



Karakteristik Vegetasi dan Tanah Hutan Pasca Kebakaran di Gunung Lawu, BKPH Lawu Selatan, KPH Lawu Ds

(*Vegetation and Soil Characteristics of Post-Fire Forest in Mount Lawu, BKPH Lawu Selatan, KPH Lawu Ds*)

Muh Yosrilrafiq Irwansyah^{1*}, Istomo², Lailan Syaufina²

¹ Mahasiswa Pascasarjana Program Studi Silviculture Tropika, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Jalan Ulin, Kampus IPB University, Dramaga 16680

² Dosen Pascasarjana Program Studi Silviculture Tropika, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Jalan Ulin, Kampus IPB University, Dramaga 16680.

* Corresponding Author: muhyosrilrafiq@gmail.com

Article History

Received : June 19, 2025

Revised : July 25, 2025

Approved : July 27, 2025

Keywords:

forest fire, vegetation characteristics, soil characteristics, succession

© 2025 Authors

Published by the Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Palangka Raya University. This article is openly accessible under the license:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Sejarah Artikel

Diterima : 19 Juni 2025

Direvisi : 25 Juli 2025

Disetujui : 27 Juli 2025

Kata Kunci:

Kebakaran hutan, karakteristik vegetasi, karakteristik tanah, suksesi

© 2025 Penulis

Diterbitkan oleh Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya.

Artikel ini dapat diakses secara terbuka di bawah lisensi:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

ABSTRACT

Forest fire constitutes a major ecological disturbance that induces substantial alterations in ecosystem structure and function, particularly affecting vegetation and soil properties. The Mount Lawu forest, situated within the management unit of BKPH Lawu Selatan, KPH Lawu Ds, has undergone multiple fire events over the past two decades. This study aims to examine characteristics across distinct successional stages, assess soil physicochemical attributes, and identify potential pioneer species capable of adapting to post-fire environments. The investigation was conducted across three successional stages represented by shrubland (burned in 2019), young secondary forest (burned in 2015), and old secondary forest (burned in 2002). Vegetation sampling employed nested plot design, while soil analysis included measurements of pH, organic carbon, total nitrogen, carbon-to-nitrogen ratio, cation exchange capacity, base saturation, and bulk density. The findings reveal successional shifts in species dominance from *Imperata cylindrica* and *Schima wallichii* in early stages to *Lithocarpus sundaicus* in mature forest stands. The assessment of physical and chemical soil properties showed variable results. Biomass accumulation increased along with the successional gradient, indicating enhanced ecosystem development. Soil variables exhibited patterns in relation to vegetation structure and biomass.

ABSTRAK

Kebakaran hutan merupakan salah satu bentuk gangguan ekologis utama yang menyebabkan perubahan besar terhadap struktur dan fungsi ekosistem, khususnya pada karakteristik vegetasi dan sifat-sifat tanah. Hutan Gunung Lawu yang berada dalam wilayah pengelolaan BKPH Lawu Selatan, KPH Lawu Ds, telah mengalami beberapa kejadian kebakaran selama dua dekade terakhir. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik vegetasi pada berbagai tahap suksesi, menilai sifat fisik-kimia tanah, serta mengidentifikasi spesies pionir potensial yang mampu beradaptasi di lingkungan pasca kebakaran. Penelitian dilakukan pada tiga tahapan suksesi yang direpresentasikan oleh semak belukar (kebakaran tahun 2019), hutan sekunder muda (kebakaran tahun 2015), dan hutan sekunder tua (kebakaran tahun 2002). Pengambilan data vegetasi dilakukan menggunakan metode petak berjenjang, sementara analisis tanah mencakup pengukuran pH, c-organik, n-total, rasio C/N, kapasitas tukar kation, kejenuhan basa, dan *bulk density*. Hasil penelitian menunjukkan adanya pergeseran dominasi spesies dari spesies *Schima wallichii* menjadi spesies *Lithocarpus sundaicus* pada hutan yang lebih klimaks. Penilaian sifat fisik dan kimia tanah menunjukkan hasil yang bervariasi. Biomassa meningkat seiring proses suksesi mencerminkan perkembangan ekosistem.

1. Pendahuluan

Hutan merupakan sumber daya alam yang memiliki peran vital dalam menopang

kehidupan, baik sebagai penyedia kebutuhan pokok manusia, pengatur tata air, penyedia oksigen, hingga pelindung terhadap bencana

ekologis seperti banjir dan erosi (Utomo et al. 2021). Namun, keberadaan hutan semakin terancam akibat berbagai gangguan, salah satunya adalah kebakaran hutan dan lahan yang cenderung meningkat dalam dua dekade terakhir (Syaufina 2017). Kebakaran tidak hanya menyebabkan hilangnya tutupan vegetasi, tetapi juga memicu kerusakan struktur tanah dan terganggunya siklus ekosistem secara keseluruhan. Secara alami, ekosistem hutan memiliki kemampuan untuk pulih melalui proses suksesi sekunder, yaitu perubahan komunitas tumbuhan setelah gangguan terjadi (Gunawan et al. 2011). Suksesi ini dipengaruhi oleh kemampuan adaptasi dan resistensi spesies terhadap gangguan, terutama kebakaran (Istomo & Fardian 2021). Spesies pionir yang tahan terhadap api umumnya akan mendominasi fase awal, lalu mengubah kondisi iklim mikro hingga memungkinkan tumbuhnya spesies lain (Syaufina & Anggraini 2021). Gunung Lawu merupakan kawasan hutan pegunungan yang kaya akan keanekaragaman hayati dan terletak di perbatasan Jawa Tengah dan Jawa Timur. Dalam dua dekade terakhir, kawasan ini telah mengalami beberapa kali kebakaran hutan, yang diperkirakan menyebabkan perbedaan karakteristik vegetasi dan tanah di setiap tahap pemulihan.

Penelitian mengenai karakteristik vegetasi dan tanah pasca kebakaran di Gunung Lawu penting dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang dinamika pemulihan ekosistem. Informasi ini menjadi dasar ilmiah yang penting dalam merancang strategi rehabilitasi yang sesuai dengan kondisi lokal serta mendukung pengelolaan hutan secara berkelanjutan, terutama di kawasan rawan kebakaran seperti Gunung Lawu.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan komposisi dan struktur vegetasi, karakteristik tanah, serta mengidentifikasi spesies pionir potensial yang berperan dalam proses suksesi pada kawasan hutan Gunung Lawu pasca kebakaran

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan di kawasan hutan Gunung Lawu pasca kebakaran, BKPH Lawu Selatan, KPH Lawu Ds, Jawa Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai bulan Juni 2023.

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pita ukur, kompas, tambang plastik, dan golok untuk pembuatan petak ukur, haka hypsometer, *phi band*, dan *tally sheet* untuk analisis vegetasi, serta *ring sample* untuk pengambilan sampel tanah. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain data primer yang meliputi data pengukuran diameter pohon, tinggi pohon, jenis vegetasi, sampel tanah, dan data sekunder berupa dokumen atau laporan dari instansi berkaitan.

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Prosedur pengambilan data vegetasi

Plot penelitian menggunakan kombinasi jalur dan garis berpetak yang dibagi menjadi subpetak dengan metode *nested sampling*. Plot dibedakan berdasarkan tingkat suksesi: semak belukar (kebakaran tahun 2019), hutan sekunder muda (kebakaran tahun 2015), dan hutan sekunder tua (kebakaran tahun 2002). Masing-masing plot berukuran 20×60 m dengan 3 plot per tingkat suksesi. Plot utama dibagi menjadi subpetak berukuran 2×2 m (tumbuhan bawah dan semai, diameter ≤ 2 cm, tinggi $\leq 1,5$ m), 5×5 m (pancang, diameter 2–10 cm), 10×10 m (tiang, diameter 10–20 cm), dan 20×20 m (pohon, diameter > 20 cm).

2.3.2. Pengambilan sampel tanah

Sampel tanah diambil pada masing masing plot di setiap tipe hutan pada kedalaman antara 0-20 cm. Sampel tanah dianalisis di *Environmental Biotechnology Laboratory, Indonesian center for Biodiversity and Biotechnology* (ICBB) Bogor, Jawa Barat.

2.4. Analisis Data

2.4.1. Analisis Data Vegetasi

Analisis data vegetasi terfokus dengan menghitung Indeks Nilai Penting (INP) (Soerianegara & Indrawan 2008), indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener (H') (Margalef 1972), indeks kekayaan jenis (R) (Magurran 1988), dan indeks pemerataan jenis (E) (Magurran 2004).

2.4.2. Perhitungan Potensi Biomassa Tegakan

Perhitungan potensi biomassa tegakan ini dilakukan di tiga lokasi yaitu semak belukar, hutan sekunder muda dan hutan sekunder tua. Persamaan alometrik yang digunakan untuk pendugaan biomassa dan karbon sebagai berikut (Haruni *et al.* 2012):

$$B = V \times WD \times BEF$$

Keterangan:

B = Biomassa pohon (kg),

WD = Berat jenis kayu (kg/m^3),

BEF = *Biomass Expansion Factor*

$$C = B \times \text{Fraksi karbon}$$

Keterangan:

C = Karbon (ton/ha)

B = Biomassa (ton/ha)

2.4.3 Analisis sifat tanah

Sampel tanah yang telah diambil di lapangan kemudian dianalisis sifat kimia dan sifat fisik tanah meliputi data pH, C-Organik, N-Total, C/N *ratio*, KTK, kejenuhan basa, dan *bulk density*.

2.4.4 Uji statistik

Dalam penelitian ini, analisis korelasi spearman digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara biomassa vegetasi dan berbagai variabel sifat fisik-kimia tanah pada semua tiga fase suksesi hutan pasca kebakaran, yaitu semak belukar, hutan sekunder muda, dan hutan sekunder tua. Penggunaan korelasi spearman dianggap relevan karena bertujuan untuk menangkap pola kecenderungan hubungan non-parametrik dengan sampel yang terbatas (Yu & Hutson 2022).

3. Hasil Penelitian

3.1. Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks Nilai Penting (INP) merupakan parameter yang digunakan untuk mengevaluasi dominansi suatu spesies dalam komunitas vegetasi serta mencerminkan dinamika suksesi ekosistem pasca kebakaran. Hasil Pengamatan nilai INP pada masing-masing lokasi diunjukkan pada **Tabel 1**. Pada tahap awal suksesi di lokasi semak belukar (pasca kebakaran tahun 2019), vegetasi didominasi oleh spesies pionir. Alang-alang (*Imperata cylindrica*) memiliki nilai INP tertinggi pada tingkat tumbuhan bawah sebesar 45,13% yang menunjukkan kemampuan dalam menutupi permukaan lahan terbuka akibat gangguan dengan regenerasi yang cepat (Yassir & Buurman 2015). Sementara itu, spesies puspa (*Schima wallichii*) menunjukkan dominansi pada tingkat semai dengan INP sebesar 78,49% dan pada tingkat pancang dengan INP sebesar 96,03%. Hal ini mengindikasikan potensi spesies tersebut dalam proses regenerasi awal pada ekosistem yang terganggu.

Lokasi hutan sekunder muda (pasca kebakaran tahun 2015) menunjukkan tahapan suksesi yang lebih lanjut. Pada tingkat tumbuhan bawah, dominansi bergeser ke jenis tikelan (*Ageratina riparia*) dengan INP sebesar 91,97%, menggantikan dominansi alang-alang dari fase sebelumnya. Spesies puspa tetap mendominasi secara konsisten dari tingkat semai hingga pohon dengan nilai INP tinggi, yaitu 170,71% (semai), 114,71% (pancang), 166,01% (tiang), dan 177,24% (pohon). Dominansi yang berkelanjutan ini menunjukkan peran penting spesies tersebut sebagai pionir yang tahan terhadap gangguan serta memiliki kapasitas regeneratif yang tinggi dalam membentuk kembali struktur vertikal hutan. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Wang *et al.* (2020) yang mengkategorikan puspa sebagai spesies pionir asli yang bersifat *evergreen* dan *fire-resistant*, serta berperan penting dalam restorasi vegetasi.

Pada kawasan hutan sekunder tua (pasca kebakaran tahun 2002), struktur vegetasi menunjukkan kecenderungan menuju

kestabilan yang lebih kompleks. Tumbuhan bawah jenis tikelan masih mendominasi dengan nilai INP sebesar 133,19%, sedangkan dominasi puspa hanya bertahan hingga tingkat semai dengan INP sebesar 101,09%. Pada tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi, terjadi pergeseran dominansi ke jenis klimaks yaitu pasang (*Lithocarpus sundaicus*) dengan nilai INP sebesar 97,50% (pancang), 80,30% (tiang), dan 115,72% (pohon). Pergeseran ini mencerminkan tahap suksesi yang lebih matang, ditandai dengan hadirnya spesies klimaks yang mendominasi strata atas vegetasi. Selaras dengan penelitian Tian (2023) bahwa genus *Lithocarpus* merupakan kelompok yang menjadi ciri khas kenampakan pada fase klimaks hutan subtropis maupun tropis.

Tabel 1. Indeks Nilai Penting (INP) di masing-masing lokasi

Nama Ilmiah	Nama Lokal	Tingkat Permudaan	INP (%)
Semak Belukar			
<i>Imperata cylindrica</i>	Alang-alang	Tb. Bawah	45,13
<i>Schima wallichii</i>	Puspa	Semai	78,49
<i>Schima wallichii</i>	Puspa	Pancang	96,03
Sekunder Muda			
<i>Ageratina riparia</i>	Tikelan	Tb. Bawah	91,97
<i>Schima wallichii</i>	Puspa	Semai	170,71
<i>Schima wallichii</i>	Puspa	Pancang	114,71
<i>Schima wallichii</i>	Puspa	Tiang	166,01
<i>Schima wallichii</i>	Puspa	Pohon	177,24
Sekunder Tua			
<i>Ageratina riparia</i>	Tikelan	Tb. Bawah	133,19
<i>Schima wallichii</i>	Puspa	Semai	101,09
<i>Lithocarpus sundaicus</i>	Pasang	Pancang	97,50
<i>Lithocarpus sundaicus</i>	Pasang	Tiang	80,30
<i>Lithocarpus sundaicus</i>	Pasang	Pohon	115,72

3.2. Nilai H' , E , dan R

Tabel 2 menyajikan rekapitulasi analisis indeks keanekaragaman (H'), kemerataan (E), dan indeks kekayaan jenis (R) di masing-masing lokasi penelitian. Secara keseluruhan, nilai indeks keanekaragaman, kemerataan, dan kekayaan jenis pada tingkat tumbuhan bawah menunjukkan penurunan dari lokasi semak belukar menuju hutan sekunder muda hingga hutan sekunder tua. Hal ini sejalan dengan dinamika suksesi yang mempengaruhi struktur kanopi dan ketersediaan cahaya di lantai hutan. Pada tahap awal suksesi, tingkat keterbukaan tajuk masih tinggi sehingga memungkinkan

penetrasi cahaya matahari secara langsung ke permukaan tanah. Kondisi ini sangat mendukung pertumbuhan dan keberagaman spesies tumbuhan bawah yang umumnya membutuhkan intensitas cahaya tinggi (Matsuo et al. 2021). Seiring berlangsungnya proses suksesi, struktur tajuk hutan menjadi semakin kompleks dan rapat, keanekaragaman jenis tumbuhan bawah akan berangsur menurun. Penutupan tajuk yang meningkat secara signifikan mengurangi cahaya di bawah kanopi, sehingga membatasi regenerasi dan pertumbuhan spesies tumbuhan bawah yang tidak toleran terhadap naungan (Rupasinghe & Gunaratne 2017).

Sebaliknya, terjadi peningkatan nilai keanekaragaman, kemerataan, dan kekayaan jenis pada tingkat semai, pancang, tiang, dan pohon dari lokasi semak belukar hingga hutan sekunder tua. Hal ini diduga menjadi tanda kematangan ekosistem akibat proses suksesi alami. Seiring waktu, struktur tajuk hutan menjadi lebih kompleks dan heterogen, menciptakan variasi habitat sehingga memungkinkan masuknya berbagai spesies baru pada strata dan tegakan atas.

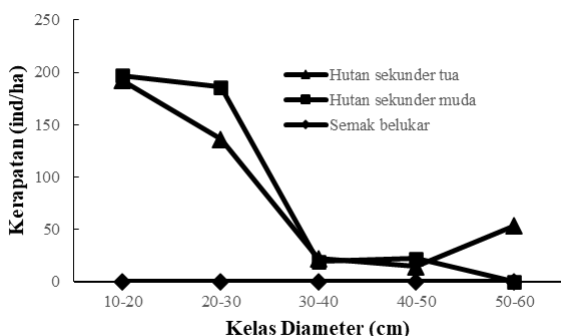
Tabel 2. Rekapitulasi analisis indeks keanekaragaman (H'), kemerataan (E), kekayaan jenis (R)

Lokasi	Tingkat Permudaan	H'	E	R
Semak Belukar	Tumbuhan bawah	1,81	0,26	0,98
	Semai	1,06	0,26	0,73
	Pancang	0,90	0,19	0,41
Hutan Sekunder Muda	Tumbuhan bawah	1,19	0,20	0,85
	Semai	0,42	0,14	0,33
	Pancang	0,91	0,19	0,62
	Tiang	0,92	0,22	1,65
Hutan Sekunder Tua	Pohon	0,72	0,16	0,68
	Tumbuhan bawah	0,63	0,11	0,51
	Semai	0,57	0,18	0,32
	Pancang	1,13	0,26	1,14
Tua	Tiang	1,47	0,35	1,19
	Pohon	1,57	0,35	1,58

3.3. Sebaran Kelas Diameter

Gambar 1 memperlihatkan grafik perbandingan antara kelas diameter dengan jumlah pohon. Grafik distribusi kerapatan individu berdasarkan kelas diameter menunjukkan pola kurva J terbalik yang menjelaskan jumlah individu paling tinggi terdapat pada kelas diameter kecil (10–20 cm), dan menurun seiring bertambahnya kelas

diameter. Pola ini merupakan ciri khas komunitas hutan yang mengalami proses suksesi alami karena mencerminkan regenerasi terus berlangsung dan sebagian besar individu masih berada pada fase pertumbuhan awal, sementara individu berdiameter besar jumlahnya relatif sedikit akibat laju pertumbuhan yang lambat dan seleksi alami (Goncalves et al. 2017). Pola ini tampak jelas pada hutan sekunder muda dan semakin kuat pada hutan sekunder tua, mencerminkan struktur tegakan yang sehat dan dinamis. Sebaliknya, pada lokasi semak belukar, grafik tidak membentuk pola kurva J terbalik karena pada fase awal suksesi, strata pohon belum terbentuk dan komposisi vegetasi didominasi oleh tumbuhan bawah dan semai. Hal ini selaras dengan teori suksesi bahwa pembentukan pohon berdiameter besar membutuhkan waktu dan kondisi lingkungan yang lebih stabil untuk mendukung pertumbuhan jangka panjang (Kellett et al. 2023).



Gambar 1. Sebaran kerapatan tiap kelas diameter di masing-masing lokasi

3.4. Perhitungan Biomassa Tegakan

Biomassa merupakan jumlah karbon potensial yang dapat dilepas ke atmosfer sebagai karbon dioksida ketika hutan ditebang atau dibakar. Pendugaan biomassa hutan merupakan salah satu cara untuk mengetahui kandungan karbon yang tersimpan dalam hutan. Katterings et al. (2001) memperkirakan bahwa 50% dari biomassa hutan mengandung karbon. Tabel 3 menunjukkan urutan total biomassa dari yang tertinggi yaitu pada lokasi hutan sekunder tua (503,04 ton/ha) kemudian

lokasi hutan sekunder muda (333,19 ton/ha) dan yang paling rendah yaitu pada lokasi semak belukar (9,03 ton/ha). Hal ini terjadi karena adanya perbedaan kerapatan dan keanekaragaman jenis antara lokasi semak belukar, hutan sekunder muda dengan hutan sekunder tua. Hutan sekunder muda dan tua umumnya telah memasuki fase suksesi lanjutan di mana pohon-pohon besar mulai tumbuh, sehingga meningkatkan densitas dan volume tegakan secara signifikan.

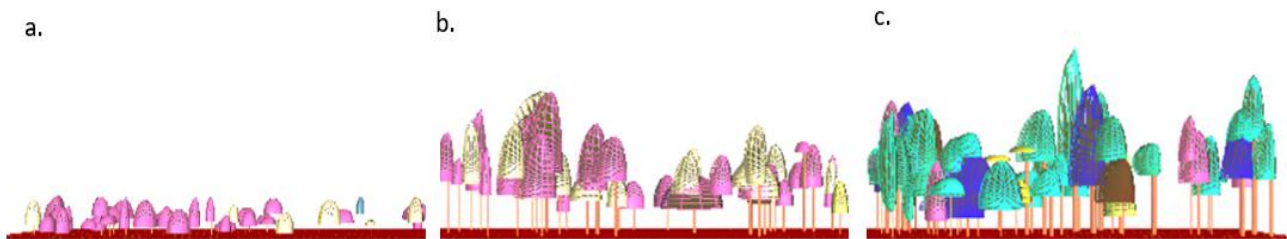
Tabel 3. Total biomassa dan karbon di masing-masing lokasi

No	Lokasi	Biomassa (ton/ha)	Karbon (ton/ha)
1	Semak Belukar	9,03	3,98
2	Hutan sekunder muda	333,19	146,6
3	Hutan sekunder tua	503,04	221,33

3.5. 3. Visualisasi Profil Pancang, Tiang, dan Pohon Secara Vertikal

Menurut Soerianegara dan Indrawan (2008), stratifikasi tajuk dibagi dalam beberapa kategori yaitu stratum A, B, C, D, dan E. Stratum A merupakan lapisan teratas yang terdiri dari pohon-pohon dengan tinggi totalnya lebih 30 m, stratum B terdiri dari pohon-pohon yang tingginya 20-30 m, stratum C terdiri dari pohon-pohon yang tingginya 4-20 m, stratum D terdiri dari lapisan perdu dan semak dengan tinggi 1-4 m, dan stratum E lapisan penutup tanah seperti tumbuhan bawah yang memiliki tinggi 0-1 m. Gambar 2 menunjukkan visualisasi stratifikasi hutan atau struktur vertikal pada lokasi penelitian yaitu semak belukar, hutan sekunder muda, dan hutan sekunder tua. Berdasarkan kategori tersebut, terdapat beberapa perbedaan pada masing-masing lokasi. Lokasi hutan sekunder muda memiliki 2 stratum yaitu C dan D dengan ketinggian maksimal hingga 19,2 m, sedangkan lokasi hutan sekunder tua memiliki 3 stratum yaitu stratum B,C dan D dengan ketinggian pohon mencapai 24,5 m, sedangkan untuk lokasi semak belukar hanya memiliki D dan E karena belum ada permudaan tingkat tiang dan pohon.

Visualisasi profil tajuk secara vertikal (**Gambar 2**) membuktikan bahwa struktur hutan mengalami perkembangan seiring



Gambar 2. Struktur vertikal vegetasi (a. semak belukar, b. hutan sekunder muda, c. hutan sekunder tua)

dengan tahapan suksesi. Pada lokasi semak belukar yang berada pada fase awal suksesi, struktur tajuk masih sangat sederhana dan didominasi oleh vegetasi rendah pada stratum D dan E yang mencerminkan dominasi semak serta tumbuhan bawah tanpa kehadiran strata pohon. Sementara itu, pada hutan sekunder muda telah terbentuk stratum C dan D, menandakan keberadaan pohon-pohon muda dengan ketinggian hingga 20 meter, meskipun masih belum mencapai strata tajuk atas. Pada hutan sekunder tua, kehadiran tiga stratum yaitu B, C, dan D menunjukkan struktur vertikal yang lebih kompleks, yang merupakan ciri khas hutan yang telah memasuki tahap suksesi lanjut (Istomo dan Ferliana 2024).

3.6. Karakteristik Sifat Kimia dan Fisika Tanah

Tabel 4 menunjukkan hasil analisis sifat tanah di 3 lokasi penelitian. Parameter yang diukur meliputi pH, C-organik, N-total, C/N ratio, KTK, kejenuhan basa, dan *bulk density*. Nilai pH pada tanah pasca kebakaran di lokasi semak belukar dan hutan sekunder tua menunjukkan angka serupa yaitu 5,63, sedangkan hutan sekunder muda sedikit lebih asam dengan nilai 5,3. Kenaikan pH ini mencerminkan pengaruh abu hasil pembakaran yang mengandung kation basa seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan K^+ , yang mampu menetralkan keasaman tanah (Santana et al. 2018). Namun demikian, dalam kondisi tropis, efek peningkatan pH tersebut bersifat sementara karena kation basa mudah tercuci oleh curah hujan tinggi (Wibowo et al. 2024).

Tabel 4. Analisis tanah di masing-masing lokasi

Sifat Tanah	Lokasi		
	Semak Belukar	Sekunder Muda	Sekunder Tua
pH	5,63	5,3	5,63
C-Organik (%)	14,69	13,6	16,03
N-Total	0,9	1,04	1,15
C/N Ratio	15,67	13,33	13,43
KTK (cmol(+)/kg)	36,48	46,43	47,62
Kejenuhan Basa	5,33	21	32,67
<i>Bulk Density</i>	0,203	0,24	0,17

Kandungan C-organik tertinggi ditemukan pada hutan sekunder tua sebesar 16,03%. Kebakaran hutan umumnya menyebabkan hilangnya C-organik akibat pembakaran serasah dan humus, namun abu dan arang dapat memberikan pemasu karbon. Proses suksesi vegetasi memungkinkan peningkatan kembali kandungan karbon melalui input serasah dan akar tanaman. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa dalam beberapa tahun pasca kebakaran, kandungan C-organik meningkat pada lokasi hutan sekunder (Lehmann et al. 2015).

Kandungan nitrogen total bervariasi antara tipe penutupan lahan, yaitu 0,90% pada semak belukar, 1,04% pada hutan sekunder muda, dan mencapai 1,15% pada hutan sekunder tua. Variasi ini mengindikasikan bahwa proses suksesi vegetasi dapat berkontribusi terhadap pemulihan nitrogen yang hilang akibat kebakaran. Kehilangan nitrogen terjadi karena volatilisasi menjadi gas NO_x atau N_2 saat suhu pembakaran melebihi $200^{\circ}C$. Pemulihan unsur ini berlangsung melalui akumulasi serasah, fiksasi nitrogen oleh mikroorganisme tanah, serta deposisi dari curah hujan tropis (Wibowo et al. 2024).

Rasio C/N menunjukkan variasi antar lokasi dengan nilai 15,67 pada semak belukar, 13,33 di hutan sekunder muda, dan 13,43 di hutan sekunder tua. Perbedaan ini mencerminkan perbedaan tingkat dekomposisi bahan organik. Rasio yang lebih tinggi mengindikasikan bahan organik yang masih segar dan kaya karbon namun rendah nitrogen, sementara rasio yang lebih rendah mencerminkan bahan organik yang lebih terdekomposisi dan memiliki kandungan nitrogen yang lebih tinggi (Weil & Brady 2016). Nilai rasio C/N pada hutan sekunder tua diduga mencerminkan kondisi nitrogen yang cukup untuk mendukung pertumbuhan vegetasi dan aktivitas mikroba, serta menjadi indikator pemulihan kualitas tanah setelah kebakaran.

Kapasitas tukar kation (KTK) juga menunjukkan perbedaan antar lokasi, dengan nilai rendah 36,48 pada semak belukar, 46,43 pada hutan sekunder muda, dan 47,62 pada hutan sekunder tua. Nilai ini menggambarkan proses akumulasi bahan organik serta pemulihan tanah yang terganggu akibat kebakaran. Proses pembakaran mengurangi kandungan bahan organik dan menurunkan KTK, namun seiring berjalannya suksesi vegetasi, terbentuk humus baru yang berperan dalam memperbaiki kapasitas tukar kation (Santana et al. 2018).

Kejenuhan basa menunjukkan perbedaan yang besar antar lokasi yaitu dengan nilai 5,33 pada semak belukar, nilai 21,00 pada hutan sekunder muda, dan nilai 32,67 pada hutan sekunder tua. Variasi ini mencerminkan dominasi kation basa (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}) yang lebih tinggi di fase suksesi yang lebih lanjut. Penelitian menunjukkan bahwa abu sisa pembakaran berperan sebagai sumber basa yang dapat meningkatkan pH tanah dan memperkaya kation tukar, terutama pada lapisan permukaan (Andreasen et al. 2021). Namun, pada iklim tropis yang lembap, kation-kation tersebut rentan tercuci jika tidak segera diserap oleh vegetasi. Pertumbuhan kembali vegetasi membantu mempertahankan kation dalam sistem melalui penyerapan dan daur ulang biomassa, yang selanjutnya mendukung

kestabilan kejenuhan basa dan pemulihan kesuburan tanah (Agbeshie et al. 2022).

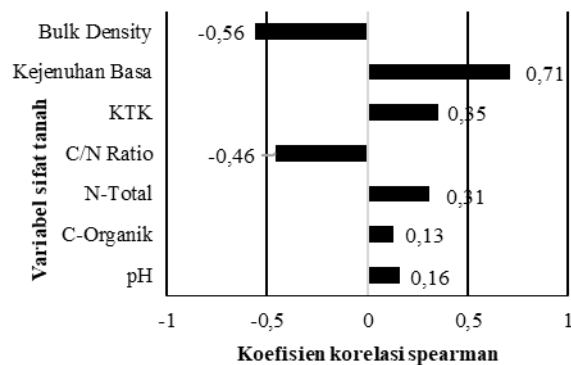
Nilai *bulk density* tertinggi berada di hutan sekunder muda ($0,24 \text{ g/cm}^3$) dan terendah di hutan sekunder tua ($0,17 \text{ g/cm}^3$). Menurut (Murtinah et al. 2017), Kebakaran dapat meningkatkan kerapatan tanah dengan menghancurkan bahan organik penyusun agregat tanah. Tanah tanpa pelindung serasah lebih mudah padat akibat curah hujan. Seiring waktu, akar tanaman dan humus baru menggemburkan tanah, sehingga *bulk density* menurun kembali. Nilai *bulk density* rendah di hutan sekunder tua mencerminkan struktur tanah yang baik dan mendukung pertumbuhan akar serta infiltrasi air.

3.7. Karakteristik Sifat Kimia dan Fisika Tanah

Hasil analisis korelasi spearman antara biomassa dan sifat-sifat tanah pada tiga tahapan suksesi pasca kebakaran menunjukkan adanya variasi pola hubungan (Gambar 3). Dua variable sifat tanah yaitu rasio C/N dan *bulk density*, menunjukkan korelasi negatif masing-masing sebesar -0,46 dan -0,56. Hal ini menunjukkan bahwa seiring meningkatnya akumulasi biomassa, nilai rasio C/N dan *bulk density* cenderung menurun. Penurunan rasio C/N mencerminkan meningkatnya kandungan nitrogen dalam tanah akibat aktivitas biotik, sedangkan penurunan *bulk density* menunjukkan perbaikan struktur tanah akibat pertumbuhan sistem perakaran dan akumulasi bahan organik selama proses suksesi (Zheng et al. 2021).

Sebaliknya, variabel sifat tanah lainnya yaitu pH, nitrogen total (N-total), kapasitas tukar kation (KTK), dan kejenuhan basa menunjukkan korelasi positif terhadap biomassa. Peningkatan pH mencerminkan efek pembakaran yang menghasilkan abu bersifat basa, yang berkontribusi terhadap peningkatan ketersediaan unsur hara dan aktivitas mikroba tanah tapi hanya berlangsung sementara (Cheng 2021). Nilai N-total yang lebih tinggi mengindikasikan pemulihan kandungan nitrogen melalui proses fiksasi biologis dan dekomposisi sisa bahan organik. Sementara itu,

kenaikan nilai KTK dan kejenuhan basa menandakan kemampuan tanah dalam mempertahankan dan menyediakan kation-kation esensial seperti Na, Ca, Mg, dan K yang mendukung pertumbuhan vegetasi (Verma et al. 2017; Fernandez et al. 2019).



Gambar 3. Grafik korelasi spearman antara biomassa dengan berbagai variabel sifat tanah

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Suksesi vegetasi pasca kebakaran di kawasan hutan Gunung Lawu menunjukkan pola perubahan komposisi vegetasi dari dominasi spesies pionir yaitu puspa (*Schima wallichii*) menuju dominasi spesies klimaks yaitu pasang (*Lithocarpus sundaicus*) seiring meningkatnya tahap suksesi. Hal ini mengindikasikan dinamika pemulihan ekosistem yang progresif, ditandai oleh perubahan struktur tegakan hutan dari semak belukar hingga hutan sekunder tua dengan pola diameter berbentuk kurva J terbalik. Biomassa tegakan juga menunjukkan peningkatan signifikan dari 9,03 ton/ha pada tahap semak belukar menjadi 333,19 ton/ha pada hutan sekunder muda dan 503,04 ton/ha pada hutan sekunder tua. Hal tersebut menandakan pertumbuhan vegetasi dan akumulasi karbon yang lebih banyak. Peningkatan kualitas tanah tercermin dari membaiknya parameter fisik dan kimia tanah yaitu meningkatnya kadar Ph, C-organik, N-total, KTK, dan kejenuhan basa serta menurunnya nilai *bulk density* dan *C/N rasio* yang menandakan peran penting vegetasi dalam mendukung pemulihan karakteristik tanah dalam ekosistem. Spesies puspa

berpotensi besar sebagai spesies kunci dalam rehabilitasi hutan alami pasca kebakaran. Sementara itu, dominasi spesies pasang pada tingkat struktur atas vegetasi di hutan sekunder tua menunjukkan potensi lokasi untuk mencapai kondisi klimaks hutan alami.

4.2. Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suksesi alami pasca kebakaran di Gunung Lawu berlangsung positif menuju kondisi klimaks, ditandai oleh peningkatan struktur tegakan, biomassa, dan kualitas tanah. *Schima wallichii* teridentifikasi sebagai spesies pionir dominan yang berperan penting dalam tahap awal hingga menengah suksesi. Oleh karena itu, pengelolaan hutan pasca kebakaran disarankan untuk tetap mendukung jalannya suksesi alami dan mempertahankan keberadaan *Schima wallichii* sebagai spesies kunci dalam upaya rehabilitasi ekosistem

Daftar Pustaka

- Agbeshie AA, Abugre S, Atta-Darkwa T, Awuah R. 2022. A review of the effects of forest fire on soil properties. *Journal of Forestry Research* **33**(2): 1419–1441.
- Andreasen T, Peltre M, Ellegaard-Jensen L, Hansen LH, Ingerslev M, Rønn R, Jacobsen CS, Kjølner R. 2021. Application of wood ash leads to strong vertical gradients in soil pH changing prokaryotic community structure in forest top soil. *Scientific Reports* **11**:1-10.
- Fernandez GV, Marcos E, Fernandez JM, Taboada A, Suárez-Seoane S, Calvo L. 2019. Impact of burn severity on soil properties in a *Pinus pinaster* ecosystem immediately after fire. *International Journal of Wildland Fire* **28**(5):354–364.
- Goncalves FMP, Revermann R, Gomes AL, Aidar MPM, Finckh M, Juergens N. 2017. Tree species diversity and composition of Miombo woodlands in south-central Angola: a chronosequence of forest recovery after shifting

- cultivation. *International Journal of Forestry Research* **2017**: 1–13
- Gunawan W, Basuni S, Indrawan A, Prasetyo LB, Soedjito H. 2011. Analisis komposisi dan struktur vegetasi terhadap upaya restorasi kawasan hutan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* **1**(2): 93-105.
- Istomo I, Fardian A. 2021. Komposisi dan struktur vegetasi pada proses suksesi di hutan rawa gambut sedahan Taman Nasional Gunung Palung, Kalimantan Barat. *Jurnal Silvikultur Tropika* **12**(3) : 178-185.
- Istomo, Ferliana E. 2024. Komposisi dan struktur tegakan di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman, Lampung. *Jurnal Silvikultur Tropika* **15**(1):1–8.
- Katterings QM, Coe R, Noordwijk MV, Ambaggu Y, Palm AC. 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting aboveground tree biomass in mixed secondary forests. *Forest Ecology and Management* **146**(3):199-209.
- Kellett MP, Norris K, Mill A, Makwati P, Mazunda J, Ribeiro NS, Ryan CM. 2023. Biodiversity and ecosystem services of Miombo woodlands: a systematic review to inform policy. *Frontiers in Forests and Global Change* **5**:1-30.
- Lehmann J, Joseph S. 2015. *Biochar for environmental management: science, technology and implementation* (2nd ed.). Routledge/Taylor & Francis Group. London & New York.
- Magurran AE. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press. New Jersey (US).
- Magurran AE. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Scientific. Oxford (GB)
- Margalef R. 1972. Homage to evelyn hurchinson, or why there is an upper limit to diversity. *Connecticut Academy of Arts and Sciences*. New Heaven (US).
- Matsuo T, Martínez-Ramos M, Bongers F, van der Sande MT, Poorter L. 2021. Forest structure drives changes in light heterogeneity during tropical secondary forest succession. *J Ecol* **109**(8):2871–2884.
- Murtinah V, Edwin M, Bane O. 2017. Dampak kebakaran hutan terhadap sifat fisik dan kimia tanah di Taman Nasional Kutai, Kalimantan Timur. *Jurnal Pertanian Terpadu* **5**(2): 128–139.
- Rupasinghe PA, Gunaratne AMT. 2017 *Impacts of *Ageratina riparia* (Regel) R.M. King & H. Rob. on natural regeneration of sub-montane forests at Knuckles Forest Reserve, Sri Lanka*. *Ceylon Journal of Science* **46**(4): 85–96.
- Santana NA, Morales CAA, Silva DA, Antonioli ZI, Jacques RJS. 2018. Soil biological, chemical, and physical properties after a wildfire event in a eucalyptus forest in the Pampa biome. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* **42**: 1–8.
- Soerianegara I, Indrawan A. 2008. *Ekologi hutan Indonesia*. IPB Press. Bogor.
- Syaufina L, Anggraini A. 2021. Komposisi jenis dan adaptasi vegetasi pada areal bekas kebakaran pada hutan produksi terbatas di kota Kayuagung, Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI), Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Silvikultur Tropika* **12**(3): 151-156.
- Syaufina L. 2017. *Metode penilaian areal pasca kebakaran hutan*. IPB Press. Bogor
- Tian Q, Zhang X, Xu X, Yi H, He J, He L. 2023. Beta diversity of plant communities in relation to soil C:N:P stoichiometry across 150 years of vegetation restoration in a temperate zone. *Forests* **14**(3):1-15.

- Utomo EWB, Widiatmaka, Rusdiana O. 2021. Potensi lahan tersedia untuk pengembangan hutan rakyat di Kabupaten Gunungkidul, Provinsi D.I. Yogyakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan* **11**(1):108–119.
- Verma S, Singh D, Mani S, Jayakumar S. 2017. Effect of forest fire on tree diversity and regeneration potential in a tropical dry deciduous forest of Mudumalai Tiger Reserve, Western Ghats, India. *Ecological Processes* **6**(1): 1-8.
- Wang Q, Lintunen A, Zhao P, Shen W, Salmon Y, Chen X, Ouyang, L, Zhu L, Ni G, Sun D, Rao X. & Hölttä T. 2020. Assessing environmental control of sap flux of three tree species plantations in degraded hilly lands in South China. *Forests* **11**(2): 1-15.
- Weil RR, Brady NC. 2016. *The Nature and Properties of Soils*. 15th ed. Pearson. New York.
- Wibowo FAC, Waskitho NT, Prasetyo B, Wahidiah T. 2024. Dampak pasca kebakaran hutan terhadap sifat fisik dan sifat kimia tanah di Gunung Panderman. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* **21**(1): 36-47.
- Yassir I, Buurman P. 2015. Soil organic matter dynamics upon secondary succession in Imperata grassland, East Kalimantan, Indonesia. *Indonesian Journal of Forestry Research* **2**(1): 43–53
- Yu H, Hutson AD. 2022. A robust Spearman correlation coefficient permutation test. *Communications in Statistics Theory and Methods* **53**(6):2141–2153.
- Zheng K, Cheng J, Xia J, Liu G, Xu L. 2021. Effects of soil bulk density and moisture content on the physico-mechanical properties of paddy soil in plough layer. *Water MDPI* **13**(16):2290.