

Vegetation Analysis of Tree Species in the Hungayono Karst Ecosystem

Rafli Ishak*, Abubakar Sidik Katili, Ilyas H. Husain, Hartono D. Mamu, Novri Youla Kandowangko

¹Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Prof.Dr.Eng. B.J Habibie, Bone Bolango, Gorontalo, Indonesia;

Article History

Received : May 16th, 2026

Revised : May 27th, 2026

Accepted : June 03th, 2026

*Corresponding Author: **Rafli Ishak**, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango, Gorontalo, Indonesia
Email: kikyishakrafli@gmail.com

Abstract: Karst ecosystems possess distinctive edaphic and hydrological characteristics that influence vegetation structure, yet information regarding tree vegetation in the Hungayono karst area remains limited. This study aimed to analyze species composition, vegetation structure, and community patterns of tree vegetation in the Hungayono Karst Ecosystem, Tulabolo Pinogu Resort, Bogani Nani Wartabone National Park. A survey method with purposive sampling was applied at three karst topographic zones representing the lower, middle, and upper areas. Five 20 × 20 m plots were established at each zone, resulting in 15 observation plots. Vegetation data were analyzed using density, frequency, dominance, Important Value Index (IVI), and Principal Component Analysis (PCA). The results recorded 12 species with a total of 61 individuals belonging to the divisions Tracheophyta and Pinophyta. The lower karst zone exhibited the highest species richness and abundance, whereas the upper zone showed a simple and nearly monodominant community structure. *Bambusa multiplex* dominated Point I with an IVI of 76.38%, *Neolamarckia macrophylla* dominated Point II with an IVI of 179.5%, and *Neolamarckia cadamba* dominated Point III with an IVI of 300%. PCA analysis indicated heterogeneous vegetation communities influenced by topography, soil thickness, and microclimatic conditions. These findings highlight the ecological role of karst topographic gradients in shaping tree vegetation structure and provide scientific information for karst habitat management and conservation.

Keywords: Hungayono; Karst Ecosystem; Species Composition; Tree Vegetation; Vegetation Structure.

Pendahuluan

Ekosistem karst merupakan bentang alam yang terbentuk akibat proses pelarutan batuan karbonat dan dicirikan oleh lapisan tanah dangkal, sistem drainase bawah permukaan, serta ketersediaan air yang terbatas. Kondisi tersebut menyebabkan ekosistem karst memiliki kerentanan ekologis yang tinggi dan daya pulih lingkungan yang relatif lambat. Selain berfungsi sebagai kawasan penyimpan air dan penyangga ekologis, ekosistem karst juga menjadi habitat penting bagi berbagai flora dan fauna endemik. Oleh karena itu, keberadaan vegetasi pada kawasan karst memiliki peran penting dalam menjaga stabilitas tanah, mempertahankan

kelembapan lingkungan, serta mendukung keberlangsungan fungsi ekologis kawasan (Prihatanto *et al.*, 2022; Hikari *et al.*, 2023; Retnowati *et al.*, 2024).

Vegetasi tingkat pohon merupakan komponen utama penyusun struktur tegakan pada ekosistem karst karena berperan dalam pembentukan iklim mikro, perlindungan tanah, dan penyediaan habitat bagi organisme lain. Komposisi jenis dan struktur vegetasi pohon dapat digunakan sebagai indikator kondisi ekologis suatu kawasan karena mencerminkan kemampuan adaptasi tumbuhan terhadap tekanan lingkungan, seperti tanah dangkal, rendahnya unsur hara, dan keterbatasan air. Perbedaan kondisi topografi dan karakter habitat pada

bentang karst juga memengaruhi pola dominansi dan distribusi spesies tumbuhan. Pada kondisi tersebut, hanya spesies tertentu yang mampu beradaptasi dan mempertahankan keberlangsungan populasinya sehingga struktur komunitas vegetasi karst umumnya bersifat heterogen (Chen *et al.*, 2023; Hikari *et al.*, 2023; Qian *et al.*, 2021).

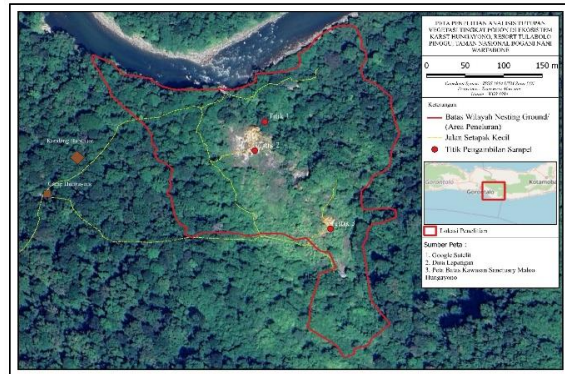
Taman Nasional Bogani Nani Wartabone (TNBNW) merupakan salah satu kawasan konservasi penting di Sulawesi yang memiliki keanekaragaman hayati tinggi, termasuk ekosistem karst Hungayono di Resort Tulabolo Pinogu. Kajian sebelumnya di kawasan TNBNW lebih banyak berfokus pada fauna endemik dan potensi kawasan, namun, informasi mengenai pola dominansi spesies dan heterogenitas komunitas vegetasi pohon berdasarkan gradien topografi karst di kawasan Hungayono belum tersedia. Penelitian vegetasi karst yang telah dilakukan di Indonesia juga umumnya dilakukan pada kawasan dengan karakteristik ekologis yang berbeda sehingga belum mampu menggambarkan kondisi vegetasi pohon di Hungayono secara spesifik (Ali *et al.*, 2025; Rafifah *et al.*, 2024; Septiani *et al.*, 2025). Novelty penelitian ini terletak pada analisis struktur dan heterogenitas vegetasi tingkat pohon berdasarkan gradien topografi karst menggunakan pendekatan Indeks Nilai Penting (INP) dan Principal Component Analysis (PCA) pada kawasan Karst Hungayono yang hingga saat ini belum pernah dilaporkan secara khusus.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi jenis, struktur vegetasi, dominansi spesies, dan pola komunitas vegetasi tingkat pohon pada Ekosistem Karst Hungayono. Hasil penelitian diharapkan dapat menyediakan data dasar ilmiah dalam mendukung pengelolaan habitat karst, konservasi vegetasi, serta penyusunan strategi perlindungan kawasan Taman Nasional Bogani Nani Wartabone secara berkelanjutan.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan, mulai bulan Agustus hingga Desember 2025, di kawasan Karst Hungayono, Resort Tulabolo Pinogu, Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, Desa Tulabolo, Kecamatan Suwawa Timur, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi

Gorontalo. Kegiatan penelitian meliputi observasi awal lokasi, penentuan titik pengamatan, pengambilan data vegetasi, identifikasi spesies, serta analisis data. Observasi awal dilakukan pada bulan Agustus, sedangkan pengambilan data lapangan dilaksanakan pada bulan Desember 2025.



Gambar 1. Peta Penelitian Karst Hungayono

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan ekologi vegetasi menggunakan metode survei lapangan. Populasi penelitian meliputi seluruh vegetasi tingkat pohon yang terdapat pada kawasan Karst Hungayono, Resort Tulabolo Pinogu, Taman Nasional Bogani Nani Wartabone. Sampel penelitian berupa vegetasi tingkat pohon dengan diameter batang setinggi dada (diameter at breast height/DBH) ≥ 20 cm yang ditemukan pada lokasi pengamatan. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling berdasarkan variasi topografi dan karakter habitat karst untuk mewakili zona bawah, tengah, dan atas kawasan karst. Teknik purposive sampling digunakan karena mampu merepresentasikan kondisi ekologis kawasan sesuai tujuan penelitian (Hidayat, 2017). Pada setiap titik pengamatan dibuat lima petak ukur berukuran 20×20 m sehingga total plot pengamatan berjumlah 15 petak. Variabel penelitian meliputi komposisi jenis, jumlah individu, kerapatan, frekuensi, dominansi, dan Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi tingkat pohon. Pengambilan data dilakukan melalui observasi langsung di lapangan dengan mencatat nama spesies, jumlah individu, dan diameter batang setiap tumbuhan yang ditemukan dalam plot pengamatan. Alat dan bahan yang digunakan meliputi meteran, pita ukur diameter (phi band), GPS, kamera digital,

tally sheet, alat tulis, aplikasi PlantNet untuk identifikasi awal spesies, serta literatur flora sebagai acuan verifikasi identifikasi tumbuhan.

Penelitian diawali dengan observasi awal kawasan untuk menentukan lokasi pengamatan berdasarkan karakteristik topografi karst. Selanjutnya ditentukan tiga titik pengamatan yang mewakili bagian bawah, tengah, dan atas kawasan karst. Pada masing-masing titik dibuat lima petak ukur berukuran 20×20 m. Pengumpulan data vegetasi dilakukan melalui inventarisasi langsung terhadap seluruh vegetasi tingkat pohon yang terdapat di dalam plot pengamatan. Setiap individu tumbuhan yang memenuhi kriteria diameter batang ≥ 20 cm dicatat nama spesies, jumlah individu, dan diameter batangnya. Pengukuran diameter batang dilakukan pada ketinggian 1,3 m dari permukaan tanah menggunakan pita ukur diameter untuk memperoleh nilai luas bidang dasar sebagai dasar analisis dominansi. Identifikasi spesies dilakukan secara langsung berdasarkan karakter morfologi tumbuhan di lapangan dengan bantuan aplikasi PlantNet dan diverifikasi menggunakan literatur flora yang relevan. Seluruh proses pengambilan data dilakukan secara non-destruktif karena lokasi penelitian berada dalam kawasan konservasi Taman Nasional Bogani Nani Wartabone.

Data vegetasi dianalisis secara deskriptif kuantitatif melalui perhitungan kerapatan, frekuensi, dominansi, dan Indeks Nilai Penting (INP) mengacu pada Hidayat (2017) dan Rahayu *et al.*, (2020). Kerapatan spesies dihitung berdasarkan jumlah individu setiap spesies per luas area pengamatan, sedangkan frekuensi dihitung berdasarkan tingkat kehadiran spesies pada seluruh plot pengamatan. Dominansi ditentukan berdasarkan luas bidang dasar batang tumbuhan. Rumus yang digunakan dalam analisis vegetasi adalah sebagai berikut:

Kerapatan

$$K = \frac{\text{Jumlah individu suatu spesies}}{\text{Luas total plot}} \quad (1)$$

Frekuensi

i

$$F = \frac{\text{Jumlah plot ditemukannya spesies}}{\text{Jumlah seluruh plot}} \quad (2)$$

Dominansi

$$D = \frac{\text{Luas bidang dasar suatu spesies}}{\text{Luas total plot}} \quad (3)$$

Indeks Nilai Penting

$$INP = KR + FR + DR$$

Selanjutnya, pola kesamaan komunitas vegetasi antarplot dianalisis menggunakan Principal Component Analysis (PCA) berdasarkan matriks kelimpahan spesies. Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak R versi terbaru, sedangkan hasil analisis disajikan dalam bentuk diagram ordinasasi untuk menggambarkan struktur vegetasi dan pola komunitas pada setiap zona topografi karst.

Hasil dan Pembahasan

Komposisi Jenis Vegetasi Tingkat Pohon Ekosistem Karst Hungayono

Hasil inventarisasi menunjukkan bahwa pada seluruh lokasi penelitian ditemukan 12 spesies vegetasi strata pohon dengan total 61 individu (Tabel 1). Komposisi vegetasi tidak tersebar merata pada ketiga titik pengamatan. Titik I memiliki kekayaan jenis dan jumlah individu tertinggi, yaitu 10 spesies dengan 56 individu. Sebaliknya, Titik II hanya terdiri atas 2 spesies dengan 4 individu, sedangkan Titik III hanya dijumpai 1 spesies dengan 1 individu. Pola tersebut menunjukkan adanya gradien ekologis yang kuat dari bagian bawah menuju bagian atas bentang karst.

Tingginya kekayaan jenis pada Titik I menunjukkan bahwa zona bawah karst menyediakan kondisi habitat yang lebih mendukung bagi pertumbuhan vegetasi pohon. Akumulasi tanah yang lebih tebal, ketersediaan unsur hara yang relatif lebih tinggi, serta kelembapan mikro yang lebih stabil memungkinkan lebih banyak spesies untuk tumbuh dan mempertahankan populasinya. Sebaliknya, bagian tengah dan atas karst memiliki kondisi lingkungan yang lebih terbatas akibat lapisan tanah yang tipis, drainase cepat, dan tingginya keterbukaan habitat sehingga

hanya spesies tertentu yang mampu beradaptasi. Pola ini sesuai dengan karakter umum ekosistem karst yang memiliki keterbatasan air dan kesuburan tanah (Puspita *et al.*, 2020; Nasrudin, 2020; Retnowati *et al.*, 2024).

Tabel 1. Jumlah individu vegetasi strata pohon pada tiga titik pengamatan

No.	Spesies	Titik I	Titik II	Titik III	Total
1	<i>Neolamarckia cadamba</i>	4	0	1	5
2	<i>Ficus thonningii</i>	3	0	0	3
3	<i>Arenga pinnata</i>	4	0	0	4
4	<i>Ficus benjamina</i>	9	0	0	9
5	<i>Garuga floribunda</i>	4	0	0	4
6	<i>Agathis dammara</i>	3	0	0	3
7	<i>Mangifera indica</i>	2	0	0	2
8	<i>Calamus manan</i>	7	0	0	7
9	<i>Bambusa multiplex</i>	18	0	0	18
10	<i>Bambusa vulgaris</i>	2	0	0	2
11	<i>Neolamarckia macrophylla</i>	0	3	0	3
12	<i>Alstonia scholaris</i>	0	1	0	1
Jumlah		56	4	1	61

Vegetasi tingkat pohon di Ekosistem Karst Hungayono didominasi oleh divisi Tracheophyta, khususnya kelas Magnoliopsida dan Liliopsida, sedangkan divisi Pinophyta hanya diwakili oleh *Agathis dammara*. Dominasi Angiospermae menunjukkan bahwa sebagian besar spesies penyusun komunitas memiliki fleksibilitas ekologis yang tinggi dalam menghadapi tekanan lingkungan karst. Kemampuan adaptasi tersebut memungkinkan tumbuhan berbiji tertutup bertahan pada kondisi habitat dengan variasi kelembapan, intensitas cahaya, dan ketebalan tanah yang berbeda. Temuan ini sejalan dengan Bagaskoro *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa Angiospermae merupakan kelompok tumbuhan dengan kemampuan adaptasi luas pada berbagai kondisi lingkungan tropis.

Pada Titik I, *Bambusa multiplex* menjadi spesies dengan jumlah individu tertinggi, yaitu 18 individu. Dominasi spesies ini menunjukkan kemampuan kolonisasi dan toleransi ekologis

yang tinggi pada habitat bawah karst yang relatif lebih stabil. *Bambusa multiplex* diketahui mampu tumbuh pada berbagai kondisi lingkungan dan memiliki pertumbuhan vegetatif yang cepat sehingga mampu memanfaatkan ruang tumbuh secara optimal (Rahmawati & Sriyanti, 2024). Sebaliknya, rendahnya jumlah spesies dan individu pada Titik II dan III mengindikasikan bahwa kondisi habitat di bagian tengah dan atas karst lebih selektif terhadap keberadaan vegetasi pohon.

Ketidakteraturan distribusi vegetasi antar titik pengamatan menunjukkan bahwa heterogenitas topografi karst berpengaruh nyata terhadap komposisi komunitas vegetasi. Zona bawah karst berfungsi sebagai habitat dengan tingkat dukungan ekologis lebih tinggi, sedangkan zona tengah dan atas menunjukkan komunitas yang lebih sederhana dan rentan terhadap gangguan lingkungan. Dengan demikian, komposisi vegetasi pohon di Hungayono mencerminkan adanya gradien ekologis yang kuat antara kondisi habitat bawah, tengah, dan atas karst sehingga membentuk komunitas vegetasi yang tidak homogen.

Struktur Vegetasi Tingkat Pohon Ekosistem Karst Hungayono

Analisis struktur vegetasi menunjukkan bahwa spesies dominan berbeda pada setiap titik pengamatan (Tabel 2). Pada Titik I, *Bambusa multiplex* memiliki nilai INP tertinggi sebesar 76,38%, diikuti *Ficus benjamina* sebesar 56,12%. Pada Titik II, *Neolamarckia macrophylla* mendominasi dengan nilai INP sebesar 179,5%, sedangkan *Alstonia scholaris* memiliki nilai INP sebesar 120,5%. Sementara itu, Titik III menunjukkan komunitas yang sangat sederhana dan cenderung monodominan karena hanya ditemukan *Neolamarckia cadamba* dengan nilai INP sebesar 300,0%.

Perbedaan nilai INP antar titik menunjukkan bahwa struktur komunitas vegetasi dipengaruhi oleh tingkat adaptasi spesies terhadap kondisi mikrohabitat karst. Pada komunitas yang lebih beragam seperti Titik I, distribusi nilai INP terbagi pada beberapa spesies sehingga struktur komunitas menjadi lebih kompleks. Sebaliknya, pada Titik II dan Titik III, akumulasi nilai INP terpusat pada satu atau dua spesies dominan sehingga komunitas tampak lebih sederhana. Kondisi tersebut menunjukkan

bahwa semakin ekstrem kondisi habitat, semakin sedikit spesies yang mampu bertahan dan mendominasi komunitas.

Tabel 2. Spesies dominan berdasarkan nilai INP pada setiap titik pengamatan

Titik	Spesies dominan	Nilai INP
I	<i>Bambusa multiplex</i>	76,38
II	<i>Neolamarckia macrophylla</i>	179,5
III	<i>Neolamarckia cadamba</i>	300,0

Dominasi *Bambusa multiplex* pada Titik I mengindikasikan bahwa spesies ini memiliki daya saing tinggi dalam memanfaatkan sumber daya lingkungan, baik ruang tumbuh, cahaya, maupun unsur hara tanah. Selain memiliki toleransi lingkungan yang luas, bambu juga mampu berkembang cepat melalui pertumbuhan vegetatif sehingga membentuk rumpun yang rapat dan stabil. Sebaliknya, dominasi *Neolamarckia macrophylla* pada Titik II dan *Neolamarckia cadamba* pada Titik III menunjukkan bahwa kedua spesies tersebut memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap kondisi habitat karst yang lebih terbuka dan relatif kering.

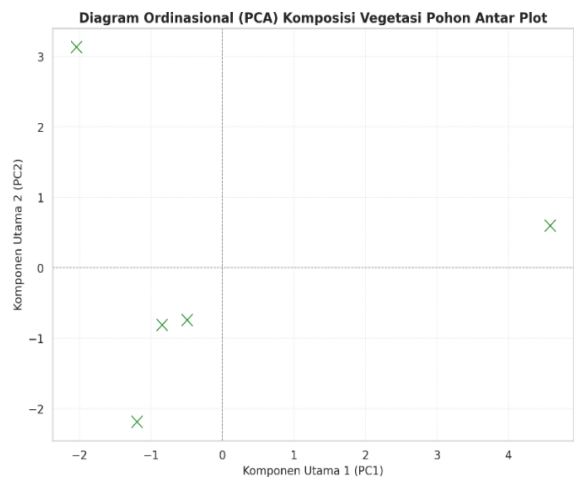
Pola dominansi tersebut sejalan dengan penelitian pada berbagai kawasan karst yang menunjukkan bahwa vegetasi karst umumnya disusun oleh sejumlah kecil spesies dengan toleransi tinggi terhadap kondisi lingkungan ekstrem, seperti tanah dangkal, kekeringan, dan substrat berbatu (Suhendar *et al.*, 2018; Rafifah *et al.*, 2024; Ali *et al.*, 2025). Dalam konteks Hungayono, perbedaan dominansi spesies antara zona bawah, tengah, dan atas karst menunjukkan bahwa topografi mikro memiliki pengaruh nyata terhadap pembentukan struktur vegetasi.

Secara ekologis, struktur vegetasi yang semakin sederhana pada zona atas karst menunjukkan adanya penurunan kompleksitas komunitas dan keterbatasan interaksi ekologis antarspesies. Kondisi ini berpotensi meningkatkan kerentanan ekosistem terhadap gangguan lingkungan dan menurunkan kapasitas regenerasi alami vegetasi. Sebaliknya, struktur komunitas yang lebih kompleks pada zona bawah karst menunjukkan kondisi habitat yang relatif lebih stabil dan mampu mendukung keberlangsungan lebih banyak spesies pohon. Dengan demikian, struktur vegetasi di Ekosistem Karst Hungayono memperlihatkan hubungan

yang erat antara dominansi spesies, kondisi habitat, dan tingkat heterogenitas komunitas.

Analisis ordinasasi PCA

Analisis ordinasasi PCA menunjukkan bahwa komunitas vegetasi antarplot bersifat heterogen. Plot yang berdekatan menggambarkan kemiripan komposisi spesies, sedangkan plot yang terpisah menunjukkan perbedaan komunitas yang nyata. Heterogenitas ini diduga berkaitan dengan variasi ketebalan tanah, tingkat kelembapan, keterbukaan kanopi, dan posisi topografis pada bentang lahan karst. Dengan demikian, vegetasi strata pohon di Hungayono tidak membentuk komunitas yang homogen, melainkan tersusun dalam mosaik habitat yang mencerminkan dinamika suksesi dan adaptasi lokal (Hikari dkk. 2023; Nasrudin 2020).



Gambar 1. Diagram Ordinasasi (PCA) Vegetasi Tingkat Pohon

Hasil analisis Principal Component Analysis (PCA) menunjukkan bahwa komunitas vegetasi tingkat pohon di Ekosistem Karst Hungayono memiliki pola heterogen antarplot pengamatan. Berdasarkan hasil ordinasasi, dua sumbu utama PCA mampu menjelaskan sebagian besar variasi komposisi vegetasi antarplot. Sumbu PCA 1 memiliki eigenvalue sebesar 3,42 dengan kontribusi variasi sebesar 57,0%, sedangkan PCA 2 memiliki eigenvalue sebesar 1,68 dengan kontribusi variasi sebesar 28,0%. Secara kumulatif, kedua sumbu tersebut menjelaskan 85,0% variasi komunitas vegetasi sehingga cukup representatif dalam menggambarkan pola struktur komunitas pada

kawasan penelitian.

Interpretasi biologis menunjukkan bahwa PCA 1 merepresentasikan gradien kondisi habitat dari zona bawah karst yang lebih lembap dan memiliki akumulasi tanah lebih baik menuju zona atas karst yang lebih terbuka dan kering. Plot pada bagian kiri ordinasi cenderung berkaitan dengan tingginya kelimpahan *Bambusa multiplex* dan *Ficus benjamina* yang mendominasi zona bawah karst. Sebaliknya, plot yang berada pada sisi kanan ordinasi lebih dipengaruhi oleh dominansi *Neolamarckia macrophylla* dan *Neolamarckia cadamba* yang ditemukan pada zona tengah dan atas karst.

Sementara itu, PCA 2 diduga berkaitan dengan variasi iklimat dan tingkat keterbukaan kanopi. Plot yang memiliki posisi ordinasi lebih tinggi menunjukkan komunitas dengan dominansi spesies toleran terhadap kondisi terbuka, sedangkan plot yang berada pada bagian bawah ordinasi cenderung memiliki kondisi mikrohabitat yang lebih terlindung. Perbedaan posisi plot dalam ruang ordinasi menegaskan bahwa variasi kondisi lingkungan pada bentang karst menghasilkan pola komunitas vegetasi yang berbeda antar lokasi.

Diagram ordinasi PCA (Gambar 1) memperlihatkan adanya pemisahan kelompok plot berdasarkan kesamaan komposisi spesies. Plot-plot pada Titik I cenderung mengelompok karena memiliki komunitas yang lebih kompleks dan kaya spesies, sedangkan plot pada Titik II dan III berada pada posisi yang lebih terpisah akibat dominansi spesies tertentu. Pola ini menunjukkan bahwa heterogenitas vegetasi di kawasan Hungayono berkaitan erat dengan variasi topografi mikro, ketebalan tanah, dan kondisi kelembapan habitat.

Secara ekologis, hasil PCA memperkuat temuan pada analisis komposisi dan struktur vegetasi bahwa komunitas pohon di Ekosistem Karst Hungayono tidak tersusun secara homogen. Zona bawah karst memiliki komunitas yang lebih kompleks dan stabil, sedangkan zona tengah dan atas menunjukkan komunitas yang lebih sederhana dan cenderung monodominan. Dengan demikian, integrasi antara hasil komposisi spesies, struktur vegetasi, dan analisis PCA menunjukkan bahwa gradien topografi karst berperan penting dalam membentuk pola distribusi, dominansi, dan heterogenitas komunitas vegetasi tingkat pohon.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam interpretasi hasil. Pertama, jumlah plot pengamatan yang terbatas, yaitu 15 plot, belum sepenuhnya mampu merepresentasikan seluruh variasi vegetasi pada bentang karst Hungayono yang memiliki heterogenitas habitat tinggi. Kedua, variasi kondisi lapangan seperti perbedaan tingkat kemiringan lereng, keterbukaan kanopi, dan aksesibilitas lokasi dapat memengaruhi distribusi vegetasi yang diamati. Ketiga, penelitian ini belum memasukkan pengukuran parameter lingkungan secara kuantitatif, seperti pH tanah, kandungan unsur hara, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya, sehingga interpretasi hubungan antara vegetasi dan faktor lingkungan masih bersifat deskriptif.

Selain itu, analisis PCA dilakukan berdasarkan matriks kelimpahan spesies tanpa integrasi langsung dengan data lingkungan, sehingga hubungan ekologis yang terbentuk belum dapat dijelaskan secara lebih rinci. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dengan jumlah plot yang lebih luas dan integrasi data lingkungan kuantitatif sangat diperlukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai dinamika vegetasi pada ekosistem karst Hungayono.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa ekosistem karst Hungayono memiliki struktur komunitas vegetasi tingkat pohon yang dipengaruhi secara kuat oleh gradien topografi dan heterogenitas habitat. Zona bawah karst memiliki komposisi spesies yang lebih kaya dan struktur komunitas yang lebih kompleks, sedangkan zona tengah dan atas menunjukkan komunitas yang lebih sederhana dengan dominansi spesies tertentu. Analisis PCA memperkuat pola tersebut melalui pemisahan komunitas berdasarkan kesamaan komposisi spesies dan kondisi habitat.

Integrasi antara hasil komposisi jenis, struktur vegetasi, dan ordinasi PCA menunjukkan bahwa variasi kondisi mikrohabitat karst, terutama ketebalan tanah, kelembapan mikro, dan keterbukaan habitat, menjadi faktor utama yang membentuk heterogenitas komunitas vegetasi. Temuan ini menegaskan bahwa ekosistem karst Hungayono memiliki karakter vegetasi yang khas dan sensitif terhadap perubahan lingkungan sehingga strategi

pengelolaan kawasan perlu mempertimbangkan variasi ekologis pada setiap zona habitat untuk mendukung konservasi vegetasi dan stabilitas ekosistem karst secara berkelanjutan.

Kesimpulan

Vegetasi tingkat pohon di Ekosistem Karst Hungayono tersusun atas komunitas yang heterogen dan dipengaruhi secara kuat oleh gradien topografi karst serta kondisi mikrohabitat. Zona bawah karst memiliki kekayaan jenis dan jumlah individu tertinggi dengan struktur komunitas yang lebih kompleks, sedangkan zona tengah dan atas karst menunjukkan komunitas yang lebih sederhana dan cenderung didominasi oleh spesies tertentu, yaitu *Neolamarckia macrophylla* dan *Neolamarckia cadamba*. Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) dan Principal Component Analysis (PCA) menunjukkan bahwa variasi ketebalan tanah, kelembapan mikro, keterbukaan kanopi, dan posisi topografis berperan dalam membentuk pola distribusi, dominansi, dan heterogenitas vegetasi tingkat pohon pada kawasan karst Hungayono. Temuan ini menegaskan bahwa karakteristik ekologis ekosistem karst berpengaruh terhadap stabilitas dan struktur komunitas vegetasi sehingga pengelolaan serta konservasi kawasan perlu mempertimbangkan perbedaan kondisi habitat pada setiap zona karst secara berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo atas dukungan akademik dan fasilitas yang diberikan selama penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Balai Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, khususnya Resort Tulabolo Pinogu, atas izin, dukungan, dan bantuan selama pelaksanaan penelitian, serta kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini.

Referensi

- Ali, F. R. M., Katili, A. S., Husain, I. H., Utina, R., Kandowangko, N. Y., & Hamidun, M. S. (2025). *Analisis vegetasi di kawasan karst Provinsi Gorontalo. J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah*, 4(2), 3205–3212. <https://doi.org/10.56799/jceki.v4i2.6452>
- Bagaskoro, G., Rizqiansyach, M. T., Setiawati, L. B. K., Revalivia, Z. A. A., & Lukitasari, M. (2025). Identifikasi tumbuhan angiospermae di Taman Laboratorium Terpadu Universitas PGRI Madiun. *JBIOEDRA: Jurnal Pendidikan Biologi*, 3(2). <https://journal.unwira.ac.id/index.php/JBIOEDRA/article/view/4899>
- Chen, M., Mo, F., Zheng, L., Bin, G., Zou, Z., Chen, P., et al. (2023). Correlation and community stability analysis of herbaceous plants in Dashiwei Tiankeng Group, China. *Forests*, 14(6), 1244. <https://doi.org/10.3390/f14061244>
- Hidayat, M. (2017). Analisis vegetasi dan keanekaragaman tumbuhan di kawasan manifestasi geotermal Ie Suum Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 5(2), 114–124. <https://doi.org/10.22373/biotik.v5i2.3019>
- Hikari, H. N., Syahrani, L. P. W., Khoirunnisa, L. S., & Setyawan, A. D. (2023). Analisis keanekaragaman pohon di kawasan karst Gunung Sewu studi kasus: Gua Tembus dan Gua Potro-Bunder Pracimantoro, Wonogiri. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 7(3), 119–130. <https://doi.org/10.47007/ijobb.v7i3.211>
- Nasrudin, A. (2020). Analisis Vegetasi Karst Di Kawasan Kampus Universitas Padjadjaran cintaratu, Pangandaran, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 6, 493–500. <https://doi.org/10.13057/Psnmbi/M060103>
- Prihatanto, Z. H. N. M., Rabbani, T. Z., Heriyanti, A. P., & Fariz, T. R. (2022). Perbedaan karakteristik ekosistem karst Kecamatan Ponjong, Gunungkidul dengan ekosistem karst Pracimantoro, Wonogiri. *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan (JGEL)*, 6(2), 142–149. <https://doi.org/10.29405/jgel.v6i2.6347>
- Puspita, D., Notosoedarmo, S., & Fauzi, M. R. (2020). Studi etnobotani di kawasan kars Bukit Bulan untuk mendukung studi arkeologi. *Jurnal Pengelolaan*

- Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 10(2), 270–283.
<https://doi.org/10.29244/jpsl.10.2.270-283>
- Qian, C., Qiang, H., Zhang, G., & Li, M. (2021). Long-term changes of forest biomass and its driving factors in karst area, Guizhou, China. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 17(8), 155014772110391.
<https://doi.org/10.1177/15501477211039165>
- Rafifah, L., Rawana, & Saputro, S. H. (2024). Studi komposisi jenis vegetasi pada kawasan karst Kapanewon Tanjungsari, Kabupaten Gunung Kidul. *Jurnal Wana Tropika*.
<https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JWT/article/view/22263>
- Rahayu, E. M., Syarifuddin, A., & Galus, I. (2020). Analisis vegetasi di kawasan Pulau Menjangan Taman Nasional Bali Barat (TNBB). *Gorontalo Journal of Forestry Research*, 3(2), 79–89.
<https://doi.org/10.32662/gjfr.v3i2.1098>
- Rahmawati, D. N., & Sriyati, S. (2024). Kajian etnobotani tanaman bambu dan pemanfaatannya di Kampung Gombang Nyiru Kabupaten Bandung Barat sebagai implementasi etnopedagogi materi biologi pada Kurikulum Merdeka. *Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 10(2), 64–79.
<https://doi.org/10.22437/biodik.v10i2.33674>
- Retnowati, Y., Kandowangko, N. Y., Katili, A. S., & Pembengo, W. (2024). Diversity of actinomycetes on plant rhizosphere of karst ecosystem of Gorontalo, Indonesia. *Biodiversitas*, 25(3), 907–915.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d250309>
- Septiani, R., Baderan, D. W. K., Wahyuni, M. S., & Katili, A. S. (2025). Vegetation composition in the Maleo Sanctuary of Hungayono, Tulabolo Pinogu Resort, Bogani Nani Wartabone National Park. *Jurnal Penelitian Saintek*, 30(1).
<https://doi.org/10.21831/jps.v30i1.72453>
- Suhendar, A. S., Yani, E., & Widodo, P. (2018). Analisis vegetasi kawasan karst Gombang Selatan Kebumen Jawa Tengah. *Scripta Biologica*, 5(1), 37–40.
<https://doi.org/10.20884/1.sb.2018.5.1.639>