

Region-Based Plant Vegetation Productivity in Cibinong Botanical Garden, Bogor Regency

Chairul^{1*}, Sunardi², Senriella Habinuya³

¹Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Andalas, Padang, Indonesia;

²Research Center for Ecology and Ethnobiology, National Research and Innovation Agency (BRIN), Bogor, Indonesia;

³Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Andalas, Padang, Indonesia;

Article History

Received : December 01th, 2025

Revised : February 09th, 2026

Accepted : February 23th, 2026

*Corresponding Author: **Chairul**,
Department of Biology, Faculty
of Mathematics and Natural
Sciences, Universitas Andalas,
Padang, Indonesia;
Email:

chairul57mahmud@gmail.com

Abstract: Vegetation productivity in botanical gardens plays a crucial role in carbon sequestration and soil nutrient regulation, yet region-based differences in vegetation performance under ex situ conservation systems remain poorly understood. This study aims to analyze vegetation composition and structure, estimate biomass and carbon stock, and evaluate the influence of dominant species on soil nutrient content across different regional collections in the Cibinong Botanical Garden, Bogor Regency. The research was conducted in seven regional collections (Java–Bali, Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara, and Papua) using a survey method with 20 × 50 m plots. Tree biomass was estimated using allometric equations, while carbon stock was calculated based on organic carbon content. Soil chemical properties, including organic carbon and phosphorus, were also analyzed. The results showed that the Kalimantan region had the highest biomass and carbon stock, reaching 237.26 tons/ha and 111.51 tons/ha, respectively, largely influenced by the dominance of *Pentace* sp. In contrast, the Maluku region exhibited the highest soil organic carbon and available phosphorus, despite having lower biomass values. These findings indicate that vegetation productivity is not solely determined by biomass accumulation, but also by species composition, stand structure, and soil nutrient dynamics. This study highlights the importance of region-based vegetation management in botanical gardens to optimize carbon storage and maintain soil fertility under ex situ conservation systems.

Keywords: Biomass, carbon stock, Cibinong botanical garden, soil nutrients, vegetation.

Pendahuluan

Cibinong Science Center-Botanic Gardens (CSC-BG) dikelola oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional). Kawasan ini berfungsi sebagai ruang terbuka hijau yang terintegrasi dengan berbagai pusat penelitian BRIN (Imron *et al.*, 2016). Koleksi tumbuhan ditata untuk merepresentasikan flora hutan hujan tropis dataran rendah dari berbagai pulau besar di Indonesia. Pengelompokan koleksi dilakukan berdasarkan tujuh bioregion, yaitu Sumatra,

Jawa-Bali, Nusa Tenggara, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua. Berdasarkan katalog tahun 2018, jumlah koleksi mencapai 6.105 spesimen yang mencakup 86 famili, 328 genus, dan 733 spesies (Ariati *et al.*, 2018).

Vegetasi memiliki peran fundamental dalam menjaga keseimbangan ekosistem melalui fungsi penyediaan biomassa, penyimpanan karbon, dan pengaturan siklus unsur hara tanah. Dalam konteks perubahan iklim global, produktivitas vegetasi menjadi indikator penting dalam menilai kemampuan ekosistem menyerap

karbon dan mempertahankan kesuburan tanah secara berkelanjutan. Kebun raya sebagai kawasan konservasi *ex situ* tidak hanya berfungsi sebagai pusat pelestarian keanekaragaman hayati, tetapi juga sebagai laboratorium ekologis untuk mengkaji dinamika vegetasi di bawah kondisi lingkungan yang terkelola (Dharmawan *et al.*, 2024). Oleh karena itu, pemahaman terhadap produktivitas vegetasi di kebun raya memiliki nilai strategis bagi pengelolaan ekosistem dan mitigasi perubahan iklim.

Secara konseptual, produktivitas vegetasi dipengaruhi oleh interaksi antara komposisi spesies, struktur tegakan, dan ketersediaan unsur hara tanah. Spesies dominan dengan karakter morfologi dan fisiologi tertentu berkontribusi besar terhadap akumulasi biomassa dan cadangan karbon, serta memengaruhi dinamika unsur hara melalui produksi dan dekomposisi serasah (Sari *et al.*, 2020; Wulandari & Hartono, 2020). Dalam sistem kebun raya yang mengelompokkan koleksi tumbuhan berdasarkan bioregion asal, perbedaan karakter ekologi antarregion berpotensi menghasilkan variasi produktivitas vegetasi yang signifikan. Namun, hubungan antara struktur vegetasi, biomassa, cadangan karbon, dan unsur hara tanah dalam skala region masih memerlukan kajian yang lebih terintegrasi.

Permasalahan utama yang dihadapi saat ini adalah keterbatasan informasi empiris mengenai bagaimana perbedaan bioregion koleksi tumbuhan di kebun raya memengaruhi produktivitas vegetasi dan kualitas tanah secara simultan. Sebagian besar penelitian sebelumnya cenderung menitikberatkan pada aspek komposisi atau struktur vegetasi secara terpisah, tanpa mengaitkannya secara langsung dengan biomassa, cadangan karbon, dan unsur hara tanah dalam satu kerangka analisis yang utuh (Supriyadi *et al.*, 2023).

Kondisi ini menyebabkan belum optimalnya dasar ilmiah dalam pengelolaan vegetasi berbasis potensi ekologis tiap region. Oleh karena itu, pendekatan berbasis region yang mengintegrasikan komponen vegetasi dan tanah menjadi kebaruan penting dalam penelitian ini. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menjadi urgen untuk dilakukan guna menyediakan informasi ilmiah yang komprehensif mengenai produktivitas vegetasi

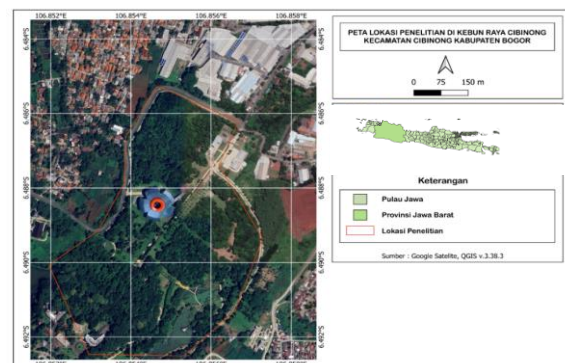
tumbuhan berbasis region di Kebun Raya Cibinong.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi dan struktur vegetasi, mengestimasi biomassa dan cadangan karbon, serta mengevaluasi pengaruh spesies dominan terhadap kandungan unsur hara tanah pada setiap region koleksi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengelolaan vegetasi kebun raya yang lebih adaptif, efektif dalam meningkatkan cadangan karbon, serta mendukung keberlanjutan fungsi ekologi kawasan konservasi *ex situ*.

Bahan dan Metode

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Juni 2025 di kawasan konservasi Kebun Raya Cibinong, Kecamatan Cibinong, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Lokasi penelitian merupakan kawasan kebun raya dengan koleksi tumbuhan yang dikelompokkan berdasarkan tujuh region biogeografis Indonesia, yaitu Jawa-Bali, Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara, dan Papua



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

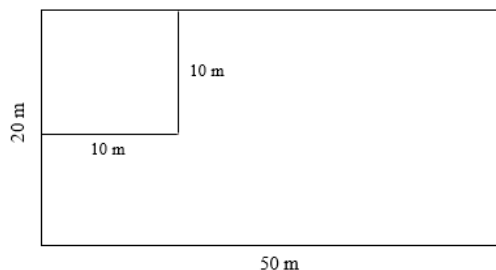
Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian survei dengan pendekatan kuantitatif. Populasi penelitian adalah seluruh vegetasi pohon yang terdapat pada tujuh region koleksi di Kebun Raya Cibinong. Sampel penelitian berupa vegetasi pohon yang berada di dalam plot contoh berukuran 20 m × 50 m pada setiap region, dengan sub-plot 10 m × 10 m untuk pengamatan vegetasi. Jumlah plot yang diamati sebanyak satu plot pada setiap region sehingga total terdapat tujuh plot pengamatan. Teknik pengambilan

sampel dilakukan secara *purposive sampling*, dengan pertimbangan keterwakilan kondisi vegetasi dan kemudahan akses lapangan, sesuai dengan metode survei vegetasi yang umum digunakan dalam studi ekologi (Kent, 2012). Variabel penelitian meliputi komposisi dan struktur vegetasi (jumlah individu, diameter batang, dan Indeks Nilai Penting), biomassa dan cadangan karbon, serta kandungan unsur hara tanah (C-organik, P-tersedia, dan P-total). Data vegetasi dikumpulkan melalui pengukuran diameter batang pada ketinggian 1,3 m dari permukaan tanah menggunakan DBH meter. Alat dan bahan yang digunakan meliputi *Global Positioning System* (GPS), DBH meter, meteran, tally sheet, kamera, alat tulis, serta peralatan laboratorium seperti erlenmeyer, tabung reaksi, labu ukur, mikropipet, spektrofotometer, shaker, vortex, dan pH meter. Bahan kimia yang digunakan antara lain akuades, $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 , larutan Bray, larutan pewarna fosfor, dan HCl 25%.

Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan survei pendahuluan untuk menentukan lokasi plot dan mengetahui kondisi vegetasi pada setiap region. Plot utama berukuran 20 m × 50 m ditempatkan secara purposive pada masing-masing region, kemudian di dalamnya dibuat sub-plot berukuran 10 m × 10 m untuk pengamatan vegetasi pohon. Pada setiap sub-plot dilakukan pencatatan jenis dan jumlah individu serta pengukuran diameter batang pohon pada ketinggian 1,3 m dari permukaan tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan secara purposive dari tiga titik di setiap plot, kemudian dikomposit untuk mewakili kondisi tanah rata-rata pada plot tersebut. Sampel tanah dimasukkan ke dalam plastik sampel, diberi label, dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C hingga mencapai berat kering konstan sebelum dianalisis di laboratorium.



Gambar 2. Skema Plot Penelitian

Analisis Data

Data komposisi dan struktur vegetasi dianalisis untuk memperoleh nilai kerapatan, frekuensi, dominansi, serta Indeks Nilai Penting (INP) dan indeks keanekaragaman Shannon–Wiener (H'). Biomassa pohon dihitung menggunakan persamaan alometrik yang sesuai, kemudian dikonversi menjadi cadangan karbon berdasarkan persentase karbon organik. Data kandungan unsur hara tanah, meliputi C-organik, P-tersedia, dan P-total, dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan dibandingkan antarregion untuk melihat hubungan antara vegetasi, biomassa, dan kualitas tanah.

Uji Unsur Kimia Tanah

a. Pengukuran Karbon Organik

Pengukuran karbon organik tanah dilakukan menggunakan metode oksidasi basah. Sebanyak 0,1 g sampel tanah ditimbang dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berukuran 10 ml. Selanjutnya, ke dalam tabung ditambahkan 1,6 ml larutan $K_2Cr_2O_7$ dan 3,2 ml H_2SO_4 pekat, kemudian sampel dikocok menggunakan shaker dan didiamkan selama 30 menit untuk memastikan proses oksidasi berlangsung sempurna. Setelah itu, ditambahkan 5,2 ml aquades dan campuran dibiarkan semalaman. Sampel kemudian disaring hingga jernih, dan filtrat yang diperoleh diukur nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 889 nm.

b. Pengukuran P-tersedia

Pengukuran fosfor tersedia dilakukan dengan metode Bray. Sebanyak 1,25 g sampel tanah ditimbang dan dimasukkan ke dalam botol kocok, kemudian ditambahkan 12,5 ml larutan pengekstrak Bray. Sampel dikocok menggunakan shaker selama 30 menit agar fosfor dalam tanah terekstraksi secara optimal. Larutan hasil ekstraksi kemudian disaring hingga diperoleh filtrat yang jernih. Sebanyak 1 ml filtrat dipipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 5 ml larutan pewarna fosfor. Campuran divortex dan didiamkan selama 30 menit hingga warna berkembang sempurna. Selanjutnya, nilai absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer pada

panjang gelombang 889 nm.

c. Pengukuran P-total

Pengukuran fosfor total diawali dengan menimbang 1 g sampel tanah yang kemudian dimasukkan ke dalam botol kocok. Ke dalam sampel ditambahkan 5 ml larutan HCl 25%, kemudian dikocok menggunakan shaker selama 5 jam untuk melarutkan fosfor total dalam tanah. Setelah proses ekstraksi selesai, larutan disaring hingga diperoleh filtrat yang jernih. Sebanyak 0,5 ml filtrat dipipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 9,5 ml aquades. Selanjutnya, 0,5 ml larutan pewarna fosfor ditambahkan ke dalam campuran, diikuti dengan penambahan 4,5 ml aquades. Larutan kemudian divortex dan didiamkan selama 30 menit hingga terbentuk warna stabil, sebelum nilai absorbansinya diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 889 nm.

Hasil dan Pembahasan

Komposisi Vegetasi

Berdasarkan hasil penelitian mengenai komposisi vegetasi tumbuhan yang dilakukan di Kebun Raya Cibinong, diperoleh data komposisi vegetasi pada setiap region, yaitu Jawa–Bali, Papua, Kalimantan, Sumatra, Sulawesi, Maluku, dan Nusa Tenggara. Hasil menunjukkan adanya variasi komposisi vegetasi antar region, baik dari segi jumlah individu, genus, maupun spesies. Region Maluku menunjukkan dominansi tertinggi dengan famili Fabaceae sebesar 41,79%, diikuti oleh region Sulawesi dengan dominansi famili Sapindaceae dan Fabaceae sebesar 24,59%, region Sumatra dengan dominansi famili Dipterocarpaceae sebesar 23,15%, serta region Kalimantan dengan dominansi famili Fabaceae sebesar 20,24%. Secara keseluruhan, famili Fabaceae muncul sebagai famili paling dominan pada tiga region (Maluku, Sulawesi, dan Kalimantan), menunjukkan distribusi ekologis yang luas dan adaptabilitas yang tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan di Kebun Raya Cibinong.

Secara keseluruhan, famili Fabaceae muncul sebagai famili paling dominan pada tiga region, yaitu Maluku, Sulawesi, dan Kalimantan, yang menunjukkan distribusi ekologis luas dan

kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan di Kebun Raya Cibinong. Tingginya proporsi Fabaceae pada ketiga region tersebut berkaitan dengan karakter ekologis famili ini yang memiliki toleransi lingkungan tinggi serta kemampuan berasosiasi dengan mikroorganisme penambat nitrogen, sehingga mampu tumbuh optimal pada kondisi tropis lembap (Sari *et al.*, 2020). Kondisi iklim tropis basah dengan curah hujan relatif tinggi pada wilayah asal Maluku, Kalimantan, dan sebagian Sulawesi diketahui mendukung pertumbuhan vegetasi berdaun lebar dan spesies dengan strategi adaptasi cepat seperti Fabaceae (Pratiwi & Rahmawati, 2020; Supriyadi *et al.*, 2023).

Region Sumatra, dominansi famili Dipterocarpaceae mencerminkan karakteristik khas vegetasi hutan hujan tropis dataran rendah yang secara alami didominasi oleh famili tersebut. Famili Dipterocarpaceae dikenal sebagai penyusun utama hutan tropis Indonesia bagian barat serta memiliki peran penting dalam struktur dan fungsi ekosistem hutan (Dharmawan *et al.*, 2024). Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa spesies dari marga *Hopea* dan *Shorea* sering menjadi spesies dominan pada berbagai tipe hutan di Sumatra, baik pada hutan primer maupun hutan sekunder tua.

Region Jawa–Bali, tidak ditemukan famili yang benar-benar dominan karena seluruh famili utama memiliki persentase kurang dari 20%, yaitu Annonaceae (14,08%), Fabaceae (11,27%), dan Meliaceae (11,27%). Keberadaan beberapa famili yang bersifat ko-dominan menunjukkan distribusi vegetasi yang relatif merata, yang kemungkinan berkaitan dengan proses seleksi spesies dalam kegiatan konservasi eks-situ. Kondisi ini sejalan dengan karakter vegetasi di kawasan konservasi Pulau Jawa yang umumnya dipengaruhi oleh intervensi manusia, pengelolaan intensif, dan program revegetasi yang mendorong keseimbangan komposisi vegetasi (Supriyadi *et al.*, 2023).

Sementara itu, pada region Nusa Tenggara hanya ditemukan satu famili ko-dominan, yaitu Anacardiaceae sebesar 12,26%. Ketidadaan famili dominan pada region ini mencerminkan tantangan adaptasi tumbuhan asal wilayah beriklim relatif kering ketika ditanam pada lingkungan yang lebih lembap seperti

Kebun Raya Cibinong. Meskipun Anacardiaceae dikenal memiliki toleransi terhadap kondisi kering, keberhasilan adaptasinya tetap sangat

dipengaruhi oleh karakteristik tanah dan ketersediaan air di lokasi tanam (Widayati & Apriyani, 2022).

Tabel 1. Komposisi Vegetasi Tumbuhan

Region	ΣFam	ΣGen	ΣSpes	ΣInd	Famili dominan (%)
Jawa bali	14	16	19	71	Annonaceae (14,08)** Fabaceae (11,27)** Meliaceae (11,27)**
Kalimantan	19	33	35	84	Fabaceae (20,24)* Sapindaceae (19,05)** Dipterocarpaceae (13,10)**
Maluku	8	11	13	67	Fabaceae (41,79)* Clusiaceae (14,93)** Burseraceae (10,45)**
Nusa tenggara	17	23	23	106	Anacardiaceae (12,26)**
Papua	24	34	36	156	Apocynaceae (19,23)** Sapindaceae (12,18)** Clusiaceae (10,90)**
Sulawesi	12	20	21	122	Sapindaceae (24,59)* Fabaceae (24,59)* Ebenaceae (13,93)** Rutaceae (10,66)**
Sumatra	19	22	30	108	Dipterocarpaceae (23,15)* Combretaceae (13,89)**

Ket: * = Famili Dominan, ** = Famili Co-Dominan

Region Papua mencatatkan jumlah individu dan spesies tertinggi dibandingkan region lainnya. Tingginya keragaman ini menunjukkan bahwa banyak spesies asal Papua mampu beradaptasi dengan baik di lingkungan Kebun Raya Cibinong. Dominansi famili Apocynaceae pada region ini mencerminkan kemampuan adaptasi morfologi dan fisiologi yang tinggi, serta fleksibilitas ekologis famili tersebut dalam menempati berbagai strata vegetasi hutan tropis termasuk dalam sistem konservasi taman botani (Raharjo & Iskandar, 2020).

Struktur Vegetasi

Hasil analisis struktur vegetasi berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan adanya perbedaan dominansi spesies antar region di Kebun Raya Cibinong. Nilai INP tertinggi tercatat pada region Sulawesi, sedangkan nilai INP terendah ditemukan pada region Kalimantan. Variasi nilai INP ini menunjukkan perbedaan peran ekologis spesies dominan dalam membentuk struktur komunitas vegetasi di setiap region.

Tabel 2. Struktur vegetasi tumbuhan berdasarkan INP tertinggi

Region	Famili	Spesies	INP	H'
Jawa bali	Dipterocarpaceae	<i>Shorea</i> sp.	32,76	2,77
Kalimantan	Dipterocarpaceae	<i>Hopea odorata</i>	28,77	3,32
Maluku	Fabaceae	<i>Cynometra cauliflora</i>	35,79	2,42
Nusa tenggara	Sapotaceae	<i>Palaquium</i> sp.	49,52	2,91
Papua	Apocynaceae	<i>Tabernaemontana</i> sp.	29,43	3,14
Sulawesi	Fabaceae	<i>Maniltoa</i> sp.	61,80	2,67
Sumatra	Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	53,56	3,01

Region Sulawesi menunjukkan nilai INP tertinggi, yaitu 61,80, yang berasal dari spesies *Maniltoa* sp. (Fabaceae). Tingginya nilai INP ini mengindikasikan bahwa *Maniltoa* sp. memiliki

kemampuan adaptasi dan daya saing yang kuat dalam komunitas vegetasi. Spesies ini merupakan pohon tropis dengan struktur tajuk yang kokoh serta mampu tumbuh pada kondisi

lingkungan terbuka maupun teduh. Kemampuan tersebut memungkinkan *Maniltoa* sp. memanfaatkan sumber daya lingkungan secara optimal sehingga mendominasi struktur komunitas vegetasi (Kurniawan *et al.*, 2020). Dominansi spesies adaptif seperti ini secara teoritis mencerminkan keberhasilan strategi hidup dalam ekosistem tropis yang dinamis.

Pada region Sumatra, spesies *Terminalia catappa* memiliki nilai INP relatif tinggi dan menempati posisi dominan kedua. Spesies ini dikenal sebagai tumbuhan pionir yang toleran terhadap berbagai tekanan lingkungan dan sering dimanfaatkan dalam kegiatan rehabilitasi ekosistem. Keberadaan *T. catappa* tidak menghambat pertumbuhan spesies lain di sekitarnya, sehingga struktur komunitas tetap stabil dan beragam. Kondisi ini sejalan dengan temuan Rohman dan Yani (2019) yang menyatakan bahwa spesies pionir berperan penting dalam pembentukan struktur vegetasi tanpa menurunkan tingkat keanekaragaman secara signifikan.

Pada region Nusa Tenggara, spesies *Palaquium* sp. (Sapotaceae) menunjukkan dominansi dengan nilai indeks keanekaragaman (H') sebesar 2,91, yang menandakan komunitas vegetasi masih tergolong heterogen. Hal ini menunjukkan bahwa dominansi satu spesies tidak selalu berimplikasi pada rendahnya keanekaragaman komunitas. *Palaquium* sp. memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap variasi kondisi cahaya dan tanah, sehingga mampu tumbuh optimal di luar habitat aslinya (Latief & Indrawan, 2021). Temuan ini mengindikasikan bahwa fleksibilitas ekologis spesies berperan penting dalam menjaga keseimbangan struktur komunitas vegetasi.

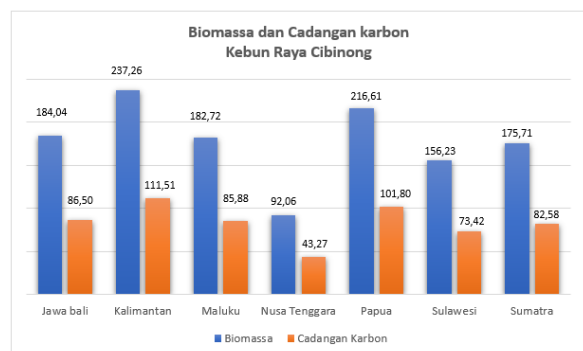
Region Maluku didominasi oleh *Cynometra cauliflora* (Fabaceae) dengan nilai INP tertinggi pada region tersebut. Spesies ini cenderung mendominasi komunitas vegetasi apabila ditanam pada lingkungan terbuka dengan tingkat kompetisi yang rendah. Sementara itu, region Jawa-Bali menunjukkan nilai INP tertinggi pada *Shorea* sp. sebesar 32,76. Nilai ini mencerminkan peran struktural *Shorea* sp. yang cukup penting, namun tidak selalu mendominasi komunitas karena spesies ini memerlukan pengaturan tajuk dan intensitas cahaya tertentu

untuk tumbuh optimal (Hasanah, 2022; Rahman *et al.*, 2021).

Region Papua didominasi oleh *Tabernaemontana* sp. (Apocynaceae) dengan nilai INP yang tergolong tinggi dan disertai tingkat keanekaragaman yang juga tinggi. Kondisi ini menunjukkan komunitas vegetasi yang stabil dan kompleks, di mana dominansi spesies tidak menghambat persebaran spesies lainnya. Sebaliknya, pada region Kalimantan, *Hopea odorata* (Dipterocarpaceae) memiliki nilai INP terendah, yaitu 28,72, yang menunjukkan pengaruh relatif kecil terhadap struktur komunitas vegetasi. Secara umum, hasil penelitian ini menegaskan bahwa nilai INP yang tinggi tidak selalu sejalan dengan rendahnya keanekaragaman, karena dominansi spesies masih dapat mendukung komunitas yang beragam apabila kondisi lingkungan dan interaksi antarspesies berjalan seimbang.

Biomassa dan Cadangan Karbon Serta Unsur Hara Tanah

Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi biomassa dan cadangan karbon antar region di Kebun Raya Cibinong yang berkaitan erat dengan perbedaan spesies dominan dan kandungan unsur hara tanah. Region Kalimantan mencatat nilai biomassa dan cadangan karbon tertinggi, sedangkan region Nusa Tenggara menunjukkan nilai terendah. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa produksi biomassa tidak hanya dipengaruhi oleh kesuburan tanah, tetapi juga oleh karakteristik spesies penyusun vegetasi dan kondisi lingkungan setempat.



Gambar 3. Grafik Biomassa dan Cadangan Karbon Serta Unsur Hara Tanah

Tabel 3. variasi biomassa dan cadangan karbon

Region	Spesies Dominan	Unsur Hara Tanah
--------	-----------------	------------------

		C-organik (%)	P-tersedia (ppm)	P-total (ppm)
Jawa bali	<i>Shorea</i> sp.	0,43	3,03	370,50
Kalimantan	<i>Pentace</i> sp.	0,37	4,26	423,72
Maluku	<i>Canarium Indicum</i>	1,23	5,07	451,8
Nusa tenggara	<i>Palaquium</i> sp.	1,16	4,87	434,82
Papua	<i>Palaquium</i> sp.	0,51	2,71	356,91
Sulawesi	<i>Maniltoa</i> sp.	0,48	3,50	421,68
Sumatra	<i>Terminalia catappa</i>	0,68	38,95	594,03

Region Kalimantan menunjukkan total biomassa tertinggi sebesar 237,26 ton/ha dengan cadangan karbon mencapai 111,51 ton/ha. Tingginya nilai ini dipengaruhi oleh dominansi *Pentace* sp., yang merupakan spesies berukuran besar dengan kemampuan menghasilkan biomassa tinggi. Secara teoritis, biomassa pohon berkorelasi positif dengan diameter batang dan berat jenis kayu, sehingga pohon berukuran besar cenderung menyimpan karbon lebih banyak. Hubungan ini sejalan dengan temuan Chairul *et al.*, (2024) yang menyatakan bahwa diameter batang merupakan faktor utama penentu biomassa dan cadangan karbon pada hutan tropis. Meskipun kandungan C-organik tanah di region ini tergolong rendah, nilai P-tersedia dan P-total yang relatif tinggi menunjukkan bahwa *Pentace* sp. berperan dalam pengayaan hara tanah melalui produksi serasah dan proses dekomposisi.

Region Papua menempati posisi kedua dengan biomassa sebesar 216,61 ton/ha dan cadangan karbon 101,80 ton/ha. Dominansi *Palaquium* sp. pada region ini mampu menghasilkan biomassa tinggi meskipun kandungan unsur hara tanah tergolong sedang. Kondisi ini menunjukkan efisiensi pemanfaatan unsur hara oleh spesies dominan. Kandungan bahan organik tanah yang cukup mendukung struktur tanah dan meningkatkan kapasitas tanah dalam menyimpan air dan nutrisi, sehingga menunjang pertumbuhan vegetasi dan akumulasi karbon (Wulandari *et al.*, 2020).

Region Jawa-Bali dan Maluku menunjukkan nilai biomassa yang relatif serupa, masing-masing sebesar 184,04 ton/ha dan 182,72 ton/ha, dengan cadangan karbon 86,50 ton/ha dan 85,06 ton/ha. Pada region Jawa-Bali, dominansi *Shorea* sp. berkontribusi terhadap pembentukan biomassa pada kondisi tanah dengan kesuburan sedang melalui input serasah yang mendukung siklus fosfor tanah. Sementara itu, region Maluku memiliki kandungan C-organik dan P-tersedia tertinggi dibandingkan

region lain, yang dipengaruhi oleh dominansi *Canarium indicum*. Spesies ini berperan penting dalam peningkatan bahan organik tanah, sehingga meskipun biomassa tidak tertinggi, kualitas tanah tetap terjaga dengan baik (Hasanah, 2022).

Region Nusa Tenggara menunjukkan biomassa dan cadangan karbon terendah, masing-masing sebesar 92,06 ton/ha dan 43,27 ton/ha. Kondisi ini terjadi meskipun kandungan C-organik dan P-tersedia tergolong tinggi. Rendahnya biomassa diduga dipengaruhi oleh faktor iklim kering dan keterbukaan lahan yang membatasi pertumbuhan vegetasi. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan unsur hara yang tinggi tidak selalu berbanding lurus dengan produksi biomassa apabila faktor iklim menjadi pembatas utama pertumbuhan tanaman (Latief & Indrawan, 2021).

Region Sulawesi dan Sumatra menunjukkan nilai biomassa dan cadangan karbon sedang dengan kontribusi spesies dominan *Maniltoa* sp. dan *Terminalia catappa*. *Maniltoa* sp. dengan tajuk lebar berkontribusi terhadap akumulasi biomassa dan pengayaan fosfor tanah, sedangkan *T. catappa* berperan dalam peningkatan cadangan karbon melalui produksi serasah yang melimpah. Secara umum, hasil penelitian ini menegaskan bahwa hubungan antara unsur hara tanah dan biomassa tidak selalu bersifat linier. Produksi biomassa dipengaruhi oleh kombinasi faktor biotik dan abiotik, termasuk spesies dominan, struktur tegakan, umur vegetasi, dan kondisi iklim. Implikasi dari temuan ini menunjukkan bahwa pemilihan spesies berpotensi biomassa tinggi sangat penting dalam pengelolaan kebun raya untuk meningkatkan cadangan karbon dan menjaga keberlanjutan fungsi ekosistem.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, komposisi

vegetasi di Kebun Raya Cibinong menunjukkan variasi antar region, dengan Region Maluku memiliki dominansi famili Fabaceae tertinggi (41,79%), sedangkan struktur vegetasi didominasi oleh *Maniltoa* sp. di Region Sulawesi dengan nilai INP tertinggi sebesar 61,80 dan indeks keanekaragaman sedang ($H' = 2,67$). Sebaliknya, nilai INP terendah ditemukan pada *Hopea odorata* di Region Kalimantan (28,77) meskipun memiliki indeks keanekaragaman tinggi ($H' = 3,32$). Biomassa dan cadangan karbon tertinggi tercatat di Region Kalimantan masing-masing sebesar 237,26 ton/ha dan 111,51 ton/ha, sedangkan nilai terendah terdapat di Region Nusa Tenggara dengan biomassa 92,06 ton/ha dan cadangan karbon 43,27 ton/ha. Spesies *Pentace* sp. berperan penting sebagai penyusun vegetasi utama di Region Kalimantan yang berkontribusi terhadap tingginya biomassa serta kandungan unsur hara tanah, khususnya C-organik (0,37%), P-tersedia (4,26 ppm), dan P-total (432,72 ppm), sehingga menunjukkan peran strategis vegetasi dominan dalam mendukung fungsi ekosistem dan penyimpanan karbon pada kawasan konservasi ex-situ.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Chairul dan Bapak Sunardi, M.Si selaku dosen pembimbing, pihak Kebun Raya Cibinong, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) atas dukungan fasilitas dan pendanaan penelitian, serta pihak Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, yang telah memberikan kesempatan dan dukungan akademik hingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Referensi

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2024. Kabupaten Bogor Dalam Angka 2024. BPS Kabupaten Bogor.
- Chairul, & Lola, M. S. (2023). Struktur komunitas dan indeks nilai penting vegetasi hutan hujan tropis dataran rendah. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 145–156. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i2.5678>
- Chairul, C., Putri, A. R., & Syahputra, R. (2024). Estimation of biomass and carbon stock based on stand characteristics in tropical forests. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(1), 55–66. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i1.6178>
- Dharmawan, R., Mulyani, Y., & Susanti, H. (2024). Peran kebun raya dalam konservasi ex situ dan rehabilitasi ekosistem tropis. *Jurnal Konservasi Alam Tropika*, 17(1), 45–58. <https://doi.org/10.22146/jkat.2024.12345>
- Hairiah, K., Dewi, S., Agus, F., Velarde, S. J., Ekadinata, A., Rahayu, S., & van Noordwijk, M. (2020). Measuring carbon stocks across land use systems: A manual. *World Agroforestry Centre*. <https://doi.org/10.5716/WP20054.PDF>
- Hasanah, U. (2022). Pola dominansi dan adaptasi spesies Fabaceae pada kawasan konservasi tropis. *Jurnal Ekologi Indonesia*, 21(1), 33–42. <https://doi.org/10.22146/jei.2022.3456>
- Ismail, M. H., Rahman, A., & Siregar, I. Z. (2021). Wood density and biomass estimation of tropical tree species. *Forest Ecology and Management*, 482, 118875. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118875>
- Kurniawan, A., Widodo, P., & Santoso, B. (2020). Adaptasi dan daya saing spesies Fabaceae pada ekosistem hutan tropis. *Biodiversitas*, 21(9), 4123–4131. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210945>
- Latief, A., & Indrawan, M. (2021). Adaptasi Sapotaceae pada variasi kondisi cahaya dan tanah di kawasan tropis. *Jurnal Hutan Tropika*, 16(3), 201–210. <https://doi.org/10.24259/jht.v16i3.7890>
- Lestari, D., & Bowo, C. (2020). Potensi etnobotani dan ekologi Apocynaceae di hutan hujan Papua. *Jurnal Biologi Papua*, 12(2), 85–94. <https://doi.org/10.31957/jbp.v12i2.4567>
- Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., et al. (2021). A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333(6045), 988–993. <https://doi.org/10.1126/science.1201609>
- Poorter, L., Bongers, F., Aide, T. M., et al. (2021). Biomass resilience of tropical secondary forests. *Nature*, 530(7589), 211–214. <https://doi.org/10.1038/nature16512>

- Pratiwi, N. M., & Rahmawati, I. (2020). Diversity of plant species in botanical gardens and implications for conservation. *Biodiversitas*, 21(3), 1190–1198. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210328>
- Raharjo, S., & Iskandar, J. (2020). Structure and composition of Apocynaceae in Papuan tropical forests. *Journal of Tropical Forest Science*, 32(2), 145–153. <https://doi.org/10.26525/jtfs32.2.145>
- Raharjo, S., & Iskandar, J. (2020). Struktur dan komposisi tumbuhan Apocynaceae di kawasan hutan tropis Papua. *Jurnal Ekologi Hutan Tropis*, 28(1), 15–23.
- Rahman, F., Nugroho, A. W., & Siregar, I. Z. (2021). Growth response of Shorea sp. to canopy and light management. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 12(1), 19–27. <https://doi.org/10.29244/jst.12.1.19-27>
- Rohman, A., & Yani, A. 2019. Pemanfaatan Terminalia catappa sebagai Spesies Rehabilitasi Hutan Kota. *Jurnal Lanskap Tropika*, 10(1), 45–52.
- Sari, D. S., Putra, I. D., & Subagyo, E. (2020). The role of vegetation in maintaining soil fertility and carbon stocks. *Journal of Tropical Biodiversity*, 8(2), 87–95. <https://doi.org/10.22146/jtb.2020.8765>
- Science Center and Botanic Gardens. Bogor: Center for Plant Conservation Botanic Gardens, LIPI.
- Supriyadi, H., Prasetyo, L. B., & Nurcahyani, P. (2023). Vegetation evaluation in conservation areas of Java Island. *Jurnal Konservasi Alam*, 17(2), 101–110. <https://doi.org/10.22146/jka.2023.6789>
- Widayati, A., & Apriyani, N. (2022). Drought tolerance of Anacardiaceae in dryland ecosystems of Nusa Tenggara. *Buletin Agroforestri Tropika*, 13(4), 67–74. <https://doi.org/10.25077/bat.13.4.67-74.2022>
- Wulandari, D., & Hartono, H. (2020). Litter contribution to carbon cycling and soil nutrient dynamics in tropical rainforests. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(3), 421–430. <https://doi.org/10.14710/jil.18.3.421-430>
- Wulandari, D., Prasetyo, L. B., & Santoso, N. (2020). Soil organic matter and vegetation productivity relationships in tropical ecosystems. *Biodiversitas*, 21(6), 2761–2769. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d2106XX>
- X
- Zanne, A. E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D. A., et al. (2020). Global wood density database. *Dryad Digital Repository*. <https://doi.org/10.5061/dryad.234>