukuran radiasi matahari dan kelembapan udara difokuskan pada plot dengan populasi paku sayur terbesar. Hasil pengamatan juga mencakup jenis-jenis pohon yang berada di sekitar plot sebagai dasar analisis asosiasi antara paku sayur dengan pohon penyusun tegakan, serta untuk menentukan tingkat asosiasi yang terjadi.

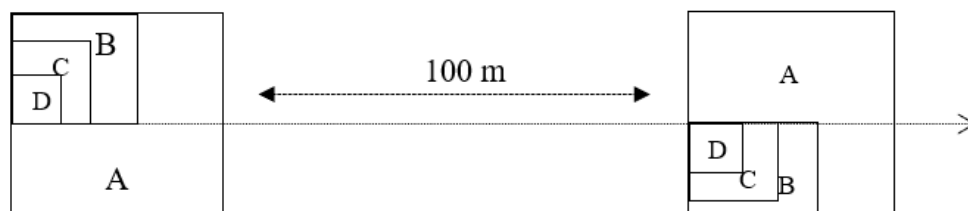
Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai sumber yang sesuai dengan kebutuhan penelitian, seperti peta kawasan dan hasil studi terdahulu. Data tersebut mencakup peta lokasi dan batas administrasi kawasan blok koleksi dalam Tahura Wan Abdul Rachman, informasi umum mengenai areal

garapan petani KTH Harapan Baru 3, serta kondisi ekologis dan topografis wilayah penelitian. Selain itu, literatur ilmiah dan dokumen teknis digunakan sebagai acuan dalam identifikasi jenis tumbuhan serta pembandingan dalam analisis asosiasi dan interpretasi hasil penelitian. Data sekunder ini berfungsi untuk memperkuat analisis data primer sehingga tujuan penelitian dapat tercapai secara optimal.

3.4 Metode Penghimpunan Data

3.4.1 Penentuan sampel penelitian

Pengambilan sampel dilakukan secara sistematis dengan intensitas sampling 1,5%. Plot-plot sampel berbentuk plot segi empat tersedang mengacu pada metode garis berpetak. Plot tersedang terdiri atas plot berukuran 20 m x 20 m, 10 m x 10 m, 5 m x 5 m, dan 2 m x 2 m yang digunakan untuk pengamatan vegetasi hutan sesuai dengan fase-fase pertumbuhannya. Setiap petak bersarang terdiri dari petak berukuran 20 m. Desain plot garis berpetak pada metode garis berpetak disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Bentuk dan ukuran petak contoh segi empat bersarang pada desain metode garis berpetak.

Keterangan:

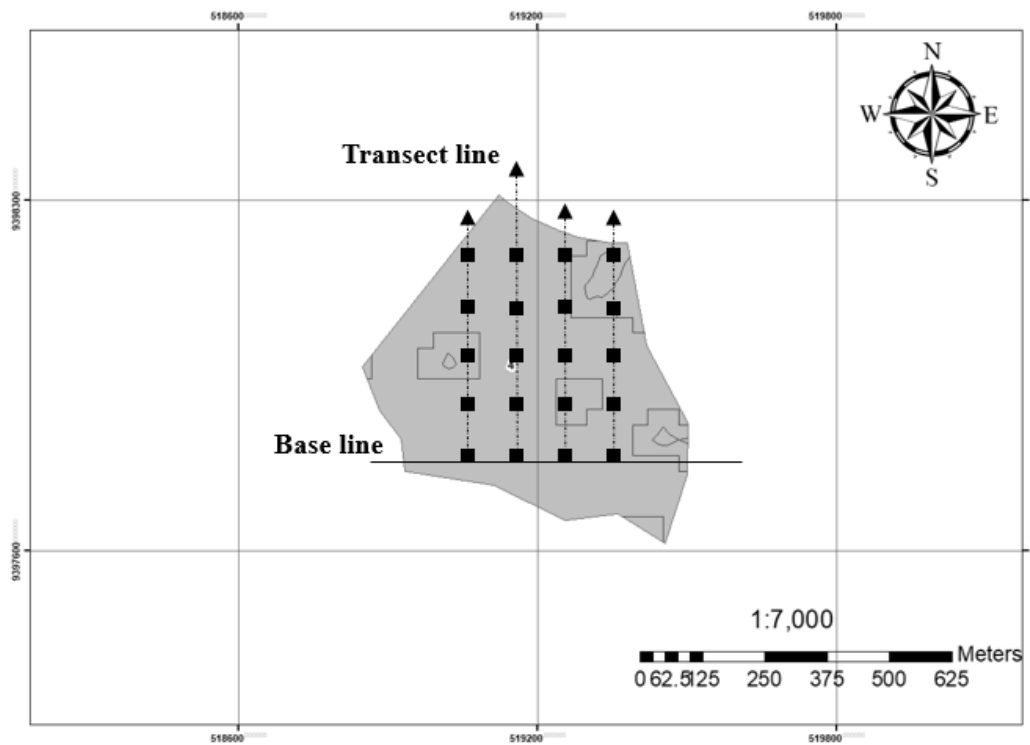
A = plot berukuran 20 m x 20 m untuk pengamatan pohon fase pohon dewasa

B = plot berukuran 10 m x 10 m untuk pengamatan pohon fase tiang

C = plot berukuran 5 m x 5 m untuk pengamatan pohon fase sapihan

D = plot berukuran 2 m x 2 m untuk pengamatan pohon fase semai dan untuk pengamatan paku sayur.

Berdasarkan luas areal tempat penelitian adalah 52 ha, intensitas sampling 1,5 %, maka jumlah plot sampelnya ada sebanyak 20 buah yang disusun secara sistematis dengan jarak antargaris rintis 100 m. Susunan tata letak plot sampel dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tata letak plot-plot sampel penelitian pada petak 4 dalam blok tradisional yang menjadi lahan garapan petani KTH Harapan Baru 3 dalam Tahura Wan Abdul Rahman.

3.4.2 Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan pengamatan secara langsung di lapangan. Pengumpulan data dilakukan dengan langkah- langkah berikut.

1. Observasi lapangan dilakukan melalui survei atau penjelajahan untuk mengidentifikasi keberadaan paku sayur serta menentukan plot pengamatan. Pengambilan data vegetasi pohon penyusun tegakan dilakukan menggunakan metode analisis vegetasi untuk memperoleh informasi jenis pohon, jumlah individu, dan struktur tegakan. Pada setiap plot, dilakukan penghitungan jumlah individu paku sayur dan melihat kondisi populasi paku sayur untuk mengetahui besarnya populasi yang terdapat di areal penelitian.

2. Pengukuran faktor lingkungan dilakukan pada setiap plot, meliputi suhu udara, kelembapan udara, intensitas radiasi matahari, dan ketinggian tempat. Selain itu, dicatat jenis pohon yang berada di sekitar paku sayur sebagai dasar analisis asosiasi dan tingkat asosiasi.
3. Identifikasi jenis pohon dilakukan secara langsung di lapangan berdasarkan ciri morfologi, serta dibantu dengan literatur atau panduan identifikasi tumbuhan yang relevan.
4. Seluruh data hasil pengamatan dicatat ke dalam tally sheet atau lembar pengamatan yang telah disiapkan untuk memudahkan pengolahan dan analisis data.
5. Dokumentasi dilakukan dengan mengambil foto pada plot pengamatan.

3.4.3 Analisis data

Data yang diperoleh di lapangan dianalisis untuk mengetahui struktur komunitas tumbuhan, khususnya asosiasi antara paku sayur dengan jenis-jenis pohon di sekitar areal garapan petani. Data yang dihimpun meliputi jenis-jenis pohon penyusun tegakan kebun hutan beserta kondisi populasinya yang disajikan dalam bentuk tabel berdasarkan fase pertumbuhan, yaitu fase pohon dewasa, fase tiang, dan fase sapihan. Selain itu, dianalisis pula populasi paku sayur yang ditemukan pada setiap plot di bawah tegakan kebun hutan, yang mencakup jumlah individu, suhu udara, kelembapan udara, intensitas radiasi matahari, jenis-jenis pohon terdekat, serta ketinggian tempat dari permukaan laut (m dpl). Analisis vegetasi dilakukan dengan menghitung beberapa parameter, yaitu kerapatan, populasi paku sayur, serta analisis asosiasi, guna mengetahui hubungan antara kondisi lingkungan mikro dengan keberadaan dan sebaran paku sayur di bawah tegakan pohon.

1. Kerapatan populasi setiap jenis pohon

Jenis-jenis pohon dan kerapatannya merupakan dua aspek penting dalam vegetasi hutan yang saling berkaitan dalam menentukan struktur dan komposisi suatu ekosistem. Jenis pohon mengarah pada keanekaragaman spesies yang ditemukan di suatu area, sedangkan kerapatan pohon menggambarkan jumlah

individu pohon per satuan luas, biasanya dalam satuan hektar. Keanekaragaman jenis pohon menunjukkan tingkat biodiversitas dan potensi ekologis suatu wilayah, sedangkan tingkat kerapatan dapat mencerminkan tingkat kompetisi antar pohon untuk sumber daya seperti cahaya dan air. Semakin tinggi kerapatan pohon, maka biasanya tutupan tajuk lebih rapat, yang dapat memengaruhi pertumbuhan vegetasi bawah seperti paku-pakuan dan semak. Jenis-jenis pohon dan kerapatannya dihitung dengan rumus berikut (Indriyanto, 2021). Besarnya kerapatan setiap jenis pohon dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\text{jumlah individu pohon}}{\text{luas seluruh plot sampel}}$$

2. Populasi paku sayur

Paku sayur merupakan salah satu jenis tumbuhan paku yang umum ditemukan di bawah tegakan hutan dan sering dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sayuran. Populasi paku sayur di suatu area dapat mencerminkan kondisi lingkungan mikro seperti kelembapan, intensitas cahaya, dan naungan pohon di sekitarnya. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui besarnya populasi paku sayur yang berguna untuk mendukung pengelolaan paku sayur secara berkelanjutan. Berikut disajikan rumus yang digunakan untuk menghitung populasi paku sayur.

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\text{jumlah individu paku sayur}}{\text{luas seluruh plot sampel}}$$

Tinggi atau rendahnya Tingkat kerapatan suatu jenis organisme dalam ekosistem dapat ditentukan dengan membuat interval kelas/Tingkat kerapatan menggunakan rumus sebagai berikut (Muller dkk., 1974).

$$\text{Interval kerapatan (I)} = \frac{K_{\text{tertinggi}} - K_{\text{terendah}}}{3}$$

Kriteria kelas/tingkat kerapatan untuk jenis organisme dalam ekosistem adalah sebagai berikut.

- a. Kerapatan (kerapatan tertinggi), jika $IK > (IK_{\text{terendah}} + 2I)$
- b. Kerapatan sedang, jika $IK = (IK_{\text{terendah}} + 1) - (IK_{\text{terendah}} + 2I)$

c. Kerapatan rendah, jika $IK < (IK_{\text{terendah}} + 1)$

3. Analisis asosiasi

Asosiasi antara paku sayur dengan jenis-jenis pohon penyusun tegakan kebun hutan dianalisis menggunakan Indeks ochiai. Pemilihan indeks asosiasi ini didasarkan pada kemampuannya dalam mengukur tingkat kesamaan kemunculan dua jenis berdasarkan data kehadiran dan ketidakhadiran. Indeks ochiai lebih sesuai untuk data ekologi yang hanya menunjukkan ada atau tidaknya suatu jenis seperti pada penelitian ini, sehingga cocok digunakan untuk menganalisis keterkaitan paku sayur dengan jenis pohon di lapangan yang sebarannya tidak merata. Berikut disajikan bentuk tabel kontingensi antara paku sayur dengan jenis-jenis pohon penyusun tegakan kebun hutan seperti pada Tabel 1 (Ludwig dan Reynolds, dalam Indriyanto, 2022).

Tabel 1. Susunan komponen tabel kontingensi untuk analisis asosiasi menggunakan indeks ochiai antara paku sayur dengan jenis-jenis pohon penyusun tegakan kebun hutan

Jenis A \ Jenis B	Ada	Tidak ada	Jumlah
Ada	a	b	$p = a+b$
Tidak ada	c	d	$q = c+d$
Jumlah	$r = a+c$	$S = b+d$	$n = a+b+c+d$

Keterangan: a = jumlah petak contoh yang mengandung paku sayur dan jenis pohon B.

b = jumlah petak contoh yang hanya mengandung jenis pohon B.

c = jumlah petak contoh yang hanya mengandung jenis paku sayur.

d = jumlah petak contoh yang tidak mengandung jenis paku sayur maupun jenis pohon B.

p = jumlah a dan b

q = jumlah c dan d

r = jumlah a dan c

s = jumlah b dan d

n = jumlah a , b , c , dan d

Masing-masing indeks yang dimaksud dalam keterangan di atas adalah sebagai berikut.

$$OI = \frac{a}{(\sqrt{a+b})(\sqrt{a+c})}$$

Keterangan:

OI = Indeks Ochiai

a = Jumlah petak contoh yang mengandung paku sayur dan pohon jenis B.

b = Jumlah petak contoh yang hanya jenis pohon B.

c = Jumlah petak contoh yang hanya mengandung paku sayur.

Nyata atau tidak nyata asosiasi yang terjadi di antara dua jenis organisme tersebut, adapat diuji menggunakan uji X^2 sebagai berikut.

$$x^2_{\text{hitung}} = \frac{(ad - bc)^2 \times n}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

Nilai x^2 dengan koreksi YATES, maka besarnya x^2 adalah

$$x^2_{\text{terkoreksi}} = \frac{(|ad - bc| - \frac{n}{2})^2 \times n}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

Nilai x^2_{tabel} diperoleh dengan derajat bebas $k-1$ dan taraf nyata 5%. Pada tabel x^2 dapat dilihat $x^2_{(1;0,05)} = 3,84$. Jika $x^2_{\text{terkoreksi}} > x^2_{\text{tabel}}$, maka ada asosiasi dan dinyatakan nyata pada taraf nyata 5%. Sebaliknya jika $x^2_{\text{terkoreksi}} < x^2_{\text{tabel}}$, maka tidak ada asosiasi.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Populasi paku sayur di areal garapan petani KTH Harapan Baru 3 bervariasi dari rendah hingga tinggi dan tidak tersebar merata pada setiap plot. Variasi ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan mikro dan pola pengelolaan lahan oleh petani.
2. Plot dengan populasi paku sayur tertinggi memiliki intensitas cahaya rendah hingga sedang serta kelembapan udara yang optimal. Naungan tegakan berperan penting dalam menciptakan kondisi habitat yang mendukung pertumbuhan paku sayur.
3. Hasil analisis asosiasi menunjukkan bahwa hubungan antara paku sayur dan jenis pohon penyusun tegakan tidak signifikan secara statistik (χ^2 hitung < χ^2 tabel). Keberadaan paku sayur cenderung bersifat acak terhadap jenis pohon dan lebih dipengaruhi oleh kondisi mikrohabitat, praktik pengelolaan lahan, serta pertumbuhan alami paku sayur.

5.2 Saran

Pengelolaan kebun hutan di areal garapan petani KTH Harapan Baru 3 perlu mempertahankan struktur tajuk dan kondisi iklim mikro yang lembap dan teduh karena faktor tersebut berperan penting dalam mendukung pertumbuhan paku sayur. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji faktor lingkungan lain seperti kelembapan tanah, ketebalan serasah, dan sifat tanah serta melakukan pengamatan dalam periode waktu yang lebih panjang guna memahami dinamika populasi paku sayur. Selain itu, kajian mengenai potensi budidaya paku sayur dalam sistem agroforestri perlu dilakukan untuk meningkatkan nilai ekonomi petani tanpa mengurangi fungsi ekologis kebun hutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, H. K., Muhimmatin, I., dan Nugrahani, M. P. 2023. Keanekaragaman tumbuhan paku (Pteridophyta) di Kawasan Wisata Air Terjun Kalibendo Banyuwangi. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*. 14(1): 90–101.
- Akdah, R. D., Wijayanto, N., dan Hartoyo, A. P. P. 2024. Species composition, stand structure, and carbon stock in the agroforestry system of community forestry in Indonesia. *Biodiversitas*. 25(7): 3350–3358.
- Aulia, A. A., Fatma, E. T. R., Nurcholis, N. A., Fadilah, N., Amelia, T. D., dan Fardhani, I. 2022. Keanekaragaman jenis paku-pakuan (Pteridophyta) di coban putri kota batu beserta potensi kebermanfaatannya. *Jurnal Pendidikan MIPA*. 14(1): 1-10.
- Chen, B., Yang, Y., Chen, L., Jiang, L., Hong, Y., Zhu, J., Liu, J., Xu, D., Kuang, K., and He, Z. 2023. Microclimate along an elevational gradient controls foliar litter cellulose and lignin degradation in a subtropical forest. *Frontiers in Forests and Global Change*. 6: 1–13.
- Cui, R., Qi, S., Wu, B., Zhang, D., Zhang, L., Zhou, P., Ma, N., and Huang, X. 2022. The influence of stand structure on understory herbaceous plants species diversity of *Platycladus orientalis* plantations in Beijing, China. *Forests*. 13(11): 1921
- Damayanti, I., Siregar, I. Z., dan Rahayu, S. 2017. Asosiasi pohon dengan epifit *hoya spp.* di Taman Nasional Bukit Dua Belas. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 8(3): 191-196.
- Deng, H., Pan, X., Lan, X., Wang, Q., and Xiao, R. 2024. Rational maize–soybean strip intercropping planting system improves interspecific relationships and increases crop yield and income in the China hexi oasis irrigation area. *Agronomy*. 14(6): 1220.
- Gapoktanhut Harapan Baru. 2019. *Profil Kelompok Tani Hutan Harapan Baru*. Bandar Lampung: Desa Batu Putuk Kecamatan Teluk Betung Barat. 16 p.
- Gautam, R. P., Rajkumar, S. D., Srivastava, S. K., Singh, S. K., and Gupta, A. K. 2016. Ecology diversity and taxonomy of the pteridophytes of pharenda

forest of maharajganj district, Uttar Pradesh. *International Journal of Research Studies In Biosciences (IJRSB)*. 4(2): 40-47.

- Hasanah, F. N. 2020. Keanekaragaman dan kelimpahan tumbuhan paku di cagar alam donoloyo sebagai bahan pengembangan multimedia interaktif biologi di SMA. *Journal of Biology Learning*. 2(2): 104.
- Hasibuan, H., Rizalinda, dan Elvi, R. P. W. 2016. Inventarisasi jenis paku-pakuan (*Pteridophyta*) di hutan sebelah darat Kecamatan sungai Ambawang Kalimantan Barat. *Jurnal Protobionti*. 5(1): 46-58.
- Hasnunidah, N., dan Silalahi, M. 2019. Inventarisasi jenis-jenis tumbuhan paku (*Pteridophyta*) di Kawasan Hutan. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 5(1): 22-30.
- Hidayat, R., dan Fitriani, N. 2022. Pengaruh faktor lingkungan terhadap pertumbuhan tumbuhan paku di bawah tegakan hutan rakyat. *Jurnal Biologi Tropis*. 22(3): 345–354.
- Iddrisu, A. Q., Hao, Y., and Zhang, Y. 2024. Effects of stand density on tree growth, understory vegetation diversity, and soil properties. *Forests*. 15(7): 1149
- Imaniar, R., dan Murdiyah, S. 2017. Identifikasi keanekaragaman tumbuhan paku di Kawasan Air Terjun Kapas Biru Kecamatan Pronojiwo Kabupaten Lumajang serta pemanfaatan sebagai booklet. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 6(3): 337-345.
- Indriyanto. 2017. *Ekologi Spesies Pohon*. Cetakan. Yogyakarta: Plantaxia. 304 p.
- Indriyanto. 2021. *Metode Analisis Vegetasi dan Komunitas Kewan Edisi 2*. Buku. Yogyakarta. Graha Ilmu. 253 p.
- Indriyanto dan Asmarahman, C. 2019. Jenis tanaman penyusun tegakan sebagai sumber pangan di areal garapan petani gabungan KPPH Sumber Agung Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman. *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia XXV*. 372-382.
- Indriyanto dan Indriyanto, N.H 2023. The existence of undergrowth at forest garden stands in grand forest park, Lampung Province. *Jurnal Biodjati*. 8(2): 335-346.
- Janna, M., Reny, D. R., dan Sepriyaningsih. 2020. Keanekaragaman jenis tumbuhan *Pteridophyta* (paku-pakuan) di Kawasan Curug Panjang Desa Durian Remuk Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*. 7(1):19-22.

- Kessler, M., Kluge, J., Hemp, A., and Ohlemüller, R. 2020. A global comparative analysis of fern ecology and environmental preferences. *Journal of Biogeography*. 47(6): 1231–1243.
- Kayu, R. B., Yana., Boro, L., Theresia., Danong, T., dan Maria. 2019. Identification of terrestrial and epiphytic in the watu bakul torest area in dewa jara village district Katiku Tana Sumba Tengah. *Jurnal Biotropikal Sains*. 16(3): 86-95.
- Lee, P.-H., Huang, Y. M., Chang, L.W., Yang, J.H., Chiou, W.L., Tseng, Y.H., and Tzeng, H.Y. 2025. Environmental heterogeneity and its influence on fern diversity in a low-altitude mountain forest. *Scientific Reports*. 15: 39261.
- Masykur., Syahputra, A. R., Amalia, Rasnovi, S., dan Irvianty. 2019. *Pteridophyta* di Kawasan Hutan Lindung Desa Lam Badeuk, Aceh Besar. *Bioleuser*. 3(3): 51-54.
- Naiym, J. dan Munir, A. 2024. Eksplorasi tumbuhan paku pada berbagai topografi. *Jurnal Penelitian Inovatif*. 4(1):159–164
- Negi, S, and Kanwal, K.S. 2024. *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.: A traditionally used vegetable and medicinal pteridophyte of Kullu Valley in the Western Himalayas. *Discovery*. 60(1): 1-9.
- Ningsih, S. W., Achyani, dan Santoso, H. 2021. Faktor biotik dan abiotik yang mendukung keragaman tumbuhan paku. *Biolova*. 2(1): 64-71.
- Nosi, R., Pellondo'u, M. E., dan Sinaga, P. S. 2023. Keanekaragaman jenis tumbuhan paku (Pteridophyta) di Kawasan Hutan Cagar Alam Mutis, Kabupaten Timor Tengah Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Kehutanan Papuaasia*. 9(2): 263-273.
- Páez, S., Mualin, A. D., Kessler, M., Kluge, J., and Ismael Meza-Torres, E. 2026. The refuge effect of humid microhabitats for ferns decreases towards more arid regions. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 14(1): 1719536.
- Peraturan Pemerintah Nomor 108. 2015. *Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2011 Tentang Pengelolaan Kawasan Suaka Alam dan Kawasan Pelestarian Alam*.
- Ploton, P., Viennois, G., Féret, J.-B., Sonké, B., Couteron, P., and Barbier, N. 2022. Monitoring vegetation dynamics with open earth observation tools: The case of fire-modulated savanna to forest transitions in Central Africa. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 188: 142–156.
- Purba, R. S., dan Astawa, I. N. G. 2024. Pengaruh Pemberian GA3 dan Ekstrak Paku Sayur (*Diplazium esculentum*) terhadap Kualitas Hasil Buah Anggur

- (*Vitis vinifera L.*). *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*. 14(2): 285–291.
- Putra, A. R., Prasetyo, L. B., dan Wulandari, C. 2020. Distribusi tumbuhan paku berdasarkan gradien ketinggian di kawasan hutan tropis. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 17(2): 95–106.
- Prasetyo, D., Winarno, G. D., dan Safe'i, R. 2020. Pola asosiasi tumbuhan bawah dengan tegakan pohon di kawasan Tahura. *Jurnal Hutan Tropis*. 8(2): 189–198.
- Pratama, V. Y., Rahayu, P. D., Putri, S., Long, Y. dan Mentari, I. A. 2024. Karakteristik simplisia dan identifikasi senyawa fitokimia ekstrak pakis sayur (*Diplazium esculentum*). *Jurnal of Pharmaceutical*. 2(1): 12-19.
- Rahayu, S., Wulandari, C., dan Safe'i, R. 2023. Pengaruh struktur tegakan terhadap keanekaragaman tumbuhan bawah pada sistem agroforestri. *Jurnal Hutan Tropis*. 11(2): 156–166.
- Rahman, S. A., Sunderland, T., Kshatriya, M., dan Roshetko, J. M. 2021. Towards productive and sustainable smallholder agroforestry systems. *Land Use Polic*. 1(4): 105-353.
- Rahmawaty, Frastika, S., Rauf, A., Batubara, R., dan Harahap, F. S. 2020. Land suitability assessment for *Lansium domesticum* cultivation on agroforestry land using matching method and geographic information system. *Journal of Biological Diversity*. 21(8): 3683–3690.
- Ramandana, R., Mas'anah, Quratun, A., Titin, S., Is, M., Miftahul, A., Kamullah, Maemunah, Nurgamala, Eti, J., Intan, Nurhalimah, T., Dedi, I., Arham, Ernawati, Nikman, A., dan Muh, N. 2023. Identifikasi tumbuhan paku (Pteridophyta) di wisata air terjun Desa Riamau Kabupaten Bima. *Jurnal Sains dan Terapan*. 2(1): 61-68.
- Rahmawati, D., Suryanto, P., dan Nugroho, A. W. 2021. Karakteristik habitat dan keanekaragaman paku-pakuan di hutan agroforestri. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 12(1): 41–50.
- Rizky, H., Primasari, R., Kurniasih, Y., dan Vivanti, D. 2018. Keanekaragaman jenis tumbuhan paku terestrial di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Banten. *Jurnal Biosfer*. 3(1): 6-12.
- Salwanafi, D. A., Susanto, D., Aniarko, V. P, dan Utami, I. 2023. Keanekaragaman jenis pohon penyusun cagar alam pananjung Pangandaran. *Jurnal Belantara*. 6(1): 126-135).

- Sahertian, D. E., dan Lady, D. T. 2022. Inventarisasi tumbuhan paku (Pteridophyta) di kawasan benteng duurstede Desa Saparua Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 13(1): 8-13.
- Sakai, S., Choy, Y. K., Kishimoto-Yamada, K., Takano, K. T., Ichikawa, M., Samejima, H., Kato, Y., Ushio, M., Saizen, I., Nakashizuka, T., and Itioka, T. 2016. Social and ecological factors associated with the use of non-timber forest products by people in rural Borneo. *Biological Conservation*. 204: 340-349.
- Saroh, I., dan Krisdianto. 2021. Manfaat ekologis kanopi pohon terhadap iklim mikro di ruang terbuka hijau kawasan perkotaan. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*. 12(2): 136-145.
- Semwal, P., Painuli, S., Painuli, K. M., Antika, G., Tumer, T. B, and Thapliyal, A. 2021. *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.: Ethnomedicinal, phytochemical, and pharmacological overview of the Himalayan Ferns. *Oxid Med Cell Longev*. 19: 17890.
- Setiawan, A., Kholifah, I. N., Ramadhana, V. P., Aini, N., dan Umar, Y. P. 2024. Analisis dinamika vegetasi tumbuhan bawah pada tegakan agroforestri dan monokultur jati. *Plantropica: Journal of Agricultural Science*. 9(1): 1–11.
- Sewale, B, and Mammo, S. 2022. Analysis of floristic composition and plant community types in Kenech Natural Forest, Kaffa Zone, Ethiopia. *Trees, Forests and People*. 7(1): 100-170.
- Su, X., Li, S., Wan, X., Huang, Z., Liu, B., Fu, S., Kumar, P., and Chen, H. Y. 2021. Understory vegetation dynamics of Chinese fir plantations and natural secondary forests in subtropical China. *Forest Ecology and Management*. 483: 118-750.
- Suri, A. R. dan Solfiyeni. 2024. Analisis vegetasi tumbuhan bawah di Kawasan Hutan Lindung Kanagarian Padang Mentinggi, Kecamatan Rao, Kabupaten Paman. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 12(1); 13-20.
- Souhaly, Y., Matdoan, M. N., dan Salmanu, S. I. A. 2019. Analisis kandungan vitamin A pada daun paku-pakuan (*Diplazium Escelentum* (Retz.)Sw.) berdasarkan proses pemasakan. *Biopendix: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*. 4(2): 63–69.
- Thepsilvisut, O., Iad-ak, R., and Chutimanukul, P. 2023. The effects of shading and nutrient management on yield and quality of vegetable fern (*Diplazium esculentum*). *Horticulturae*. 9(2):259.
- Trail, P., Danmaliodi, Y., Bicksler, A., and Burnette, R. 2015. Produksi pakis sayur (*Diplazium esculentum* Reytz.) dengan menggunakan berbagai tingkat naungan. *Echo Asia Notes*. 45: 1-5.

- Turot, M., Polii, B., dan Walangitan, H. D. 2016. Potensi pemanfaatan tumbuhan paku *Diplazium esculentum* Swartz (Studi kasus) di Kampung Ayawasi Distrik Aifat Utara, Kabupaten Maybrat, Provinsi Papua Barat. *Agri-SosioEkonomi Unsrat*. 12(3A): 1-10.
- Undang-undang Nomor 32. 2024. *Tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya*.
- UPTD Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman. 2017. *Blok Pengelolaan Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman Provinsi Lampung*. Bandar Lampung: Dinas Kehutanan Provinsi Lampung. 73 hlm.
- UPTD Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman. 2020. *Buku Informasi Tahura*. Bandar Lampung. 170 hlm.
- Utami, S., dan Mulyadi, A. 2023. Respon tumbuhan paku terhadap variasi naungan dan kelembapan pada lahan agroforestri. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 21(2): 312–321.
- Wu, X., Niu, C., and Liu, X. 2024. Canopy structure regulates autumn phenology by mediating microclimate in temperate forests. *Nature Climate Change*. 14: 1299–1305.
- Wulandari, A., dan Rahmawati, R. D. 2019. Tingkat ploidi paku sayur (*Diplazium esculentum*) pada ketinggian yang berbeda di gunung merbabu, boyolali, jawa tengah, indonesia. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*. 5(1): 11–15.
- Zhang, L., Chen, X., and Liu, Y. 2021. Microclimate effects on fern growth and distribution in subtropical forests. *Forest Ecology and Management*. 4(2): 118-842.