

**PENILAIAN KESEHATAN HUTAN DI TAMAN WISATA ALAM
BIPOLO, DESA BIPOLO, KECAMATAN SULAMU, KABUPATEN
KUPANG**

Kristina Funan, Astin Elise Mau, Roni Haposan Sipayung, Frank Samelino Tita

Email : kristinafunan676@gmail.com

Taman Wisata Alam (TWA) Bipolo merupakan kawasan konservasi yang menghadapi tekanan berupa alih fungsi lahan, kebakaran hutan, pembalakan liar, serta kerusakan vegetasi yang berpotensi menurunkan kualitas ekosistem. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesehatan hutan di TWA Bipolo, Desa Bipolo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang. Metode yang digunakan adalah *Forest Health Monitoring* (FHM) dengan teknik *purposive sampling* pada 31 klaster plot dengan intensitas sampling 10%. Penilaian kesehatan hutan dilakukan berdasarkan empat indikator, yaitu vitalitas, produktivitas, biodiversitas, dan kualitas tapak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi kesehatan hutan TWA Bipolo berada pada kategori sedang dengan nilai akhir 2,719. Indikator vitalitas menunjukkan kondisi kerusakan pohon tergolong sehat dengan nilai rata-rata 4,04 dan kondisi tajuk 3,17. Produktivitas memiliki nilai rata-rata luas bidang dasar 0,134 dan volume pohon 1,449. Biodiversitas tergolong sedang dengan nilai 2,082, sedangkan kualitas tapak menunjukkan pH tanah 6,13 (agak masam) dan kelembapan tanah 3,18 (lembap).

Kata Kunci : TWA Bipolo, *Forest Health Monitoring*, Indikator

I. PENDAHULUAN

Hutan menurut undang-undang Nomor 41 Tahun 1999 adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungan, yang satu dengan yang lainnya tidak dapat di pisahkan. Hutan yang dikelola secara lestari memiliki kualitas lingkungan yang lebih baik dibandingkan hutan yang ditebang secara ilegal (Supriyadi *et al.*, 2019 dalam Sari *et al.*, 2024). Namun, permasalahan yang sering terjadi adalah kerusakan hutan yang menyebabkan penurunan fungsi serta potensi hutan tersebut. Kerusakan hutan sebagian besar disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti perluasan lahan pertanian yang tidak terstruktur, peningkatan area perkebunan terjadinya kebakaran hutan, dan meningkatnya pembalakan liar (Kuma, 2020). Di sisi lain, isu global yang terjadi saat ini, seperti perubahan iklim global dan peningkatan jumlah penduduk memiliki keterkaitan dengan kondisi dan status hutan (Safe'i & Tsani, 2017). Situasi tersebut membutuhkan penanganan yang tepat agar tidak merusak atau menurunkan kualitas kesehatan hutan.

Pemantauan kesehatan hutan adalah upaya untuk menilai kondisi ekosistem hutan melalui metode *Forest Health Monitoring* (FHM). Sistem tersebut dapat memberikan pengelolaan bagi para pengelola hutan sehingga terwujudnya prinsip-prinsip kelestarian hutan (Safe'i *et al.*, 2019). Pemantauan kesehatan hutan bertujuan untuk mengetahui kondisi hutan saat ini, memantau perubahan yang terjadi kedepannya, serta mengidentifikasi potensi kecenderungan yang mungkin dapat terjadi akibat aktivitas yang telah dilakukan pada hutan tersebut. Informasi kondisi kesehatan ekosistem hutan dibeberapa negara sudah menjadi tujuan dalam

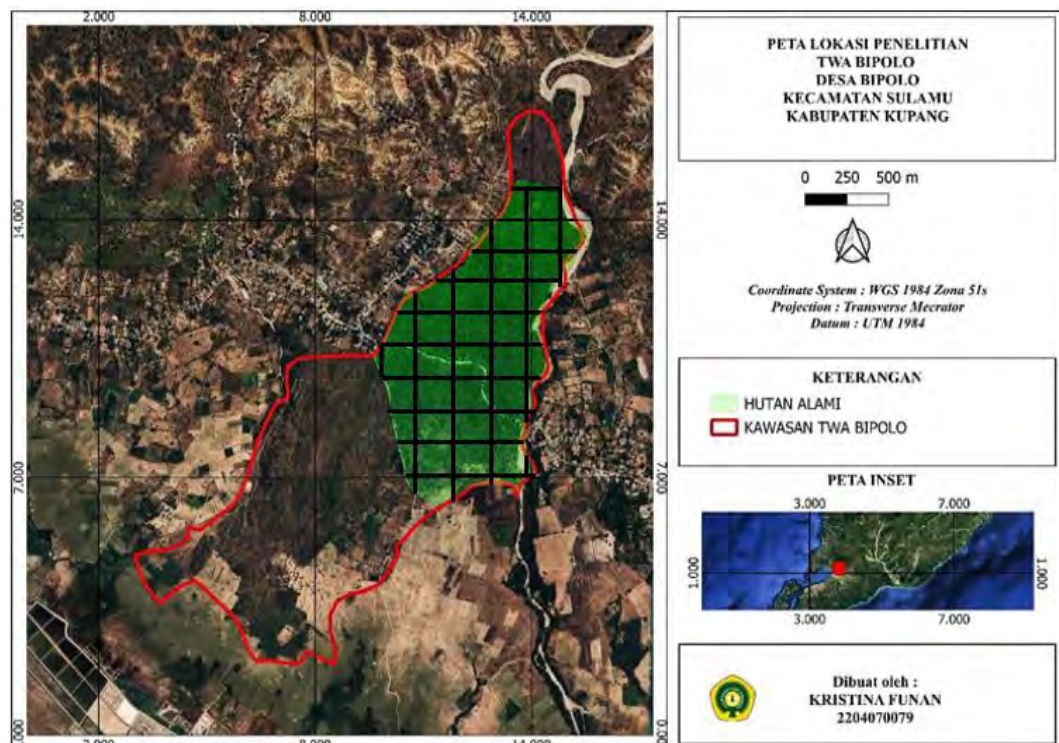
manajemen pengelolaan hutan (Haikal *et al.*, 2020). Menurut (Safe'i *et al.*, 2019) menyatakan bahwa belum ada perhatian serius terhadap pentingnya kesehatan hutan dalam upaya mewujudkan pengelolaan hutan secara lestari. Salah satunya adalah di kawasan Taman Wisata Alam Bipolo.

Taman Wisata Alam (TWA) Bipolo terletak di Desa Bipolo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Berdasarkan SK Menteri Kehutanan No. 3911/MENHUT-VII/KUH/2014 tanggal 14 Mei 2014, terjadi perubahan luasan dari 352,62 ha menjadi 308,61 Ha (Leki *et al.*, 2020). Menurut Kesatuan Resort Pemangkuan Hutan (KPRH) Bipolo, sebagian besar kawasan dialihfungsikan menjadi sawah tadah air hujan dan lahan pertanian yang dilakukan sejak tahun 1986 saat itu masih dikelola oleh 60 Kepala Keluarga (KK) (Kuma, 2020). Hasil observasi lapangan juga menunjukkan bahwa selain adanya lahan perkebunan, di kawasan Taman Wisata Alam Bipolo juga ditemukan berbagai kerusakan vegetasi.

Penelitian ini hanya berfokus pada satu rumusan masalah yaitu Bagaimana Tingkat Kesehatan Hutan di Taman Wisata Alam Bipolo, Desa Bipolo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan pada bulan Januari 2026, di Kawasan Taman Wisata Alam Bipolo, Desa Bipolo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang. Alat dan bahan yang digunakan yaitu *phiband*, aplikasi *avenza maps*, kamera hp, alat tulis, *tally sheet*, *microsoft excel*, tali rafia, *soil tester analog*,



haga meter, buku panduan kesehatan hutan, tanah dan tegakan pohon.

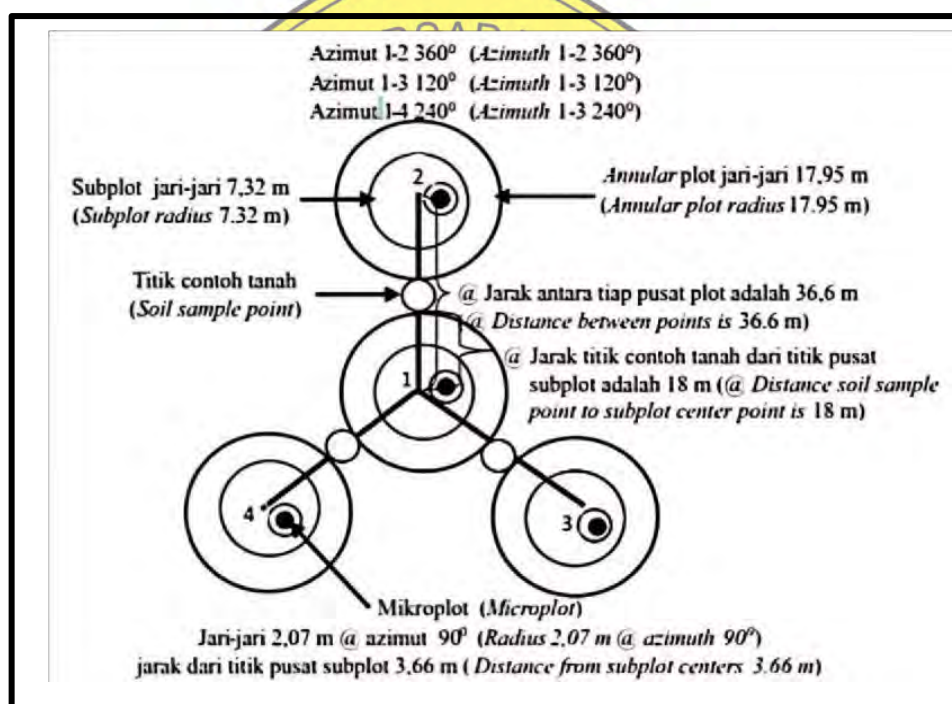
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan yaitu metode *Forest Health Monitoring* (FHM) dan metode *purposive sampling*. Metode *Forest Health Monitoring* (FHM) adalah metode pemantauan kondisi kesehatan hutan yang diintroduksi oleh USDA untuk memonitor kesehatan hutan (Pratiwi & Safe'i, 2018). *Purposive sampling* merupakan teknik pengambilan data dengan

menggunakan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2010 *dalam* Rochmah *et al.*, 2020). Pertimbangan yang dimaksud berupa lokasi yang secara visual menunjukkan kerusakan yang tampak pada vegetasi sebagai dasar pemilihan sampel.

Prosedur Penelitian

Pembuatan plot penelitian dibuat berdasarkan desain kluster plot *Forest Health Monitoring* (FHM). Luasan satu kluster plot adalah $4048,93 \text{ m}^2$ atau 0,4 Ha (Tamin *et al.*, 2022).



Gambar 2. Desain Kluster Plot FHM

Peraturan Kehutanan No. P33/Menhut-II/2009 mengenai kriteria dan standar inventarisasi hutan, ditetapkan bahwa untuk kawasan hutan dengan luas lebih dari 1000 Ha, intensitas sampling yang digunakan adalah 2%. Sementara itu, untuk luas hutan kurang dari 1000 Ha, intensitas sampling yang digunakan

yaitu 5% hingga 10%. Luas hutan alam Taman Wisata Alam Bipolo adalah 123 Ha, sehingga untuk pengambilan data menggunakan intensitas sampling 10%. Berikut perhitungan jumlah klaster plot :

Luas seluruh plot yang akan diamati = IS x Luas Kawasan

$$= 10\% \times 123 \text{ Ha}$$

$$= 12,3 \text{ Ha}$$

Jumlah Klaster Plot

$$= \frac{\text{Luas Petak Ukur}}{\text{Luas klaster Plot}}$$

$$= \frac{12,3}{0,4}$$

$$= 31 \text{ klaster plot}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan jumlah klaster plot yang diambil di tipe hutan alam Kawasan Taman Wisata Alam Bipolo sebanyak 31 klaster plot.

Analisis Data

1. Indikator Vitalitas

a. Kerusakan Pohon

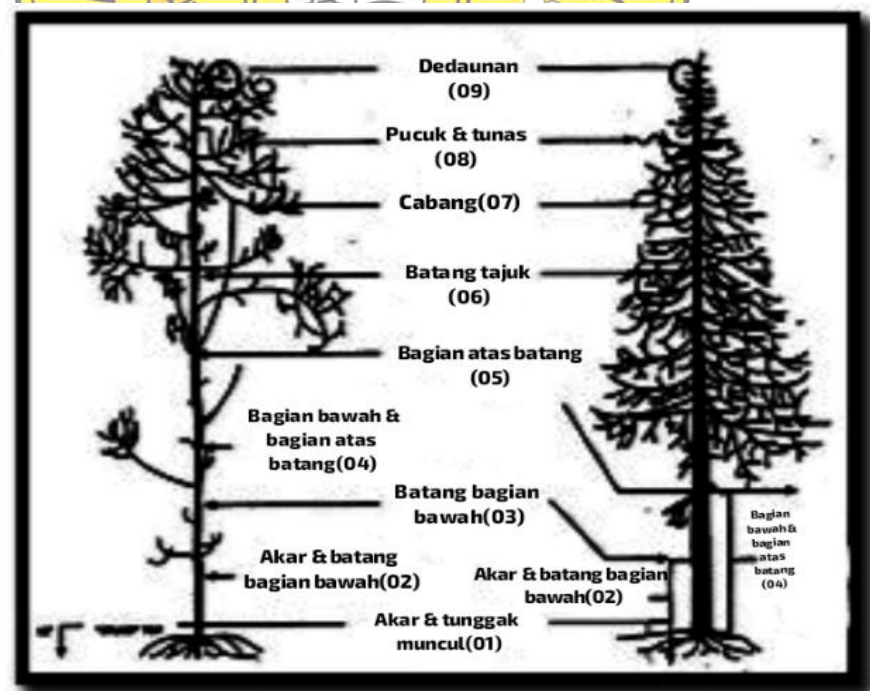
a. Lokasi Kerusakan Pohon

Menurut Ginting, (2024), lokasi kerusakan adalah bagian pohon tempat kerusakan ditemukan.

Tabel 1 Lokasi Kerusakan Pohon

Kode	Lokasi Kerusakan Pohon
0	Tidak ada kerusakan
1	Akar dan tunggak muncul (12 inci/30 cm tingginya titik ukur di atas tanah

2	Akar dan batang bagian bawah
3	Batang bagian bawah (setengah bagian bawah dari batang antara tunggak dan dasar tajuk hidup)
4	Bagian bawah dan bagian atas
5	Bagian atas batang (setengah bagian atas dari batang antara tunggak dan dasar tajuk hidup)
6	Batang tajuk (batang utama di dalam daerah tajuk hidup, di atas dasar tajuk hidup)
7	Cabang (lebih besar 2,45 cm pada titik percabangan terhadap batang utama atau batang tajuk di dalam daerah tajuk hidup)
8	Pucuk dan tunas (pertumbuhan tahun-tahun terakhir)
9	Daun



Gambar 3 Lokasi Kerusakan Pohon (Safe`i *et al.*, 2020)

b. Tipe Kerusakan Pohon

Tipe kerusakan adalah kerusakan yang disebabkan oleh hama dan penyakit (biotik atau abiotik) dan memenuhi ambang batas minimal 20% pada bagian pohon. Setiap tipe kerusakan dikodekan dengan nomor mulai dari 01-31, di mana kode terkecil menunjukkan prioritas tertinggi (Ginting, 2024).

Tabel 2. Tipe Kerusakan Pohon

Kode	Tipe Kerusakan
01	Kanker
02	Konk, tumbuh buah dan indikator lain
03	Luka terbuka
04	Resinosis / Gummosis
05	Batang pecah
06	Sarang rayap
11	Batang/akar patah < 3 kaki dari batang
12	Brum pada akar atau batang
13	Akar patah/mati > 3 kaki dari batang
20	Liana
21	Hilangnya pucuk dominan/mati
22	Cabang patah/mati
23	Percabangan/brum yang berlebih
24	Daun, pucuk atau tunas rusak
25	Daun berubah warna
26	Karat paru/tumor
31	Lain-lain

c. Tingkat Keparahahan

Tingkat keparahan adalah persentase luas bagian pohon yang terserang atau rusak dalam satu lokasi tertentu. Kerusakannya dicatat apabila presentase keparahannya dapat mencapai minimal 20% dari area tersebut (Ginting, 2024).

Tabel 3. Skor Nilai Keparahahan

Kelas	Kode
20-29%	2
30-39%	3
40-49%	4
50-59%	5
60-69%	6
70-79%	7
80-89%	8
90-99%	9

Parameter-parameter dalam penilaian kerusakan pohon kemudian digunakan untuk menghitung Indeks Kerusakan (IK). Bobot nilai yang didapat pada masing-masing parameter akan disajikan dalam tabel 4

Tabel 4. Bobot Nilai Masing-Masing Parameter

Kode Lokasi Kerusakan Pohon	Nilai Pembobotan (X)	Kode Tipe Kerusakan	Nilai Pembobotan (Y)	Kode tingkat keparahan/kerusakan pohon	Nilai pembobotan (Z)
0	0	01;26	1,9	0	1,0
1	2,0	02	1,7	1	1,1
2	2,0	03;04	1,5	2	1,2
3	1,8	05	2,0	3	1,3
4	1,8	06	1,5	4	1,4
5	1,6	11	2,0	5	1,5
6	1,2	12	1,6	6	1,6
7	1,0	13;20	1,5	7	1,7
8	1,0	21	1,3	8	1,8

9	1,0	22;23;24 ;25;31	1,0	9	1,9
---	-----	--------------------	-----	---	-----

b. Kondisi Tajuk

Selain penilaian kerusakan pohon ada juga penilaian kondisi tajuk dalam indikator vitalitas. Kondisi tajuk dilakukan untuk mendapatkan nilai *Visual Crown Ratio* (VCR). Terdapat lima parameter yang digunakan dalam penilaian kondisi tajuk yaitu rasio tajuk hidup, kerapatan tajuk, diameter tajuk, dan *dieback*.

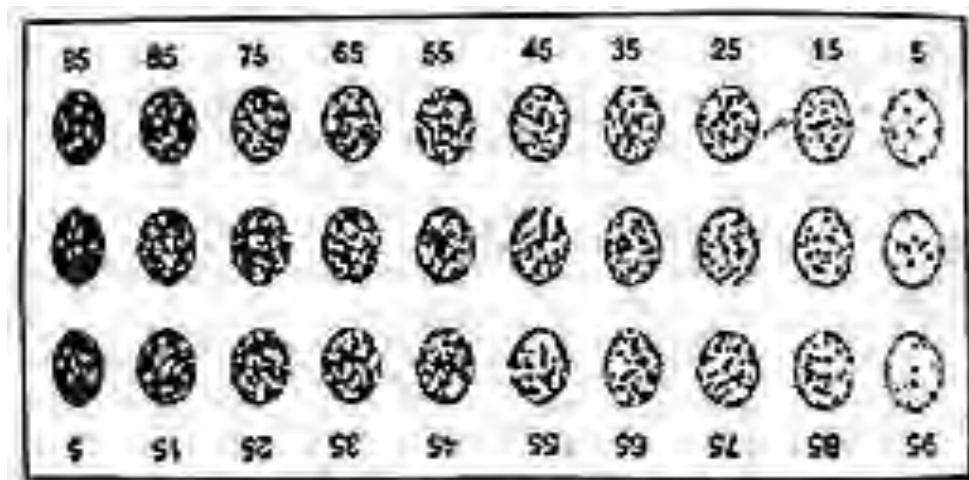
- d. Rasio Tajuk Hidup (*live Crown Ratio-LCR*). Pengukuran kondisi tajuk pohon didapatkan dari perbandingan antara tinggi bagian tajuk dengan tinggi total pohon.



Gambar 4. Rasio Tajuk Hidup

- e. Kerapatan dan Transparansi Tajuk

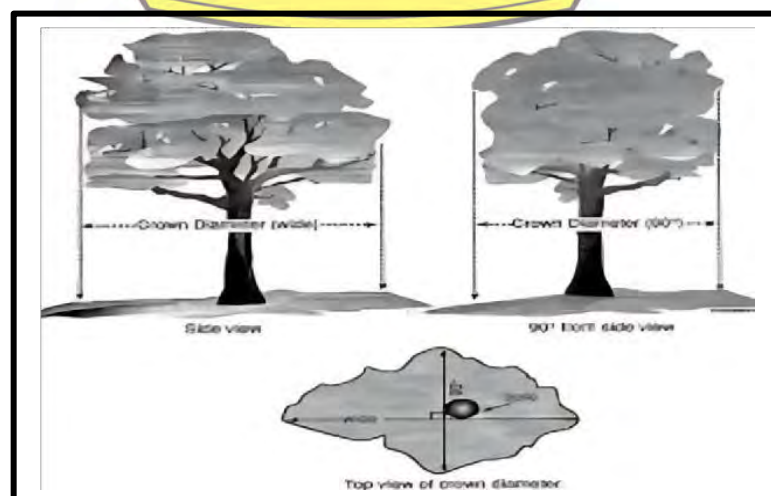
Pengukuran dilakukan dengan menggunakan magic card yaitu pengukuran dilakukan dengan menerawang ke atas tajuk pohon kemudian mencocokkan kondisi tajuk yang dilihat *magic card* kemudian mencatatnya.



Gambar 5 Kerapatan dan Transparansi Tajuk

f. Diameter Tajuk

Pengambilan data dilakukan dengan mengukur diameter tajuk terlebar dan diameter tajuk 90° dengan menggunakan rol meter.



Gambar 6. Diameter Tajuk

g. Mati Pucuk (*Dieback*)

Pengukuran dilakukan dengan mengamati bagian pucuk tajuk kemudian mencatat hasil pengamatan apakah pucuk pohon mengalami kematian atau tidak.

Setelah melakukan pengukuran menggunakan 5 (lima) parameter tersebut kemudian akan dilakukan pengolahan data untuk mendapat nilai *Visual Crown Ratio* (VCR) berdasarkan pada tabel 3.

Tabel 4. Skor Nilai VCR

Parameter	Kriteria		
	Bagus (Nilai=3)	Sedang (Nilai=2)	Jelek (Nilai=1)
Rasio Tajuk Hidup	$\geq 40\%$	20 – 35 %	5 – 15 %
Kerapatan Tajuk	$\geq 55\%$	25 – 50 %	5 – 20 %
Transparansi Tajuk	0 – 45%	50 – 70 %	$\geq 75\%$
Diameter Tajuk	$\geq 10,1$ m	2,5 – 10 m	$\leq 2,4$ m
Dieback	0 – 5 %	10 – 25 %	$\geq 30\%$

Setelah mendapatkan nilai VCR berdasarkan kriteria pada tabel 4, nilai itu kemudian dikategorikan berdasarkan kriteria pada tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Nilai VCR

Nilai VCR	Kriteria
4 (Tinggi)	Seluruh parameter kondisi tajuk bernilai 3, atau hanya 1 parameter yang memiliki nilai 2, tidak ada parameter yang bernilai 1
3 (Sedang)	Lebih banyak kombinasi antara nilai 3 dan 2 pada parameter tajuk, atau semua bernilai 2, tetapi tidak ada parameter yang bernilai 1
2 (Rendah)	Setidaknya 1 parameter bernilai 1, tetapi tidak semua parameter

1 (Sangat Rendah)	Semua parameter kondisi tajuk bernilai 1
-------------------	--

2. Indikator Produktivitas

a. Luas Bidang Dasar (LBDs)

Luas bidang dasar dalam indikator produktivitas merupakan parameter yang mudah diukur (Rochmah *et al.*, 2020).

Nilai LBDs dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{LBDs} : \frac{1}{4}\pi (d)^2$$

Keterangan :

LBDs : Luas bidang dasar tiap pohon (m²)

π : Konstanta (3,14)

b. Volume Pohon

Penaksiran volume pohon dilakukan berdasarkan parameter pertumbuhan pohon atau tegakan seperti diameter, tinggi dan luas bidang dasar. Selain itu, penaksiran tersebut bergantung pada hubungan kuantitatif antara parameter yang diukur, sehingga dengan mengukur dan menggabungkan parameter-parameter yang diukur dapat mengetahui volume tegakan hutan (Safe'i & Tsani, 2017). Untuk menghitung volume pohon dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V : \frac{1}{4}\pi \cdot d^2 \cdot h \cdot f$$

Keterangan :

V : Volume Pohon

h : Tinggi total pohon

d : Diameter setinggi dada (1,3 m)

f : Angka bentuk (0,7)

3. Indikator Biodiversitas

Indeks keanekaragaman atau *diversity index* yang dihitung menggunakan rumus *Shannon -wiener*, yang menggabungkan jumlah jenis dan pemerataan relatif setiap jenis dalam komunitas (Tambila *et al.*, 2024).

$$H' : -\sum p_i \ln p_i$$

Keterangan :

H' : Indeks keanekaragaman

$\ln$: Logaritma Natural

p_i : n_i/N

N_i : Jumlah individu jenis ke i

N : Jumlah individu seluruh jenis

Ariandi & Khaerati (2016), menyatakan bahwa kriteria nilai indeks keanekaragaman jenis sebagai berikut :

$H' < 1$: Tingkat keanekaragaman jenis rendah

$1 \leq H' \leq 3$: Tingkat keanekaragaman jenis sedang

$H' > 3$: Tingkat keanekaragaman jenis tinggi

4. Indikator Kualitas Tapak

Keadaan tapak yang baik sangat penting dalam menjaga kesehatan hutan karena mempengaruhi kemampuan tanah dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kondisi kesuburan tanah seperti kandungan pH tanah dan kelembapan tanah mencerminkan kualitas tapak yang baik. pH tanah secara langsung memengaruhi pertumbuhan tanaman seperti pengaruhnya terhadap kelarutan dan ketersediaan unsur hara (Tian, 1995 *dalam* Soekamto, 2015). Sedangkan, kelembapan tanah merupakan indikator utama dalam menentukan kapasitas tanah dalam mendukung kehidupan tumbuhan, terutama dalam kaitannya dengan ketersediaan air bagi tanaman. Penilaian pH tanah dan kelembapan tanah dapat dilihat pada tabel 6 dan 7.

Tabel 6 Penilaian pH Tanah

Nilai pH	Kategori
< 4,5	Sangat masam
4,5 – 5,5	Masam
5,5 – 6,5	Agak masam
6,6 – 7,5	Netral
7,6 – 8,5	Agak alkalis
>8,5	Alkalis

Tabel 7 Kelas Kelembapan Tanah

Nilai Kelembapan	Kategori
> 4,2	Kering
2,54 – 4,2	Lembap
< 2,54	Basah

5. Penilaian Akhir Kesehatan Hutan

$$\text{NKH} = \sum (\text{NT} \times \text{NS})$$

Keterangan :

NKH = Nilai akhir kondisi kesehatan hutan

NT = Nilai tertimbang parameter dari masing-masing indikator

NS = Nilai skor dari masing-masing parameter

Kriteria kesehatan hutan dibagi menjadi 3 (tiga) bagian yaitu kriteria tidak sehat, sedang dan sehat, dimana nilai kategori tersebut diperoleh dari nilai skor indikator tertinggi dikurangi nilai terendah dibagi dengan jumlah kategori.

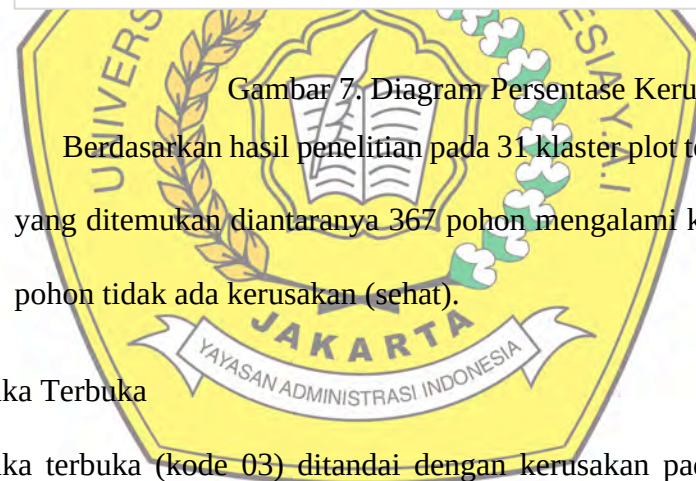
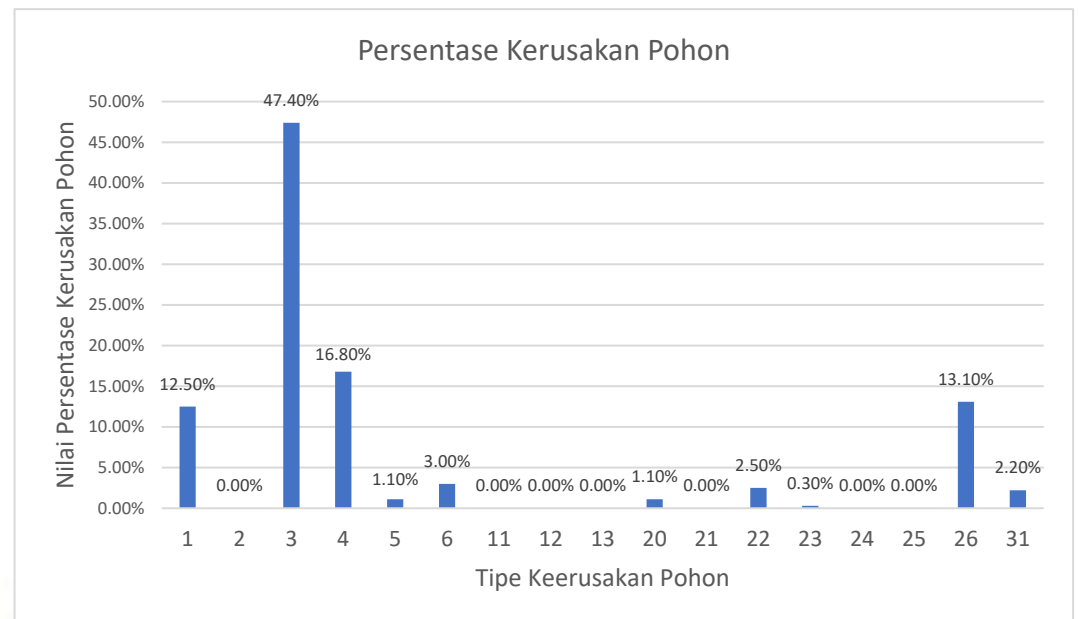
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Indikator Vitalitas

a. Kerusakan Pohon

Kerusakan pohon merupakan kondisi di mana pohon mengalami gangguan akibat berbagai faktor yang dapat menghalangi pertumbuhannya atau menyebabkan penurunan fungsinya. Dari hasil penelitian ditemukan berbagai tipe kerusakan pohon yaitu kanker (01), luka terbuka (03), resinosis/gummosis (04), batang pecah (05), sarang rayap (06), liana (20), cabang patah/mati (22), percabangan/brum yang

berlebihan (23), karat paru atau tumor (26), dan lain-lain (31).



Gambar 7. Diagram Persentase Kerusakan Pohon

Berdasarkan hasil penelitian pada 31 klaster plot terdapat 640 pohon yang ditemukan diantaranya 367 pohon mengalami kerusakan dan 273 pohon tidak ada kerusakan (sehat).

- Luka Terbuka

Luka terbuka (kode 03) ditandai dengan kerusakan pada bagian batang, cabang atau akar yang terbuka akibat berbagai faktor. Luka terbuka yang sering ditemukan di lokasi penelitian berupa luka bakar dan sayatan benda tajam yang secara umum diakibatkan oleh aktivitas manusia. Kondisi ini berpotensi menjadi titik awal masuknya berbagai jenis patogen ke dalam jaringan batang, sehingga meningkatkan resiko gangguan kesehatan pohon. Hal ini sejalan dengan Waruwu *et al.*, (2020) yang menyatakan bahwa, kerusakan berupa luka terbuka dapat meningkatkan kerentanan pohon

terhadap serangan patogen yang berpotensi menimbulkan kerusakan pada tanaman.

- Resinosis/Gummosis

Resinosis/gummosis (kode 04) adalah kondisi keluarnya getah dari batang atau cabang pohon. Kerusakan ini biasanya merupakan respons terhadap luka, infeksi atau stres lingkungan yang dapat menandakan adanya gangguan kesehatan pohon. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, ditemukan adanya rongga kecil pada bagian batang, disertai keluarnya cairan cokelat gelap yang keluar dari titik kerusakan. Gejala tersebut menunjukkan adanya respons tanaman terhadap gangguan pada jaringan, yang umumnya muncul akibat pelukaan oleh organisme atau infeksi jamur patogen. Hal ini sejalan dengan Pracaya (2008) dalam Pertiwi *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa, resinosis/gummosis terjadi pada tanaman yang terluka oleh hama maupun patogen sehingga keluar cairan jernih atau coklat.

- Karat Paru/Tumor

Karat paru/tumor (kode 26) ditandai dengan adanya benjolan, pembengkakan atau pertumbuhan tidak normal pada batang atau cabang. Berdasarkan hasil pengamatan di lokasi penelitian, tumor pada tanaman diduga terjadi akibat pertumbuhan jaringan yang abnormal karena pembelahan dan pembesaran sel yang tidak terkendali, yang dapat dipengaruhi oleh gangguan pengaturan pertumbuhan, ketidakseimbangan hormon, luka pada jaringan tanaman, serta adanya serangan organisme

penyebab penyakit, sehingga terbentuk benjolan atau pembengkakan pada bagian tanaman yang terinfeksi. Hal ini sejalan dengan pendapat Anggraeni (2009) yang menyatakan bahwa terbentuknya tumor merupakan gejala hiperplasia (penambahan sel atau organ) yang disebabkan oleh pembelahan sel yang bertambah banyak dan membentuk sel-sel yang lebih besar yang akan menambah besar organ.

- Kanker

Menurut Pertiwi *et al.*, (2019), kerusakan kanker terjadi pada bagian-bagian berkayu, pada kulit batang, cabang atau akar ditandai dengan terdapatnya bagian yang mati mengering dan kulit pecah-pecah. Kerusakan kanker umumnya disebabkan oleh gangguan pada jaringan tanaman akibat infeksi patogen yang masuk melalui luka, kemudian berkembang dan merusak kulit batang, kambium, atau jaringan pembuluh. Selain itu, kondisi lingkungan yang kurang mendukung, stres tanaman serta kelembaban tinggi juga dapat mempercepat muncul dan berkembangnya kanker pada pohon.

- Sarang Rayap

Sarang rayap (kode 06) ditandai dengan adanya kerak tanah yang menjalar dan menutupi bagian batang pohon. Perilaku rayap dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti tingkat kelembapan, suhu, dan ketersediaan sumber makanan. Aktivitas rayap juga sangat dipengaruhi oleh keberadaan bahan organik di dalam tanah serta kondisi tanah yang lembap. Sarang rayap dapat menyebabkan kerusakan jaringan dan struktur tanaman

karena keberadaannya di dalam batang dapat melemahkan kondisi tanaman.
(Luth, 2020 *dalam* Ardiansyah *et al.*, 2025).

- Cabang Patah/ Mati

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan menunjukan bahwa kerusakan ini umumnya disebabkan oleh manusia di mana ditandai dengan adanya luka mekanis pada cabang, seperti bekas sayatan, patahan yang kemudian menyebabkan jaringan menjadi rusak. Selain itu, kerusakan ini juga disebabkan oleh terpaan angin yang kencang sehingga mengalami tekanan yang berlebih. Hal ini sejalan dengan Fikri *et al.*, (2023) yang menyatakan bahwa patahnya cabang juga disebabkan oleh angin kencang dan hujan yang berterusan sehingga cabang pohon yang mengalami lapuk akan mudah patah.

- Batang Pecah

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan menunjukan bahwa kerusakan ini umumnya terjadi akibat kondisi lingkungan seperti angin kencang serta aktifitas organisme di dalam pohon tersebut. Kondisi ini menyebabkan bagian dalam batang pohon menjadi terbuka dan dapat terlihat dari luar. Hal ini sejalan dengan pertiwi *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa bagian batang sampai bagian dalam kayu terlihat melalui sela sela batang yang pecah.

- Liana

Liana merupakan tumbuhan merambat yang menempel dan tumbuh pada pohon, yang dapat menghambat pertumbuhan pohon dengan merebut

cahaya, air dan nutrisi serta menambah beban pada struktur pohon. Kerusakan seperti liana pada batang mengganggu pertumbuhan karena persaingan cahaya dan ruang. Faktor penyebab adanya liana pada pohon umumnya berkaitan dengan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhannya, seperti intensitas cahaya yang cukup, kerapatan vegetasi, serta minimnya gangguan pada habitat.

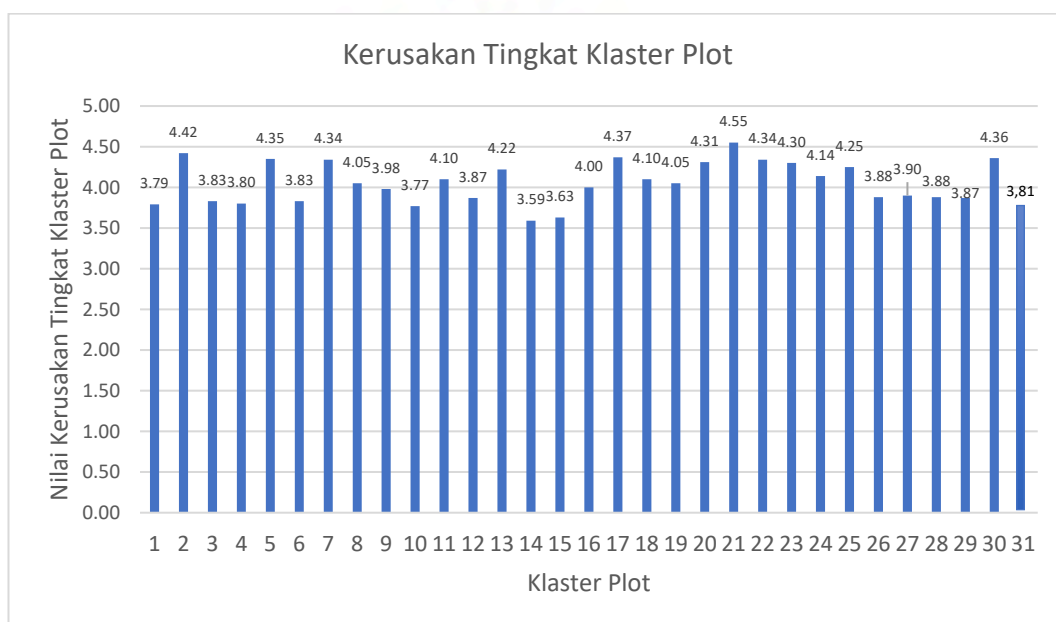
- Percabangan/Brum Yang Berlebihan

Kerusakan ini umumnya ditandai dengan kondisi percabangan yang terlalu rapat atau tidak normal (tumbuh tidak teratur), yang dapat mengurangi kekuatan struktur pohon, menghambat sirkulasi udara dan meningkatkan resiko terkena penyakit lainnya. Menurut Rikto (2010) dalam Fikri *et al.*, (2023) menyatakan bahwa pertumbuhan tumbuhan yang tidak normal, seperti pertumbuhan batang yang berlebihan, diduga dipengaruhi oleh kelainan genetik yang diwariskan dari induknya serta faktor lingkungan di tempat tumbuh. Kondisi tersebut dapat berdampak besar terhadap proses perkembangbiakan pohon karena pertumbuhan tunas yang berlebihan menyebabkan penyaluran hasil metabolisme menjadi kurang optimal.

- Gerowong

Gerowong merupakan jalur atau terowongan yang dibuat oleh rayap dari campuran tanah, partikel kayu, dan air liur, yang digunakan sebagai sarana untuk berpindah tempat dan mencari sumber makanan. Struktur ini berfungsi melindungi rayap dari kondisi lingkungan yang tidak

menguntungkan seperti cahaya, udara kering, serta serangan predator, sekaligus menjaga kelembapan yang dibutuhkan untuk kelangsungan hidupnya. Menurut Rikto (2010) *dalam* Tambila *et al.*, (2023) menyatakan bahwa tipe kerusakan batang gerowong pada pohon merupakan tingkat lanjut kerusakan pada pohon yang disebabkan oleh hama perusak tanaman, sehingga terbentuk lubang pada bagian tanaman.



Gambar 8 Diagram Kerusakan Tingkat Klaster Plot (CLI)

Klasifikasi kerusakan pohon dibagi ke dalam beberapa kategori, mulai dari kelas baik (sehat) hingga kelas berat (tidak sehat). Berdasarkan diagram pada gambar 4.12 Dapat dilihat bahwa nilai kerusakan pada klaster 1-31 memiliki nilai <5, dimana kerusakan paling tinggi terdapat pada klaster 21 dengan nilai 4,55, sedangkan kerusakan paling rendah terdapat pada klaster 14 dengan nilai 3,59.

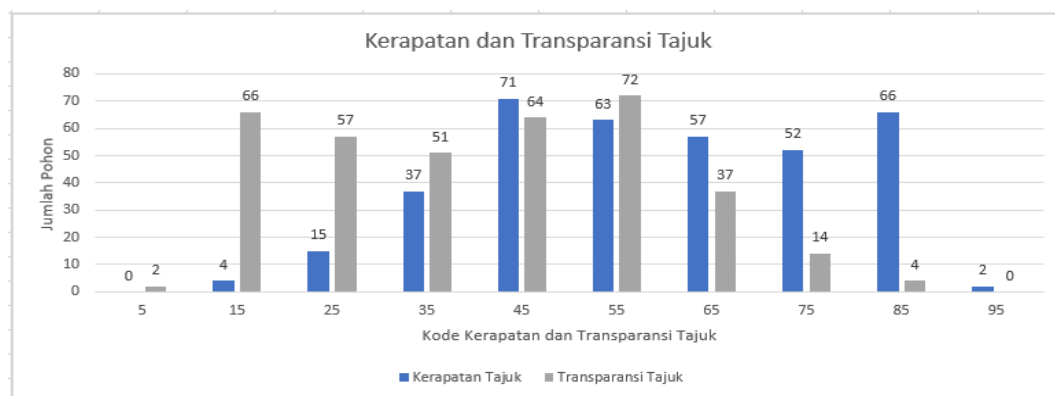
b. Kondisi Tajuk

- Rasio Tajuk Hidup

Pengukuran rasio tajuk hidup digunakan untuk mengetahui seberapa bagian pohon yang masi aktif melakukan proses fotosintesis atau masih dalam kondisi sehat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari total 367 pohon yang diamati memiliki nilai rasio tajuk hidup yaitu berkisar dari 11% hingga 54%. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum masih memiliki rasio tajuk hidup yang cukup baik hingga baik. Menurut Putra *et al.*, (2023), menyatakan bahwa nilai nisbah tajuk hidup yang tinggi menunjukkan pohon yang lebih sehat dan memiliki potensi yang lebih besar dalam proses pertumbuhan maupun kesehatan pohon.

- Kerapatan dan Transparansi Tajuk

Pengukuran kerapatan dan transparansi tajuk digunakan untuk menilai tingkat kepadatan daun dan cabang dalam suatu tajuk pohon. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan tajuk paling dominan yaitu pada nilai kerapatan 45 dan paling sedikit ditemukan yaitu pada nilai kerapatan 95 sementara itu nilai yang tidak teridentifikasi adalah nilai kerapatan 5. Menurut Asriyanti *et al.*, (2015) dalam Putra *et al.*, (2023) kerapatan yang tinggi dari suatu pohon dapat diartikan bahwa pohon



memiliki tutupan tajuk dengan dedaunan yang rimbun sehingga kebutuhan untuk fotosintesis dalam mendukung pertumbuhan pohon dapat terpenuhi.

Gambar 9 Pengukuran Kerapatan dan Transparansi Tajuk

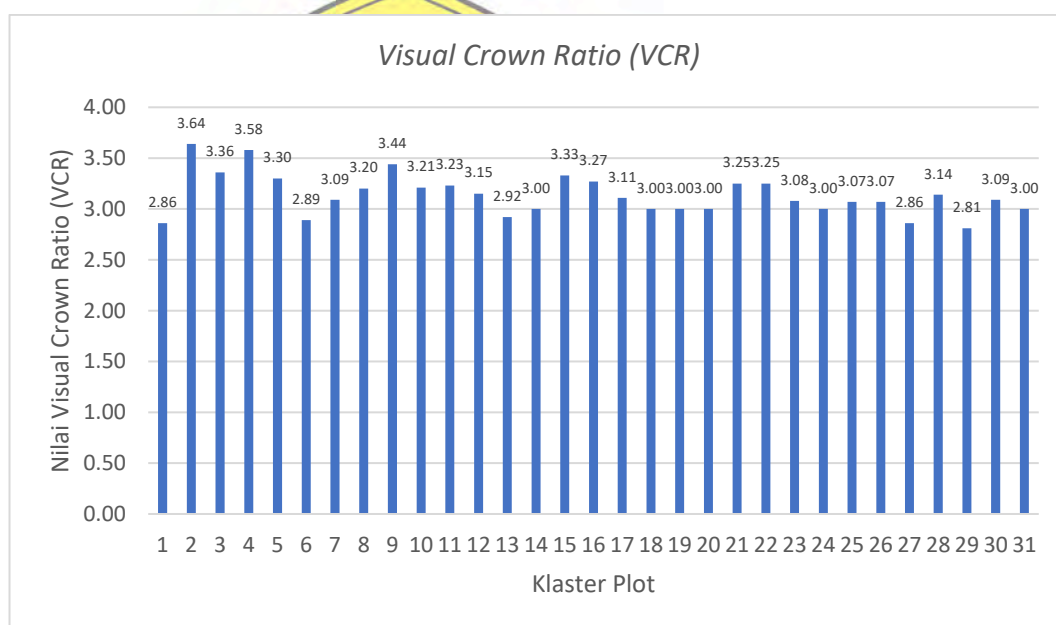
Berdasarkan Tabel 9 menunjukkan bahwa hasil pengamatan dari transparansi pohon menunjukkan bahwa transparansi tajuk paling dominan yaitu pada nilai transparansi 15 dan paling sedikit ditemukan yaitu pada nilai transparansi 5 sementara itu nilai yang tidak teridentifikasi adalah nilai kerapatan 95. Menurut Morin *et al.*, (2015) dalam Putra *et al.*, (2023) , menyatakan bahwa tajuk yang rapat merupakan indikasi tanaman yang sehat, sebaliknya tajuk yang jarang berasosiasi dengan kondisi tanaman yang sedang mengalami stres.

- Diameter Tajuk

Hasil pengukuran diameter tajuk menunjukkan bahwa nilai diameter tajuk memiliki nilai berkisar dari 2,5 hingga 11,6 m. Hal ini menunjukkan bahwa ruang tajuk yang dimiliki cukup untuk mendukung proses fotosintesis dan kondisi pohon relatif sehat, namun belum sepenuhnya optimal. Menurut Putri *et al.*, (2018), menyatakan bahwa pohon dengan tajuk besar memiliki kemampuan yang lebih baik untuk mendapatkan cahaya matahari dibandingkan dengan pohon bertajuk kecil, sehingga dapat mendorong peningkatan laju fotosintesis dan selanjutnya berdampak meningkatnya asimilat yang dihasilkan.

- Mati Pucuk

Hasil penelitian mati pucuk (*dieback*) menunjukkan bahwa tidak ditemukan gejala mati pucuk pada tegakan, sehingga kondisi pucuk pohon secara umum masih sehat dan berfungsi dengan baik sebagai titik pertumbuhan. Morin *et al.* (2015) dalam Putra *et al.*, (2023) menyatakan bahwa semakin tinggi nilai mati pucuk, memperlihatkan kondisi tajuk yang semakin tidak sehat, karena kematian ranting sewajarnya adalah terjadi dari bagian pangkal atau bagian yg umurnya lebih tua.



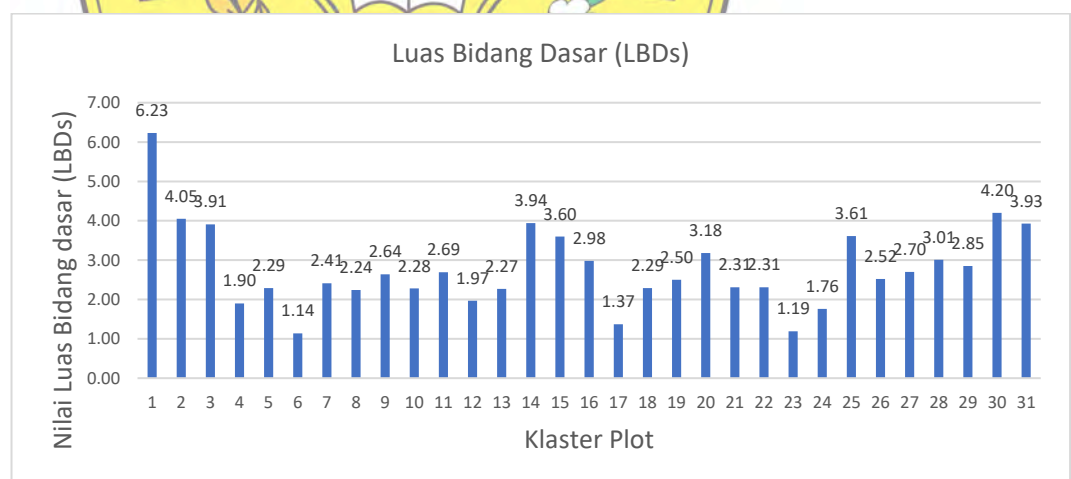
Gambar 10. Diagram *Visual Crown Ratio* (VCR)

Berdasarkan gambar diagram 10 menunjukkan bahwa nilai VCR paling tinggi terdapat pada klaster 2 sebesar 3,64, sedangkan nilai terendah terdapat pada klaster 29 dengan nilai 2,81. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi vegetasi di area penelitian tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar klaster plot. Menurut Feriansyah *et al.*, (2020) menyatakan bahwa tinggi rendahnya nilai VCR sangat dipengaruhi oleh kelima parameter pengukuran tajuk tersebut.

2. Indikator Produktivitas

a. Luas Bidang Dasar (LBDs)

Luas Bidang Dasar (LBDs) adalah penampang melintang dari diameter setinggi dada (1,3 m dari permukaan tanah) (Doria *et al.*, 2021). Berdasarkan gambar diagram 4.18 menunjukkan bahwa pertumbuhan tertinggi terdapat pada klaster 1 dengan nilai $6,23 \text{ m}^2$, sedangkan pertumbuhan terendah terdapat pada klaster 6 dengan nilai $1,14 \text{ m}^2$. Hal ini dapat diketahui bahwa semakin bertambahnya umur dan diameter pohon maka pertumbuhan pohon akan semakin tinggi. Sejalan dengan Ansori *et al.*, (2020) dalam Doria *et al.*, (2021) yang menyatakan bahwa pohon yang memiliki tinggi dan diameter lebih besar maka akan menghasilkan nilai LBDs yang lebih tinggi begitupun sebaliknya, jika tinggi dan diameter pohon lebih rendah maka nilai LBDs juga akan lebih rendah.

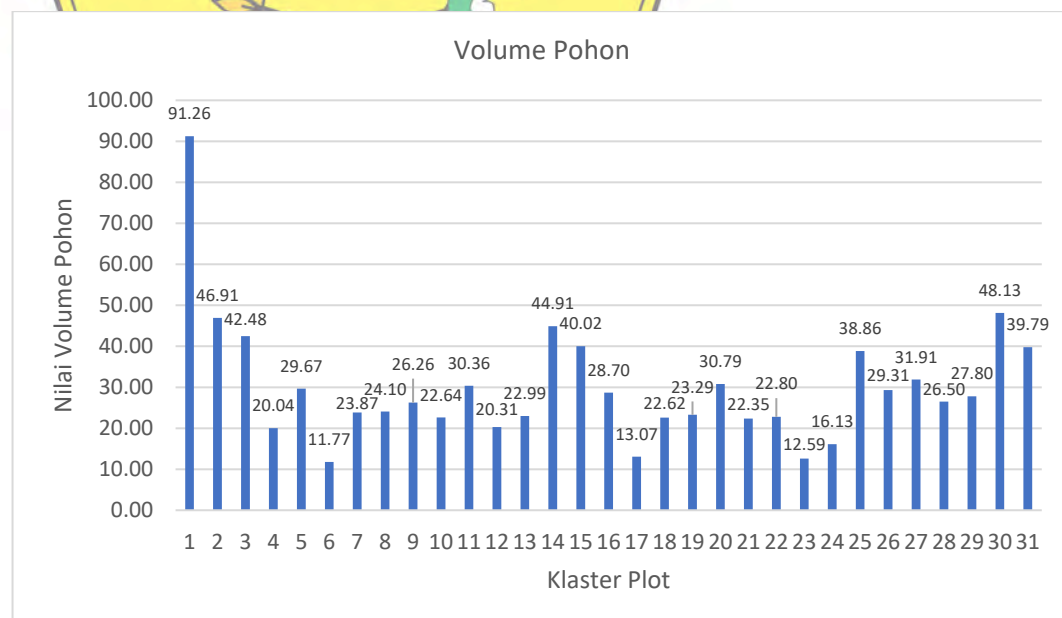


Gambar 11. Diagram Luas Bidang Dasar (LBDs)

b. Volume Pohon

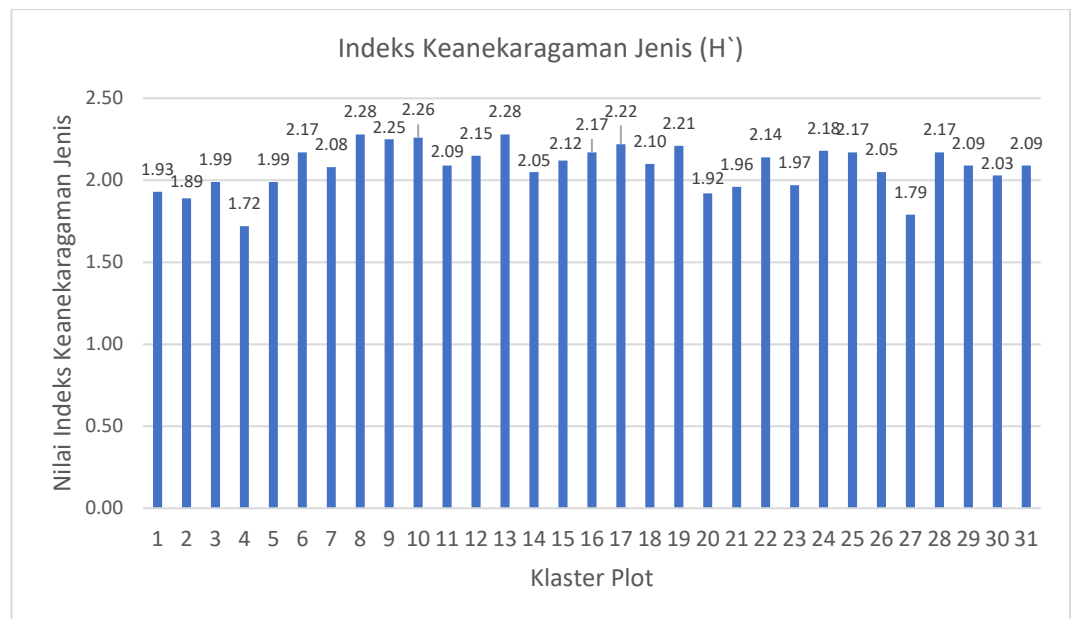
Volume pohon adalah ukuran yang menunjukkan besarnya isi atau massa batang pohon, yang umumnya dihitung berdasarkan diameter

batang dan tinggi pohon. Berdasarkan diagram pada gambar 4.19 menunjukkan bahwa volume pohon paling tinggi terdapat pada klaster 1 dengan nilai $91,26 \text{ m}^3$, sedangkan volume pohon paling rendah terdapat pada klaster 6 dengan nilai $11,77 \text{ m}^3$. Perbedaan nilai tersebut dipengaruhi oleh jumlah pohon pada klaster 1 yang mencapai 30 individu dan memiliki nilai rata-rata tinggi pohon 17,02 m dan diameter pohon 45,09 cm, sedangkan klaster 6 hanya memiliki 17 individu dengan tinggi pohon rata-rata 15,09 m dan diameter pohon dengan nilai rata-rata 28,32 cm yang relatif lebih kecil. Menurut Tambila *et al.*, (2024) yang menyatakan bahwa variasi volume tegakan dipengaruhi oleh perbedaan kondisi tempat tumbuh serta struktur tegakan, terutama diameter dan tinggi pohon di suatu lokasi.



Gambar 12. Diagram Volume Pohon

3. Indikator Biodiversitas



Gambar 12. Indeks Keanekaragaman Jenis Vegetasi

Keanekaragaman jenis vegetasi di Taman Wisata Alam Bipolo yang tertera pada gambar 4.20 menunjukkan bahwa 31 klaster plot berada dalam kategori keanekaragaman jenis sedang. Hal ini dikarenakan pada 31 klaster plot tersebut berada pada kisaran lebih dari 1 dan kurang dari 3, nilai terendah berada pada klaster 4 dengan nilai sebesar 1,72 sedangkan nilai tertinggi berada pada klaster 8 dengan nilai sebesar 2,28. Menurut Tambila *et al.*, (2023), menyatakan bahwa keanekaragaman jenis vegetasi tergolong dalam kategori sedang jika memiliki nilai $1 \leq H' \leq 3$, dimana penelitian tersebut memperoleh nilai H' sebesar 2,23 yang menunjukkan komunitas cukup beragam tanpa adanya dominasi mutlak satu jenis.

4. Indikator Kualitas Tapak

Tabel 8. Nilai pH Tanah dan Kelembapan Tanah

No	Nilai pH Tanah	Kategori	Nilai Kelembaban Tanah	Kategori
1	5.80	Agak Masam	4.00	Lembap
2	6.53	Agak Masam	2.93	Lembap
3	6.17	Agak Masam	3.20	Lembap
4	6.57	Agak Masam	2.87	Lembap
5	5.33	Masam	3.83	Lembap
6	5.80	Agak Masam	2.93	Lembap
7	6.43	Agak Masam	3.17	Lembap
8	5.20	Masam	3.67	Lembap
9	5.90	Agak Masam	3.50	Lembap
10	6.13	Agak Masam	3.07	Lembap
11	5.47	Masam	3.67	Lembap
12	5.13	Masam	4.33	Lembap
13	6.27	Agak Masam	3.00	Lembap
14	6.37	Agak Masam	3.17	Lembap
15	6.43	Agak Masam	2.53	Lembap
16	6.27	Agak Masam	2.93	Lembap
17	5.67	Agak Masam	3.00	Lembap
18	6.17	Agak Masam	3.73	Lembap
19	6.37	Agak Masam	2.83	Lembap
20	6.07	Agak Masam	3.67	Lembap
21	6.13	Agak Masam	3.20	Lembap
22	6.23	Agak Masam	2.80	Lembap
23	6.47	Agak Masam	3.00	Lembap
24	6.27	Agak Masam	3.40	Lembap
25	6.53	Agak Masam	2.80	Lembap
26	6.37	Agak Masam	3.33	Lembap
27	6.20	Agak Masam	2.67	Lembap
28	5.73	Agak Masam	2.67	Lembap
29	5.97	Agak Masam	2.60	Lembap
30	6.53	Agak Masam	3.00	Lembap
31	5.93	Agak Masam	2.93	Lembap

Berdasarkan kualitas tapak pada tabel 8 yang menampilkan nilai pH tanah dan kelembapan tanah pada 31 klaster plot di kawasan Taman Wisata Alam Bipolo, menunjukkan bahwa nilai pH tanah berada pada kisaran sekitar 5,20

hingga 6,53, yang berarti tanah cenderung bersifat masam hingga agak masam.

Sementara itu, kelembapan tanah berada pada kisaran 2,5 hingga 4,0.

5. Penilaian Akhir Kesehatan Hutan

Tabel 9. Nilai Setiap Parameter Dari Masing-Masing Indikator

Klaster	Nilai Setiap Parameter Dari Masing-Masing Indikator						
	Vitalitas		Produktivitas		Biodiversitas	Kualitas Tapak	
	CLI	VCR	LBDs	Volume Pohon	Indeks Keanekaragaman Jenis Vegetasi	pH Tanah	Kelembaban Tanah
1	3,79	2,86	6,23	91,26	1,93	5.80	4.00
2	4,42	3,64	4,05	46,91	1,89	6.53	2.93
3	3,83	3,36	3,91	42,48	1,99	6.17	3.20
4	3,80	3,58	1,90	20,04	1,72	6.57	2.87
5	4,35	3,30	2,29	29,67	1,99	5.33	3.83
6	3,83	2,89	1,14	11,77	2,17	5.80	2.93
7	4,34	3,09	2,41	23,87	2,08	6.43	3.17
8	4,05	3,20	2,24	24,10	2,28	5.20	3.67
9	3,98	3,44	2,64	26,26	2,25	5.90	3.50
10	3,77	3,21	2,28	22,64	2,26	6.13	3.07
11	4,10	3,23	2,69	30,36	2,09	5.47	3.67
12	3,87	3,15	1,97	20,31	2,15	5.13	4.33
13	4,22	2,92	2,27	22,99	2,28	6.27	3.00
14	3,59	3,00	3,94	44,91	2,05	6.37	3.17
15	3,63	3,33	3,60	40,02	2,12	6.43	2.53
16	4,00	3,27	2,98	28,70	2,17	6.27	2.93
17	4,37	3,11	1,37	13,07	2,22	5.67	3.00
18	4,10	3,00	2,29	22,62	2,10	6.17	3.73
19	4,05	3,00	2,50	23,29	2,21	6.37	2.83
20	4,31	3,00	3,18	30,79	1,92	6.07	3.67
21	4,55	3,25	2,31	22,35	1,96	6.13	3.20
22	4,34	3,25	2,31	22,80	2,14	6.23	2.80
23	4,30	3,08	1,19	12,59	1,97	6.47	3.00
24	4,14	3,00	1,76	16,13	2,18	6.27	3.40
25	4,25	3,07	3,61	38,86	2,17	6.53	2.80
26	3,88	3,07	2,52	29,31	2,05	6.37	3.33
27	3,90	2,86	2,70	31,91	1,79	6.20	2.67
28	3,88	3,14	3,01	26,50	2,17	5.73	2.67
29	3,87	2,81	2,85	27,80	2,09	5.97	2.60
30	4,36	3,09	4,20	48,13	2,03	6.53	3.00
31	3,81	3,00	3,93	39,79	2,09	5.93	2.93
Rata-Rata	4,04	3,17	2,78	30,07	2,08	6,03	3,18

Keterangan : ■ Nilai Tertinggi, ■ Nilai Terendah.

Tabel 10 Skoring Setiap Parameter

Nilai Skor	Kelas CLI	Kelas VCR	Kelas LBDs	Kelas Volume Pohon	Kelas Indeks Keanekaragaman Jenis Vegetasi	Kelas pH Tanah	Kelas Kelembaban Tanah
1	3,59 – 3,68	2,81 – 2,89	1,14 – 1,64	11,77 – 19,71	1,72 – 1,77	5,13 – 5,27	2,53 – 2,71
2	3,69 – 3,78	2,90 – 2,98	1,65 – 2,15	19,72 – 27,66	1,78 – 1,83	5,28 – 5,42	2,72 – 2,89
3	3,79 – 3,88	2,99 – 3,07	2,16 – 2,66	27,67 – 35,61	1,84 – 1,89	5,43 – 5,57	2,90 – 3,07
4	3,89 – 3,98	3,08 – 3,16	2,67 – 3,17	35,62 – 43,56	1,90 – 1,95	5,58 – 5,72	3,08 – 3,25
5	3,99 – 4,08	3,17 – 3,25	3,18 – 3,68	43,57 – 51,51	1,96 – 2,01	5,73 – 5,87	3,26 – 3,43
6	4,09 – 4,18	3,26 – 3,34	3,69 – 4,19	51,52 – 59,46	2,02 – 2,07	5,88 – 6,02	3,44 – 3,61
7	4,19 – 4,28	3,35 – 3,43	4,20 – 4,70	59,47 – 67,41	2,08 – 2,13	6,03 – 6,17	3,62 – 3,79
8	4,29 – 4,38	3,44 – 3,52	4,71 – 5,21	67,42 – 75,36	2,14 – 2,19	6,18 – 6,32	3,80 – 3,97
9	4,39 – 4,48	3,53 – 3,61	5,22 – 5,72	75,37 – 83,31	2,20 – 2,25	6,33 – 6,47	3,98 – 4,15
10	4,49 – 4,55	3,62 – 3,64	5,73 – 6,23	83,32 – 91,26	2,26 – 2,28	6,48 – 6,57	4,16 – 4,33

Keterangan : Kategori Nilai Skor Pada Masing-Masing Parameter

Tabel 11. Penilaian Akhir Kesehatan Hutan

Indikator	Nilai Skor	Nilai Tertimbang	NTxNS
Vitalitas	5	0,25	0,6
Produktivitas	3,5	0,33	0,6
Biodiversitas	7	0,15	0,64
Kualitas Tapak	5,5	0,27	0,48
Total			4,91 (Sedang)

Tabel 12. Kategori Kesehatan Hutan

Skor	Kategori
3,50 – 4,66	Tidak Sehat
4,67 – 5,83	Sedang
5,84 – 7,00	Sehat

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 11 menunjukkan bahwa nilai akhir kondisi kesehatan hutan yaitu 4,91 yang tergolong dalam kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi hutan tersebut perlu pengawasan yang lebih intensif. Nilai akhir kesehatan hutan bergantung

pada hasil penilaian dari masing-masing parameter. Hal ini sejalan dengan Rohman *et al.*, (2023) menyatakan bahwa tinggi rendahnya nilai skor parameter ekologi kesehatan hutan sangat berpengaruh terhadap nilai akhir kondisi kesehatan hutan. Semakin tinggi nilai skor yang diperoleh maka akan semakin tinggi pula kesehatan hutannya, begitupun sebaliknya semakin rendah nilai skor parameter ekologis, maka akan semakin kecil pula kesehatan hutannya.

IV. Penutup

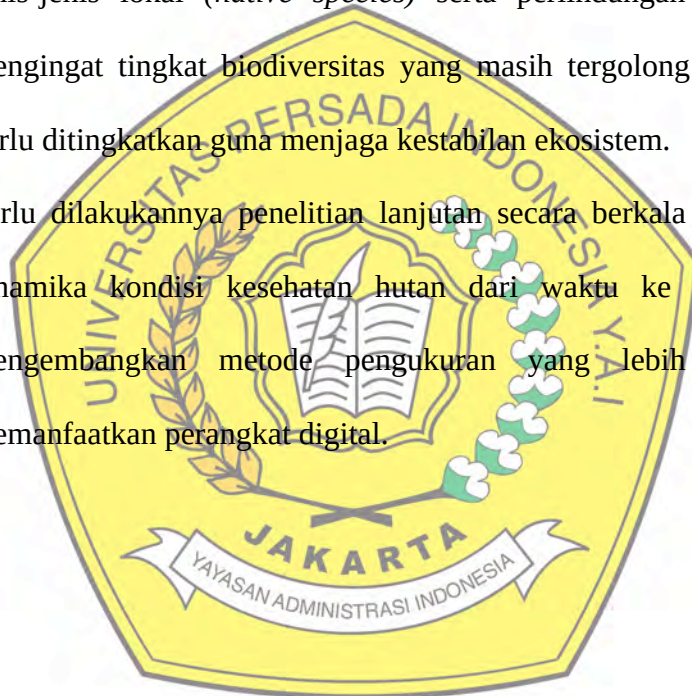
a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, kondisi kesehatan hutan di Taman Wisata Alam Bipolo secara umum berada dalam kategori sedang dengan nilai akhir sebesar 4,91 yang menunjukkan perlunya pengawasan yang lebih intensif. Pengamatan penilaian kesehatan hutan berdasarkan empat indikator yaitu:

- **Indikator Vitalitas** : kerusakan pohon dengan nilai rata-rata 4,04 yang tergolong dalam kategori kelas sehat, sedangkan kondisi tajuk dengan nilai rata-rata 3,17.
- **Indikator Produktivitas** : menunjukkan bahwa luas bidang dasar dengan nilai rata-rata 2,78 sedangkan volume pohon dengan nilai rata-rata 30,07.
- **Indikator Biodiversitas** : menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman jenis vegetasi tergolong dalam kategori sedang dengan nilai rata-rata 2,08.
- **Indikator Kualitas Tapak** : menunjukkan bahwa nilai pH tanah memiliki nilai rata-rata 6,03 (agak masam), sedangkan kelembapan tanah dengan nilai rata-rata 3,18 (lembap).

b. Saran

- Perlu dilakukan sosialisasi serta penyampaian imbauan kepada masyarakat mengenai pentingnya pembatasan aktivitas di kawasan Taman Wisata Alam Bipolo, karena lokasinya yang berdekatan dengan permukiman dan berpotensi memberikan tekanan terhadap kondisi dan kelestarian hutan.
- Perlu dilakukannya peningkatan pengelolaan kawasan melalui penanaman jenis-jenis lokal (*native species*) serta perlindungan vegetasi bawah, mengingat tingkat biodiversitas yang masih tergolong sedang sehingga perlu ditingkatkan guna menjaga kestabilan ekosistem.
- Perlu dilakukannya penelitian lanjutan secara berkala untuk memantau dinamika kondisi kesehatan hutan dari waktu ke waktu, sekaligus mengembangkan metode pengukuran yang lebih akurat dengan memanfaatkan perangkat digital.



Daftar Pustaka

- Anggraeni, I. (2009). Penyakit Karat Tumor Pada Sengon (*Paraserianthes Falcataria* (L) Nielsen) Di Perkebunan Glenmore Banyuwangi, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 6(5), 311-321

- Ardiansyah, F, Hasibuan, T.H, Irdina, V, Hasibuan, Z.A.R, Khairullah, Z, Febrianto, E.B. (2025). Analisis Perilaku Rayap dalam Ekosistem Perkebunan Karet; Implikasi untuk Pengelolaan Hama. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 3(1)
- Ariandi & Khaerati. (2016). Identifikasi Indeks Keanekaragaman Tanaman Obat - Obatan di Kawasan Hutan Kelurahan Battang dan Battang Barat, Proseding Seminar Nasional, volume 02, Nomor 1, 2443-1109
- Doria, C., Safe'i, R., Iswandaru, D., & Kaskoyo, H. (2021). Analisis Kesehatan Hutan Repong Damar Berdasarkan Indikator Produktivitas. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 5(1), 14–27. <https://doi.org/10.30598/jhppk.2021.5.1.14>
- Fikri, K, Latifah, S, Aji, I.M.L. (2023). Identifikasi Tipe Kerusakan Pohon di RTH Kampus Universitas Mataram. *Jurnal Of Forest Science Avicennia*, 6(1)
- Ginting, Z. J. (2024). Analisis Kesehatan Pohon di Arboretum Rio Alif Dusun Mudo Kecamatan Bangko Kabupaten Marangin. Table 10, 4–6.
- Haikal, F. F., Safe'i, R., & Darmawan, A. (2020). Importance Of Monitoring Of Forest Health In Management Of Community Forest(Case Study of HKM Beringin Jaya managed by KTH Lestari Jaya 8). *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 4(1), 31–43. <https://doi.org/10.30598/jhppk.2020.4.1.31>
- Kuma, D. G. S. (2020). Persepsi Masyarakat Terhadap Hutan Tanaman Wisata Alam Bipolo, Desa Bipo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur Community Perception Of Natural Bipolo Tourism Park Forest, Bipolo Village, Sulamu Subdistrict, Kupang Regency, East. *Jurnal Wana Lestari*, 02(01), 1–11.
- Leki, S. E., Pellondo'u, M. E., & Mau, A. E. (2020). Keanekaragaman Tumbuhan obat Angiospermae. *Jurnal Wana Lestari*, 2(02).
- Pertiwi, D, Safe'i, R, Indriyanto. (2019). Identifikasi Kondisi Kerusakan Pohon Menggunakan Metode Forest Health Monitoring Di Tahura War Provinsi Lampung. *Jurnal Perennial*, 15(1), 1-7
- Putra, E.I., Nugraha, L.R., Helmanto, H., Rachmadiyanto, A.N., Usman, Rusniarsyah, L., Sukendro, A. (2023). Analisis Kesehatan Tajuk Pohon Pada Famili Fabaceae di kebun Raya Bogor. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 14(01), 9-14
- Putri, K.P., Pramono, A.A., Syamsuwida, D. (2018). Produksi Buah dan Benih Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) Berdasarkan Diameter Tajuk dan Kondisi Stomata Daun. *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan*, 6(2), 133-144
- Rochmah, S. F., Safe'i, R., Bintoro, A., & Kaskoyo, H. (2020). Analisis Produktivitas Sebagai Salah Satu Indikator Kesehatan Hutan (Studi Kasus Pada Hutan Rakyat Jati di Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung). *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 4(2), 204–215. <https://doi.org/10.30598/jhppk.2020.4.2.204>

- Safe'i, R., & Tsani, M. K. (2017). Penyuluhan program kesehatan hutan rakyat di Desa Tanjung Kerta Kecamatan Kedondong Kabupaten Pesawaran. *Sakai Sambayan : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 35–37.
- Safe'i, R., Wulandari, C., & Kaskoyo, H. (2019). Assessment of Forest Health in Various Forest Types in Lampung Province. *Jurnal Sylva Lestari*, 7(1), 95–109. <https://doi.org/10.23960/jsl1795-109>
- Sari, D. N., Linda, M., Damayanti, M., & Pramasha, R. R. (2024). Keseimbangan Ekonomi Dan Lingkungan Dalam Pengelolaan Hutan Berkelanjutan : Konservasi Keanekaragaman Hayati Sebagai Aset Ekonomi. *Jurnal Akuntansi, Manajemen Dan Ekonomi*, 3(2), 11–19.
- Soekamto, M. H. (2015). Kajian Status Kesuburan Tanah Di Lahan Kakao Kampung Klain Distrik Mayamuk Kabupaten Sorong. *Jurnal Agroforestri*, 10(3), 201–208. <https://jurnalee.files.wordpress.com/2016/06/kajian-status-kesuburan-tanah-di-lahan-kakao-kampung-klain-distrik-mayamuk-kabupaten-sorong.pdf>
- Tambila, A. P., Seran, W., P.L.B Riwu Kaho, N., & P.L.B Riwu Kaho, N. (2024). Analisis Tingkat Kesehatan Hutan Lindung Mutis Timau di Desa Fatumnasi Kecamatan Fatumnasi Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, 19(2), 206–226.
- Tamin, R. P., Puri, S. R., & Afrillia, C. (2022). Evaluasi Kesehatan Vegetasi. 6(scale 21), 134–144.
- Waruwu, E, Firdara, K.E, Octavianus, R, Nuwa, Triyani, A. (2020). Evaluasi Kesehatan Pohon Menggunakan Indikator *Forest Health Monitoring* Pada Ruang Terbuka Hijau Universitas Palangka Raya. *Jurnal Hutan Tropika*, 16(1), 26-44