

Analisis Vitalitas dan Biodiversitas Tegakan sebagai Indikator Resiliensi Hutan Pasca Kebakaran di SPTN 1 Taman Nasional Way Kambas

Ali Wafa, Rahmat Safe'i*, dan Gunardi Djoko Winarno

Program Studi Magister Kehutanan, Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Email: rahmat.safei@fp.unila.ac.id

Artikel diterima :25 April 2026. Revisi diterima : 20 Juli 2026.

ABSTRAK

This study integrates forest health values as predictor variables to determine the post-fire ecosystem resilience threshold in National Park Management Section 1 of Way Kambas National Park. This study aims to determine the health status of post-fire stands based on vitality and biodiversity analysis indicators and the relationship between forest health and succession rates. The Forest Health Monitoring method is used to find forest health values by constructing 6 plot clusters. Person correlation tests and simple regression tests are used to determine the relationship between forest health and succession rates. The results of the study are that the forest health status in SPTN 1 of Way Kambas National Park is in moderate condition with a forest health value of 3.56 and has a very high relationship between forest health and succession rates with a correlation coefficient value of 0.70. The results of the regression test produce the equation $Y = 25.00 + 2.34X$ which explains that if forest health increases by 1 then the succession rate will increase by 2.34. The $X_{threshold}$ calculation results indicate that all plot clusters exhibit a low level of resilience, signifying that the ecosystem would not easily return to its original state in the event of a fire.

Key words: Forest Health Monitoring, forest health, succession rate, post-fire, forest resilience

ABSTRAK

Penelitian ini mengintegrasikan antara nilai kesehatan hutan sebagai variabel prediktor untuk menentukan *threshold* resiliensi ekosistem pasca kebakaran di Seksi Pengelolaan Taman Nasional 1 Taman Nasional Way Kambas. Penelitian ini bertujuan mengetahui status kesehatan tegakan pasca kebakaran berdasarkan indikator analisis vitalitas dan biodiversitas dan hubungan kesehatan hutan dengan laju suksesi. Metode *Forest Health Monitoring* digunakan untuk mencari nilai kesehatan hutan dengan membangun 6 klaster plot. Uji korelasi Person serta uji regresi sederhana digunakan untuk mengetahui hubungan kesehatan hutan dengan laju suksesi. Hasil dari penelitian adalah status kesehatan hutan di SPTN 1 Taman Nasional Way Kambas dalam kondisi sedang dengan nilai kesehatan hutan sebesar 3,56 dan memiliki hubungan kesehatan hutan dan laju suksesi yang tinggi dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,70. Hasil uji regresi menghasilkan persamaan $Y=25,00 + 2,34X$ yang menjelaskan bahwa jika kesehatan hutan naik 1 maka laju suksesi akan naik 2,34. Hasil perhitungan $X_{threshold}$ menunjukkan bahwa semua klaster plot memiliki tingkat resiliensi rendah yang menandakan bahwa jika terjadi kebakaran maka ekosistem tidak mudah kembali keadaan semula.

Kata kunci: *Forest Health Monitoring*, kesehatan hutan, laju suksesi, pasca kebakaran, resiliensi hutan

PENDAHULUAN

Taman Nasional Way Kambas (TNWK) merupakan salah satu kawasan konservasi dengan nilai biodiversitas tinggi, yang ditetapkan sebagai *ASEAN Heritage Park*. Namun, kawasan ini menghadapi ancaman degradasi akibat kebakaran hutan tahunan, khususnya di wilayah Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah 1 (SPTN 1) (Khairani *dkk.*, 2022). Kebakaran tersebut tidak hanya menghancurkan biomassa di atas tanah, tetapi juga mengubah struktur biodiversitas dan melemahkan kondisi fisiologis tegakan yang tersisa Volkava *dkk.*, 2023). Upaya pemulihan

seringkali terhambat karena minimnya data mengenai kondisi kesehatan tegakan yang mampu bertahan pasca gangguan kebakaran. Penilaian pasca kebakaran selama ini masih terbatas pada estimasi luasan melalui citra satelit, tanpa menyentuh aspek vitalitas dan biodiversitas pohon yang sebenarnya merupakan indikator utama resiliensi ekosistem (Perez *dkk.*, 2020).

Tanpa penilaian yang akurat mengenai vitalitas dan biodiversitas, keberhasilan restorasi di masa depan akan sulit diprediksi secara saintifik. Penggunaan metode *Forest Health Monitoring* (FHM) memungkinkan pengukuran indikator vitalitas melalui nilai *Visual Crown Ratio* (VCR)

dan *Cluster plot Level Index* (CLI) yang memberikan gambaran nyata mengenai kapasitas fisiologis pohon bertahan hidup Safe'i dkk., 2020). Selain itu, tingkat keanekaragaman jenis memiliki korelasi erat dengan kecepatan suksesi alami, dimana area dengan biodiversitas tinggi cenderung memiliki resiliensi yang lebih kuat dibandingkan dengan area monokultur.

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah "*Integrated Forest Health Resilience Framework*". Pendekatan ini merupakan inovasi yang menggabungkan metode FHM dengan analisis ambang batas ekologis secara terukur untuk menilai stabilitas pasca kebakaran (Safe,i dkk., 2024). Berbeda dengan penilaian pasca kebakaran yang selama ini hanya mengandalkan penginderaan jauh, pendekatan ini memposisikan kesehatan hutan (vitalitas dan biodiversitas pohon) bukan sebagai hasil akhir, melainkan sebagai variabel prediktor (proksi) untuk mengukur resiliensi ekosistem dalam melakukan suksesi alami. Pendekatan ini secara holistik memadukan kondisi fisiologis individu pohon dengan stabilitas komunitas biodiversitas untuk menentukan lintasan pemulihan hutan pasca kebakaran (Schmitt dkk., 2024). Berdasarkan nilai kesehatan hutan, pengelola dapat mengklasifikasikan area yang memerlukan intervensi manusia (restorasi aktif)

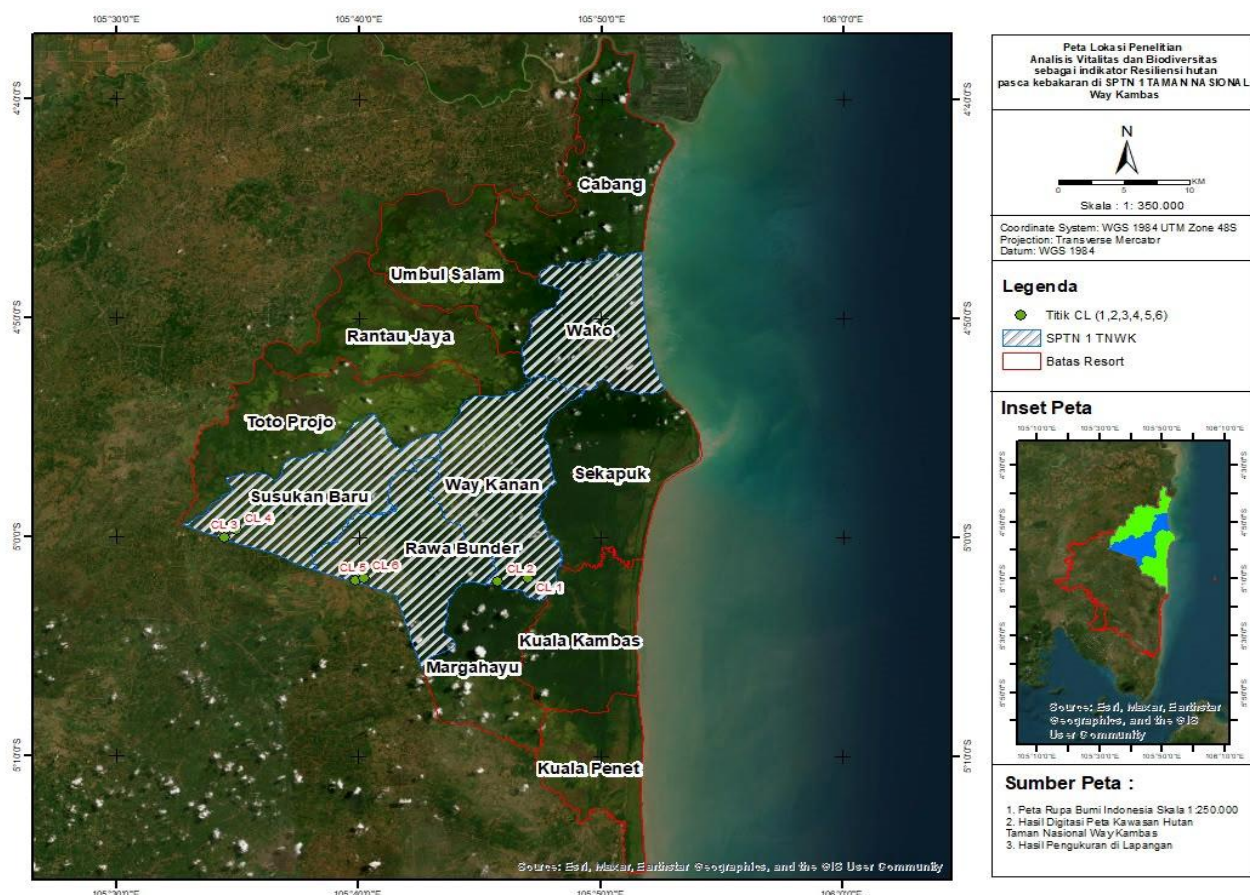
dan area yang memiliki resiliensi tinggi untuk pemulihan alami (restorasi pasif).

Penelitian ini secara strategis mendukung Asta Cita ke-2, karena memastikan bahwa modal hutan dikelola berbasis data kesehatan yang akurat sehingga jasa ekosistem tetap terjaga (Hasyim dkk., 2020). dan pencapaian SDGs 13, karena hutan yang sehat memiliki kapasitas sekuestrasi karbon yang jauh lebih tinggi dibandingkan hutan yang terdegradasi akibat api berulang (Safe'i dkk., 2022). Tujuan penelitian untuk mengetahui ambang batas resiliensi lahan pasca kebakaran di SPTN 1 Taman Nasional Way Kambas dengan membandingkan nilai kesehatan tegakan hutan dengan laju suksesi.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2025, di SPTN 1 Taman Nasional Way Kambas. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *avenza map*, *Global Positioning System (GPS)*, pita meter 150 cm, rol meter 100 m, dan monokuler. Bahan yang digunakan adalah vegetasi pohon di SPTN 1 Taman Nasional Way Kambas.

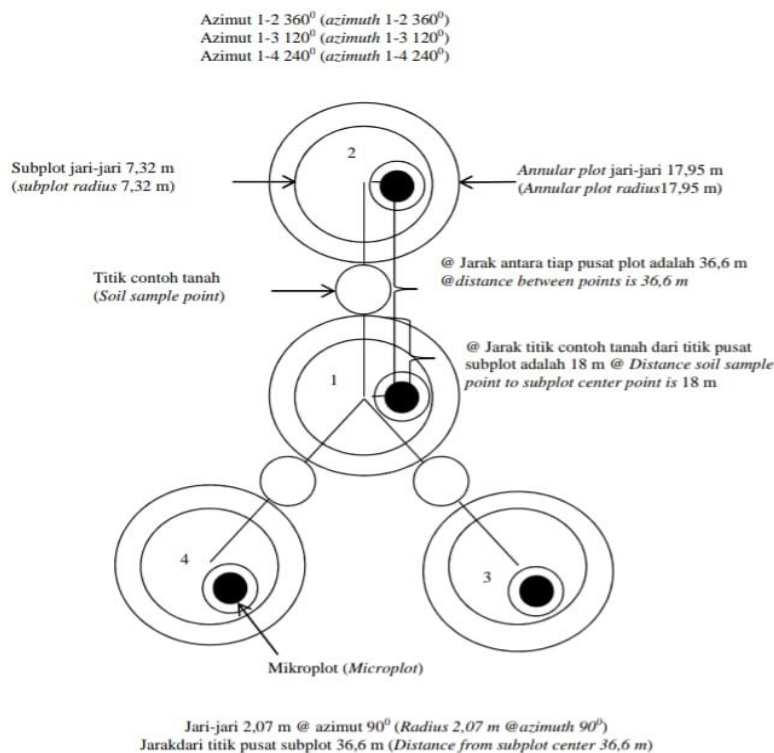


Gambar 1. Peta lokasi peletakan klaster plot di SPTN 1 Taman Nsional Way Kambas.

Prosedur Penelitian

Metode pada penelitian ini menggunakan metode *Forest Health Monitoring* dengan membangun klaster plot untuk pengambilan data dilokasi penelitian. Klaster plot adalah plot berganda berbentuk lingkaran dan setiap klaster plot terdapat 4 plot dengan luas sekitar 0,4 ha setiap

klaster plot. Penentuan jumlah klaster plot mewakili kondisi tegakan di setiap Resort di SPTN 1 Taman Nasional Way Kambas. Jumlah klaster plot setiap Resort adalah 2 klaster plot yang mewakili tegakan hutan di setiap Resort. Peletakan klaster plot secara acak dengan menyesuaikan kondisi. Desain klaster plot dalam penelitian ini akan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain klaster plot yang digunakan (Safe'i dkk., 2020).

Analisis Data

Penilaian Indikator Vitalitas

Penilaian Kerusakan Pohon

Pengukuran indikator vitalitas ada dua parameter yaitu kerusakan pohon dan kondisi

tajuk. Kerusakan pohon dianalisis dari akar pohon sampai pucuk pohon. Kerusakan pada pohon diamati pada lokasi kerusakan, tipe kerusakan, dan tingkat keparahan. Kode dan deskripsi lokasi, tipe dan tingkat kerusakan pohon disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kode dan deskripsi lokasi, tipe, dan tingkat kerusakan pohon

Kode	Lokasi Kerusakan	Kode	Tipe Kerusakan	Kode	Tingkat Keparahan (%)
0	Sehat (Tidak ada kerusakan)	1	Kanker	0	0 – 10
1	Akar	2	Konk	1	11 – 20
2	Akar dan batang bagian bawah	3	Luka terbuka	2	21 – 30
3	batang bagian bawah	4	Resinosis	3	31 – 40
4	batang bagian bawah dan bagian atas	5	Batang pecah	4	41 – 50
5	batang bagian atas	6	Sarang rayap	5	51 – 60
6	batang tajuk	11	Batang/akar patah	6	61 – 70
7	Cabang	12	Brum pada akar/batang	7	71 – 80
8	Kuncup dan tunas	13	Akar patah/mati	8	81 – 90
9	Daun	20	Liana	9	91 – 100
		21	Mati pucuk		

Kode	Lokasi Kerusakan	Kode	Tipe Kerusakan	Kode	Tingkat Keparahan (%)
		22	Cabang patah/mati		
		23	Brum		
		24	Daun, pucuk/tunas rusak		
		25	Daun berubah warna		
		26	Karat puru		
		31	Lain-lain		

Sumber: (Safe'i dkk., 2020).

Lokasi kerusakan, tipe kerusakan, dan tingkat keparahan kerusakan pohon pada Tabel 1 akan

diberi skor pada setiap kode. Kode dan nilai skor kerusakan pohon dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai pembobotan untuk setiap kode lokasi, tipe, dan tingkat keparahan

Kode Lokasi Kerusakan Pohon	Nilai Pembobotan (X)	Kode Tipe Kerusakan Pohon	Nilai Pembobotan (Y)	Kode Tingkat Keparahan	Nilai Pembobotan (Z)
0	0	11	2,0	0	1,0
1, 2	2,0	1	1,9	1	1,1
3, 4	1,8	2, 6	1,7	2	1,2
5	1,6	12	1,6	3	1,3
6	1,2	3, 4, 5, 13	1,5	4	1,4
7, 8, 9	1,0	7, 20, 21	1,3	5	1,5
		22, 23, 24, 25, 31	1,0	6	1,6
				7	1,7
				8	1,8
				9	1,9

Sumber: (Indriani dkk., 2020).

Pengukuran parameter kerusakan pohon dilakukan dengan penilaian kondisi kerusakan pohon yang perlu dirumuskan dalam sebuah indeks kerusakan (IK) sebagai berikut: (Indriani dkk., 2020).

$$IK = [x \text{ lokasi} \cdot y \text{ tipe} \cdot z \text{ keparahan}]$$

Keterangan: x,y,z adalah nilai pembobot yang besarnya berbeda-beda tergantung kepada tingkat dampak relatif setiap komponen terhadap pertumbuhan dan ketahanan pohon.

. = perkalian

Selanjutnya adalah tahapan menghitung indeks kerusakan tingkat pohon (PLI), indeks kerusakan tingkat plot (TLI), dan indeks kerusakan tingkat kluster plot (CLI) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut: (Rezinda dkk., 2021)

$$TLI = [IK1] + [IK2] + [IK3]$$

$$PLI = \frac{TLI_1 + TLI_2 + TLI_3 + \dots + TLI_n}{\text{Jumlah pohon dalam satu plot}}$$

$$CLI = \frac{PLI_1 + PLI_2 + PLI_3 + PLI_4}{4}$$

Penilaian Kondisi Tajuk

Parameter kondisi tajuk ada 5 (lima) yakni, rasio tajuk hidup (LCR), kerapatan tajuk (Cden), Transparansi tajuk (FT), diameter tajuk (CDW dan CD90), dan *dieback* (CDB). Rasio tajuk hidup (*Live Crown Ratio*-LCR), pengukuran kondisi tajuk pohon dari perbandingan antara tinggi bagian tajuk dengan tinggi total pohon. Kerapatan tajuk (*Crown Density*-Cden) dan Transparansi tajuk (*Foliage Transparency*-FT), pengukuran dilakukan dengan menggunakan *magic card* yaitu kartu skala transparansi dan kerapatan tajuk. Diameter tajuk (*Crown Diameter Width and Crown Diameter at 90°*), pengambilan data dilakukan dengan mengukur diameter tajuk terlebar dan diameter tajuk 90° dengan menggunakan rol meter. *Dieback* (CDB), pengukuran dilakukan dengan mengamati bagian pucuk tajuk menggunakan *binokuler* kemudian mencatat hasil pengamatan (Safe'i dkk., 2020).

Nilai VCR (*Visual Crow Ratio*) yang diperoleh kemudian diolah berdasarkan pada kriteria baik (skor=3), sedang (skor=2), dan buruk (skor=1) dapat ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria penentuan nilai *Visual Crown Ratio* (VCR)

Parameter	Kriteria		
	Bagus (nilai=3)	Sedang (nilai=2)	Jelek (nilai=1)
Rasio tajuk hidup	$\geq 40\%$	20 – 35%	$\leq 15\%$
Kerapatan tajuk	$\geq 55\%$	25 – 50%	$\leq 20\%$
Transparansi tajuk	$\leq 45\%$	50 – 70%	$\geq 75\%$
Diameter tajuk	$\geq 10,1$ m	2,5 – 10 m	$\leq 2,4$ m
<i>Dieback</i> (mati pucuk)	$\leq 5\%$	10 – 25%	$\geq 30\%$

Sumber: (Feriansyah dkk., 2020)

Nilai VCR suatu pohon bergantung kepada besaran nilai pengamatan tiap parameter kondisi tajuk. VCR pohon berkisar dari 1 hingga 4. Berikut

ini dapat dilihat penilaian pada VCR individu pohon pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai VCR setiap individu pohon

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

Sumber: (Feriansyah dkk., 2020).

Data yang terkumpul kemudian di skoring menggunakan kriteria kondisi tajuk. (Safe'i dkk., 2019). Berikut persamaan untuk mencari VCR tingkat plot dan tingkat klaster plot.

$$VCR_{plot} = \frac{VCR \text{ pohon } 1 + VCR \text{ pohon } 2 + \dots VCR \text{ pohon } n}{\text{jumlah pohon dalam satu plot}}$$

$$VCR_{klaster \text{ plot}} = \frac{VCR \text{ p1} + VCR \text{ p2} + VCR \text{ p3} + VCR \text{ p4}}{4}$$

$$H' = - \sum \left[\left(\frac{p_i}{p} \right) \ln \left(\frac{p_i}{p} \right) \right]$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

Ln : Logaritma natural

p_i : jumlah individu setiap jenis pohon

p : total individu jenis pohon

Penilaian Indikator Biodiversitas

Penilaian indikator biodiversitas menggunakan indeks Shannon-Wiener. Keanekaragaman adalah gambaran banyaknya jumlah jenis yang berada dalam satu ekosistem. Semakin banyak jenis dalam suatu ekosistem semakin besar nilai keanekaragamannya. Rumus Indeks Shannon Wiener adalah sebagai berikut (Tapasya dkk., 2023)

Penilaian Kesehatan Tegakan Pasca Kebakaran

Nilai parameter kesehatan tegakan setiap klaster plot akan diberi skor 1-10. Nilai skor yang sudah diperoleh akan dikalikan dengan nilai tertimbang untuk mencari nilai kesehatan tegakan hutan (Ansori dkk., 2020). Nilai tertimbang diperoleh dari hasil penelitian oleh (Safe'i dkk., 2019). Berikut nilai tertimbang indikator vitalitas dan biodiversitas yang dijelaskan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai tertimbang indikator vitalitas dan biodiversitas hutan konservasi

No	Indikator	Nilai tertimbang
1	Vitalitas	0,10
2	Biodiversitas	0,48

Sumber: (Safe'i dkk., 2019)

Nilai kesehatan tegakan hutan menggambarkan kondisi kesehatan tegakan hutan. Rumus untuk mendapatkan nilai akhir kesehatan hutan untuk setiap klaster plot FHM: (Haikal dkk., 2020)

$$NKT = \sum (NT \times NS)$$

Keterangan:

NKT : Nilai kesehatan tegakan

NT : Nilai tertimbang setiap parameter

NS : Nilai skor setiap parameter

Setelah nilai akhir setiap parameter diketahui maka selanjutnya menentukan ambang batas kesehatan tegakan hutan. Sehat tidaknya suatu tegakan dapat ditentukan dengan ambang batas kesehatan tegakan hutan. Kesehatan tegakan hutan dikelompokkan kedalam 3 kelas yaitu baik, sedang, dan buruk.

Uji Korelasi dan Regresi

Uji korelasi Person bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat hubungan antara kesehatan tegakan pasca kebakaran (variabel X) dengan laju suksesi (variabel Y) namun harus ada keterkaitan secara nyata atau logis. Persamaan untuk mencari nilai

koefisien korelasi sebagai berikut. (Supriyadi, 2021)

$$R_{xy} = \frac{(n \sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[(n \sum X^2) - (\sum X)^2][(n \sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

Keterangan:

X = Variabel bebas (nilai laju suksesi)

Y = Variabel terikat (nilai kesehatan tegakan)

R = Koefisien korelasi

n = Jumlah data

Besar kecilnya hubungan antara dua/lebih variabel berdasarkan nilai koefisien korelasi. Berikut kategori korelasi antara dua/lebih variabel bisa dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kategori korelasi berdasarkan koefisien korelasi

Nilai Koefisien Korelasi	Kategori Koefisien Korelasi
0,00 – 0,19	Sangat Rendah
0,20 – 0,39	Rendah
0,40 – 0,59	Sedang
0,60 – 0,79	Tinggi
0,80 – 1,00	Sangat Tinggi

Sumber: (Supriyadi, 2021)

Uji regresi bertujuan mengetahui seberapa besar pengaruh variabel X (kesehatan tegakan pasca kebakaran) terhadap variabel Y (laju suksesi). Persamaan regresi linier sebagai berikut. (Supriyadi, 2021)

$$Y = a + bX$$

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{(n \sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{(n \sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{(n \sum X^2) - (\sum X)^2}$$

Keterangan:

X = Variabel bebas (nilai laju suksesi)

Y = Variabel terikat (nilai kesehatan tegakan)

a = Konstanta

b = Koefisien regresi

n = Jumlah data

Selanjutnya mencari $X_{threshold}$ dengan menggunakan model regresi linier, kemudian melakukan analisis *threshold* dengan nilai kritis keberhasilan dengan ketentuan:

$NKH \geq X_{threshold}$ = resiliensi tinggi (restorasi pasif, perlindungan/suksesi alami)

$NKH \leq X_{threshold}$ = resiliensi rendah (restorasi aktif, penanaman/intervensi fisik)

Setelah ditemukan tingkat resiliensi setiap klaster plot, lalu dibuat peta resiliensi tegakan pasca kebakaran dengan menggunakan aplikasi ArGIS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian Kondisi Kesehatan Tegakan Pasca Kebakaran di SPTN 1 Taman Nasional Way Kambas

Penilaian kesehatan tegakan pasca kebakaran di SPTN 1 Taman Nasional Way Kambas menggunakan 2 indikator ekologis yaitu vitalitas dan biodiversitas dengan metode *Forest Health Monitoring* (FHM).

Penilaian Indikator Vitalitas

Penilaian Kerusakan Pohon

Kondisi kerusakan pohon dilihat pada indeks kerusakan tingkat klaster plot (*Cluster plot Level Index-CLI*) dari setiap klaster plot. Kondisi kerusakan pohon (CLI) setiap klaster plot dijelaskan pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai CLI per klaster-plot per resort di SPTN 1 TNWK

Resort	Klaster Plot	CLI
Way Kanan	CL1	0,47
	CL2	0,45
Susukan Baru	CL3	0,65
	CL4	0,83
Rawa Bunder	CL5	0,52
	CL6	0,57

Kerusakan pohon mempengaruhi pertumbuhan pohon karena menghambat pertumbuhan pohon. Kerusakan pohon terdapat pada organ tanaman yang tidak normal dan terdapat organisme pengganggu (Fikri *dkk.*, 2023). Kerusakan pohon dinilai dari lokasi, jenis kerusakan, dan tingkat keparahan dari individu pohon (Prana *dkk.*, 2024). Nilai CLI menentukan tingkat kesehatan pohon (Ananda *dkk.*, 2024). Semakin besar nilai CLI semakin banyak kerusakan yang dialami pohon. Kerusakan akan mengganggu pertumbuhan pohon bahkan pada areal yang luas akan menyebabkan kematian.

Lokasi kerusakan pada pohon menjadi tolak ukur karena bisa terjadi di mana saja dan kapan saja (Ananda *dkk.*, 2024). Kerusakan yang terjadi berbagai lokasi karena adanya interaksi pohon dengan lingkungan maupun makhluk hidup lain (Fikri *dkk.*, 2023). Tipe kerusakan adalah kerusakan yang dibedakan berdasarkan gejala karena serangan hama dan penyakit, organisme pengganggu, jamur, maupun bakteri yang dialami pada masing-masing pohon (Ananda *dkk.*, 2024). Tipe kerusakan dipengaruhi pada jenis pohon, jenis hutan, dan jarak penanamannya. Tingkat kerusakan menunjukkan persentase kerusakan dari batas kerusakan untuk setiap jenis kerusakan (Fikri *dkk.*, 2023). Tingkat keparahan diukur untuk memberikan gambaran mengenai kemungkinan risiko yang dapat menyebabkan kerusakan di masa mendatang (Ananda *dkk.*, 2024). Manfaat mengetahui tingkat keparahan untuk meminimalisir dan menanggulangi kerusakan agar tidak bertambah parah.

Sebuah pohon dinyatakan sehat jika dapat menjalankan kegiatan fisiologisnya secara optimal serta menunjukkan daya tahan yang tinggi terhadap berbagai gangguan yang merusak (Salsabilla *dkk.*, 2025). Sedangkan apabila ditemukan kerusakan pada satu bagian atau seluruh bagian pohon maka pohon tidak sehat. Kondisi ini menjadi salah satu parameter untuk menilai kesehatan pohon. Tingkat kesehatan pohon di dalam hutan dapat dipahami melalui seberapa tinggi tingkat kerusakan yang dialaminya. Tipe kerusakan pohon yang paling banyak ditemukan adalah luka terbuka, liana, dan

cabang patah/mati. Luka terbuka terjadi karena adanya aktivitas satwa dan manusia yang menjadi jalan bagi patogen menginfeksi pohon (Rezinda *dkk.*, 2021; Ananda *dkk.*, 2024). Liana adalah tanaman penyusun utama hutan hujan tropis. Liana akan tumbuh merambat batang pohon menuju pucuk tajuk pohon untuk mendapatkan sinar matahari.

Tabel 7 terlihat bahwa CLI di Resort Susukan baru (klaster plot 3 dan 4) paling besar yaitu 0,65 dan 0,83. Ini disebabkan karena Resort Susukan Baru ditemukan kerusakan pohon paling banyak daripada Resort lainnya sebanyak 81 kerusakan. Kerusakan ini mayoritas menyerang sonokeling (*Dalbergia latifolia*) berupa jamur dan cabang patah karena lapuk. Jamur dan cabang patah banyak ditemukan karena lantai hutan terlalu lembab. Kerusakan pohon yang tinggi dikarenakan adanya gangguan biotik dan abiotik seperti serangan hama dan penyakit, serta kondisi tapak dan iklim yang tidak mendukung pertumbuhan pohon (Safe'i *dkk.*, 2026). Kerusakan pohon (CLI) yang paling kecil ditemukan pada Resort Way Kanan (CL1 dan CL2). sebesar 0,47 dan 0,45. Nilai CLI yang rendah menjelaskan bahwa kerusakan pohon pada batang, daun, dan akar pohon sangat minimal sehingga pohon memiliki tajuk yang sehat (Safe'i *dkk.*, 2026). Kondisi Lokasi yang tertutup vegetasi permanen, topografi yang stabil juga sangat meminimalkan gangguan fisik dan kerusakan lingkungan (Nurchayani *dkk.*, 2022).

Penilaian Kondisi Tajuk

Pohon sehat adalah pohon yang tidak mengalami kerusakan dan masih bisa menjalankan fungsi fisiologisnya (Rezinda *dkk.*, 2021). Bagian yang umum dilihat dari kondisi tajuknya. Tajuk merupakan bagian pohon yang mempengaruhi pertumbuhan pohon karena sebagai tempat proses fotosintesis berlangsung (Haikal *dkk.*, 2020). Jika tajuk terganggu maka pertumbuhan pohon terhambat dan tidak maksimal. Kondisi tajuk dalam penilaian kesehatan tegakan pasca kebakaran dilihat dari nilai *Visual Crow Ratio* (VCR). Semakin besar nilai VCR semakin sehat

tajuk pohon. Kondisi tajuk pohon (VCR) dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai VCR per klaster-plot per resort di SPTN 1 TNWK

Resort	Klaster Plot	VCR
Way Kanan	CL1	3,40
	CL2	3,47
Susukan Baru	CL3	3,17
	CL4	2,95
Rawa Bunder	CL5	3,38
	CL6	3,31

Tabel 8 terlihat bahwa nilai VCR rata-rata diatas tiga kecuali klaster plot 4 yang nilai VCR kurang dari 2. Ini menandakan bahwa kondisi tajuk masih terjaga tetapi beberapa tempat ada celah. Klaster plot 4 berada di Resort Susukan Baru yang mayoritas tutupan lahan masih terbuka sehingga nilai VCR dibawah 2 yaitu 2,95. Nilai VCR di bawah 2 menandakan adanya gangguan kebakaran serta serangan hama dan penyakit. Komposisi jenis pohon Resort Susukan Baru masih dalam proses bertumbuh karena mayoritas ditemukan pada fase pancang dan tiang yang tajuknya belum besar. Menurut Laom dkk. (2024), nilai VCR yang rendah (dibawah 2) karena adanya kerusakan tajuk dan terbuka, tajuk yang memiliki kepadatan kecil, dan bagian cabang atas mengalami kematian.

Kondisi tajuk pohon menggambarkan stratifikasi tajuk pohon yang dapat menahan energi kinetik air hujan yang akan mencegah erosi (Feriansyah dkk., 2020). Tajuk yang rapat akan menghasilkan seresah yang lebih banyak sehingga dapat berpengaruh besar terhadap jumlah unsur hara yang ada di dalam tanah untuk kehidupan mahluk

hidup dibawah tanah (Hamzah dkk., 2024). Tajuk yang rapat akan menjadi tempat tinggal satwa untuk bersarang (Feriansyah dkk., 2020). Tajuk yang kecil menandakan bahwa pohon mengalami stress sehingga pertumbuhan pohon terganggu. Hasil pengukuran kondisi tajuk dipengaruhi oleh bentuk tajuk pada masing-masing pohon. Bentuk tajuk yang beragam akan menghasilkan tajuk yang beragam pula (Feriansyah dkk., 2020). Kerapatan dan bentuk tajuk menjadi faktor utama untuk menilai kesesuaian habitat satwa liar dan risiko kebakaran (Darmaji dkk., 2023). Menurut Haikal dkk. (2020), lebar tajuk pohon menandakan tingkat persaingan antar individu pohon di suatu vegetasi.

Penilaian Indikator Biodiversitas

Penilaian indikator biodiversitas diukur dengan indeks Shannon-Wiener (H') pada setiap klaster plot. Semakin besar indeks Shannon-Wiener semakin beragam jenis pohon yang ditemukan. Nilai indeks Shannon-Wiener dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai indeks Shannon-Wiener per klaster-plot per resort di SPTN 1 TNWK

Resort	Klaster Plot	H'
Way Kanan	CL1	2,78
	CL2	3,02
Susukan Baru	CL3	1,24
	CL4	1,31
Rawa Bunder	CL5	1,53
	CL6	1,86

Keanekaragaman merupakan suatu sarana untuk mengetahui kompleksitas suatu vegetasi dan perubahannya (Sanjaya dkk., 2021). Semakin besar nilai keanekaragaman semakin seimbang vegetasinya (Anjani dkk., 2022). Hutan yang seimbang adalah hutan yang memiliki keanekaragaman yang tinggi. Menurut Safe'i dkk. (2026), keseimbangan hutan akan tetap terjaga jika keanekaragaman jenis tinggi. Vegetasi yang stabil tidak akan mudah berubah jika ada gangguan.

Semakin banyak jenis pohon semakin tinggi keanekaragamannya. Keanekaragaman jenis sedang dipengaruhi oleh perubahan vegetasi secara berulang dan terus menerus (Arya dkk., 2023) serta jumlah jenis pohon di vegetasi tersusun sesuai tempat tumbuhnya.

Keanekaragaman jenis sedang dipengaruhi oleh perubahan vegetasi secara berulang dan terus menerus (Arya dkk., 2023) serta jumlah jenis pohon di vegetasi tersusun sesuai tempat

tumbuhnya. Menurut Aryasatya *dkk.* (2022), kebakaran dan penebangan liar menjadi faktor berkurangnya jumlah jenis pada suatu ekosistem yang menyebabkan nilai indeks keanekaragaman menurun. Keanekaragaman yang tinggi mengindikasikan sebaran masing-masing jenis secara merata. Tinggi rendahnya keanekaragaman mempengaruhi stabilitas suatu vegetasi hutan (Arya *dkk.*, 2023).

Menurut Fitriani *dkk.* (2021), apabila $H' < 1,5$ maka keanekaragaman jenis tergolong rendah, apabila $H' = 1,5 - 3,5$ maka keanekaragaman jenis tergolong sedang, dan apabila $H' > 3,5$ maka keanekaragaman jenis tergolong tinggi. Berdasarkan hal tersebut maka semua klaster plot dalam kategori sedang. Menurut pendapat Sanjaya *dkk.* (2021), keanekaragam sedang disebabkan karena perubahan tegakan secara berulang dan terus menerus. Ini menyebabkan bentuk dan jumlah jenis pohon di vegetasi tersusun sesuai tempat tumbuhnya. Jumlah jenis dan individu sangat mempengaruhi nilai suatu keanekaragaman spesies.

Safe'i *dkk.* (2020), menyatakan jika nilai $H' < 1$, maka vegetasi kurang stabil; jika nilai H' antara 1-2, maka vegetasi stabil; dan jika nilai $H' > 2$, maka vegetasi sangat stabil. Berdasarkan pernyataan tersebut semua klaster plot dalam kondisi sangat stabil karena nilai indeks Shannon-Wiener diatas 2. Vegetasi yang stabil tidak akan mudah berubah jika ada gangguan yang tidak signifikan. Semakin banyak jenis pohon semakin besar nilai indeks Shannon-Wiener.

Penilaian Kesehatan Tegakan Pasca Kebakaran

Penilaian kesehatan tegakan pasca kebakaran berdasarkan nilai akhir kesehatan hutan setiap klaster plot. Nilai akhir kesehatan tegakan didapatkan dari perkalian dari nilai skor dengan nilai tertimbang pada setiap parameter pengamatan (Safe'i *dkk.*, 2020). Penentuan ambang batas kesehatan tegakan berdasarkan nilai akhir kesehatan tegakan. Berikut ambang batas kesehatan tegakan dijelaskan pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai ambang batas status kesehatan tegakan pasca kebakaran

No	Ambang Batas	Kategori
1	4,76 – 6,80	Baik
2	2,23 – 4,75	Sedang
3	0,68 – 2,72	Buruk

Status kesehatan tegakan pasca kebakaran dibagi kedalam tiga kelas yaitu baik, sedang, dan

buruk. Status kesehatan tegakan pasca kebakaran dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Status kesehatan tegakan pasca kebakaran di SPTN 1 TNWK

Resort	Klaster Plot	NKT	Kategori
Way Kanan	1	6,22	Baik
	2	6,80	Baik
Susukan Baru	3	1,48	Buruk
	4	0,68	Buruk
Rawa Bunder	5	2,76	Sedang
	6	3,42	Sedang
SPTN 1 TNWK	Rata-rata	3,56	Sedang

Tabel 11 terlihat bawah nilai kesehatan hutan terbesar pada klaster plot 2 sebesar 6,80 dan terendah pada klaster plot 4 sebesar 0,68. Ini membuktikan bahwa pada klaster plot 2 (Resort Way Kanan) dalam kondisi baik yang ditandai dengan kerusakan pohon yang rendah, kondisi tajuk yang baik, dan ditemukan banyak jenis pohon. Semakin besar nilai akhirnya semakin sehat kondisi tegakannya. Nilai akhir kesehatan tegakan pada Tabel 11 menentukan status kesehatan tegakan hutan. Status kesehatan tegakan didasarkan pada ambang batas kesehatan tegakan pada Tabel 10.

Tabel 11 menjelaskan bahwa kesehatan tegakan pada Resort Way Kanan dalam kategori baik, Resort Susukan baru dalam kondisi buruk, dan Resort Rawa Bunder dalam kategori sedang. SPTN 1 TNWK kesehatan tegakan dalam kategori sedang. Status kesehatan tegakan yang buruk menandakan bahwa banyak pohon yang mengalami kerusakan, kondisi tajuk yang buruk, dan sedikit jenis pohon yang ditemukan. Status kesehatan tegakan sedang menandakan bahwa adanya gangguan. Gangguan yang terjadi tidak terlalu mempengaruhi kondisi tegakan. Tegakan yang sehat adalah tegakan yang memiliki jenis

pohon yang banyak, jumlah pohon yang cukup, dan persebaran jenis yang merata (Haikal *dkk.*, 2020). Hutan yang stabil ditandai dengan kondisi tegakan yang sehat pula (Safe’i *dkk.*, 2020). Tegakan yang kesehatannya buruk menandakan hutan yang terancam kelestariannya sehingga harus ada tindakan penanganan.

Penilaian Laju Suksesi

Suksesi adalah proses dimana ekosistem menuju ke kondisi stabil secara perlahan dalam jangka waktu dan daerah tertentu. Suksesi terjadi pada lahan yang terbuka karena penebangan dan kebakaran hutan. Kebakaran hutan menyebabkan

rendahnya kerapatan kanopi pohon yang membuat cahaya menembus lantai hutan sehingga tumbuhan bawah berkembang terlebih dahulu (Hilwan dan Laijanan, 2024). Laju suksesi dapat dilihat dari indeks nilai penting semai dan pancang yang berada di eksosistem. Semai dan pancang adalah calon pohon yang akan menggantikan pohon yang mati dikarenakan kebakaran. Indeks nilai penting menggambarkan peran pohon di ekosistem. Semakin besar indeks nilai penting semakin peran pohon tersebut di ekosistemnya (Jannah *dkk.*, 2024). Berikut nilai laju suksesi setiap klaster plot dijelaskan pada Tabel 12.

Tabel 12. Nilai laju suksesi berdasarkan indeks nilai penting semai dan pancang

Resort	Klaster Plot	Laju Suksesi
Way Kanan	CL1	35,16
	CL2	40,96
Susukan Baru	CL3	23,81
	CL4	22,84
Rawa Bunder	CL5	42,22
	CL6	35,01

Tabel 12 menunjukkan bahwa indeks nilai penting (INP) terbesar pada klaster plot 5 sebesar 42,22%. Indeks nilai penting pada semai dan pancang adalah penjumlahan nilai kerapatan relative dan frekuensi relatif. Kerapatan relatif (KR) adalah jumlah individu suatu pohon didalam suatu area (Pertiwi dan Chairul, 2024). Semakin besar KR semakin banyak individu pohon yang ditemukan. Sedangkan frekuensi relatif (FR) menggambarkan distribusi dan frekuensi jenis pohon dalam suatu ekosistem (Nuraida *dkk.*, 2022). Semakin besar FR semakin merata persebaran jenis pohon.

Uji Pengaruh dan Hubungan Nilai Akhir Kesehatan Tegakan dengan Laju Suksesi

Selanjutnya melakukan uji korelasi Person dan uji regresi sederhana untuk mengetahui hubungan kesehatan tegakan pasca kebakaran dengan kesehatan pohon. Uji korelasi Person membandingkan antara kesehatan akhir tegakan pasca kebakaran (CLI, VCR, dan H’) dengan laju suksesi (indeks nilai penting). Kuat tidaknya

hubungan antara kesehatan tegakan pasca kebakaran (X) dengan laju suksesi (Y) dilihat dari nilai koefisien korelasi. Tabel 13 terlihat bahwa nilai koefisien korelasi sebesar 0,70 yang mengartikan bahwa hubungan kedua variabel positif dan tinggi. Hubungan tinggi membuktikan bahwa kesehatan tegakan pasca kebakaran sangat mempengaruhi laju suksesi.

Tabel 13 menunjukkan model regresinya adalah $Y=25,00 + 2,34X$. Model Regresi ini menjelaskan bahwa jika kesehatan tegakan pasca kebakaran naik 1 maka laju suksesi naik 2,34 dan ini membuktikan bahwa semakin sehat tegakan semakin baik pula suksesi di hutan tersebut. Tegakan yang sehat tidak mudah mengalami perubahan jika terkena gangguan. Pohon yang ada pada tegakan yang sehat tidak mudah mengalami serangan hama dan penyakit. Jika terkena gangguan suksesi pohon tidak terlalu terganggu. Hubungan korelasi yang positif kesehatan tegakan pasca kebakaran dengan laju suksesi menunjukkan bahwa kesehatan tegakan pasca kebakaran yang baik dapat menjamin laju suksesi lahan pasca kebakaran.

Tabel 13. Hasil uji Person dan Regresi Sederhana

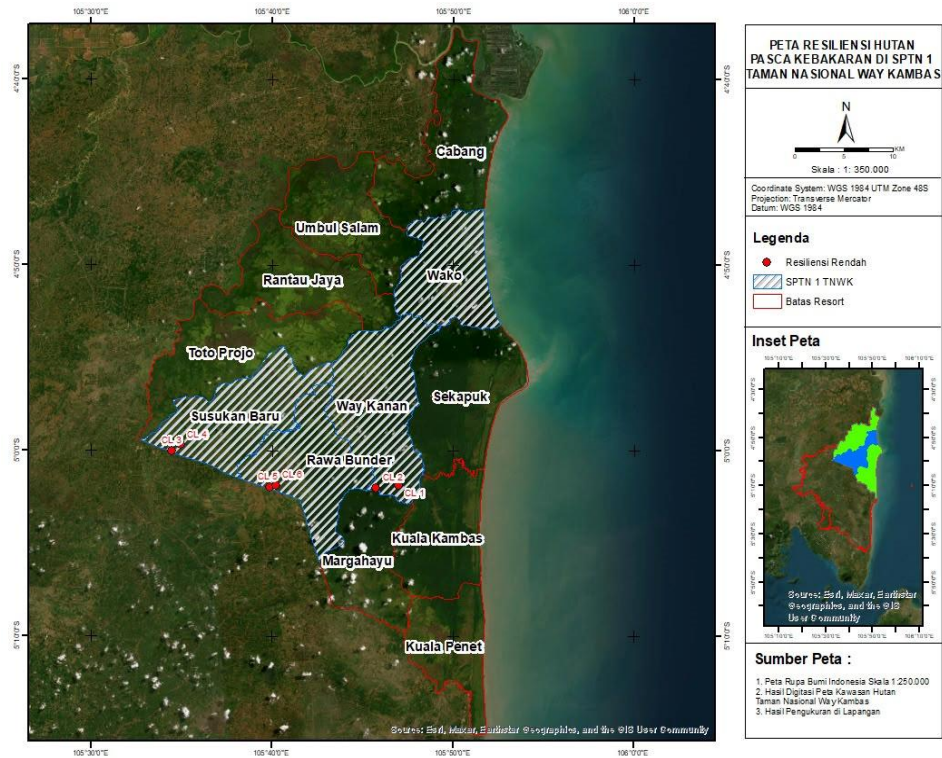
Uji Person dan Regresi	Kesehatan Tegakan dengan Laju Suksesi
Koefisien Korelasi	0,70 (tinggi)
Model Regresi	$Y=25,00 + 2,34X$

Tabel 14. Nilai kesehatan hutan dan nilai ambang batas resiliensi per klaster plot

Klaster Plot	NKH	X _{threshold}	Resiliensi Hutan
CL1	6,22	39,55	Rendah
CL2	6,80	40,91	Rendah
CL3	1,48	28,46	Rendah
CL4	0,68	26,59	Rendah
CL5	2,76	31,46	Rendah
CL6	3,42	33,00	Rendah

Model regresi yang didapatkan akan digunakan untuk menghitung nilai X_{threshold} resiliensi hutan yang dijelaskan pada Tabel 14. Tabel 14 menggambarkan bahwa semua klaster plot memiliki nilai X_{threshold} resiliensi hutan lebih besar daripada nilai kesehatan tegakan hutan. Sehingga semua klaster plot harus dilakukan penanaman dan pengayaan pohon. Tujuan penanaman dan pengayaan pohon untuk membantu resiliensi hutan berjalan baik. Data pada Tabel 13 ditranformasikan untuk membuat peta resiliensi hutan yang akan

digambarkan pada Gambar 3. Resiliensi adalah respon atau kemampuan ekosistem terhadap gangguan yang mengakibatkan kondisi lingkungan berubah (Irwansyah *dkk.*, 2023). Resiliensi termasuk salah satu faktor utama dalam proses pemulihan ekosistem dari berbagai ancaman kerusakan hutan (Asyhari *dkk.*, 2025). Peta resiliensi hutan pasca kebakaran dijabarkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta resiliensi hutan pasca kebakaran di SPTN 1 Taman Nasional Way Kambas.

KESIMPULAN

Status kesehatan tegakan hutan pasca kebakaran di SPTN 1 Taman Nasional Way Kambas dalam kategori sedang. Pengaruh nilai kesehatan tegakan hutan terhadap laju suksesi berdasarkan uji Person dan korelasi tinggi dengan koefisien korelasi sebesar 0,70 dan model regresi linier yaitu $Y=25,00 + 2,34X$. Berdasarkan nilai X_{threshold} setiap klaster plot dibawah nilai akhir

kesehatan tegakan hutan. Sehingga semua klaster plot memiliki resiliensi rendah yang harus dilakukan penanaman pohon atau reboisasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan dalam penelitian kami

melalui hibah penelitian dari Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan tahun 2026 pada skema Penelitian Tesis Magister (PTM) berdasarkan Surat Keputusan No. 196/KPA/C3/KPT/2026 tanggal 15 April 2026 dengan Kontrak No. 234/C3/DT.05.00/PL-BARU/2026 Tanggal 13 April 2026 dan Kontrak Turunan Nomor 357/UN26.21/PN/2026 tanggal 20 April 2026.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, V. D., Safe'i, R., Winarno, G. D., & Hilmanto, R. (2024). Analysis of Tree Damage in Rawa Kidang Restoration Way Kambas National Park. *Jurnal Hutan Tropis*, 12(1), 105–113. <https://dx.doi.org/10.20527/jht.v12i1.19030>
- Anjani, W., Umam, A.H., & Anhar, A. (2022). Keanekaragaman, pemerataan, dan kekayaan vegetasi hutan pada Taman Hutan Raya Lae Kombih Kecamatan Penanggalan, Kota Subulussalam. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2), 770-778. <https://dx.doi.org/10.17969/jimfp.v7i2.20136>
- Ansori, D.P., Safe'i, R., & Kaskoyo, H. (2020). Penilaian indikator kesehatan hutan rakyat pada beberapa pola tanam (Studi kasus di Desa Buana Sakti Kecamatan Batang Hari Kabupaten Lampung Timur). *Jurnal Perennial*, 16(1), 1-6. <https://doi.org/10.24259/perennial.v16i1.8109>
- Arya, M.H., Latifah, S., & Shabrina, H. (2023). Keanekaragaman, kekayaan, dan pemerataan jenis tumbuhan di Blok Perlindungan Tahura Nuraksa Pulau Lombok. *Jurnal Hutan Pulau-pulau Kecil*, 10(1), 11-21. <https://doi.org/10.30598/jhppk.v7i1>
- Asyhari, F.A., Wahyudiono, S., & Suhartat, T. (2025). Analisis spasial resiliensi ekosistem kawasan Gunung Lawu Bagian Timur pasca karhutla tahun 2018 dan 2019 menggunakan Citra Satelit Landsat 8. *Jurnal Agroforetech*, 3(3), 1879-1890. <https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/2130>
- Darmaji, Fithria, A., Kissinger,., & Priatmadi, B.J. (2023). Komponen dan kesesuaian habitat lutung dahi putih (*Presbytis frontata*) di DAS Cantung. *Jurnal EnviroScienteeae*, 19(3), 101-111. <https://dx.doi.org/10.20527/es.v19i3.17274>
- Feriansyah, A., Safe'i, R., Darmawan, A., & Kaskoyo, H. (2020). Status kesehatan hutan berdasarkan indikator kondisi tajuk (Studi kasus pada tiga fungsi hutan di Provinsi Lampung). Prosiding Seminar Nasional Konservasi. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung. 243-249. <https://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/26314>
- Fikri, K., Latifah, S., & Aji1, I.M.L. (2023). Identifikasi tipe kerusakan pohon di RTH Kampus Universitas Mataram. *Journal of Forest Science Avicenna*, 6(1), 12-25. <https://doi.org/10.22219/avicennia.v6i1.21637>
- Haikal, F.F., Safe'i, R., Kaskoyo, H., & Darmawan, A. (2020). Pentingnya pemantauan kesehatan hutan dalam pengelolaan hutan kemasyarakatan (Studi kasus HKm Beringin Jaya yang di Kelola oleh KTH Lestari Jaya 8). *Jurnal Hutan Pulau-pulau Kecil*, 4(1), 21-43. <https://doi.org/10.30598/jhppk.2020.4.1.31>
- Hamzah,., Rumondang, J., Dinanty, F., Safira, D.A., Farikhah, A., Nisya, D., & Siregar, H.V. (2024). Studi karakteristik kimia tanah pada berbagai kelerengan di Lahan Agroforestri Berbasis Gaharu (*Aquilaria malaccensis*). *Jurnal Silva Tropika*, 8(2), 152-161. <https://doi.org/10.22437/jurnalsilvatropika.v8i2.38373>
- Hasyim, Z., Laraswati, D., Purwanto, R.H., Pratama, A.A., & Maryudi, A. (2020). Challenges facing independent monitoring networks in the Indonesian timber legality assurance system. *For Policy Econ*, 111:102025. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.102025>
- Hilwan, I., & Laijanan, T.A. (2024). Komposisi jenis dan struktur tegakan hutan pegunungan pasca kebakaran di Taman Nasional Gunung Ciremai, Jawa Barat. *Journal of Tropical Silviculture*, 15(01), 18-26.
- Indriani, Y., Safe'i, R., Kaskoyo, H., & Darmawan, A. (2020). Vitalitas sebagai salah satu indikator kesehatan hutan konservasi. *Jurnal Perennial*, 16(2), 40-46. <https://dx.doi.org/10.24259/perennial.v16i2.9244>
- Irwansyah, A.M.A., Daris, L., Nur, A., Massiseng, A., Alpiani, A., & Masriah, A. (2023). Tingkat resiliensi ekosistem mangrove di Perairan Pallime Kecamatan Cenrana

- Kabupaten Bone Level of Mangrove Ecosystem Resilience in Pallime Waters, Cenrana District, Bone Regency. *Jurnal Akuatiklestari*, 7(1), 52–59. <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v7i1.6396>.
- Jannah, S.N., Khotimperwati, L., Utami, S., Artiningsih., & Sophianingrum, M. (2024). Analisis vegetasi pohon di Kawasan Wisata Curug Gondoriyo Kota Semarang, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 972-980. <https://doi.org/10.14710/jil.22.4.972-980>.
- Khairani., Santosa, Y., & Masyud, B. (2022). Habitat factors that determine the movement of Sumatran elephants in Way Kambas National Park. *International Jurnal Conservation Sci*, 13(4), 1237-1248. <https://doi.org/10.36868/IJCS.2022.04.10>.
- Laom, E. E., Seran, W., Kaho, N. P. R., Sipayung, R. H. (2024). Penilaian status kesehatan hutan mangrove di sekitar Danau Tuadale pada Kawasan Suaka Margasatwa Tuadale, Desa Lifuleo, Kecamatan Kupang Barat, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Journal of Scientech Research and Development*, 6(1), 1414-1439. <https://doi.org/10.56670/jsrd.v6i1.449>.
- Nuraida, D., Rosyida, S.Z.A., Widyawati, N.A., Sari, K.W., & Fanan, M.R.I. (2021). Analisis vegetasi tumbuhan herba di Kawasan Hutan Krawak. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 9(2), 96-104. <https://doi.org/10.29303/rimbalestari.v1i2.401>.
- Nurcahyani, A., Safe'i, R., & Bintoro, A. (2022). Kajian perubahan pengelolaan kesehatan hutan rakyat jati di Desa Rulung Helok Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan. *Buletin Poltanesa*, 23(2), 689–695.
- Pérez-Cabello, F., Montorio, R., & Alves, D.B. (2020). Remote sensing techniques to assess post-fire vegetation recovery. *Curr Opin Environ Sci Health*, 21:100251. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.100251>.
- Pertiwi, A.D., Safitri, N.F.A., & Azahro, D.A. (2019). Penyebaran vegetasi semak, herba, dan pohon dengan metode kuadrat di Taman Pancasila. *Procceding of biology Education*, 3(1), 185-191. <https://doi.org/10.21009/pbe.3-1.22>.
- Pertiwi, V., & Chairul. (2024). Analisis vegetasi tumbuhan tingkat pohon di Kawasan Geopark Silokek Kabupaten Sijunjung. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(1), 367-379.
- <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i1.9231>.
- Safe'i, R., Andrian, R., Maryono, T., Tapasya, S., & Putra, T.R. (2024). Identification of types of tree damage based on forest health monitoring (FHM) in the management of TAHURA WAR utilization blocks. *AIP Conference Procciding*, 2970(1), 52-60. <https://doi.org/10.1063/5.0208174>.
- Safe'i, R., Wulandari, C., & Kaskoyo, H. (2019). Penilaian kesehatan hutan pada berbagai tipe hutan di Provinsi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, 7(1), 95-109. <https://doi.org/10.23960/jsl1795-109>.
- Safe'i, R., Yuwono, S.B., Wulandari, C., Bakri, S., Febryano, I.G., Qurniati, R., & Hilmanto, R. (2026). Analisis pengaruh teknik pengelolaan hutan terhadap tingkat kesehatan hutan rakyat (Studi kasus di Hutan Rakyat, Kelurahan Pinang Jaya, Kecamatan Kemiling, Kota Bandar Lampung). *Ulin: Jurnal Hutan Tropika*, 10(1), 225-234. <https://dx.doi.org/10.32522/ujht.v10i1>.
- Safe'i, R., Darmawan, A., Irawati, A.R., Pangestu, A.Y., Arwanda, E.R., & Syahiib, A.N. (2022). Cluster analysis on forest health conditions in Lampung Province. *International Jurnal Des Nature Ecodynamics*, 17(2), 257-262. <https://doi.org/10.18280/ij dne.170213>.
- Salsabilla, A., Indriyanto., Asmarahman, C., & Riniarti, M. (2025). *Identifikasi Jenis Kerusakan Pohon pada Tegakan Kebun Hutan di Areal Garapan KTH Harapan Baru III*. Seminar Nasional Konservasi. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung. 11-19. <https://semnaskonservasi.lppm.unila.ac.id/index.php/files/article/view/106>.
- Sanjaya, F.A., Safe'i, R., & Winarno, G.D. (2021). Keanekaragaman jenis pohon sebagai salah satu indikator kesehatan hutan konservasi. *Indonesian Journal of Conservation*, 10(2), 53-57. <https://doi.org/10.15294/ijc.v10i2.28895>.
- Schmitt, S., Maréchaux, I., Chave, J., & Hérault, B. (2020). Functional diversity improves tropical forest resilience: Insights from a long-term virtual experiment. *Journal Ecologi*, 108(3), 831-843. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13320>.
- Supriyadi, G. 2021. *Statistika Penelitian Pendidikan*. UNY Press. Yogyakarta.
- Tapasya, S., Safe'i, R., Tsani, M.K., & Puspasari, E. (2023). Penilaian kesehatan hutan berdasarkan indikator biodiversitas pada

Blok Pemanfaatan TAHURA WAR. *Jurnal
Sylva Scientiae*, 6(4), 669-678.
<https://doi.org/10.20527/jss.v6i4.10060>.
Volkova, L., Krisnawati, H., Qirom, M.A.,
Adinugroho, W.C., Imanuddin, R., &

Hutapea, F.J. (2023). Fire and tree species
diversity in tropical peat swamp forests. *For
Ecologi Management*, 529:120704.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120704>.