

# KEANEKARAGAMAN VEGETASI PADA SISTEM AGROFORESTRI DI BIOSITE KEBUN KOPI, IJEN GEOPARK, BONDOWOSO

*(Diversity of Vegetation on Agroforestry System in Biosite of Kebun Kopi, Ijen Geopark,  
Bondowoso)*

Nilasari Dewi<sup>1</sup>, Hari Sulistiyowati<sup>2</sup> dan Megawati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember,

Jl. Kalimantan No. 37, Jember, 68121, Indonesia; e-mail: [nilasaridewi@unej.ac.id](mailto:nilasaridewi@unej.ac.id)

<sup>2</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember,

Jl. Kalimantan No. 37, Jember, 68121, Indonesia; e-mail: [sulistiyowati.fmipa@unej.ac.id](mailto:sulistiyowati.fmipa@unej.ac.id)

<sup>3</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember,

Jl. Kalimantan No. 37, Jember, 68121, Indonesia; e-mail: [megawati293@gmail.com](mailto:megawati293@gmail.com)

Diterima 14 November 2023, direvisi 30 Januari 2024, disetujui 2 Agustus 2024

## ABSTRACT

*Biosite Kebun Kopi is a coffee producing area within the Ijen Geopark area. Coffee planting is usually done using an agroforestry system because coffee requires shade for maximum growth. The presence of coffee vegetation and shade trees creates vegetation diversity which is expected to be higher than monoculture planting. Therefore, this research aims to analyze the diversity of vegetation in the coffee plantation biosite area (Puncak Megasari) where the observation area is divided into 4 criteria, namely Kebun Rakyat 1 (KR1) with the criteria of people's land with 2-3 year old coffee, Kebun Rakyat 2 (KR2) with the criteria of people's land with coffee <1 year old, Kebun Rakyat 3 (KR3) with the criteria of people's land without coffee and PTPN XII (PN) land belonging to PTPN XII. The methods used are the importance value index, the Shanon Wiener Diversity Index, the Margalef Species Richness Index, the Evenness Index and vegetation visualization analysis. The results showed that *Ageratina riparia* is a dominating seedling and was found at all observation sites. Meanwhile, at the tree level, KR2 and KR3 have a more even distribution of important value indices than KR1 and PN. The ecological diversity of vegetation at both seedling and tree level in all management is no different. The diversity index of seedling at all locations was in the medium category (1.14-1.47), while trees were in the low-medium category (0.15-1.29). The wealth index of seedlings and trees at all locations falls into the low category (0.72-1.65). The evenness index of seedlings and trees belongs to the low-medium category (0.21-0.84). The vertical structure shows the highest density value in stands with a height class of 1 m – 4 m at 123 individuals/0.12 ha and the lowest density in stands with a height class >4m – 20 m at 61 individuals/0.12 ha.*

**Keywords:** *Agroforestry, biosite of kebun kopi, diversity, vegetation*

## ABSTRAK

Biosite Kebun Kopi merupakan daerah penghasil kopi yang masuk dalam wilayah Ijen Geopark. Penanaman kopi biasanya dilakukan dengan sistem agroforestri karena kopi membutuhkan naungan agar pertumbuhannya maksimal. Adanya vegetasi kopi dan pohon penayang membentuk keanekaragaman vegetasi yang harapannya dapat lebih tinggi dibandingkan penanaman secara monokultur. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman vegetasi di wilayah biosite kebun kopi (Puncak Megasari) dimana wilayah pengamatan dibagi menjadi 4 kriteria yaitu Kebun Rakyat 1 (KR1) dengan kriteria lahan milik rakyat dengan kopi berumur 2-3 tahun, Kebun Rakyat 2 (KR2) dengan kriteria lahan milik rakyat dengan kopi berumur <1 tahun, Kebun Rakyat 3 (KR3) dengan kriteria lahan milik rakyat tanpa kopi dan PTPN XII (PN) lahan milik PTPN XII. Metode yang digunakan adalah indeks nilai penting, Indeks Keanekaragaman Shanon Wiener, Indeks Kekayaan Jenis Margalef, Indeks Kemerataan dan analisis visualisasi vegetasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Ageratina riparia* merupakan tumbuhan bawah yang mendominasi dan ditemukan pada semua lokasi pengamatan. Sedangkan pada tingkat pohon, KR2 dan KR3 memiliki sebaran indeks nilai penting yang lebih merata dibandingkan KR1 dan PN. Keragaman vegetasi secara ekologis baik pada tingkat tumbuhan bawah maupun pohon di semua pengelolaan tidak berbeda. Indeks keanekaragaman tumbuhan bawah pada semua lokasi termasuk kategori sedang (1.14-1.47), sedangkan pohon termasuk kategori rendah-sedang (0.15-1,29). Indeks kekayaan tumbuhan bawah dan pohon pada semua lokasi termasuk dalam kategori rendah (0.72-1.65). Indeks kemerataan

tumbuhan bawah dan dan pohon termasuk dalam kategori rendah-sedang (0.21-0.84). Struktur vertikal menunjukkan nilai kerapatan tertinggi pada tegakan dengan kelas tinggi 1m – 4m sebesar 123 individu/0,12 ha dan kerapatan terendah pada tegakan dengan kelas tinggi 4m – 20 m sebesar 61 individu/0,12 ha.

**Kata kunci:** Agroforestri, Biosite Kebun Kopi, keanekaragaman, vegetasi

## I. PENDAHULUAN

Geopark merupakan sebuah wilayah geografis tunggal atau gabungan yang terdiri dari situs warisan geologi (geosite), situs keanekaragaman hayati (biodiversity), dan situs keragaman budaya (cultural diversity). Salah satu geopark yang ada di Indonesia adalah Geopark Ijen yang juga terdiri dari gabungan geosite, biosite dan culturesite. Salah satu kawasan hutan yang menjadi situs biodiversitas yaitu biosite kebun kopi Bondowoso. Biosite kebun kopi Bondowoso adalah sebutan untuk daerah penghasil kopi arabika dan robusta milik PT. Perkebunan Nusantara XII, Perhutani dan perkebunan rakyat yang terletak di Kecamatan Ijen dan Sumberwringin, Kabupaten Bondowoso.

Tanaman kopi biasanya ditanam di bawah pohon yang berfungsi sebagai penayang. Perpaduan tanaman kopi sebagai tanaman pertanian dan pohon penayang yang ditanam pada lahan yang sama disebut sistem agroforestri. Adanya pohon penayang meningkatkan keanekaragaman vegetasi yang berfungsi sebagai kanopi untuk melindungi tanaman kopi dari paparan cahaya secara langsung, penetralisir suhu, dan kelembapan udara. Tanaman penayang dibutuhkan oleh oleh tanaman kopi terutama untuk mengurangi intensitas cahaya matahari. Intensitas naungan yang optimum untuk kopi Arabika berkisar 66% (Muliastari & Wachjar, 2016).

Intensitas cahaya sebesar 50% memberikan nilai kandungan klorofil pada daun kopi yang lebih besar dibanding kandungan klorofil tanaman kopi pada intensitas cahaya 100% (Andika & Wicaksono, 2020) Tanaman kopi yang tumbuh pada kondisi di bawah naungan atau dengan intensitas cahaya yang rendah dapat mengoptimalkan laju fotosintesis serta laju pertumbuhan tanaman (Bote & Struik, 2011) Naungan pada sistem agroforestri juga dapat meningkatkan kuantitas serta kualitas

tanaman kopi dengan mekanisme menjaga keanekaragaman hayati yang berguna sebagai polinator dan musuh alami serta menciptakan iklim mikro (Nesper et al., 2017). Pada umumnya, tanaman penayang yang banyak digunakan dalam budidaya kopi yaitu tanaman sengon, lamtoro, dan dadap.

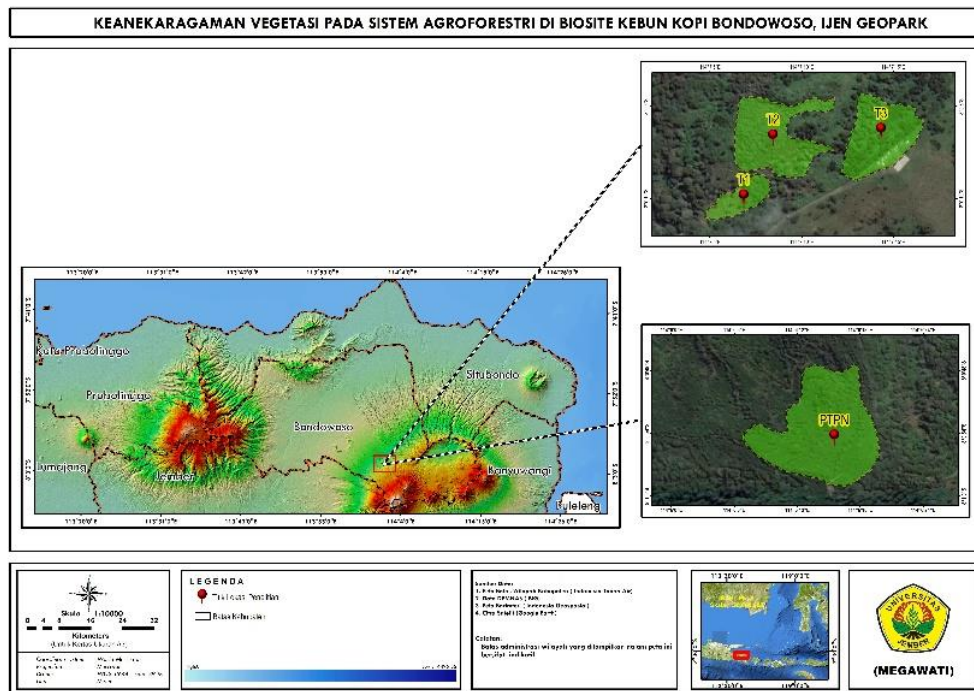
Keanekaragaman vegetasi yang berada di biosite kebun kopi Bondowoso dalam sistem pengelolaan agroforestri sangat penting bagi pertumbuhan dan produksi kopi bahkan rasa sebagai penciri khas pada wilayah tersebut serta terjaganya layanan ekosistem. Layanan ekosistem tersebut dihasilkan melalui pengembangan sistem agroforestri berbasis kopi di sekitar kawasan Biosite kebun kopi (Hayyun & Megantara, 2018). Layanan ekosistem yang dimaksud dalam pengelolaan sistem agroforestri yaitu bentuk jasa atau layanan yang diterima oleh manusia dan digunakan sebagai kebutuhan seperti jasa penyediaan (pangan dan pakan), jasa pengaturan (iklim, air dan tanah) ataupun siklus hara (Priyadarshini et al., 2011).

Layanan ekosistem tersebut tentunya berkaitan dengan keragaman vegetasi yang berada di wilayah tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman vegetasi di lokasi penelitian agar dapat menjadi informasi dan rekomendasi bagi masyarakat dalam pengelolaan lahan dengan sistem agroforestri berbasis kopi dengan naungan yang berbeda di kawasan biosite kebun kopi Bondowoso.

## II. METODE

### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada September 2022 hingga Januari 2023 di Puncak Megasari, Biosite Kebun Kopi Bondowoso, Ijen Geopark, Kabupaten Bondowoso. Lokasi penelitian dilakukan pada beberapa lahan milik kebun rakyat dan PTPN XII.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian  
Figure 1. Research site

## B. Bahan dan Alat

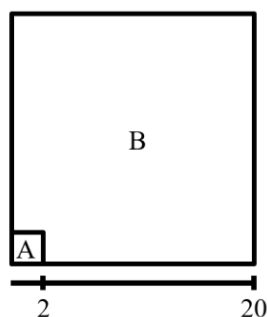
Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu alat tulis, meteran, kamera, pita ukur, kompas, tali rafia, pasak, GPS Garmin 64s, hygrometer UNI-T, lux meter, aplikasi *Microsoft Office 2010*, aplikasi *Sextl-FS* versi 2.1.0. Bahan yang digunakan pada penelitian adalah seluruh tanaman atau vegetasi yang ditemukan di lokasi penelitian yang berada di Puncak Megasari, Biosite Kebun Kopi, Ijen Geopark Kabupaten Bondowoso.

## C. Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lahan agroforestri dengan 4 tipe pengelolaan lahan agroforestri yang berbeda berdasarkan umur kopi dan pohon penayang. Pengambilan data vegetasi dilaksanakan dengan metode *purposive sampling* berdasarkan keterwakilan keadaan vegetasi dengan metode kuadrat (Gambar 2). Vegetasi yang diamati hanya pada tingkat pohon (kopi dan pohon penayang) dan tumbuhan bawah. Metode

kuadrat yang digunakan yaitu petak tunggal berbentuk persegi empat dengan tiga kali ulangan. Ukuran petak untuk analisis vegetasi kopi dan pohon penayang dilakukan dengan membuat petak berukuran 20 m × 20 m, sedangkan analisis vegetasi pada tumbuhan bawah dilakukan dengan membuat petak berukuran 2 m × 2 m pada petak kuadran tersebut.

Data yang diambil pada pohon yaitu nama dan jumlah individu setiap jenis, diameter batang, tinggi total, tinggi bebas cabang, tinggi tajuk terlebar, posisi tanaman berdasarkan koordinat dalam petak, dan panjang serta arah tajuk yang menghadap ke arah empat sisi. Data yang diambil pada tumbuhan bawah yaitu nama dan jumlah individu setiap jenis.



Gambar 2. Desain petak untuk tumbuhan bawah (A) dan pohon (B)

Figure 2. Plot design for seedling (A) and trees (B)

#### D. Analisis Data

##### 1. Indeks Nilai Penting (INP)

INP merupakan parameter yang dapat menunjukkan peranan suatu jenis dalam komunitas. Rumus menghitung INP (Indriyanto, 2006) sebagai berikut:

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Jumlah individu tiap jenis (ind)}}{\text{Luas plot (ha)}}$$

$$\text{Kerapatan relatif} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Jumlah plot penemuan suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh plot}}$$

$$\text{Frekuensi relatif} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Dominansi} = \frac{\text{Luas bidang dasar suatu jenis (cm2)}}{\text{Luas plot (ha)}}$$

$$\text{Dominansi relatif} = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

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

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

##### 2. Indeks Keanekaragaman Jenis (H')

Indeks keanekaragaman jenis digunakan untuk mengetahui keanekaragaman tanaman sebagai ciri dari tingkatan komunitas (Yuliantoro & Frianto, 2019). Menurut Magurran (1988) indeks keanekaragaman jenis dapat dihitung dengan menggunakan rumus Shannon Wiener sebagai berikut

$$H' = - \sum \frac{ni}{N} \ln \left( \frac{ni}{N} \right)$$

Keterangan,

H' = Indeks Keragaman Shannon-Wiener,

ni = Jumlah individu spesies-i,

N = total jumlah individu semua spesies.

Kriteria nilai H' berdasarkan (Magurran, 1988) yaitu jika H' < 2 termasuk dalam kategori rendah, 2 < H' < 3 termasuk dalam kategori sedang, dan H' > 3 termasuk dalam kategori tinggi.

##### 3. Indeks Margalef

Indeks kekayaan jenis digunakan untuk mengetahui kekayaan jenis atau jumlah jenis dalam suatu komunitas (Wahyuningsih et al., 2019). Persamaan indeks Margalef (Ludwig & Reynolds, 1988) sebagai berikut:

$$\text{DMg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Keterangan:

DMg = Indeks margalef

S = Jumlah spesies

N = Jumlah individu

Kriteria nilai Dmg berdasarkan (Magurran, 1988) yaitu jika Dmg < 3,5 termasuk dalam kategori rendah, 3,5 < Dmg < 5 termasuk dalam kategori sedang, dan Dmg > 5 termasuk dalam kategori tinggi.

##### 4. Indeks Kemerataan Jenis E

Indeks kemerataan jenis digunakan untuk mengetahui hubungan antara kelimpahan dengan keanekaragaman jenis dalam suatu komunitas (Wahyuningsih et al., 2019). Menurut (Magurran, 1988) indeks kemerataan jenis dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Keterangan:

E = Indeks kesamarataan;

H' = Indeks keanekaragaman Shanon-Wiener; dan

S = Jumlah spesies.

Kriteria nilai E berdasarkan (Magurran, 1988) yaitu jika E < 0,3 termasuk dalam kategori rendah, 0,3 < E < 0,6 termasuk dalam kategori sedang, dan E > 0,6 termasuk dalam kategori tinggi.

## 5. Visualisasi Vegetasi

Visualisasi vegetasi pada lokasi penelitian dilakukan dengan memproyeksikan data vegetasi yang telah diperoleh pada aplikasi Sexl-FS (*Spacially Explicit Individual-based Forest Simulator*). Visualisasi vegetasi dilakukan pada setiap titik pengambilan sampel atau petak di lahan agroforestri dengan memvisualisasikan tegakan vegetasi melalui diagram profil secara penampang horizontal dan penampang vertikal.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lahan Biosite Kebun Kopi Bondowoso merupakan salah satu wilayah yang dijadikan sebagai tempat penghasil kopi arabika yang sebagian dikelola oleh PTPN XII dan kebun rakyat. Lokasi penelitian diambil berdasarkan jenis tanaman yang ditemukan, sehingga diperoleh 4 titik pengamatan dengan 3 titik di kebun milik rakyat dan 1 titik di kebun milik PTPN XII. Penentuan titik lokasi tersebut juga dilihat berdasarkan sebaran vegetasi penabung yang lebih beragam di perkebunan milik rakyat dibandingkan di PTPN XII. Kriteria lokasi pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Lokasi Pengamatan pada Kebun Kopi Ijen Geopark

Table 1. Criteria for Observation Locations at the Coffee Garden Biosite, Ijen Geopark

No	Lokasi	Keterangan
1	Kebun rakyat (KR1)	Lahan dengan tanaman kopi berumur 2-3 tahun dengan tegakan pohon penabung yang memiliki rata-rata tinggi di atas 10 m
2	Kebun rakyat (KR2)	Lahan dengan tanaman kopi berumur kurang lebih 1 tahun dengan tegakan pohon penabung yang memiliki rata-rata tinggi di bawah 10 m
3	Kebun rakyat (KR3)	Lahan yang ditanami pohon tanpa tanaman kopi
4	PTPN XII (PN)	Lahan dengan tanaman kopi dan pohon penabung yang seragam

### A. Indeks Nilai Penting

Indeks nilai penting merupakan salah satu indeks yang dapat dihitung berdasarkan jumlah yang didapat untuk menentukan tingkat dominansi jenis atau seberapa penting vegetasi tersebut dalam ekosistemnya (Parmadi et al., 2016). Indeks nilai penting dapat dihitung dengan menjumlahkan nilai kerapatan relatif, frekuensi relatif dan dominansi relatif untuk menghitung pertumbuhan tingkat pohon dan tanaman bawah. Berikut hasil perhitungan Indeks nilai penting pada tanaman bawah dan tanaman pohon.

Berdasarkan data perhitungan indeks nilai penting tumbuhan bawah pada tabel di atas, ditemukan kurang lebih sebanyak 15 jenis yang diperoleh di sekitar titik pengamatan. Jenis tumbuhan bawah banyak ditemukan di kebun milik rakyat yakni 10 tanaman yang berbeda. *Ageratina riparia* memiliki indeks nilai penting tertinggi yang berkisar 70-87% dibandingkan Tabel 2. Perhitungan INP Tanaman Bawah

dengan tanaman lain. Tumbuhan bawah yang memiliki nilai INP terendah yaitu *Solanum nigrescens* sebesar 5 %.

*Ageratina riparia* ditemukan di seluruh titik pengamatan dan mendominasi lahan tersebut. *Ageratina riparia* tumbuh tegak dan melebar yang dapat membentuk semak kecil. Spesies tersebut memiliki reproduksi yang tinggi, dimana benih akan terbawa udara dan akan menyebar jauh terbawa oleh angin kencang. Pada beberapa plot, tumbuhan tersebut ditemukan dalam fase generatif, namun sebagian besar ditemukan dalam fase vegetatif. Pada fase generatif, tumbuhan tersebut memiliki bunga yang berwarna putih yang berbentuk seperti bunga pita. *A. riparia* juga memiliki kemampuan tumbuh dengan cepat dan bersifat invasif sehingga spesies ini mampu mengekspansi sebagian besar lahan dan ditemukan di seluruh titik pengamatan. *A. riparia* berasal dari famili Asteraceae dan berperan sebagai gulma.

Table 2. Indeks Nilai Penting semai  
Table 2. *Importan Value Index of seedling*

<b>A. Tumbuhan Bawah KR 1</b>							
No	Nama Ilmiah	Jumlah Individu	F	FR (%)	K (ind/ha)	KR (%)	INP (%)
1	<i>Hibiscus palustris</i> L.	32	1,00	15,79	26.666,67	12,21	28,00
2	<i>Calliandra calothyrsus</i>	9	1,00	15,79	7.500,00	3,44	19,22
3	<i>Ageratum conyzoides</i>	15	0,67	10,53	12.500,00	5,73	16,25
4	<i>Ageratina riparia</i>	153	1,00	15,79	127.500,00	58,40	74,19
5	<i>Bidens pilosa</i>	9	1,00	15,79	7.500,00	3,44	19,22
6	<i>Setaria palmifolia</i>	14	0,33	5,26	11.666,67	5,34	10,61
7	<i>Calypocarpus vialis less.</i>	6	0,33	5,26	5.000,00	2,29	7,55
8	<i>Sida acuta burm</i>	3	0,33	5,26	2.500,00	1,15	6,41
9	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	20	0,33	5,26	16.666,67	7,63	12,90
10	<i>Solanum nigrescens</i>	1	0,33	5,26	833,33	0,38	5,64
<b>Jumlah</b>		262	6,33	100,00	218.333,33	100,00	200,00
<b>B. Tumbuhan Bawah KR 2</b>							
No	Nama Ilmiah	Jumlah Individu	F	FR (%)	K (ind/ha)	KR (%)	INP (%)
1	<i>Hibiscus palustris</i> L.	15	1,00	18,75	12.500,00	6,58	25,33
2	<i>Ageratina riparia</i>	156	1,00	18,75	130.000,00	68,42	87,17
3	<i>Bidens pilosa</i>	35	0,33	6,25	29.166,67	15,35	21,60
4	<i>Salvia elegans Vahl</i>	5	0,33	6,25	4.166,67	2,19	8,44
5	<i>Calliandra calothyrsus</i>	3	0,33	6,25	2.500,00	1,32	7,57
6	<i>Solanum nigrescens</i>	1	0,33	6,25	833,33	0,44	6,69
7	<i>Cayaponia bonariensis</i>	2	0,33	6,25	1.666,67	0,88	7,13
8	<i>Polystichum setiferum</i>	3	0,33	6,25	2.500,00	1,32	7,57
9	<i>Debregeasia longifolia</i>	2	0,67	12,50	1.666,67	0,88	13,38
10	<i>Solidago bicolor</i> L.	6	0,67	12,50	5.000,00	2,63	15,13
<b>Jumlah</b>		228	5,33	100,00	190.000,00	100,00	200,00
<b>C. Tumbuhan Bawah KR 3</b>							
No	Nama Ilmiah	Jumlah Individu	F	FR (%)	K (ind/ha)	KR (%)	INP (%)
1	<i>Hibiscus palustris</i> L.	30	1,00	23,08	25.000,00	21,58	44,66
2	<i>Calliandra calothyrsus</i>	15	1,00	23,08	12.500,00	10,79	33,87
3	<i>Ageratina riparia</i>	76	1,00	23,08	63.333,33	54,68	77,75
4	<i>Cayaponia bonariensis</i>	5	0,67	15,38	4.166,67	3,60	18,98
5	<i>Sida acuta burm</i>	13	0,67	15,38	10.833,33	9,35	24,74
<b>Jumlah</b>		139	4,33	100,00	115.833,33	100,00	200,00
<b>D. Tumbuhan Bawah PN</b>							
No	Nama Ilmiah	Jumlah Individu	F	FR (%)	K (ind/ha)	KR (%)	INP (%)
1	<i>Ageratina riparia</i>	110	1,00	25,00	91.666,67	45,45	70,45
2	<i>Hibiscus palustris</i> L.	43	1,00	25,00	35.833,33	17,77	42,77
3	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	48	0,67	16,67	40.000,00	19,83	36,50
4	<i>Calypocarpus vialis less.</i>	7	0,33	8,33	5.833,33	2,89	11,23
5	<i>Setaria palmifolia</i>	34	1,00	25,00	28.333,33	14,05	39,05
<b>Jumlah</b>		242	4,00	100,00	201.666,67	100,00	200,00

Keterangan: F = Frekuensi, FR = Frekuensi Relatif, D = Dominansi, DR = Dominansi Relatif, INP = Indeks Nilai Penting

Tumbuhan bawah di kebun rakyat lebih beragam dibandingkan di PTPN XII. Hal tersebut dipengaruhi oleh tegakan pohon yang berada di areal lahan. Kerapatan tanaman pohon mempengaruhi intensitas cahaya yang masuk sehingga dapat menekan pertumbuhan tumbuhan bawah. Cahaya matahari dibutuhkan oleh tumbuhan bawah untuk proses fotosintesis. Jika cahaya tidak dapat masuk ke bawah tegakan

pohon maka gulma yang berada di sekitar akan terganggu pertumbuhannya. Pada lahan PTPN XII, ada 5 jenis tumbuhan bawah yang ditemukan Hal tersebut disebabkan karena kerapatan tanaman kopi yang cukup tinggi membuat intensitas cahaya tidak bisa masuk dan menekan pertumbuhan tumbuhan bawah di bawah kopi tersebut.

Tabel 3. Indeks Nilai Penting Pohon

Table 3. Important Value Index of trees

<b>A. Pohon KR 1</b>									
<b>Nama Ilmiah</b>	<b>Jml Indi</b>	<b>lbds</b>	<b>F</b>	<b>FR (%)</b>	<b>K (ind/ha)</b>	<b>KR (%)</b>	<b>D</b>	<b>DR (%)</b>	<b>INP (%)</b>
<i>Acacia auriculiformis</i>	3	1.670,22	0,67	22,22	100,00	3,45	55.674,10	12,23	37,90
<i>Anisoptera marginata</i>	1	472,05	0,33	11,11	33,33	1,15	15.735,14	3,46	15,72
<i>Trema orientalis</i>	6	10.454,86	0,67	22,22	200,00	6,90	348.495,22	76,55	105,67
<i>Ficus sp.</i>	2	743,07	0,33	11,11	66,67	2,30	24.769,11	5,44	18,85
<i>Coffea arabica</i>	66	317,52	1,00	33,33	2.500,00	86,21	10.583,86	2,32	121,87
<b>Jumlah</b>	78	13.657,72	3,00	100,00	2.900,00	100,00	455.257,43	100,00	300,00
<b>B. Pohon KR2</b>									
<b>Nama Ilmiah</b>	<b>Jml Indi</b>	<b>lbds</b>	<b>F</b>	<b>FR (%)</b>	<b>K (ind/ha)</b>	<b>KR (%)</b>	<b>D</b>	<b>DR (%)</b>	<b>INP (%)</b>
<i>Trema tomentosa</i>	5	268,23	0,67	22,22	166,67	7,58	8.941,08	19,16	48,96
<i>Acacia auriculiformis</i>	9	514,81	0,67	22,22	300,00	13,64	17.160,30	36,78	72,64
<i>Trema orientalis</i>	4	240,92	0,67	22,22	133,33	6,06	8.030,79	17,21	45,49
<i>Ricinus communis</i>	5	308,12	0,33	11,11	166,67	7,58	10.270,70	22,01	40,70
<i>Coffea arabica</i>	43	67,68	0,67	22,22	1.433,33	65,15	2.255,84	4,83	92,21
<b>Jumlah</b>	71	1.399,76	3,00	100,00	2.200,00	100,00	46.658,70	100,00	300,00

Tabel 3 (lanjutan). Indeks Nilai Penting Pohon  
 Table 3. Important Value Index of trees

C. Pohon KR3									
Nama Ilmiah	Jml Indi	lbds	F	FR (%)	K (ind/ha)	KR (%)	D	DR (%)	INP (%)
<i>Acacia auriculiformis</i>	29	4.984,39	1,00	75,00	966,67	96,67	166.146,50	98,58	270,25
<i>Casuarina equisetifolia</i>	1	71,66	0,33	25,00	33,33	3,33	2.388,54	1,42	29,75
<b>Jumlah</b>	30	5.056,05	1,33	100,00	1.000,00	100,00	168.535,03	100,00	300,00

D. Pohon PN									
Nama Ilmiah	Jml Indi	lbds	F	FR (%)	K (ind/ha)	KR (%)	D	DR (%)	INP (%)
<i>Leucaena leucocephala</i>	2	464,33	1,00	23,08	66,67	3,33	15.477,71	10,43	36,84
<i>Toona sureni</i>	4	864,17	0,33	7,69	133,33	6,67	28.805,73	19,42	33,78
<i>Falcataria mollucana</i>	1	435,99	0,33	7,69	33,33	1,67	14.532,91	9,80	19,16
<i>Grevillea robusta</i>	1	703,50	1,00	23,08	33,33	1,67	23.450,11	15,81	40,55
<i>Acacia auriculiformis</i>	6	71,97	0,67	15,38	200,00	10,00	2.399,15	1,62	27,00
<i>Coffea arabica</i>	46	1.910,35	1,00	23,08	1.533,33	76,67	63.678,34	42,93	142,67
<b>Jumlah</b>	60	4.450,32	4,33	100,00	2.000,00	100,00	148.343,95	100,00	300,00

Keterangan: lbds = luas bidang dasar, F = Frekuensi, FR = Frekuensi Relatif, K = Kerapatan, KR = Kerapatan Relatif, D = Dominansi, DR = Dominansi Relatif, INP = Indeks Nilai Penting

Berdasarkan pengamatan, pohon penabung yang berada di kawasan Biosite Kebun Kopi, terdiri dari beberapa spesies tanaman mulai dari akasia (*Acacia auriculiformis*), lamtoro (*Leucaena leucocephala*), suren (*Toona sureni*), kopi arabika (*Coffea arabica*) dan lainnya. Tanaman kopi ditemukan di sebagian besar petak pengamatan kecuali pada KR 3. Kopi mendominasi kawasan tersebut karena tanaman kopi sengaja ditanam untuk keperluan komersial.

Vegetasi tingkat pohon yang ditemukan di seluruh titik pengamatan adalah akasia. Akasia tersebut memiliki ukuran yang cukup tinggi dan sengaja dibudidayakan pada kawasan tersebut. Tanaman akasia juga dapat tumbuh dengan baik pada lahan yang mengalami erosi, berbatu dan memiliki jenis tanah aluvial serta tanah yang

memiliki pH rendah (Reza & Naila, 2020). Manfaat keberadaan tanaman akasia pada suatu areal lahan selain sebagai tanaman penabung bagi tanaman kopi, tanaman ini juga dapat memfiksasi nitrogen bebas dan dapat mencegah terjadinya erosi. Namun pohon ini juga memiliki dampak negatif karena sifatnya yang invasif (Koutika & Richardson, 2019). Spesies invasif memiliki sifat yang kuat dan tidak toleran terhadap jenis lain sehingga cenderung dominan dalam menguasai suatu lahan yang baru serta secara umum sulit dikendalikan (Goreti et al., 2021).

Pada kebun rakyat (KR 1), tanaman penabung yang mendominasi adalah *Trema orientalis* (anggrung). Tanaman penabung tersebut, tumbuh pada ketinggian 100-135 mdpl dalam keadaan topografi datar sampai curam

dengan kemiringan yang berkisar 15-45 % (Mangopang, 2016). *Trema orientalis* salah satu jenis tanaman *fast growing species* yang potensial sebagai tanaman pionir untuk merestorasi lahan (Aprilianti et al., 2021).

INP pohon pada kebun rakyat (KR2) menunjukkan bahwa sebaran merata diseluruh plot pengamatan. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada areal lahan ditanam berbagai macam jenis tanaman penayang yang tersebar secara merata seperti *Trema tomentosa*, *Acacia auriculiformis* dan *Ricinus communis*. Begitupun pada lahan milik PTPN XII, tanaman penayang tersebar merata di sekitar tanaman kopi antara lain *Leucaena leucocephala*, *Toona sureni*, *Falcataria mollucana* dan *Grevillea robusta*. Sedangkan pada kebun rakyat (KR 3) hanya

ditemukan 2 jenis pohon yaitu *Acacia auriculiformis* dan *Casuarina equisetifolia*.

## B. Indeks Keanekaragaman

Analisis suatu keanekaragaman jenis menjadi sangat penting dalam perhitungan keanekaragaman suatu kawasan hutan. Hasil analisis perhitungan tersebut dapat menjadi dasar bagi aksi-aksi konservasi dalam pengelolaan suatu kawasan hutan (Rozak et al., 2020). Perhitungan suatu analisis vegetasi juga disesuaikan dengan keperluan yang akan digunakan dalam menganalisis suatu vegetasi seperti menggunakan indeks keanekaragaman, indeks kekayaan dan indeks kemerataan. Berikut hasil analisis indeks vegetasi tumbuhan bawah dan indeks vegetasi tanaman pohon.

Tabel 4. Analisis indeks vegetasi tumbuhan bawah  
Table 4. Seedling vegetation index analysis

No	Lokasi	Indeks Keanekaragaman Jenis Shanon-Wiener (H')	Indeks Kekayaan Jenis Margalef (R)	Indeks Kemerataan Jenis Evenness (E)
1	KR 1	1,47 (sedang)	1,61 (rendah)	0,64 (sedang)
2	KR 2	1,12 (sedang)	1,65 (rendah)	0,48 (sedang)
3	KR 3	1,24 (sedang)	0,81 (rendah)	0,77 (sedang)
4	PN	1,36 (sedang)	0,72 (rendah)	0,84 (sedang)

Berdasarkan tabel 4, hasil perhitungan indeks keanekaragaman tumbuhan bawah di biosite kebun kopi, Ijen Geopark memiliki rentang nilai  $H' = 1,12 - 1,47$  dan tergolong sedang. Tumbuhan bawah yang ditemukan pada beberapa titik pengamatan memiliki spesies yang berbeda dan sebagian besar penyebarannya tumbuh merata di seluruh lahan kebun kopi. Indeks keanekaragaman menggambarkan keadaan populasi tumbuhan secara matematis untuk mempermudah dalam menganalisis informasi jumlah individu masing-masing jenis pada suatu komunitas. Semakin tinggi nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ) maka semakin tinggi pula keanekaragaman spesies, produktivitas, tekanan dan kestabilan ekosistem (Ismaini, 2015).

Kekayaan jenis adalah jumlah jenis vegetasi dalam suatu luasan areal lahan tertentu. Berdasarkan Tabel 4, indeks kekayaan jenis masuk dalam kategori rendah. Kekayaan jenis merujuk pada kuantitas spesies pada sebuah komunitas, banyak sedikitnya spesies di lahan menentukan besar kecilnya indeks kekayaan. Indeks kemerataan menunjukkan derajat kemerataan kelimpahan individu antara setiap spesies (Baderan dkk, 2021). Indeks kemerataan pada semua lokasi termasuk dalam kategori rendah, kecuali pada KR2 (termasuk dalam kategori sedang).

Berdasarkan Tabel 5, Indeks Keanekaragaman Shanon-Wiener pada 3 lokasi pengamatan masuk ke dalam kategori yang rendah yang memiliki rentang nilai 0-1. Hal ini menunjukkan bahwa ekosistem lahan tersebut

cukup rendah, semua komponen ekosistem berada dalam kuantitas yang cukup rendah. Menurut Azizah (2017), menyatakan bahwa tingkat diversitas jenis tumbuhan yang rendah disebabkan oleh rentannya kawasan tempat hidup tumbuhan tersebut terhadap berbagai

gangguan. Gangguan pada lokasi penelitian adalah kegiatan budidaya. Pada lahan kebun milik rakyat (KR 2) menunjukkan bahwa keanekaragamannya dalam kategori sedang, hal ini berarti kondisi ekosistem tersebut cukup seimbang.

Tabel 5. Analisis indeks keanekaragaman vegetasi tingkat pohon  
 Table 5. Tree-level vegetation diversity index analysis

No	Lokasi	Indeks Keanekaragaman Jenis Shanon-Wiener (H')	Indeks Kekayaan Jenis Margalef (R)	Indeks Kemerataan Jenis Evenness (E)
1	KR 1	0,61 (rendah)	0,92 (rendah)	0,38 (sedang)
2	KR 2	1,29 (sedang)	1,17 (rendah)	0,72 (sedang)
3	KR 3	0,15 (rendah)	0,29 (rendah)	0,21 (rendah)
4	PN	0,86 (rendah)	1,22 (rendah)	0,48 (sedang)

Indeks Kekayaan jenis menunjukkan bahwa kekayaan jenis tumbuhan tingkat pohon tergolong rendah sebab berada pada kisaran  $R < 2,5$ . Kekayaan jenis merupakan jumlah spesies dalam suatu komunitas (Baderan et al., 2021). Semakin banyak jumlah spesies yang ditemukan, maka indeks kekayaan juga semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa pada umumnya suatu ekosistem yang memiliki banyak spesies akan memiliki sedikit jumlah individunya pada setiap spesies tersebut.

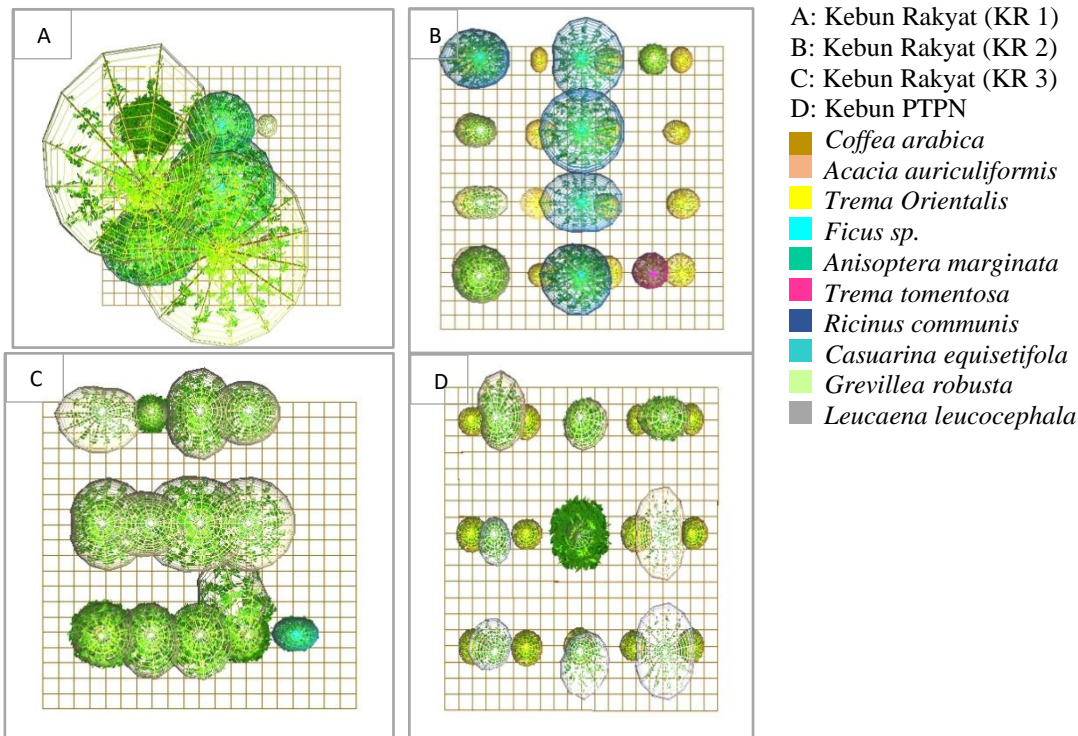
Indeks Kemerataan menunjukkan pola sebaran jenis yang merata di seluruh petak atau tidak. Indeks kemerataan memiliki nilai berkisar 0,38-0,72. Pada KR3 termasuk dalam kategori rendah karena pada lokasi tersebut hanya ditemukan 2 jenis saja. Dengan demikian, populasi antara spesies pohon di kebun kopi *Ijen Geopark* cukup merata, sehingga gangguan tidak mudah terjadi dan mampu kembali ke kondisi awal (Ismaini et al., 2015).

### C. Visualisasi Vegetasi

Struktur suatu vegetasi terdiri dari individu-individu yang membentuk tegakan dalam suatu ruang. Struktur tegakan dapat

ditinjau dari dua arah, yaitu: struktur tegakan horizontal dan vertikal. Struktur tegakan horizontal menggambarkan distribusi atau penyebaran individu-individu spesies di dalam habitatnya. Sedangkan struktur tegakan vertikal dinyatakan sebagai sebaran jumlah pohon dalam berbagai lapisan tajuk (Zulkarnain, 2016). Visualisasi memanfaatkan software *Sext-FS* untuk mempermudah dalam melihat sebaran vegetasi di kebun kopi *ijen geopark*.

Gambar profil horizontal diatas menunjukkan bahwa jenis-jenis yang terdapat di lokasi secara keseluruhan memiliki pola distribusi seragam (*uniform*). Hal tersebut terjadi sebab lokasi vegetasi yang pemilihan jenisnya dilakukan secara sengaja dan ditanam dengan teratur. Menurut Zulkarnain, (2016), menyatakan bahwa distribusi seragam terjadi apabila kondisi lingkungan cukup seragam di seluruh area dan terdapat kompetisi antar individu anggota populasi yang mendorong terjadinya pembagian ruang yang sama. Struktur tegakan horizontal dari 4 plot pengamatan menunjukkan bahwa seluruh plot pengamatan disusun oleh paling banyak yaitu kopi arabika dan terdapat tegakan penayang disekitarnya.



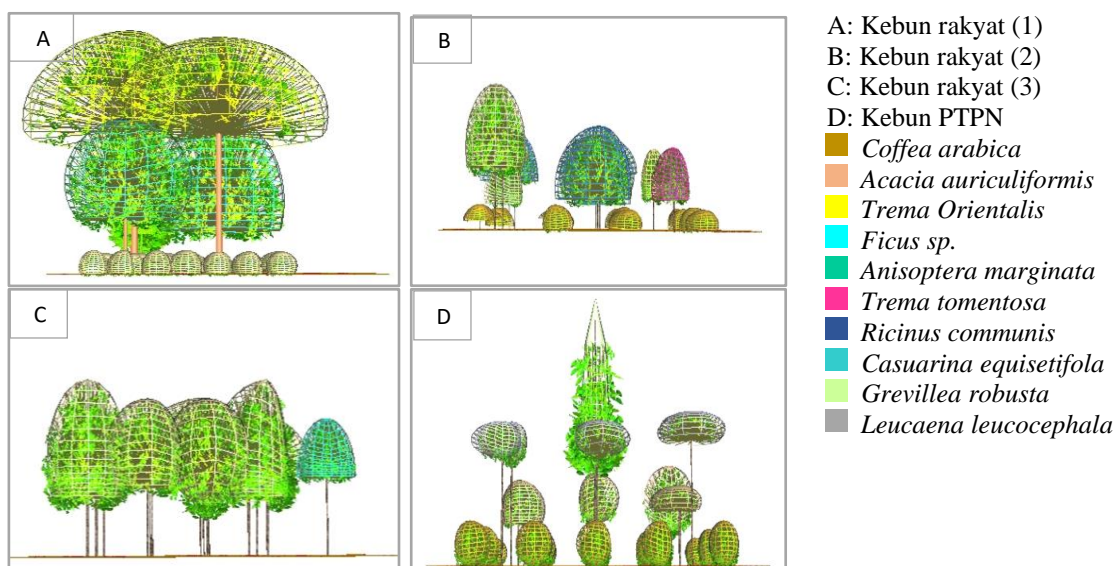
Gambar 3. Visualisasi Struktur Horizontal Pohon di Lokasi Penelitian  
 Figure 3. Visualization of the Horizontal Structure of Trees at the Research Location

Pola penyebaran seragam di lahan kebun kopi dapat terjadi karena adanya pengaturan pola tanam seperti tanaman Akasia dan Lamtoro ditanam berbaris dengan jarak 5-7 m sehingga tanaman kopi ditanam diantara tanaman penayang tersebut. Kondisi sebagian lahan kopi di kebun rakyat memiliki lahan yang datar dan miring sehingga tidak seragam dan menyebabkan pola tanam yang tidak teratur. Pola tanam yang mengikuti kondisi garis kontur atau bayangan yang memiliki tujuan untuk mengurangi tingkat bahaya erosi (Andriyani et al., 2019).

Berdasarkan gambar 2, struktur horizontal diperoleh dengan menghubungkan kerapatan pohon dan sebaran kelas diameter (Wijayanto & Prasetyo, 2021). Struktur horizontal kebun kopi menghasilkan kerapatan tertinggi pada tegakan dengan kelas diameter >2,5-10 cm yaitu sebesar 140 individu/0,03 ha dan kerapatan terendah pada kelas diameter >20 cm yaitu sebesar 16 individu/0,03 ha. Struktur horizontal di lahan PTPN menunjukkan kerapatan tertinggi pada tegakan dengan kelas diameter 2,5-10 cm yaitu

sebesar 48 individu/0,03 ha dan kerapatan terendah pada kelas diameter >20 cm yaitu sebesar 6 individu/0,03 ha.

Gambar struktur tegakan vertikal diatas menunjukkan bahwa 4 plot pengamatan memiliki komposisi vegetasi yang cukup rapat dan tumbuh dengan baik seperti pada plot C, dimana yang mendominasi yaitu tanaman akasia yang tumbuh cukup tinggi. Pada plot A, B dan D tersusun oleh jumlah individu tanaman kopi dan tanaman penayangnya serta memiliki kondisi pertumbuhan yang relatif baik. Hal ini terlihat dari penutupan tajuk tanaman penayang yang digunakan untuk melindungi kopi dari paparan sinar matahari secara langsung. Sejalan dengan (Saragih, 2017) menyatakan bahwa melalui lapisan tajuk, sinar matahari tidak berpengaruh langsung terhadap kopi sehingga kelembapan udara pada kebun kopi terjaga. Selain itu, lapisan tajuk berfungsi melindungi permukaan tanah dari terpaan air hujan, menjaga suhu, kelembapan udara dan kelembapan tanah di sekitar kebun.



Gambar 4. Visualisasi Struktur Vertikal Pohon di Lokasi Penelitian  
 Figure 4. Visualization of the Vertical Structure of Trees at the Research Location

Menurut (Wijayanto & Prasetyo, 2021), struktur vertikal diperoleh dengan menghubungkan kerapatan pohon dan kelas tinggi pohon. Struktur vertikal lahan kebun kopi *Ijen Geopark* disajikan pada Gambar 3, struktur vertikal menunjukkan nilai kerapatan tertinggi pada tegakan dengan kelas tinggi 1 m – 4 m sebesar 123 individu/0,12 ha dan kerapatan terendah pada tegakan dengan kelas tinggi 4m – 20 m sebesar 61 individu/0,12 ha. Struktur vertikal di lahan PTPN XII menunjukkan kerapatan tertinggi pada tegakan dengan kelas tinggi 1 m - 4 m sebesar 45 individu/0,12 ha dan kerapatan terendah pada tegakan dengan kelas tinggi 20 m – 30 m sebesar 0 individu/0,12 ha. Berdasarkan kelas tingginya, *Coffea arabica* dengan tinggi 1 m – 2,5 m berada pada stratum D, *Acacia auriculiformis*, *Falcataria mollucana*, *Leucaena leucocephala*, *Anisoptera marginata*, *Trema orientalis*, *Ficus sp.*, *Ricinus communis*, *Toona sureni*, dan *Grevillea robusta* dengan tinggi 4 m - 20 m berada pada stratum C. Sejalan dengan (Naiheli, 2022) jenis pohon penayang dengan kelas 4-20 meter memiliki jumlah terbanyak seperti tanaman enau, kelapa, jati dan kemiri bahkan terdapat pohon penayang yang mencapai stratum A (>30 m) seperti sukun, beringin dan kelapa. Menurut (Naharuddin,

2017) menyatakan bahwa tidak semua tipe ekosistem lahan memiliki lima stratum, tentu ada lahan-lahan yang memiliki stratum A, B, D dan E atau C, D, E dan lain sebagainya.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tumbuhan bawah, *Ageratina riparia* memiliki indeks nilai penting tertinggi yang artinya jenis tersebut mendominasi di semua lokasi. Sedangkan pada tingkat pohon, indeks nilai penting di KR2 dan KR3 memiliki sebaran yang lebih merata dibandingkan di KR1 dan PN. *Acacia auriculiformis* merupakan pohon penayang kopi yang paling banyak disukai oleh pengelola karena ditemukan di semua lokasi baik di kebun rakyat maupun PTPN.

Keanekaragaman vegetasi secara ekologis baik pada tingkat tumbuhan bawah maupun pohon di semua pengelolaan tidak berbeda. Indeks keanekaragaman tumbuhan bawah pada semua lokasi termasuk kategori sedang (1.14-1.47), sedangkan pohon termasuk kategori rendah-sedang (0.15-1.29). Indeks kekayaan tumbuhan bawah dan pohon pada semua lokasi

termasuk dalam kategori rendah (0.72-1.65). Indeks pemerataan tumbuhan bawah dan dan pohon termasuk dalam kategori rendah-sedang (0.21-0.84). Struktur vertikal menunjukkan nilai kerapatan tertinggi pada tegakan dengan kelas tinggi 1m – 4m sebesar 123 individu/0,12 ha dan kerapatan terendah pada tegakan dengan kelas tinggi 4m – 20 m sebesar 61 individu/0,12 ha.

## B. Saran

Analisis indeks ekologi menggambarkan bahwa tidak adanya perbedaan yang nyata pada vegetasi agroforestri dengan pengelolaan yang berbeda. Namun, diperlukan penguatan karakter keragaman untuk mendukung peran ekologi sebuah sistem agroforestri, terutama di sebuah Biosite kebun kopi Ijen Geopark.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andika R.T., Wicaksono K.P. (2020). Karakter fisiologi dan pertumbuhan tanaman kopi Arabika (*Coffea arabica*) pada manajemen yang berbeda di lahan agroforestry. *Jurnal Produksi Tanaman*. 8(1), 106-111.
- Andriyani, I., Wahyuningsih, S., Suryaningtias, S. (2019). Perubahan Tata Guna Lahan di Sub DAS Rembangan – Jember dan Dampaknya Terhadap Laju Erosi. *Agritech*, 39(2), 117-127.
- Aprilianti, A. N., Az-Zahra, A., Ummah, A. N. Azizah, R. (2021). Vegetasi di lereng selatan Taman Nasional Gunung Merapi Tahun. *Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 6(2), 144-159.
- Azizah, P. N. (2017). Analisis vegetasi di kawasan sekitar mata air Ngambel, Kecamatan Pajangan, Kabupaten Bantul. *Jurnal Riset Daerah*, 16(1), 2685-2702.
- Baderan, D.W.K., Rahim, S., Angio, M., (2021). Keanekaragaman, pemerataan, dan kekayaan spesies tumbuhan dari geosite Potensial Benteng Otanaha sebagai rintisan Pengembangan Geopark Provinsi Gorontalo. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 14(2), 264-274.
- Bote, A.D., PC Struik. (2011). Effects of shade on growth, production, and quality of coffee (*Coffea arabica*) in Ethiopia. *Horticulture and Forestry*, 3(11), 336 -341.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pengurus harian Ijen Geopark (PHIG) dan semua mahasiswa yang telah bekerja keras dan berkontribusi secara signifikan terhadap keberhasilan penelitian ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Jember (LP2M UNEJ) atas dukungan dana yang diberikan. Dukungan dan kolaborasi dari semua pihak telah membantu dalam mewujudkan tujuan penelitian ini, yang tidak hanya berfokus pada aspek keilmuan tetapi juga pada pelestarian lingkungan dan pembangunan ekonomi lokal.

- Goreti, T., Muin, A., Burhanuddin. (2021). Keanekaragaman jenis tumbuhan bawah tanaman akasia (*Acacia mangium* Willd) di Bukit Penghijauan Mandor Kabupaten Landak. *Jurnal Hutan Lestari*, 9 (1), 14-24.
- Hayyun, D, Megantara, A.E., Parikesit. (2018). Kajian layanan ekosistem pada sistem agroforestri berbasis kopi di Desa Cisero, Garut. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan* 2(3), 200-219.
- Indriyanto. (2006). *Ekologi Hutan*. Jakarta, ID: Bumi Aksara.
- Ismaini, L., Lailati, M., Rustandi, Sunandar, D. (2015). Analisis komposisi dan keanekaragaman tumbuhan di Gunung Dempo, Sumatera Selatan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 1(6), 1397-1402.
- Koutika, L.S., Richardson, D.M.. (2019). *Acacia mangium* Willd: Benefits and threats associated with its increasing use around the world. *Forest Ecosystems*, 6 (2), 1-13.
- Ludwig J.A., Reynolds J.F. (1988). *Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing*. New York: Wiley-Interscience Pub.
- Magurran A.E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. London: Croom Helm Ltd.
- Mangopang, A.D. (2016). Morfologi *Trema orientalis* (L.) Blume dan manfaatnya sebagai tanaman pionir restorasi tambang nikel.

- Prosiding Seminar Nasional from Basic Science to Comprehensive Eductaion, 121-126.
- Muliasari AA, Wachjar A, Supijatno. (2016). Optimasi intensitas naungan pada pertumbuhan bibit kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Vokasi Indonesia, 97-108.
- Naharuddin. (2017). Komposisi dan Struktur Vegetasi dalam Potensinya sebagai Parameter Hidrologi dan Erosi. *Jurnal Hutan Tropis* 5(1): 134-142.
- Nesper, M., Kueffer, C., Krishnan, S., Kushalappa, C. G., Ghazoul, J. (2017). Shade tree diversity enhances coffee production and quality in agroforestry systems in the Western Ghats. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 247, 172-181.
- Naiheli FR, Seran Wilhelmina, Pramatana Fadlan, Kaho LMR. (2022). Struktur dan Komposisi serta Status Regenerasi Mamar Desa Beaneno, Kecamatan Sasitamean, Kabupaten Malaka. *Jurnal Kehutanan Papuasiasia* 8(2) : 342-355.
- Parmadi, E. H., I. Dewiyanti dan S. Karina. (2016). Indeks Nilai Penting Vegetasi Mangrove Di Kawasan Kuala Idi, Kabupaten Aceh Timur. *Ilmiah mahasiswa kelautan dan perikanan unsyiah*, 1(1): 82-95
- Priyadarshini, R., Hairiah, K., Suprayogo, D., Baon, J.B. (2011), Keragaman pohon penayang pada kopi berbasis agroforestri dan pengaruhnya terhadap layanan ekosistem, *Penelitian Hayati Edisi Khusus*, 81-85.
- Reza, M, Naila, F.Q. (2020). Kajian komoditas unggulan kehutanan dalam mendukung industri kreatif batik kayu Kabupaten Gunungkidul. *Journal of regional and rural development planning*, 4(3), 186-194.
- Rozak, A., Astuti, S., Mutaqien, Z., Sulistyawati, E. (2020). Efektivitas penggunaan tiga indeks keanekaragaman pohon dalam komunitas hutan: Studi kasus di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Indonesia. *Jurnal Penelitian hutan dan konservasi alam*, 17(1), 35-47.
- Saragih, J.R., (2017), Aspek sosioekologis usahatani kopi Arabika di dataran tinggi Kabupaten Simalungun Sumatera Utara. *Jurnal Sosiohumaniora*, 19(3), 253-259.
- Wahyuningsih E., Faridah E., Budiadi, Syahbudin A. (2019). Komposisi dan keanekaragaman tumbuhan pada habitat ketak (*Lygodium circinatum* (Burm. (SW.)) di Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. *Hutan Tropis* 7(1), 92-105.
- Wijayanto N, Prasetyo A. 2021. Struktur vegetasi, komposisi, dan serapan karbon pekarangan di Desa Duyung, Kecamatan Trawas, Kabupaten Mojokerto. *Jurnal Silvikultur Tropika* 12(3), 144-150.
- Yuliantoro, D., Frianto, D., (2019), Analisis vegetasi tumbuhan di sekitar mata air pada dataran tinggi dan rendah sebagai upaya konservasi mata air di Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah, *Jurnal Dinamika Lingkungan Indonesia*, 6(1), 1–7.
- Zulkarnain. (2016). Evaluasi kondisi vegetasi dan visualisasi struktur tegakan pada areal revegetasi blok tambang selatan PT. Antam TBK UPB Nikel Pomalaa. *Ecogreen*, 2(1), 11-20.