

## Struktur dan Komposisi Tumbuhan Bawah di Zona Pegunungan Bawah Blok Malagembol, Cagar Alam Gunung Tilu, Jawa Barat

Tri Cahyanto<sup>1</sup>, Dian Muhamad Ramdan<sup>2</sup>, Salma Salsabila<sup>3</sup>, Muhammad Efendi<sup>4</sup>,  
Ida Yuyu Nurul Hizqiyah<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi,

Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung

Jl. A.H. Nasution 105, Cibiru, Bandung, Jawa Barat 40614 Indonesia

<sup>3</sup>School of Food Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang  
Thanon Chalong Krung, Khwaeng Lat Krabang, Lat Krabang, Bangkok 10520 Thailand

<sup>4</sup>Pusat Riset Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya dan Kehutanan Cibodas,

Badan Riset dan Inovasi Nasional

Jl. Kebun Raya Cibodas, Cipanas, Cianjur, Jawa Barat 43253 Indonesia

<sup>5</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,  
Universitas Pasundan

Jl. Taman Sari 6 – 8, Bandung, Jawa Barat 40116 Indonesia

e-mail: [tri\\_cahyanto@uinsgd.ac.id](mailto:tri_cahyanto@uinsgd.ac.id)

### Abstrak

Tumbuhan bawah merupakan salah satu jenis vegetasi hutan tropis yang berkontribusi terhadap kompleksitas struktur hutan. Habitat tumbuhan bawah sangat erat kaitannya dengan kondisi vegetasinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur dan komposisi tumbuhan bawah untuk mendukung fungsi ekologis dan habitat di Blok Malagembol, Cagar Alam Gunung Tilu. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode petak sampel. Sebanyak tiga petak utama berukuran  $10 \times 100 \text{ m}^2$  dibagi menjadi sepuluh anak petak dengan ukuran  $5 \times 5 \text{ m}^2$ . Tumbuhan bawah yang diamati meliputi tumbuhan perdu dan pancang dengan tinggi kurang dari 1 m. Analisis data yang dilakukan meliputi perhitungan frekuensi, densitas, dominasi individu, dan indeks nilai signifikan dengan menggunakan indeks heterogenitas (Shannon-Wiener), indeks kekayaan (Margalef), dan indeks pemerataan. Sebanyak 186 spesies dan 66 famili tumbuhan bawah tercatat di petak pengamatan. Berdasarkan perawakannya dikelompokkan menjadi 26 jenis tumbuhan merambat, 43 jenis tumbuhan perdu, dan 116 jenis pancang. Kekayaan spesiesnya tinggi dan lebih beragam. Selain itu, jenis yang ditemukan tersebar merata di setiap petak pengamatan dan komunitas tumbuhan relatif stabil. Cagar Alam Gunung Tilu memiliki kontribusi penting tumbuhan bawah dalam menyusun ekosistem sehingga menjadi pertimbangan lebih lanjut bagi pengelolaan kawasan di sekitar Cagar Alam Gunung Tilu.

**Kata Kunci**—Biodiversitas, Gunung Tilu, Hutan Tropis, Tumbuhan Bawah, Vegetasi

### Abstract

*The understory is one type of tropical forest vegetation that contributes to the complexity of the forest structure. The habitat of the understory is closely related to the condition of the vegetation. This study aims to determine the structure and composition of the understory to support the ecological function and habitat in the Malagembol Block, Mount Tilu Nature Reserve. The sample collection was carried out using the sample plot method. A total of three main plots measuring  $10 \times 100 \text{ m}^2$  were divided into ten subplots with a size of  $5 \times 5 \text{ m}^2$ . The understory observed included herbaceous plants and saplings with a height of less than 1 m. The data analysis included the calculation of frequency, density, individual dominance, and significant value index using heterogeneity index (Shannon-Wiener), richness index (Margalef), and evenness index. A total of 186 species and 66 understory families were recorded in the observation plots. Based on their stature, they were grouped into 26 species of climbing plants, 43 species of herbaceous plants, and 116 species of saplings. The species richness was high and more diverse. In addition, the species found were evenly distributed in each observation plot and the plant community was relatively stable. The Mount Tilu Nature Reserve has an important contribution of understory plants in compiling the ecosystem so that it becomes a further consideration for the management of the area around Mount Tilu Nature Reserve.*

**Keywords**—Biodiversity, Mount Tilu, Tropical Forest, Understorey, Vegetation

## I. PENDAHULUAN

Gunung Tilu merupakan salah satu cagar alam terbesar kedua di Jawa Barat. Selain berfungsi sebagai konservasi flora pegunungan di Jawa Barat, Cagar Alam Gunung Tilu merupakan kawasan penting yang mendukung pelestarian primata Jawa, yaitu Lutung, Owa Jawa, dan Surili (Berliana, 2009; Cahyanto et al., 2018). Untuk mendukung fungsi tersebut, penilaian struktur komposisi flora perlu dilakukan salah satunya vegetasi lantai hutan di kawasan tersebut.

Tumbuhan bawah merupakan salah satu jenis penyusun vegetasi hutan tropis yang berkontribusi terhadap kompleksitas struktur hutan dan keberagaman habitat terhadap faktor biotik lainnya (Norris et al., 2020; Tsvuura et al., 2010). Dalam konversi air dan tanah, keberadaan tumbuhan bawah di dasar hutan dapat berfungsi sebagai isolator panas dan meningkatkan bahan organik dalam tanah (Gurnita et al., 2022). Walaupun dalam jumlah yang lebih rendah dibandingkan dengan pohon, tumbuhan bawah juga menyumbangkan biomassa dalam hutan tropika.

Berdasarkan unsur biotik dan abiotik, habitat tempat berkembangnya vegetasi memiliki hubungan yang kuat dengan keadaan vegetasi pada strata tumbuhan bawah (Su et al., 2019). Salah satu elemen utama yang memengaruhi bagaimana berbagai jenis tanaman herba terestrial menanggapi keanekaragaman adalah ketinggian (Willinghöfer et al., 2012). Keragaman spesies tumbuhan bawah, termasuk gangguan (*disturbance regime*), juga dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti karakteristik tanah, suhu, intensitas cahaya, dan air (Norris et al., 2020). Setiap tumbuhan memiliki syarat untuk bertahan hidup; karenanya, beberapa spesies hanya akan tumbuh subur di lingkungan yang

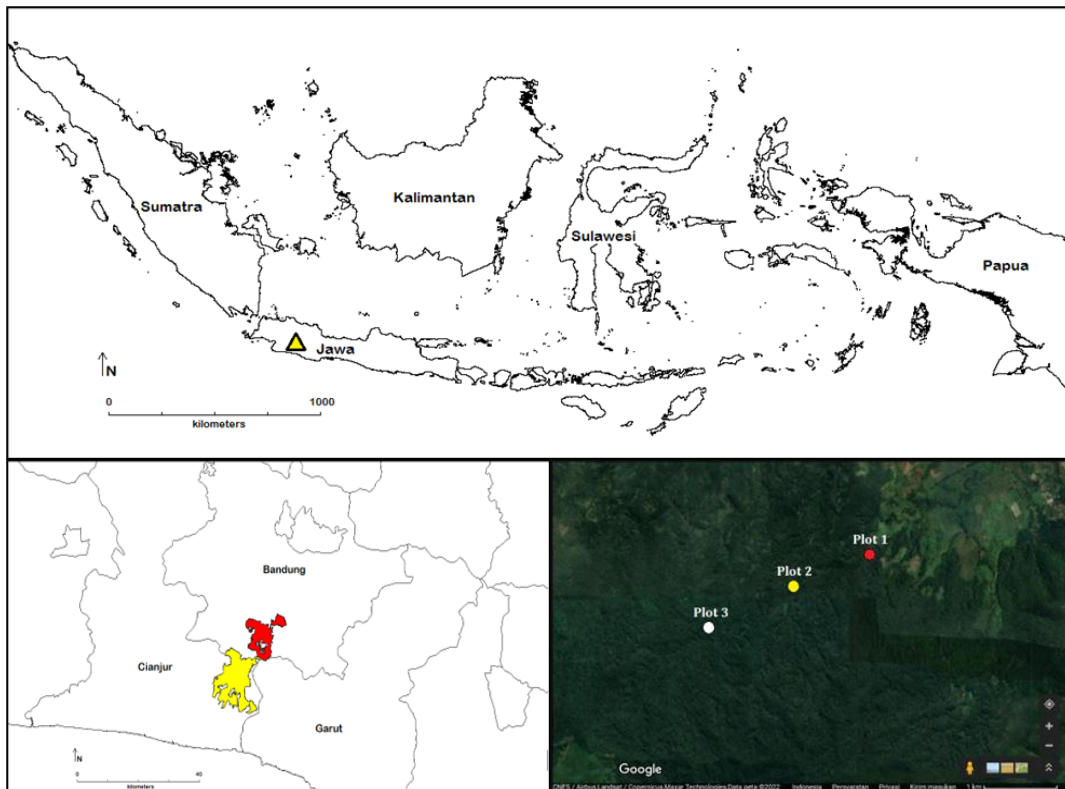
memenuhi syarat hidup ini. Berdasarkan hal tersebut, struktur hutan masa depan dapat diantisipasi dengan melihat keberadaan, kelimpahan, dan dominasi suatu spesies sebagai penanda lingkungan tempat tumbuhnya (de Carvalho et al., 2017; Mokodompit et al., 2022; Susilo, 2018).

Penelitian sebelumnya yang mengevaluasi struktur vegetasi Gunung Tilu pada tingkat pohon mengungkapkan bahwa spesies Fagaceae dan Lauraceae mendominasi sebagai formasi vegetasi dominan di wilayah tersebut (Cahyanto et al., 2020). Studi lain juga mengungkap komposisi vegetasi yang berbeda di sisi lain Gunung Tilu (Susilo, 2018). Namun, pada studi-studi tersebut tidak memasukkan informasi tumbuhan bawah yang penting dalam mendukung pengelolaan Kawasan tersebut. Oleh karena itu, studi ini difokuskan pada struktur dan komposisi tumbuhan bawah di Blok Malagembol, Cagar Alam Gunung Tilu. Data ini diharapkan dapat digunakan untuk mendukung ekologi dan penggunaan habitat primata endemik Jawa serta membangun basis data biologi yang sangat dibutuhkan untuk strategi konservasi yang efektif di Cagar Alam Gunung Tilu.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan Blok Malagembol, Cagar Alam Gunung Tilu, Kecamatan Pasir Jambu, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Lokasi pengamatan berada pada ketinggian 1500 – 2100 mdpl. Kondisi lingkungan diukur, meliputi suhu udara yang tercatat 20,2°C hingga 26,5°C, dengan kelembaban udara 67% – 90%. Kondisi topografi lokasi penelitian relatif menanjak, meliputi daerah yang sedikit terbuka sampai tertutup rapat oleh vegetasi. (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel di hutan Blok Malagembol, Cagar Alam Gunung Tilu.

**B. Metode Pengambilan Sampel**

Pengumpulan data struktur dan komposisi tumbuhan bawah dilakukan dengan metode petak contoh. Petak utama berukuran 10×100 m<sup>2</sup> sebanyak tiga buah dan masing-masing petak dibagi ke dalam sepuluh anak petak dengan ukuran 5×5 m<sup>2</sup>. Tumbuhan bawah yang diamati meliputi jenis tumbuhan herba dan anakan yang tingginya kurang dari 1 m.

**C. Analisis Data**

Data yang diambil meliputi nama jenis dan jumlah individu pada setiap anak petak pengamatan. Selanjutnya data dianalisis meliputi perhitungan frekuensi, densitas, dominasi individu, dan indeks signifikansi.

1) Indeks Keanekaragaman (Shannon-Wiener)

Indeks Shannon-Wiener digunakan untuk mengukur keragaman dalam studi biologi. Nilai indeks berkisar dari 0,0 hingga 5,0 sementara hasilnya biasanya berkisar antara 1,5 hingga 3,5, dengan sangat sedikit kasus ketika mencapai 4,5. Kestabilan dan keseimbangan struktur habitat ditunjukkan dengan nilai di atas 3,0, sedangkan pencemaran dan kerusakan struktur habitat ditunjukkan dengan nilai di bawah 1,0 (Türkmen & Kazanci, 2010). Indeks Shannon-

Wiener dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini (Magurran, 1988):

$$H' = \sum_{i=1}^S (p_i) \ln p_i$$

2) Indeks Kekayaan (Margalef)

Indeks Margalef adalah indeks terbaik untuk mengukur komunitas tumbuhan di daerah pegunungan tinggi atau rendah (Mulya et al., 2021). Indeks kekayaan jenis dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini (Gamito, 2010):

$$d = \frac{S - 1}{\ln N}$$

3) Indeks Kemerataan

Konsep kemerataan digunakan untuk menilai kesetaraan kelimpahan dalam suatu komunitas. Indeks dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

4) Analisis Komposisi Floristik

Analisis komposisi vegetasi didapatkan dengan menghitung Indeks Nilai Penting (INP) melalui persamaan:

$$INP = FR + KR + DR$$

Dimana FR adalah frekuensi relatif (%), KR adalah kerapatan relatif (%), dan DR adalah dominasi relatif (%).

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\Sigma \text{individu suatu jenis}}{\text{luas petak}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100$$

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{\Sigma \text{petak yang ditemukan suatu jenis}}{\Sigma \text{seluruh petak}}$$

$$\text{Frekuensi Relatif} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100$$

$$\text{Dominasi (D)} = \frac{\Sigma \text{luas bidang dasar suatu jenis}}{\text{Luas petak}}$$

$$\text{Dominasi Relatif} = \frac{\text{Dominasi suatu jenis}}{\text{Dominasi seluruh jenis}} \times 100$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kurva Area Spesies dan Penurunan Jenis Terhadap Ketinggian Petak Pengamatan

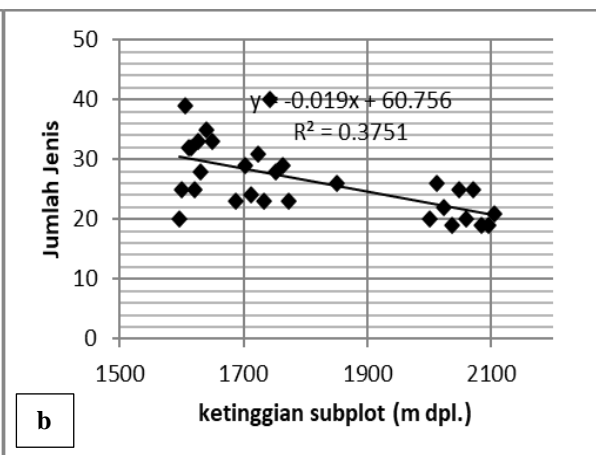
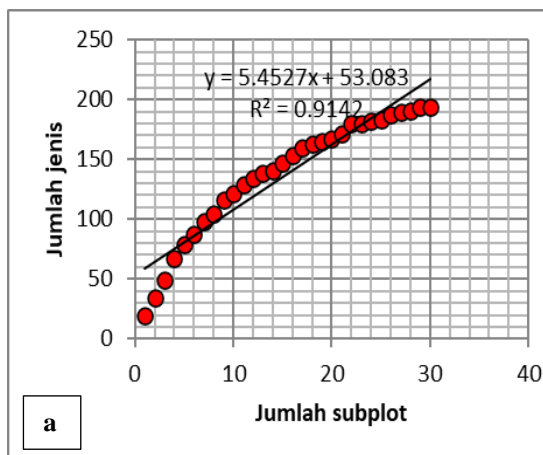
Kurva area spesies menunjukkan bahwa tidak terjadi penambahan jenis yang signifikan terutama pada anak petak 27 hingga anak petak 30 (Gambar 2a) Hal ini menunjukkan bahwa jumlah petak pengamatan telah merepresentasikan komunitas tumbuhan bawah pada zona pegunungan bawah di Blok Malagembol. Oleh karena itu, ukuran petak seluas 750 m<sup>2</sup> dapat disarankan sebagai luas minimal untuk penelitian serupa pada zona pegunungan bawah (1500 – 2000 mdpl).

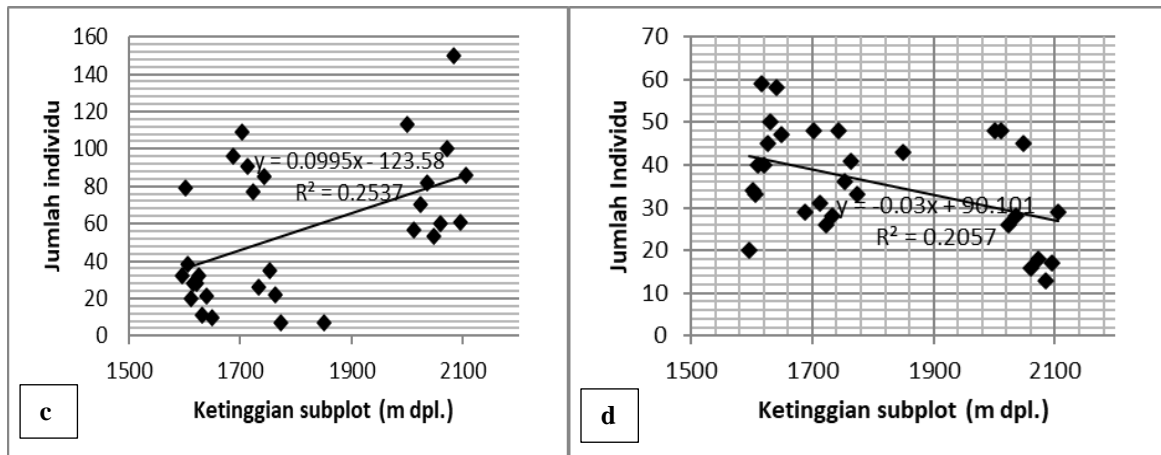
Kondisi vegetasi dan zonasi pengambilan sampel memiliki dampak yang signifikan

terhadap ukuran anak petak dan jumlah petak pengambilan sampel (Astuti et al., 2019; Efendi et al., 2016; Mutaqien et al., 2008). Meskipun ukuran anak petak 5×5 m<sup>2</sup> untuk tumbuhan bawah tidak diterapkan secara luas dibandingkan dengan ukuran anak petak 1×1 m<sup>2</sup>, cakupan area anak petak pengamatan dapat menampung kemungkinan spesies tumbuhan bawah lebih banyak daripada petak 1×1 m<sup>2</sup> di area yang sama (Susilo, 2018).

Keterkaitan jumlah jenis dengan ketinggian anak petak pengamatan menunjukkan adanya penurunan jumlah jenis pada anak petak pengamatan (Gambar 2b) walaupun tidak signifikan. Semakin tinggi lokasi pengamatan, jumlah jenis yang ditemukan semakin sedikit. Ketinggian tempat sering kali berkaitan dengan menurunnya suhu udara dan faktor fisik-kimia lainnya dan menjadi faktor pembatas jenis tertentu mampu tumbuh (Willinghöfer et al., 2012).

Pada penelitian ini terlihat peningkatan jumlah individu tumbuhan herba yang berbanding lurus dengan ketinggian tempat (Gambar 2c) sehingga pada anak petak yang lebih tinggi, tumbuhan herba relatif seragam. Sedangkan pada tingkat pancang, jumlah individu pada petak yang lebih tinggi mengalami penurunan (Gambar 2d). Akibatnya, dengan naiknya ketinggian, campuran vegetasi tumbuhan bawah menjadi lebih homogen, dan tutupan kanopi membatasi jumlah cahaya yang dapat mencapai lantai hutan (Helbach et al., 2022; Montti et al., 2011; Willinghöfer et al., 2012).





Gambar 2. Grafik keterkaitan jumlah jenis dan jumlah individu tumbuhan bawah dibandingkan dengan ketinggian anak petak pengamatan, (a) kurva area spesies; (b) keterkaitan jumlah jenis dan ketinggian anak petak pengamatan; (c) Jumlah individu tumbuhan herba dibandingkan dengan ketinggian anak petak pengamatan; (d) Jumlah individu anakan pohon dibandingkan dengan ketinggian anak petak pengamatan.

### B. Komposisi Floristik Tumbuhan Bawah di Blok Malagembol, Cagar Alam Gunung Tilu

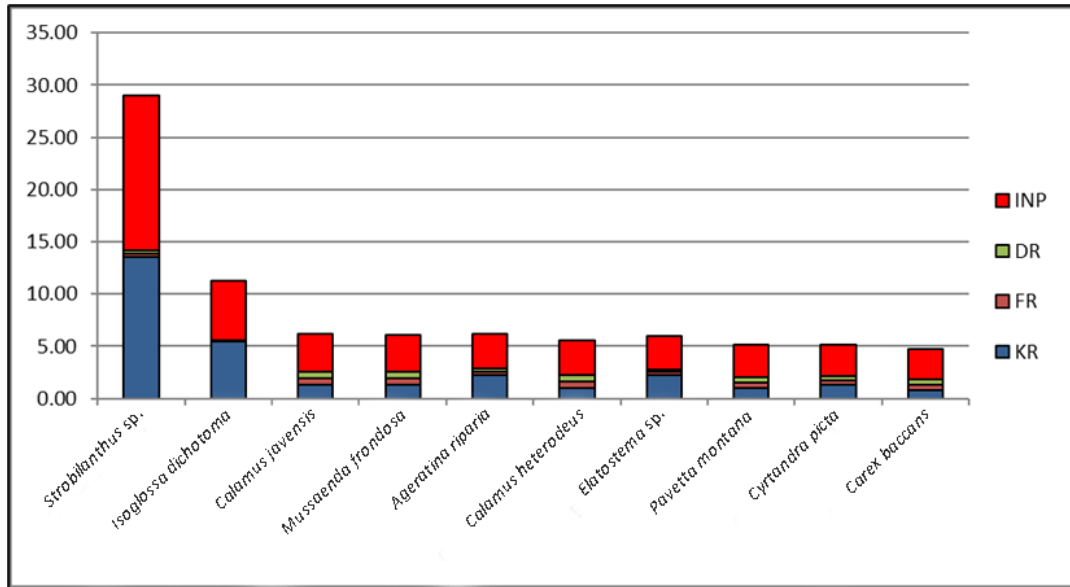
Sebanyak 186 jenis dan 66 suku tumbuhan bawah dicatat dalam petak pengamatan. Beberapa suku dengan anggota paling banyak antara lain Rubiaceae (24 jenis), Lauraceae (9 jenis), Fagaceae (8 jenis), Arecaceae (7 jenis), Euphorbiaceae (7 jenis), dan Phyllanthaceae (6 jenis). Berdasarkan perawakannya, dapat dikelompokkan menjadi 26 jenis tumbuhan pemanjat, 43 jenis tumbuhan herba, dan 116 jenis tumbuhan anakan pohon.

Komposisi jenis tumbuhan bawah yang mendominasi menunjukkan karakteristik formasi flora pegunungan, terutama dari suku Fagaceae dan Lauraceae. Komposisi ini juga ditemukan pada tingkatan pohon (Cahyanto et al., 2020). Hal ini mengindikasikan bahwa ke depannya terdapat regenerasi yang bagus pada lokasi penelitian dari kedua suku tersebut. Walaupun Rubiaceae tergolong suku dengan anggota yang banyak, tetapi jenis ini jarang ditemukan dalam bentuk pohon besar, sehingga hanya pada tumbuhan bawah hingga pancang saja. Berbeda dengan jenis Lauraceae dan Fagaceae yang mendominasi pada tingkatan semai hingga pohon di Gunung Tilu terutama jenis *Castanopsis javanica* dan

*Quercus gemelliflora* (Cahyanto et al., 2020; Susilo, 2018).

Indeks nilai penting dari sepuluh jenis tertinggi (Gambar 3). *Strobilanthus* memiliki adaptasi morfologi dan karakter fungsional lainnya terutama pada laju dan pertumbuhan daun pada kisaran kondisi habitat yang beragam dan didukung dengan kemampuan reproduksi yang baik pada umumnya (Mehrotra et al., 2004; Vongkamjan & Sampson, 2016).

Komposisi tumbuhan yang memiliki indeks nilai penting tertinggi berbeda jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Susilo, 2018). Namun secara umum, komposisi menunjukkan kondisi hutan sekunder di kedua lokasi pengamatan. Banyak spesies tumbuhan pionir, antara lain *Schima walichii*, *Etlingera coccinea*, dan *Macaranga* sp., yang menggambarkan komposisi tumbuhan pada hutan terganggu, ditemukan pada dua petak pengamatan dengan indeks nilai yang kecil namun signifikan. Di Gunung Manglayang yang menjulang hingga ketinggian 1000 m dpl, tercatat kontribusi signifikan spesies seperti *Austroeuatorium inufolium*, *Ageratina riparia*, dan *Etlingera coccinea* terhadap vegetasi hutan pegunungan (Mutaqien et al., 2008).



Gambar 3. Sepuluh jenis tumbuhan bawah yang memiliki nilai INP tertinggi di Blok Malagembol. (Ket: INP=Indeks Nilai Penting; DR=Dominansi Relatif; FR=Frekuensi Relatif; KR=Kerapatan Relatif)

Tiga indeks yang digunakan untuk melihat tingkat keanekaragaman jenis dan stabilitas komunitas melalui indeks kekayaan jenis, indeks keanekaragaman Shannon Wiener dan indeks pemerataan (Tabel 1). Hasil penilaian ketiga indeks tersebut tergolong tinggi untuk ketiga kriteria tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa kekayaan jenis tumbuhan bawah

tergolong tinggi dan lebih beragam. Selain itu, jenis-jenis yang ditemukan merata pada setiap petak pengamatan dan komunitas tumbuhan tergolong stabil. Kondisi ini lebih baik jika dibandingkan dengan Gunung Manglayang pada zona yang sama lebih tinggi (Mutaqien et al., 2008).

Tabel 1. Indeks Kekayaan Jenis, Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener dan Indeks Pemerataan

Indeks	Nilai	Keterangan
Kekayaan Jenis	22,84	Tinggi
Indeks Keanekaragaman (Shannon-Wiener)	4,01	Tinggi
Indeks Pemerataan	0,77	Kemerataan tinggi dan komunitas stabil

Sebanyak tujuh jenis tumbuhan dengan tingkat keterancamannya tinggi menurut IUCN *redlist* juga ditemukan di dalam petak pengamatan (Tabel 2). Walaupun secara umum, jenis-jenis tersebut ditemukan dalam jumlah yang kecil, tetapi jenis *Hedychium roxburghii* dan *Symplocos costata* memiliki jumlah yang cukup tinggi dan dapat ditemukan hampir di setiap petak pengamatan. *Castanopsis argentea* ditemukan hanya satu individu, berbanding terbalik dengan populasi jenis *C. javanica* yang cenderung lebih melimpah baik pada tingkatan semai maupun pada tingkatan pohon (Cahyanto et al., 2020).

Tingginya dominasi *C. javanica* dibandingkan dengan *C. argentea* juga ditemukan pada vegetasi pegunungan Jawa bagian Barat lainnya, seperti Gunung Patuha dan Gunung Papandayan (Junaedi & Mutaqien, 2010; Mulyana et al., 2017). Masalah umum regenerasi *C. argentea* di alam adalah karena bijinya termasuk jenis rekalsitran yang tidak bertahan lama dan bersaing dengan predator. Buahnya juga dapat dimakan dan rendahnya ketersediaan pohon induk di daerah penelitian (Cahyanto et al., 2020; Hilwan & Irfani, 2018).

Tabel 2. Komposisi jenis tumbuhan terancam menurut IUCN *redlist* di Blok Malagembol, Cagar Alam Gunung Tulu

No	Nama Jenis	Suku	Status IUCN <i>redlist</i>	Jumlah Individu	INP
1.	<i>Castanopsis argentea</i>	Fagaceae	Genting (EN)	1	0,15
2.	<i>Hedychium roxburghii</i>	Zingiberaceae	Genting (EN)	26	1,90

3.	<i>Lithocarpus indutus</i>	Fagaceae	Rawan (VU)	3	0,31
4.	<i>Elaeocarpus submonoceras</i>	Elaeocarpaceae	Rawan (VU)	1	0,15
5.	<i>Saurauia bracteosa</i>	Actinidiaceae	Rawan (VU)	7	0,26
6.	<i>Saurauia cauliflora</i>	Actinidiaceae	Rawan (VU)	2	0,17
7.	<i>Symplocos costata</i>	Symplocaceae	Rawan (VU)	38	2,65

#### IV. KESIMPULAN

Dibandingkan dengan tanaman introduksi, jenis tanaman asli dari Pegunungan Jawa mendominasi vegetasi lantai hutan Blok Malagembol. Bibit dan anakan tanaman Gunung Jawa menunjukkan kecenderungan regenerasi yang baik di masa depan, meskipun beberapa tanaman pionir mengisi kekosongan yang ditinggalkan oleh kerusakan sebelumnya. Selain itu, tumbuhan bawah di kawasan ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap ekosistem di Cagar Alam Gunung Tilu, baik dari segi komposisi jenis tumbuhan terancam maupun parameter keanekaragaman jenis, sehingga menjadi faktor tambahan yang perlu diperhitungkan. untuk pengelolaan kawasan sekitar Cagar Alam Gunung Tilu.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala BKSDA Jawa Barat yang telah memberikan izin dalam penelitian ini. Terima kasih juga kepada: Muslim (Kebun Raya Cibodas) yang telah membantu pengambilan sampel lapangan dan membantu identifikasi tumbuhan; Abdul Halim (Cagar Alam Gunung Tilu), Satria F. Sansakila dan Julham Affandi Tarigan (Cagar Alam Gunung Tilu) yang telah membantu kegiatan sampling lapangan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Astuti, D. S., Supartono, T., & Adhya, I. (2019). Identifikasi Tumbuhan Bawah Dengan Pendekatan Kurva Spesies Di Blok Pasir Batang Karang Sari Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah I Kuningan Taman Nasional Gunung Ciremai. *Konservasi Untuk Kesejahteraan Masyarakat*, 101–107.

Berliana, K. (2009). *Pemetaan Kesesuaian Habitat Owa Jawa (Hylobates moloch Audebert, 1798) di Cagar Alam Gunung Tilu Kabupaten Bandung dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis*. Bogor Agricultural University.

Cahyanto, T., Efendi, M., & Ramdan, D. M. (2020). Structure and composition of trees in mount Tilu nature reserve, West Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(6), 2674–2680.

<https://doi.org/10.13057/biodiv/d210640>

Cahyanto, T., Paujiah, E., & Yuliandiana, V. (2018). Anggrek Epifit Di Kawasan Konservasi Cagar Alam Gunung Tilu, Jawa Barat: Komposisi Spesies Dan Jenis Pohon Inangnya. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 7(1), 82–94. <https://doi.org/10.26877/bioma.v7i1.2541>

de Carvalho, A. L., d'Oliveira, M. V. N., Putz, F. E., & de Oliveira, L. C. (2017). Natural regeneration of trees in selectively logged forest in western Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 392, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.02.049>

Efendi, M., Lailaty, I. Q., Nudin, Rustandi, U., & Samsudin, A. D. (2016). Komposisi dan keanekaragaman flora di Gunung Pesagi, Sumatera. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 2(2), 198–207. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m020214>

Gamito, S. (2010). Caution is needed when applying Margalef diversity index. *Ecological Indicators*, 10(2), 550–551. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.07.006>

Gurnita, Prasarsti, A. R., Ibrahim, Y., & Mulyadi, A. (2022). Keragaman Jenis Tumbuhan Bawah Di Taman Buru Gunung Masjid Kareumbi, Cicalengka. *BIOSFER: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 7(1), 50–57. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v7i1.5716>

Helbach, J., Frey, J., Messier, C., Mörsdorf, M., & Scherer-Lorenzen, M. (2022). Light heterogeneity affects understory plant species richness in temperate forests supporting the heterogeneity–diversity hypothesis. *Ecology and Evolution*, 12(2), 1–14. <https://doi.org/10.1002/ece3.8534>

Hilwan, I., & Irfani, E. (2018). Pola Penyebaran dan Regenerasi Jenis Saninten (*Castanopsis argentea* Blume) di Resort Selabintana, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. *Journal of Tropical Silviculture*, 9(1), 53–59. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.9.1.53-59>

Junaedi, D. I., & Mutaqien, Z. (2010).

- Diversity of tree communities in Mount Patuha region, West Java. *Biodiversitas: Journal of Biological Diversity*, 11(2), 75–81.  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d110205>
- Magurran, A. E. (1988). Diversity indices and species abundance models. *Ecological Diversity and Its Measurement*, 7–45.  
[https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0_2)
- Mehrotra, P., Kharakwl, G., & Pangety, Y. P. S. (2004). Ecological Implication of Plant Traits, Strategies and Competitive Abilities of Herbs. *Applied Ecology and Environmental Research*, 2(2), 1–13.  
<https://doi.org/10.15666/aer/03001013>
- Mokodompit, R., Kandowanko, N. Y., & Hamidun, M. S. (2022). Keanekaragaman Tumbuhan di Kampus Universitas Negeri Gorontalo Kecamatan Tilong Kabila Kabupaten Bone Bolango Rizaldi. *BIOSFER : Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 7(1), 75–80.
- Montti, L., Campanello, P. I., Gatti, M. G., Blundo, C., Austin, A. T., Sala, O. E., & Goldstein, G. (2011). Understory bamboo flowering provides a very narrow light window of opportunity for canopy-tree recruitment in a neotropical forest of Misiones, Argentina. *Forest Ecology and Management*, 262(8), 1360–1369.  
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.06.029>
- Mulya, H., Santosa, Y., & Hilwan, I. (2021). Comparison of four species diversity indices in mangrove community. *Biodiversitas: Journal of Biological Diversity*, 22(9), 3648–3655.  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d220906>
- Mulyana, D., Kusmana, C., Budi, S. W., & Wasis, B. (2017). Species and Structure Composition of Nature Disturbed Forest Stand in International Journal of Sciences : Basic and Applied Research Species and Structure Composition of Nature Disturbed Forest Stand in Papandayan Mountain , West Java Indonesia. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 31(2), 286–296.
- Mutaqien, Z., Kusmoro, J., & Santoso, P. (2008). Study Vegetasi Hutan Hujan Tropis Pegunungan di Gunung Manglayang Jawa Barat. *Widyariset*, 11(22), 157–164.
- Norris, M., Wiryono, & Yansen. (2020). Analisis Keragaman Jenis Tumbuhan Bawah Pada Tiga Ketinggian Di Taman Wisata Alam Bukit Kaba Provinsi Bengkulu. *NATURALIS-Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 9(2), 51–57.
- Su, X., Wang, M., Huang, Z., Fu, S., & Chen, H. Y. H. (2019). Forest understorey vegetation: Colonization and the availability and heterogeneity of resources. *Forests*, 10(11), 3–7.  
<https://doi.org/10.3390/f10110944>
- Susilo, A. (2018). Asosiasi Jenis-jenis Pohon Dominan di Cagar Alam Gunung Tilu. *Proceeding Biology Education Conference*, 15(1), 813–819.
- Tsvuura, Z., Griffiths, M. E., Gunton, R. M., Franks, P. J., & Lawes, M. J. (2010). Ecological filtering by a dominant herb selects for shade tolerance in the tree seedling community of coastal dune forest. *Oecologia*, 164(4), 861–870.  
<https://doi.org/10.1007/s00442-010-1711-4>
- Türkmen, G., & Kazanci, N. (2010). Applications of various diversity indices to benthic macroinvertebrate assemblages in streams of a natural park in Turkey. *Review of Hydrobiology*, 3(2), 111–125.
- Vongkamjan, S., & Sampson, F. B. (2016). Phenology, seed germination and some vegetative features of *Strobilanthes fragrans* (Acanthaceae), a recently described unusual species, found only in a single Forest Park in Thailand. *Thai Forest Bulletin (Botany)*, 44(1), 6–10.  
<https://doi.org/10.20531/TFB.2016.44.1.02>
- Willinghöfer, S., Cicuzza, D., & Kessler, M. (2012). Elevational diversity of terrestrial rainforest herbs: When the whole is less than the sum of its parts. *Plant Ecology*, 213(3), 407–418.  
<https://doi.org/10.1007/s11258-011-9986-z>