

Vol. 6 No. 2 (2025), Halaman 188-200



GEOGRAPHIA

Jurnal Pendidikan dan Penelitian Geografi

ISSN: 2774-6968

SEBARAN VEGETASI BUNGA EDELWEIS DI KAWASAN TAMAN NASIONAL KELIMUTU DENGAN CITRA LANSAT 8 TM

Theodisia Monika Siki¹, Emilianus Pani², Chatarina Gradict Semiun^{3*}

¹²³Jurusan Biologi Universitas Katolik Widya Mandira Kupang, Indonesia

Email: monikasiki4@gmail.com¹, emilianuspani@gmail.com², chatarinagr4dict@gmail.com³

Website Jurnal: <http://ejournal.unima.ac.id/index.php/geographia>



Akses dibawah lisensi CC BY-SA 4.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

DOI:10.53682/gjppg.v6i2.10450

(Diterima: 10-11-2024; Direvisi: 07-02-2025; 25-09-2025)

ABSTRACT

Edelweis (Anaphalis longifolia) is one of Indonesia's mountain vegetation that grows at an altitude of 1,000–2,000 meters above sea level and plays a role as a pioneer plant in volcanic soils. Anaphalis longifolia is one of the places in Kelimutu National Park, which spans altitudes of 1,000–1,731 meters above sea level. Using Landsat satellite imagery, the research aims to identify environmental factors influencing edelweis distribution. Data collection was conducted across six tracking routes: Moni, Wologai-Protelindo, Dedumudi, Niowula, Ratebeke, and Saga-Bukit Sokoria, combining field observations with the analysis of Landsat 8 imagery, elevation SHP, rock type SHP, and NDVI values. The results of the study show that the distribution of edelweis is most commonly found at an altitude of 1471-1599 meters above sea level. Meanwhile, the distribution of edelweis is at least at an altitude of 1114-1200 meters above sea level. The types of rocks in the Kelimutu National Park area are young volcanic rocks and the distribution of edelweis tends to be more abundant in areas with moderate NDVI values (0.25-0.35). Environmental factors such as temperature, humidity, sunlight intensity, soil pH, and wind speed play a role in the spread of Edelweis in Kelimutu National Park.

Kata Kunci: Edelweis, Environmental factors, Kelimutu National Park, Landsat imagery, Vegetation distribution.

ABSTRAK

Edelweis (Anaphalis longifolia) merupakan salah satu vegetasi pegunungan Indonesia yang tumbuh pada ketinggian 1.000–2.000 mdpl dan berperan sebagai tumbuhan pelopor di tanah vulkanik. Taman Nasional Kelimutu, memiliki ketinggian antara 1.000–1.731 mdpl, menjadi salah satu habitat bagi spesies Anaphalis longifolia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebaran vegetasi edelweis menggunakan citra satelit Landsat, dan untuk mengidentifikasi faktor lingkungan yang mempengaruhi sebaran edelweis di TNK. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode sampling dengan pengambilan data di enam jalur tracking: Moni, Wologai-Protelindo, Dedumudi, Niowula, Ratebeke, dan Saga-Bukit Sokoria. Data yang digunakan meliputi pengamatan lapangan dan analisis Citra Landsat 8, SHP ketinggian, dan shp jenis batuan, serta menggunakan analisis NDVI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran edelweis paling banyak ditemukan pada ketinggian 1471-1599 mdpl. Sedangkan sebaran edelweis paling sedikit terdapat pada ketinggian 1114-1200 mdpl. Jenis batuan di

Kawasan Taman Nasional Kelimutu adalah batuan gunung api muda dan sebaran edelweis cenderung lebih banyak pada area dengan nilai NDVI sedang (0,25-0,35). Faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya matahari, pH tanah, dan kecepatan angin berperan dalam penyebaran Edelweis di Taman Nasional Kelimutu.

Kata Kunci: Citra Landsat, Distribusi vegetasi, Edelweis, Faktor lingkungan, Taman Nasional Kelimutu

PENDAHULUAN

Vegetasi merupakan salah satu komponen biotik utama dalam ekosistem hutan yang memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan ekologis. Vegetasi tidak hanya mengatur siklus karbon melalui pengaturan kadar karbon dioksida dan oksigen di atmosfer, tetapi juga berperan dalam memperbaiki kualitas tanah dan mengatur tata air. Struktur dan komposisi vegetasi pada suatu ekosistem beragam, dan setiap jenis tumbuhan memiliki kontribusi yang berbeda dalam dinamika ekosistem tersebut (Nashrulloh, 2019; Dasuka dkk., 2016). Salah satu tumbuhan penting di kawasan pegunungan Indonesia adalah Edelweis (*Anaphalis* sp), yang sering dianggap sebagai simbol kekuatan dan ketahanan alam di lingkungan dengan kondisi ekstrim.

Edelweis, terutama spesies *Anaphalis longifolia*, merupakan tumbuhan perintis yang tahan terhadap kondisi lingkungan pegunungan dengan tanah vulkanik dan ketinggian yang mencapai 1.200 hingga 2.850 meter di atas permukaan laut (Prakarsa, dkk., 2018). Tanaman ini memiliki kemampuan adaptasi yang unik, termasuk hubungan simbiosis dengan mikoriza untuk meningkatkan kemampuan penyerapan nutrisi di tanah yang tandus (Solihin, dkk., 2021). Selain itu, Edelweis juga berperan penting sebagai sumber makanan bagi serangga tertentu dan memiliki nilai ekologis yang tidak dapat tergantikan oleh vegetasi lain (Hamzah dalam Aprilianti, dkk., 2021). Namun, meskipun Edelweis memiliki peran ekologis yang signifikan, penelitian mengenai distribusi dan faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhannya masih terbatas, terutama di wilayah Indonesia bagian timur (Whitten, dkk. 1996). Oleh karena itu, studi yang lebih mendalam diperlukan untuk memahami pola sebaran Edelweis di berbagai kondisi lingkungan.

Di Taman Nasional Kelimutu (TNK), Kabupaten Ende, Nusa Tenggara Timur, *Anaphalis longifolia* menjadi bagian dari keanekaragaman hayati di kawasan

pegunungan dengan ketinggian 1.000 hingga 1.731 meter di atas permukaan laut (Wao, dkk., 2023). Persebaran vegetasi Edelweis di kawasan ini tidak hanya menunjukkan adaptasi tanaman terhadap kondisi lingkungan, tetapi juga mencerminkan kondisi ekosistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis lebih lanjut terkait persebaran vegetasi Edelweis, serta faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi distribusi tanaman tersebut. Selain itu, meningkatnya aktivitas wisata di TNK dapat berpotensi memengaruhi kelestarian habitat Edelweis, sehingga diperlukan pemahaman ilmiah untuk mendukung strategi konservasi yang berkelanjutan (Buckley, 2011).

Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan teknologi penginderaan jauh untuk menganalisis persebaran vegetasi. Teknologi ini memungkinkan pemantauan vegetasi dalam skala yang luas tanpa harus melakukan observasi langsung di lapangan, terutama pada medan yang sulit dijangkau. Pendekatan menggunakan indeks vegetasi, seperti *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), telah terbukti efektif dalam mengidentifikasi kepadatan dan distribusi vegetasi di berbagai ekosistem (Winarti & Rahmad, 2019; Hardianto, dkk., 2021). Meskipun metode NDVI telah banyak diterapkan dalam studi vegetasi, penggunaannya secara spesifik untuk memetakan sebaran Edelweis di TNK masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki nilai kebaruan dalam mengintegrasikan analisis penginderaan jauh dengan faktor lingkungan untuk memahami distribusi Edelweis di kawasan TNK.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi ilmiah yang bermanfaat dalam pengelolaan kawasan hutan dan perlindungan habitat Edelweis, serta mendukung pengelolaan wisata berkelanjutan di Taman Nasional Kelimutu.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Taman Nasional Kelimutu, Kabupaten Ende, pada enam jalur tracking, yaitu Jalur Moni, Jalur Wologai-Tower Protelindo, Jalur Saga-Bukit Sokoria, Jalur Dedumudi, Jalur Ratebeke, dan Jalur Niowula, pada tanggal 27 Mei hingga 21 Juli 2024. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi GPS, kamera HP, alat tulis, soil tester, lux meter, anemometer, dan thermohyrometer, sementara bahan-bahan yang digunakan adalah software Microsoft Office, citra Google Earth, citra Landsat 8 TM tahun 2024, peta wilayah Taman Nasional Kelimutu, GPS tracker, dan QGIS 3.34.1.

Pengumpulan data dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengukuran langsung di lapangan, yang mencakup parameter lingkungan seperti pH tanah, intensitas cahaya, kecepatan angin, suhu, dan kelembaban. Data primer ini dikumpulkan menggunakan metode probability sampling dengan sampel diambil secara acak pada

edelweis yang kelihatan disepanjang jalur pengamatan. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari sumber eksternal yang meliputi data SHP elevasi, jenis batuan serta citra Landsat 8 TM.

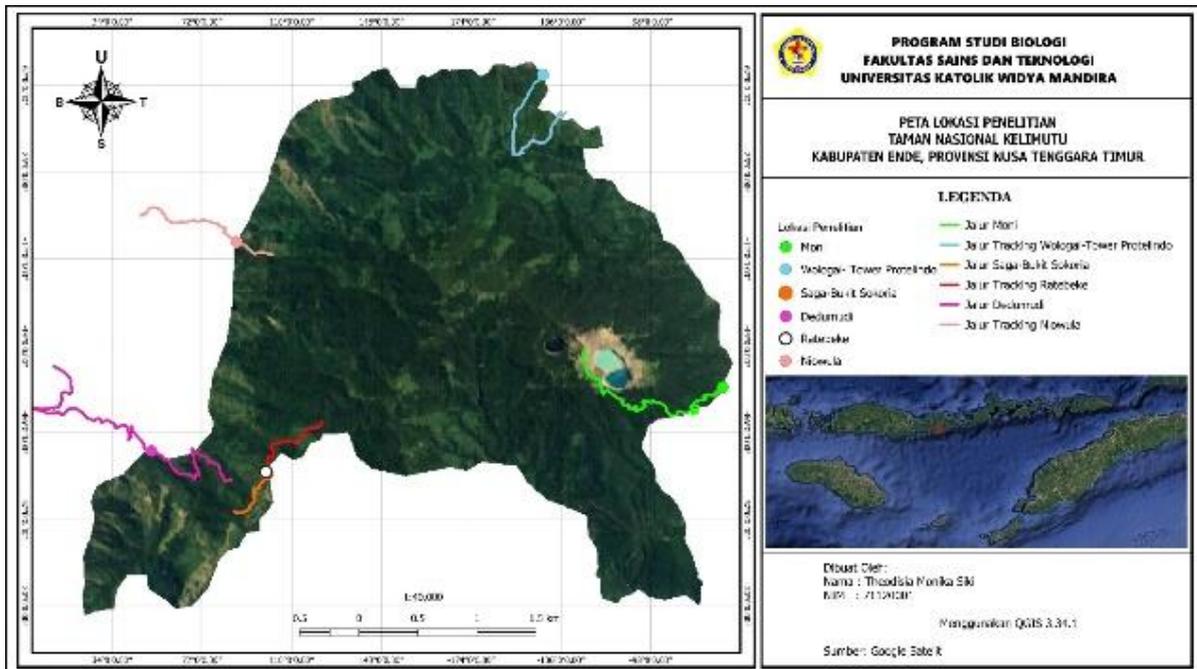
Tahapan pengolahan data dilakukan menggunakan software QGIS 3.34.1, dimulai dari analisis elevasi, jenis batuan dan NDVI. Analisis NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) digunakan untuk mengukur kesehatan vegetasi Edelweis melalui perhitungan indeks yang didasarkan pada rumus (Istikanah dkk. 2020):

$$NDVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red}$$

NIR : Sinar infra merah dekat

Red : Sinar merah.

Data yang telah terkumpul kemudian dianalisis menggunakan QGIS 3.34.1 untuk menghasilkan visualisasi peta dan melakukan analisis spasial.



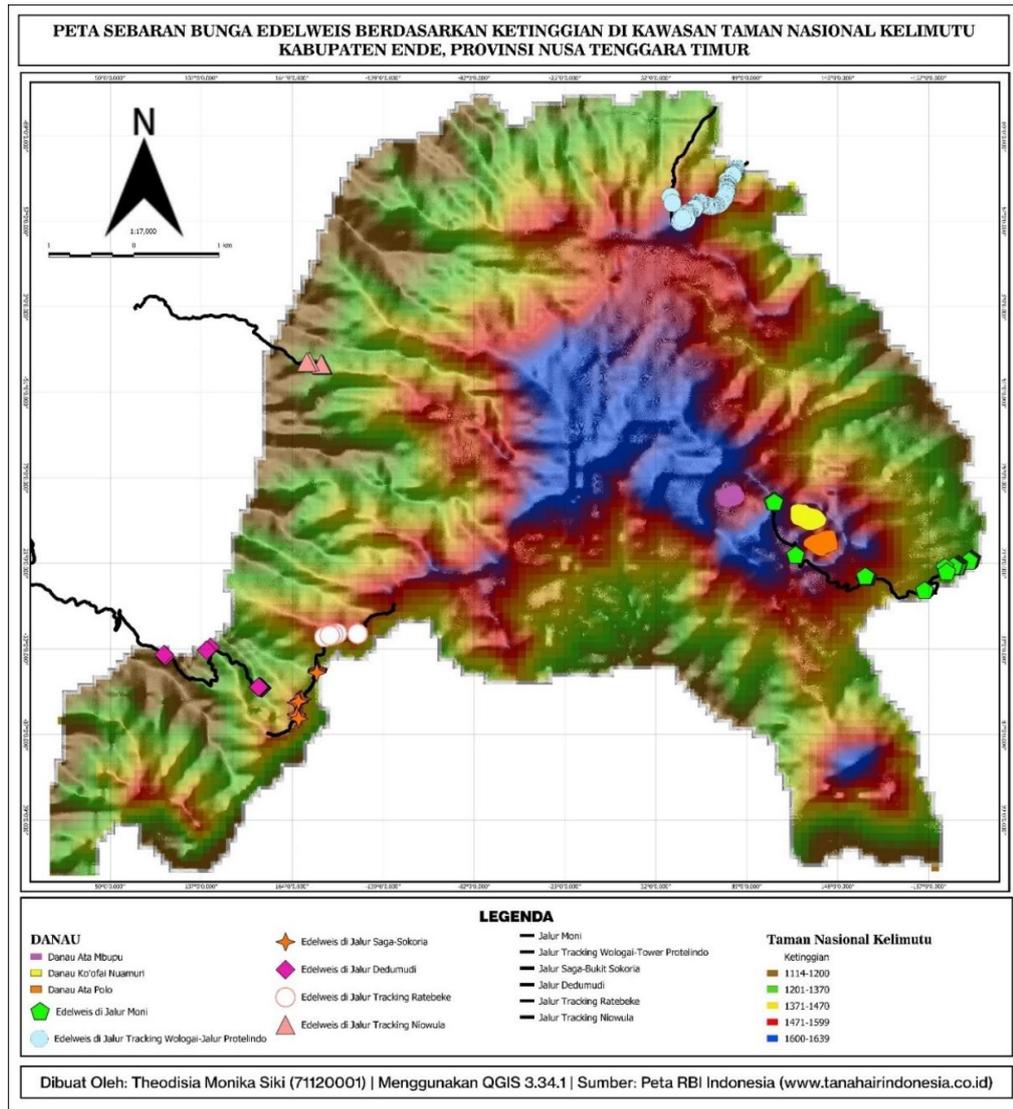
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

HASIL PENELITIAN

Sebaran Edelweis Berdasarkan Ketinggian

Gambar 2 merupakan peta sebaran bunga Edelweis di Kawasan Taman Nasional

Kelimutu berdasarkan ketinggian. Dalam peta ini, sebaran bunga Edelweis dipetakan sesuai dengan rentang ketinggian tertentu yang diklasifikasikan dalam berbagai warna..



Gambar 2. Peta sebaran edelweis berdasarkan ketinggian

Tabel 1 di bawah ini merangkum data sebaran edelweis dari peta berdasarkan

ketinggian dalam lima rentang klasifikasi ketinggian.

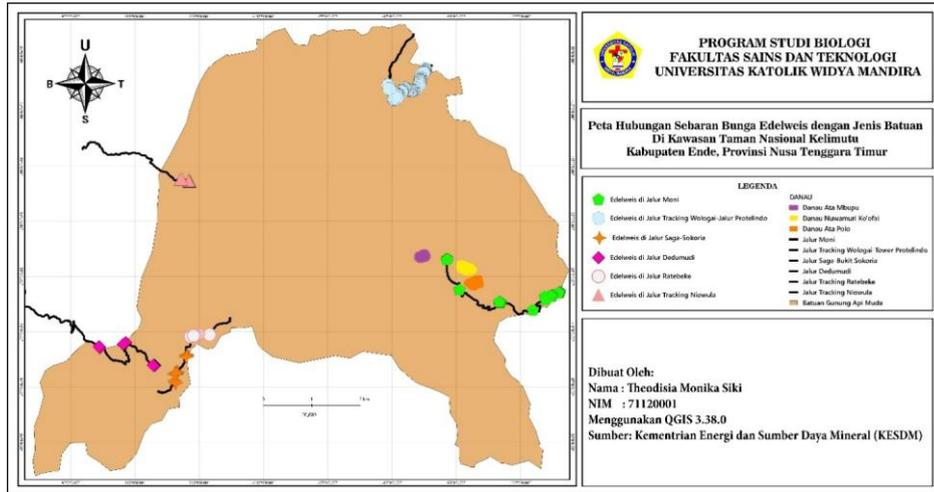
Tabel 1. Sebaran Edelweis Berdasarkan Ketinggian

| Rentang Ketinggian (mdpl) | Warna Pada Peta | Jumlah Titik Pengamatan | Lokasi pengamatan |
|---------------------------|-----------------|-------------------------|---|
| 1114–1200 | Cokelat | 2 | Jalur Dedumudi |
| 1201–1370 | Hijau | 43 | Jalur Moni, Dedumudi, Jalur Tracking Wologai-Jalur Tower Protelindo, Jalur Tracking Niowula, Jalur Saga-Bukit Sokoria |
| 1371–1470 | Kuning | 33 | Jalur Moni, Jalur Tracking Wologai-Jalur Tower Protelindo, Jalur Saga-Bukit Sokoria |
| 1471–1599 | Merah | 89 | Jalur Moni, Jalur Tracking Wologai-Jalur Tower Protelindo, Jalur Saga-Bukit Sokoria, Jalur Tracking Ratebeke |
| 1600–1639 | Biru | 49 | Jalur Moni, Jalur Tracking Wologai-Jalur Tower Protelindo |
| Total | | 216 | |

Sebaran Edelweis Berdasarkan Jenis Batuan

Berdasarkan data yang bersumber dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), jenis batuan yang ada di Kawasan Taman Nasional Kelimutu adalah batuan gunung api muda, batuan ini mendominasi diseluruh Kawasan Taman Nasional Kelimutu. Berdasarkan pengamatan dilapangan yang

dilakukan di Kawasan TNK, Edelweis tersebar di 6 lokasi, yaitu Jalur Moni, Jalur Tracking Wologai-Jalur Protelindo, Jalur Saga-Bukit Sokoria, Jalur Dedumudi, Jalur Tracking Ratebeke, dan Jalur Tracking Niowula. Peta sebaran edelweis berdasarkan jenis batuan dapat dilihat pada [Gambar 3](#).

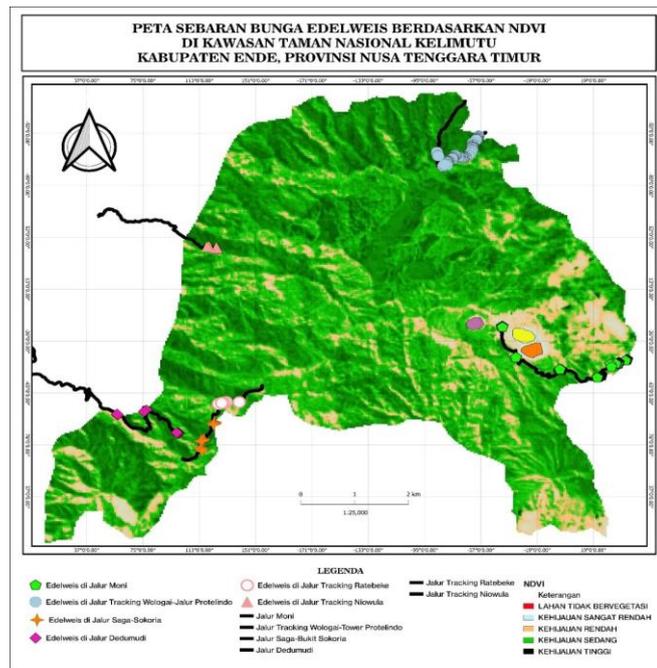


Gambar 3. Peta sebaran edelweis berdasarkan jenis batuan

Sebaran Edelweis Berdasarkan NDVI

[Gambar 4](#) menunjukkan peta sebaran bunga edelweis berdasarkan nilai NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) di Kawasan

Taman Nasional Kelimutu. NDVI digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kehijauan atau kerapatan vegetasi di suatu area.



Gambar 4. Peta sebaran edelweis berdasarkan NDVI

Tabel 3 di bawah ini merangkum data sebaran edelweis berdasarkan klasifikasi NDVI, yang mencakup rentang nilai NDVI,

kepadatan vegetasi, dan jumlah titik pengamatan edelweis di setiap kategori.

Tabel 3. Sebaran edelweis berdasarkan NDVI

| Rentang Klasifikasi NDVI | Kepadatan | Jumlah Titik Pengamatan |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| -0,97 | Lahan Tidak Bervegetasi | - |
| -0,18 | Kehijauan Sangat Rendah | - |
| 0,15-0,25 | Kehijauan Rendah | 61 |
| 0,25-0,35 | Kehijauan Sedang | 155 |
| 0,35-1 | Kehijauan Tinggi | - |
| Total | | 216 |

Faktor-Faktor Lingkungan yang mempengaruhi Sebaran Edelweis di Kawasan Taman Nasional Kelimutu

Berikut ini disajikan tabel faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi persebaran

Tabel 4. Faktor Lingkungan

| Parameter Lingkungan | Jalur Pengamatan | | | | | |
|----------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Moni | Wologai-Tower Protelindo | Jalur Saga-Bukit Sokoria | Dedumudi | Ratebeke | Niowula |
| Waktu Pengukuran | 08.00-14.37 WITA | 06.00-16.00 WITA | 09.00-13.15 WITA | 08.00-11.20 WITA | 08.00-12.45 WITA | 08.30-11.30 WITA |
| Suhu | 20-27°C | 22-31°C | 20-26°C | 22-25°C | 27-28°C | 22--25°C |
| Kelembaban | 34-74% | 60-70% | 60-70% | 60-71% | 65-73% | 70-83% |
| Intensitas Cahaya Matahari | 962-3890 lux | 1125-3080 lux | 1127-4150 lux | 1160-3450 lux | 1015-3150 lux | 1550-3156 lux |
| pH Tanah | 5.5-7.0 | 6.5-7.0 | 5.5-7.0 | 6.5-7.0 | 6.5-7.0 | 6.0-7.0 |
| Kecepatan Angin | 0.0-3.4 m/s | 0.0-1.0 m/s | 0.0-1.9 m/s | 0.2-1.2 m/s | 0.8-4.9 m/s | 0.0-1.8 m/s |

PEMBAHASAN Sebaran Bunga Edelweis Berdasarkan Ketinggian

Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa edelweis ditemukan sebanyak 216 titik pengamatan yang tersebar pada ketinggian 1114-1639 meter di atas permukaan laut (mdpl). Analisis spasial menunjukkan bahwa edelweis paling dominan berada pada ketinggian 1471-1599 mdpl yang ditandai dengan warna merah, dengan total 89 titik pengamatan. Sebaran edelweis semakin meningkat pada ketinggian menengah hingga tinggi, sedangkan pada ketinggian lebih rendah jumlahnya berkurang secara signifikan. Sebaliknya, sebaran edelweis paling sedikit ditemukan pada ketinggian yang lebih rendah, yaitu 1114-1200 mdpl (warna cokelat), dengan hanya 2 titik pengamatan. Pada ketinggian 1201-1370 mdpl (warna hijau) terdapat 43 titik pengamatan, sedangkan pada ketinggian 1371-1470 mdpl (warna kuning)

terdapat 33 titik pengamatan. Pada ketinggian tertinggi, yaitu 1600-1639 mdpl (warna biru), ditemukan 49 titik pengamatan edelweis. Hasil ini mengindikasikan bahwa edelweis tidak tersebar merata, tetapi lebih terkonsentrasi pada zona ketinggian tertentu yang sesuai dengan kondisi ekologisnya. Menurut Holdridge (1967), zonasi altitudinal mempengaruhi distribusi vegetasi berdasarkan faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya. Tanaman seperti edelweis, yang termasuk dalam vegetasi subalpin, memiliki adaptasi khusus terhadap suhu lebih rendah, intensitas cahaya tinggi, dan kondisi tanah yang lebih kering pada ketinggian menengah hingga tinggi.

Dari peta ketinggian, terlihat bahwa warna hijau, kuning, merah, dan biru pada peta menunjukkan bahwa sebaran edelweis lebih banyak berada di zona 1201-1639 mdpl, yang mendukung teori bahwa spesies ini lebih cocok

pada habitat dengan suhu lebih rendah dan paparan cahaya yang lebih intens. Sebaliknya, pada rentang 1114-1200 mdpl (warna coklat), sebaran edelweis sangat terbatas, yang kemungkinan disebabkan oleh kelembaban lebih tinggi dan persaingan dengan vegetasi lain yang lebih dominan di ketinggian rendah. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan [Wiriadinata dkk. \(2013\)](#) dalam [Edi dkk. \(2020\)](#) dan [Prakarsa dkk. \(2018\)](#), yang menunjukkan bahwa edelweis lebih banyak ditemukan pada ketinggian di atas 1000 mdpl, khususnya di lereng gunung dengan suhu lebih sejuk dan lingkungan yang relatif kering. Namun, temuan ini berbeda dengan penelitian [Andyarto \(2022\)](#) yang menunjukkan bahwa *Anaphalis longifolia* di Gunung Lawu hanya ditemukan pada ketinggian 2819-3025 mdpl, tanpa keberadaan di bawah 2000 mdpl. Perbedaan ini menunjukkan bahwa faktor iklim, jenis tanah, dan tingkat gangguan manusia dapat memengaruhi pola distribusi edelweis di berbagai lokasi. Sebagai contoh, Gunung Lawu memiliki kondisi ekologis yang berbeda, dengan kemungkinan suhu lebih rendah dan tekanan ekologis yang lebih besar pada ketinggian lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan Taman Nasional Kelimutu. Oleh karena itu, walaupun prinsip zonasi altitudinal tetap berlaku, ada faktor lokal yang juga turut menentukan pola distribusi edelweis di suatu wilayah tertentu.

Sebaran Bunga Edelweis Berdasarkan Jenis Batuan

Berdasarkan hasil penelitian, sebaran Edelweis ditemukan di enam jalur tracking, yaitu Jalur Moni, Jalur Tracking Wologai-Jalur Protelindo, Jalur Saga-Bukit Sokoria, Jalur Dedumudi, Jalur Tracking Ratebeke, dan Jalur Tracking Niowula. Melalui informasi geospasial, dari [Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral](#), jenis batuan yang terdapat di Kawasan Taman Nasional Kelimutu, termasuk dalam kategori formasi batuan gunung api muda. Formasi ini terdiri dari material vulkanik yang relatif baru, seperti lava dan piroklastik jatuhan (tuf, pasir gunung api) yang terbentuk akibat aktivitas gunung berapi.

Formasi batuan gunung api muda di kawasan TNK memiliki peran penting dalam penyebaran edelweis. Batuan vulkanik, seperti lava dan piroklastik jatuhan, berkontribusi pada karakteristik tanah di wilayah ini. Tanah dari batuan vulkanik cenderung memiliki drainase

yang baik dan kaya akan mineral seperti kalium dan magnesium, yang penting bagi Edelweis dengan pH tanah yang cenderung netral hingga sedikit asam ([Arif & Purwantara, 2023](#)). Penelitian yang dilakukan oleh [Ashari dkk. \(2016\)](#) menyebutkan bahwa edelweis sering ditemukan di lereng gunung api aktif atau di kawasan dengan bekas aktivitas vulkanik, di mana jenis tanah pada daerah tersebut sangat mendukung keberadaan edelweis.

Sebaran Bunga Edelweis Berdasarkan NDVI

Berdasarkan peta sebaran bunga edelweis (*Anaphalis longifolia*) di kawasan Taman Nasional Kelimutu yang dianalisis menggunakan Citra Landsat 8 dengan metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), dapat dilihat bahwa tingkat kehijauan vegetasi menunjukkan bahwa edelweis ditemukan di beberapa jalur, seperti Jalur Moni, Jalur Tracking Wologai-Tower Protelindo, Jalur Saga-Sokoria, Jalur Dedumudi, Jalur Tracking Ratebeke, dan Jalur Tracking Niowula.

Area yang ditandai dengan warna merah menunjukkan wilayah yang sangat minim atau bahkan tidak memiliki vegetasi sama sekali. Area ini bisa berupa daerah terbuka seperti tanah kosong, permukaan bebatuan, atau kawasan yang telah terdegradasi. Nilai NDVI di wilayah ini sangat rendah, yaitu -1 sampai -0,03, karena hampir tidak ada reflektansi dari vegetasi hijau. Warna biru muda menandakan area dengan tingkat kehijauan yang sangat rendah. Di wilayah ini terdapat vegetasi, namun kondisi vegetasi tersebut tidak sehat. Reflektivitas NDVI di area ini lebih tinggi dibandingkan lahan tidak bervegetasi, tetapi masih tergolong rendah secara keseluruhan dengan nilai NDVI -0,03 sampai 0,15. Wilayah dengan warna oranye menunjukkan kehijauan rendah. Pada area ini terdapat vegetasi dalam jumlah sedikit dengan kondisi yang tidak terlalu sehat. Area ini merupakan kawasan yang mengalami penurunan kualitas vegetasi atau berada dalam kondisi ekosistem yang kurang optimal untuk mendukung pertumbuhan vegetasi dengan nilai NDVI 0,15-0,25. Warna hijau merepresentasikan vegetasi yang berada dalam kondisi cukup sehat dengan tingkat kehijauan menengah. Area ini bisa merupakan kawasan dengan vegetasi yang stabil dan sehat, namun tidak terlalu padat atau lebat. Nilai NDVI di wilayah ini berkisar antara 0,25-0,35.

Warna hitam mengindikasikan area dengan vegetasi yang sangat sehat dan padat. Nilai NDVI di wilayah ini tinggi yaitu berkisar antara 0,35-1, menandakan keseimbangan yang baik dalam kondisi lingkungan, dengan kemungkinan faktor-faktor seperti kelembapan, suhu, dan jenis tanah yang mendukung pertumbuhan vegetasi secara optimal.

Sebaran edelweis di Kawasan Taman Nasional Kelimutu ditemukan pada area dengan dua rentang nilai NDVI yang berbeda, yaitu 0,15-0,25 dan 0,25-0,35. Area dengan nilai NDVI 0,15-0,25 ditandai dengan warna oranye, menunjukkan tingkat kehijauan yang rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa vegetasi di area ini cenderung jarang atau memiliki kerapatan rendah. Hasil ini sejalan dengan penelitian [Prakarsa dkk. \(2018\)](#), yang menyatakan bahwa edelweis lebih banyak ditemukan pada habitat dengan tingkat kerapatan vegetasi yang tidak terlalu tinggi, sehingga memiliki cukup ruang dan akses terhadap sinar matahari yang cukup untuk pertumbuhannya. Sementara itu, area dengan nilai NDVI 0,25-0,35 yang ditandai dengan warna hijau menunjukkan tingkat kehijauan sedang, yang mengindikasikan bahwa vegetasi di area tersebut memiliki kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan area yang berwarna oranye, namun masih berada dalam kategori sedang. Temuan ini mendukung teori [Soendoess dkk. \(2022\)](#), yang menyatakan bahwa edelweis cenderung tumbuh di lingkungan dengan tingkat vegetasi yang tidak terlalu padat, tetapi tetap sehat dan stabil.

Sebaran edelweis cenderung lebih banyak di area dengan nilai NDVI sedang (0,25-0,35), yang mengindikasikan bahwa bunga ini tumbuh di wilayah dengan kondisi vegetasi yang sehat tetapi tidak terlalu padat. Di area ini, edelweis ditemukan tersebar pada 151 titik pengamatan, yang menunjukkan preferensi edelweis terhadap lingkungan dengan tingkat kerapatan vegetasi yang sedang. Sebaliknya, edelweis paling jarang ditemukan pada area dengan nilai NDVI 0,15-0,25, di mana hanya terdapat 61 titik pengamatan. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun edelweis mampu bertahan di lingkungan dengan vegetasi jarang, pertumbuhannya lebih optimal pada area dengan vegetasi yang lebih stabil dan cukup sehat.

Pada peta memperlihatkan bahwa edelweis lebih dominan tersebar di area dengan vegetasi seimbang. Secara ekologis, edelweis dikenal

sebagai tanaman yang dapat bertahan di lingkungan ekstrem dan umumnya ditemukan di ketinggian tertentu, khususnya di pegunungan ([Soendoess dkk., 2022](#)). Hasil penelitian ini sesuai dengan teori tersebut, karena edelweis ditemukan di kawasan pegunungan dengan vegetasi yang tidak terlalu padat namun tetap sehat, sesuai dengan nilai NDVI yang berkisar antara 0,25-0,35 yang menunjukkan tingkat kehijauan sedang. Selain itu, penelitian [Yuniasih & Adjie \(2022\)](#) telah membuktikan bahwa NDVI merupakan metode yang cocok untuk memantau kesehatan vegetasi. Penggunaan NDVI dalam penelitian ini juga menunjukkan hasil serupa, yaitu adanya hubungan positif antara kesehatan vegetasi dan distribusi edelweis. Dengan demikian, metode NDVI terbukti dapat digunakan untuk memetakan habitat edelweis serta mengidentifikasi kondisi vegetasi yang paling sesuai bagi pertumbuhannya.

Analisis NDVI menunjukkan bahwa area dengan warna hijau pada peta, yang mewakili nilai NDVI sedang, adalah tempat di mana edelweis paling banyak ditemukan. Sebaliknya, area dengan NDVI rendah atau kehijauan sangat rendah, yang ditandai dengan warna biru muda pada peta, menunjukkan kurangnya kecocokan bagi persebaran edelweis. Hal ini mendukung teori bahwa edelweis membutuhkan lingkungan dengan vegetasi yang cukup sehat untuk bertahan dan berkembang dengan baik. Oleh karena itu, penggunaan NDVI dari citra Landsat terbukti efektif dalam mengukur kesehatan vegetasi dan memetakan distribusi spesifik edelweis.

Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Sebaran Bunga Edelweis

Tumbuhan edelweis yang terdapat di Indonesia tidak termasuk dalam Red List IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*), diduga karena edelweis masih banyak tumbuh di Indonesia. Berdasarkan klasifikasi IUCN, status kelangkaan edelweis berada pada kategori *Least Concern* (LC), yang berarti spesies ini dianggap tidak menghadapi risiko kepunahan. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun edelweis masih dapat ditemukan di berbagai pegunungan di Indonesia, pemantauan ekologi tetap diperlukan untuk mengantisipasi dampak perubahan lingkungan yang dapat mempengaruhi kelangsungan populasi.

Edelweis tidak hanya memiliki nilai estetika dan budaya, tetapi juga berfungsi sebagai bioindikator penting dalam ekosistem pegunungan. Keberadaannya dapat memberikan informasi mengenai kesehatan lingkungan dan dampak perubahan iklim ([Utomo, 2018](#)).

Persebaran Edelweis di Taman Nasional Kelimutu dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya matahari, pH tanah, dan kecepatan angin. Berdasarkan data yang diperoleh dari enam lokasi pengamatan, terlihat bahwa setiap lokasi memiliki kondisi lingkungan yang bervariasi, dan hal ini berperan penting dalam distribusi Edelweis di kawasan tersebut. Berdasarkan data lapangan, suhu rata-rata di lokasi pengamatan edelweis berkisar antara 20°C hingga 28°C. Rentang suhu ini menunjukkan bahwa edelweis mampu beradaptasi pada iklim sejuk hingga hangat, yang sejalan dengan teori toleransi ekologis oleh [Shelford \(1913\)](#), di mana spesies memiliki kisaran lingkungan optimum yang mendukung pertumbuhannya. Hal ini menunjukkan bahwa edelweis mampu beradaptasi pada iklim sejuk hingga hangat, sejalan dengan hasil penelitian [Ade dkk. \(2019\)](#) yang menyatakan bahwa faktor lingkungan seperti suhu, sinar matahari, dan pH tanah sangat memengaruhi pertumbuhan serta persebaran edelweis. Faktor-faktor ini tidak hanya memengaruhi kemampuan adaptasi tanaman, tetapi juga dapat meningkatkan risiko kepunahan spesies tersebut. Sementara itu, dalam penelitian [Edi dkk. \(2020\)](#) ditemukan bahwa suhu rata-rata pada lokasi persebaran edelweis berkisar antara 26°C hingga 31°C, dan suhu udara menjadi salah satu parameter signifikan yang memengaruhi persebaran edelweis. Dengan demikian, perbedaan rentang suhu dalam penelitian ini menunjukkan adanya variasi habitat yang dapat mempengaruhi distribusi edelweis secara lebih spesifik sesuai dengan iklim setempat.

Kelembapan udara di lokasi pengamatan berkisar antara 34% hingga 83%, menunjukkan bahwa edelweis mampu tumbuh dan menyebar di lingkungan dengan kelembapan yang bervariasi. Menurut [Qatrunnada & Susandarini \(2022\)](#), kelembapan di daerah pegunungan bervariasi tergantung pada ketinggian dan kondisi iklim, di mana kelembapan yang lebih tinggi sering ditemukan di daerah yang lebih tinggi, terutama di dekat sumber air atau

area yang terlindung dari angin. Hal ini mendukung teori bahwa kelembapan udara berperan penting dalam menjaga keseimbangan air dalam jaringan tanaman dan mempengaruhi transpirasi serta fotosintesis ([Larcher, 2003](#)). Dalam penelitian [Edi dkk. \(2020\)](#) menemukan bahwa kelembapan udara berkisar antara 70% hingga 76%, yang sedikit berbeda dengan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa kelembapan udara merupakan salah satu faktor yang berperan dalam persebaran edelweis.

Intensitas cahaya di lokasi penelitian berkisar antara 962-4.150 lux, menunjukkan bahwa edelweis dapat beradaptasi dengan tingkat cahaya yang bervariasi, mulai dari intensitas sedang hingga tinggi. Sebaran edelweis lebih banyak ditemukan di lahan terbuka dengan intensitas cahaya yang cukup. Hal ini sesuai dengan penelitian [Roziaty & Wijaya \(2019\)](#) yang menemukan bahwa intensitas cahaya merupakan sumber energi penting dalam proses fotosintesis, yang berdampak langsung pada pertumbuhan dan persebaran edelweis. Penelitian ini juga mendukung konsep ekofisiologi tanaman, di mana intensitas cahaya optimal diperlukan untuk memaksimalkan efisiensi fotosintesis tanpa menyebabkan stres akibat cahaya berlebih ([Taiz & Zeiger, 2015](#)). Penelitian [Oo dkk. \(2022\)](#) juga menjelaskan bahwa cahaya matahari mempengaruhi persebaran dan pertumbuhan edelweis, di mana tanaman ini lebih sering ditemukan di lingkungan terbuka dan panas, seperti puncak gunung. Sebaliknya, edelweis sulit bersaing di hutan yang gelap dan lembab, sehingga ketersediaan cahaya sangat penting bagi persebaran dan pertumbuhannya. Intensitas cahaya yang optimal bagi pertumbuhan dan persebaran edelweis (*Anaphalis* sp) berada pada kisaran 700 lux hingga 5,000 lux. Pada rentang intensitas cahaya tersebut, edelweis mampu melakukan proses fotosintesis dengan baik tanpa mengalami risiko stres akibat paparan sinar matahari yang terlalu terik dan panas. Sementara itu, pada intensitas cahaya yang lebih tinggi, yaitu antara 6,000 lux hingga 8,000 lux, edelweis cenderung sulit tumbuh dikarenakan paparan cahaya yang lebih tinggi yang dapat meningkatkan suhu di sekitar tanaman, yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada jaringan daun akibat panas berlebih dan menghambat proses fotosintesis ([Kozuharova, 2018](#)).

Selain itu, pH tanah yang berkisar antara 5,5-7,0 menunjukkan bahwa edelweis dapat tumbuh dan menyebar pada kondisi tanah yang cenderung asam hingga netral. Dalam penelitian [Ade \(2019\)](#) yang menemukan bahwa edelweis tersebar pada tanah dengan pH yang berkisar antara 5,5 hingga 5,9, yang termasuk dalam kategori asam. Teori kesesuaian tanah oleh [Brady & Weil \(2016\)](#) menyatakan bahwa pH tanah mempengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman, yang berkontribusi terhadap kesehatan dan pertumbuhan edelweis di habitat alaminya. pH tanah yang optimal untuk menyediakan unsur-unsur makro dan mikro bagi pertumbuhan dan persebaran vegetasi, termasuk edelweis, berada pada kisaran 5,5 hingga 7,5. Keasaman tanah yang terlalu tinggi (pH di bawah 5) atau terlalu basa (pH di atas 7) dapat menghambat penyerapan nutrisi, sehingga tidak ideal untuk pertumbuhan edelweis ([KLKH. 2023](#)). Kecepatan angin di suatu wilayah merupakan salah satu faktor lingkungan yang memiliki pengaruh penting terhadap pertumbuhan dan persebaran vegetasi, termasuk bunga edelweis (*Anaphalis longifolia*). Dalam penelitian ini, kecepatan angin yang terukur berkisar antara 0,0 m/s hingga 4,9 m/s. Kecepatan angin yang rendah dapat menciptakan kondisi iklim mikro yang lebih stabil, mendukung pertumbuhan tanaman dengan menyediakan kelembapan yang cukup dan mengurangi penguapan air dari permukaan tanah. Sebaliknya, kecepatan angin yang tinggi dapat menyebabkan stres pada tanaman, merusak struktur vegetasi, serta menghambat proses fotosintesis akibat penguapan yang berlebihan dan pengurangan kelembapan tanah ([Asnita. 2024](#)). Penelitian sebelumnya oleh [Grace \(1977\)](#) menunjukkan bahwa angin dapat berperan dalam pengeringan jaringan tanaman serta meningkatkan risiko mekanisme pertahanan terhadap stres lingkungan, yang selaras dengan hasil penelitian ini. Selain itu, penelitian oleh [Hennessy dkk. \(2021\)](#) menegaskan bahwa kecepatan angin yang rendah dapat meningkatkan efisiensi penyerbukan, yang juga penting untuk reproduksi tanaman berbunga serta berperan dalam penyebaran tumbuhan.

Distribusi edelweis di Taman Nasional Kelimutu dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk suhu, kelembapan, intensitas cahaya, pH tanah, kecepatan angin, serta faktor lainnya seperti paparan belerang dan aktivitas manusia.

Hasil penelitian ini semakin menegaskan teori ekologi habitat yang menyatakan bahwa spesies tanaman tertentu memiliki adaptasi khusus terhadap lingkungan tertentu ([Odum, 1971](#)). Meskipun edelweis memiliki toleransi yang luas terhadap variasi lingkungan, faktor seperti kecepatan angin, aktivitas manusia, dan kondisi tanah tetap berperan penting dalam mempengaruhi penyebarannya di kawasan ini.

Secara keseluruhan edelweis yang tersebar di Kawasan Taman Nasional Kelimutu berdasarkan pengamatan di lapangan tersebar di antara Krinyu (*Chorolaena odorata* (L.) RM King & H. Rob.) atau dalam bahasa daerah Wonga bhara yang berarti bunga putih, Harendong atau dalam bahasa daerah Mboa (*Melastoma malabatricum* L.), paku tiang atau dalam bahasa daerah Puka (*Cyathea contaminans* (Hook.) Copel.), dan diantara rumput-rumput serta edelweis juga dominan di area lereng gunung, bekas longsor, bebatuan, dan ditembok pembatas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sebaran Edelweis di Kawasan Taman Nasional Kelimutu paling banyak ditemukan pada ketinggian 1471-1599 mdpl dan sebaran edelweis paling sedikit terdapat pada rentang ketinggian 1114-1200 mdpl. Jenis batuan di kawasan ini merupakan batuan gunung api muda, dengan tanah yang didominasi oleh vitric andosols dan chromic luvisols, di mana edelweis lebih banyak ditemukan pada jenis tanah vitric andosols. Distribusi Edelweis juga cenderung lebih banyak di area dengan nilai NDVI sedang (0,25-0,35). Tanaman ini tersebar pada empat jenis tutupan lahan, yaitu hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, jaringan jalan, dan belukar. Faktor-faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya matahari, pH tanah, dan kecepatan angin berperan penting dalam penyebaran Edelweis di Taman Nasional Kelimutu.

SARAN

Saran yang diberikan dalam penelitian ini yaitu, bagi penelitian lanjutan perlu mengkaji lebih dalam mengenai faktor-faktor lain yang mempengaruhi sebaran dan pertumbuhan edelweis, seperti interaksi antara edelweis dengan spesies tumbuhan lain di habitat yang sama, serta dampak perubahan iklim terhadap

distribusi edelweis dan saran yang berikut yaitu bagi pihak Taman Nasional Kelimutu diharapkan agar melakukan pemantauan berkala terhadap kondisi lingkungan dan sebaran edelweis sangat penting untuk menjaga kesehatan dan kelangsungan hidup tanaman ini. Pemantauan harus mencakup pengukuran suhu, kelembapan, intensitas cahaya, pH tanah, serta kondisi ketinggian dan tutupan lahan. Data ini akan membantu dalam memahami perubahan lingkungan dan dampaknya terhadap edelweis, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan edelweis

DAFTAR PUSTAKA

- Ade, F. Y. 2019. Distribusi Spasial, Karakteristik Habitat, Dan Diversitas Genetis *Anaphalis* Spp. Di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. Disertasi. Universitas Brawijaya. Dipublikasi. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/189760/>
- Ade, F. Y., Hakim, L., Arumingtyas, E. L., & Azrianingsih, R. 2019. *The detection of Anaphalis spp. genetic diversity based on molecular character (using ITS, ETS, and EST-SSR markers)*. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 9(5), 1695–1702. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.9.5.9597>
- Ade, F. Y., Hakim, L., Arumingtyas, E. L., & Azrianingsih, R. 2021. Conservation strategy of *Anaphalis* spp. In bromo tengger semeru national park, east java. Journal of Tropical Life Science, 11(1), 79–84. <https://doi.org/10.11594/jtls.11.01.10>
- Andyarto, D. R. R. 2022. Keanekaragaman Tumbuhan Edelweis (*Anaphalis* Spp) Pada Jalur Pendakian Cemoro Kandang Gunung Lawu, Karanganyar Jawa Tengah.
- Aprilianti, A. N. M., Ba'it, A. A. Z., Azizah, R. A. N., Miranda, D., Rachmayani, M., & Ummah, A. A. N. 2021. Analisis Vegetasi Di Lereng Selatan Taman Nasional Gunung Merapi. Bioma: Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi, 6(2), 144–159. <https://doi.org/10.32528/bioma.v6i2.2965>
- Arif, A., & Purwantara, S. 2023. Bentanglahan Vulkanik Indonesia (Issue April).
- Asnita, Desi. 2024. Hubungan Kecepatan Angin dan Evapotranspirasi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sorgum (*Sorgum Bicolor* L. Moench). Skripsi. Universitas Samudra. Dipublikasi
- Ashari, A., Apriyeni, B. A. R., Permana, D., & Safarudin, N. R. (2017). Interrelasi Spasial Bentuklahan Dengan Vegetasi Pada Lereng Tenggara Vulkan Ciremai: Tinjauan Studi Biogeomorfologi. Geomedia: Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian, 14(2), 13–15. <https://doi.org/10.21831/gm.v14i2.13816>
- Buckley, R. (2011). *Tourism and environment. Annual Review of Environment and Resources*, 36(1), 397–416. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-041210-132637>
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). *The Nature and Properties of Soils* (15th ed.). Pearson
- Dasuka, Y. P., Sasmito, B., & Hani'ah. 2016. Analisis Sebaran Jenis Vegetasi Hutan Alami Menggunakan Sistem Penginderaan Jauh. Jurnal Geodesi Undip, 5(2), 1–8.
- Edi, S., Prakasa Hary, & Ritonga Yusran Efendi. 2020. Analisis Variasi Morfologi Dan Habitat Edelweis (*Anaphalis* Spp). Jurnal Biosains, 6(1), 27–31.
- Grace, J. (1977). *Plant Response to Wind*. Academic Press.
- Hardianto, A., Dewi, P. U., Feriansyah, T., Sari, N. F. S., & Rifiana, N. S. 2021. Pemanfaatan Citra Landsat 8 Dalam Mengidentifikasi Nilai Indeks Kerapatan Vegetasi (Ndvi) Tahun 2013 Dan 2019 (Area Studi: Kota Bandar Lampung). Jurnal Geosains Dan Remote Sensing, 2(1), 8–15. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2021.v2i1.38>
- Hennessy, G., Harris, C., Pirot, L., Lefter, A., Goulson, D., & Ratnieks, F. L. W. 2021. Wind slows play: increasing wind speed reduces flower visiting rate in honey bees. Animal Behaviour, 178, 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav>.

- Holdridge, L. R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Centre. San Jose. Costa Rica.
- <https://www.bmkg.go.id/kualitas.udara/informasi-so2.bmkg?lang=id>. Diakses 20 Agustus 2024
- <https://geologi.esdm.go.id/geoheritage//pages/site/kompleks-danau-tiga-warna-kelimutu>. Diakses tanggal 21 Juli 2024
- <https://www.geology.esdm.go.id/geoheritage/public//pages/site/batuan-gunung-api-kelimutu>. Diakses tanggal 19 Juli 2024
- Istikanah, A., Rustana, C. E., Trismidianto, T., & Risyanto, R. 2020. Identifikasi Sebaran Vegetasi Berbasis Data Modis Menggunakan Metode Normalized Difference Vegetation Index (Ndvi). Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) Snf2020, IX, 107–112.
- IUCN Red List. <https://www.iucnredlist.org/species/202984/2758405>. diakses 16 Oktober 2024
- Kozuharova, E., Panayotov, M., & Spadaro, V. (2018). Autecology and ex situ growth of *Leontopodium nivale* subsp. *Nivale* (Asteraceae) from North Pirin marbles (SW Bulgaria). *Flora Mediterranea*, 28(December), 187–206. <https://doi.org/10.7320/FIMedit28.187>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023). Laporan Kinerja. Jakarta: Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem, KLHK.
- Larcher, W. (2003). *Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Springer
- Nashrulloh, M. F. 2019. Analisis Vegetasi Pohon Di Cagar Alam Gunung Abang Kabupaten Pasuruan. Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (Uin) Maulana Malik Ibrahim. Skripsi. Dipublikasikan <https://doi.org/10.18196/pt.2016.060.84-94>
- Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of Ecology* (3rd ed.). W.B. Saunders Company.
- Oo, T. N., Hakim, L., & Afandhi, A. (2022). The Distribution And Habitat Profiles Of *Anaphalis* Spp . Outside Protected Forest In Poncokusumo District , Malang Regency. *International Journal of Social and Management Studies*, 3(2), 277–291.
- Prakasa, H., Akmal, A. Z., Guci, W. A., & Edi, S. 2018. Analisis Habitat (*Anaphalis Longifolia* (Blume) Blume Ex Dc.) Di Sumatera Utara. *Jurnal Biosains*, 4(2), 78. <https://doi.org/10.24114/Jbio.V4i2.10254>
- Qatrunnada, Q., & Susandarini, R. 2022. Keanekaragaman dan Hubungan Kekerabatan Fenetik Spesies Anggota Famili Asteraceae di Jalur Pendakian Gunung Lawu Berdasarkan Karakter Morfologis. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 24(1), 43–53. <https://doi.org/10.14710/bioma.24.1.43-53>
- Ratumakin, S. I. D. 2023. Pemetaan Luasan Hutan Mangrove Dengan Menggunakan Sistem Penginderaan Jauh Di Pesisir Kabupaten Belu.
- Roziaty, E., & Wijaya, N. M. 2019. Diversity And Distribution Pattern Of *Anaphalis* Sp. (*Edelweis*) In The Cemoro Sewu Climbing Track In Mount Lawu Magetan, East Java, Indonesia. *Journal Of Biosciences*, 13(2), 1755–1762.
- Shelford, V. E. (1913). *Animal Communities in Temperate America as Illustrated in the Chicago Region: A Study in Animal Ecology*. The University of Chicago Press.
- Soendoess, K., Izni Izmiati, I., Maidah Hendrawan, A., Daru Sofia, I., Alya Gina, S., & Rizal Putra, R. (2022). Morfologi dan Distribusi *Anaphalis javanica* (Asteraceae) Di Gunung Galunggung Kabupaten Tasikmalaya Morphology and Distribution of *Anaphalis javanica* (Asteraceae) in Mount Galunggung, Tasikmalaya Regency. *Proceeding Biology Education Conference*, 19(1), 37–41. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&

- Solihin, M. A., Putri, N., Setiawan, A., Siliwangi, D., & Arifin, M. 2020. Karakteristik Indeks Vegetasi Pada Berbagai Penggunaan Lahan Di Hulu Sub Das Cikapundung Melalui Interpretasi Citra Satelit Landsat 8. *Kultivasi*, 19(3), 1202–1209.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant Physiology and Development*. Sinauer Associates.
- Utomo, A. B. S., & Heddy, S. 2018. Etnobotani Edelweis (*Anaphalis* Spp.) Di Desa Ngadas, Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(8), 1648–1654.
- USGS. 2024. Using the USGS Landsat 8 Product. <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Diakses tanggal 20 Juli 2024
- Wao, Y. P., Priska, M., & Peni, N. 2023. Struktur Vegetasi Habitat Tumbuhan Endemik *Begonia kelimutuensis* di Taman Nasional Kelimutu. *EduMatSains : Jurnal Pendidikan, Matematika Dan Sains*, 7(2), 383–393. <https://doi.org/10.33541/edumatsains.v7i2.4404>
- Winarti, W., & Rahmad, R. 2019. Analisis Sebaran Dan Kerapatan Vegetasi Menggunakan Citra Landsat 8 Di Kabupaten Dairi, Sumatera Utara. *Jurnal Swarnabhumi : Jurnal Geografi Dan Pembelajaran Geografi*, 4(1). <https://doi.org/10.31851/swarnabhumi.v4i1.2459>
- Whitten, T., Soeriaatmadja, R. E., & Afiff, S. A. (1996). *The Ecology of Java and Bali*. Oxford University Press.
- Yuniasih, B., & Adjie, A. R. P. (2022). Evaluasi Kondisi Kebun Kelapa Sawit Menggunakan Indeks NDVI dari Citra Satelit Sentinel 2. *Jurnal Teknotan*, 16(2), 127. <https://doi.org/10.24198/jt.vol16n2.10>