



KERAPATAN DAN KEANEKARAGAMAN VEGETASI BERDASARKAN TUTUPAN LAHAN PADA KELOMPOK HUTAN LINDUNG GUNUNG SIRIMAU PROVINSI MALUKU

(Density and Diversity of Vegetation Types Based on Land Cover Class in the Mount Sirimau Protected Forest Group, Maluku Province)

Evelin Parera^{1*}, Ris Hadi Purwanto², Dwiko Budi Permadi², Sumardi³

¹ Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura, Maluku, Indonesia. 97233

² Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Jln. Agro, Bulaksumur No. 1 Kocoran, Caturtunggal Kec. Depok, kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia 55281

³ Jurusan Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Jln. Agro, Bulaksumur No. 1 Kocoran, Caturtunggal Kec. Depok, kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia 55281*

Informasi Artikel:

Submission : 22 Oktober 2023
Accepted : 14 November 2023
Publish : 15 November 2023

*Penulis Korespondensi:

Evelin Parera
Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian,
Universitas Pattimura, Maluku,
Indonesia. 97233
e-mail: evliparera@gmail.com
Telp: +62 858-1150-0500

Makila 17 (2) 2023: 212-226

DOI: 10.30598/makila.v17i2.10554

ABSTRACT

Protected forests are very important to support human life and the environment. One way to determine the condition of protected forests is through land cover. The aim of the research is to determine the condition of the vegetation on the land cover. The research method follows the circular plot method inventory procedure. The data analyzed includes density, the Important Value Index to test the density and level of dominance of vegetation types in an area and the Shannon Wiener Index to test the level of diversity of vegetation types. The highest density value in Primary Dry Land Forest is 15.17% and the Importance Value Index is 69.76%. The density value in secondary dry land forest is 18.37% and the importance value index is 80.02%. The bush density was 25.37% and the important value index was 95.03%. Species diversity in all land cover is included in the medium category with respective values in primary dry land forests of 2.72; secondary dry land forest 2.53 and shrubs 2.07. These three land covers are included in the medium category, which means moderate diversity, sufficient productivity, fairly balanced ecosystem conditions, and moderate ecological pressure.

Keywords: *Density, Diversity, Land Cover, Protected Forest, Vegetation Type*

ABSTRAK

Hutan lindung sangat penting untuk menunjang kehidupan manusia dan lingkungan. Salah satu cara untuk mengetahui kondisi hutan lindung melalui tutupan lahan, tujuan penelitian untuk mengetahui kondisi vegetasi pada tutupan lahan. Metode penelitian mengikuti prosedur inventarisasi metode circular plot. Data yang dianalisis meliputi kerapatan, Indeks Nilai Penting untuk menguji kerapatan dan tingkat penguasaan jenis vegetasi pada suatu areal dan Indeks Shannon-Wiener untuk menguji tingkat keragaman jenis vegetasi. Nilai kerapatan pada Hutan Lahan Kering Primer tertinggi 15,17% dan Indeks Nilai Penting 69,76%. Nilai kerapatan pada hutan lahan kering sekunder sebesar

18,37% dan indeks nilai penting sebesar 80,02%. Kerapatan semak sebesar 25,37% dan indeks nilai penting sebesar 95,03%. Keanekaragaman jenis pada seluruh tutupan lahan termasuk dalam kategori sedang dengan nilai masing-masing pada hutan lahan kering primer sebesar 2,72; hutan lahan kering sekunder 2,53 dan semak belukar 2,07. Ketiga tutupan lahan tersebut termasuk dalam kategori sedang yang berarti keanekaragaman sedang, produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, dan tekanan ekologi sedang.

Kata Kunci: Hutan lindung, Kerapatan, Keanekaragaman, Tutupan lahan, Tipe vegetasi

PENDAHULUAN

Hutan lindung diartikan sebagai kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok melindungi sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan menjaga kesuburan tanah (UU Nomor 41 Tahun 1999). Salah satu kategori hutan berdasarkan fungsinya adalah Hutan Lindung. Hutan lindung mempunyai kriteria topografi >45%, tanah rawan longsor dan curah hujan tinggi. Hutan lindung akan memberikan perlindungan yang optimal jika memiliki kondisi ekosistem yang baik, terutama vegetasi yang tumbuh di dalamnya. Ekspresi hutan yang baik terlihat dari tutupan lahan di kawasan hutan yang banyak ditumbuhi pepohonan. Jika tutupan lahannya banyak berupa hutan maka disebut hutan baik dan sebaliknya.

Dalam dekade terakhir, penilaian kerentanan seperti sistem fisik, biologis dan sosial telah menjadi topik yang paling banyak dibicarakan (Cuevas, 2011; Jurgilevich *et al.*, 2017; Nguyen *et al.*, 2017; Kumar *et al.*, 2021) salah satunya adalah ekosistem hutan (Binita, *et al.*, 2015; Gupta *et al.*, 2020; Lyra *et al.*, 2017; Nandy *et al.*, 2015; Nguyen *et al.*, 2017; Pokhriyal *et al.*, 2020, Sharma *et al.*, 2017, Yongxiang *et al.*, 2015, Zhang *et al.*, 2017; Kumar, 2021). Salah satu komponen ekosistem adalah vegetasi yang secara spasial tercermin dari tutupan lahan. Tutupan lahan merupakan parameter yang mudah dideteksi karena salah satunya mencerminkan jasa ekosistem (Costa *et al.*, 2017; Gilani *et al.*, 2014; Kiswanto *et al.*, 2018). Komponen utama ekosistem hutan adalah vegetasi pohon (Buriánek *et al.*, 2013) yang berperan penting dalam keseimbangan proses lingkungan seperti energi, karbon, siklus hidrologi, efek rumah kaca dan iklim (Zhang *et al.*, 2013; Zhou *et al.*, 2020). Respon vegetasi tingkat pertumbuhan pohon terhadap perubahan iklim sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia karena respon vegetasi tingkat pertumbuhan ini dalam suatu ekosistem akan berbeda-beda dalam merespon perubahan iklim (Jiapaer *et al.*, 2015; Ren *et al.*, 2020; Zhou *et al.*, 2020). Perubahan hutan/lahan akibat pembangunan berbagai fasilitas atau akibat kegiatan lain yang memanfaatkan/mengubah bentang alam dapat mengakibatkan fragmentasi habitat sehingga mengubah siklus ekologi suatu ekosistem (Dwi *et al.*, 2020). Beberapa penelitian tentang kerapatan dan keanekaragaman vegetasi di hutan lindung seperti yang dilakukan oleh (Anggun Freshelia *et*

al., 2020; Endarwati *et al.*, 2017; Hoirun *et al.*, 2017; Kusmana & Melyanti, 2017; Kusumahadi *et al.*, 2020; Lintang *et al.*, 2017; Luturyali *et al.*, 2016; Muhadjir *et al.*, 2022; Neagara *et al.*, 2023; Nia Agus Lestari & Chitra Dewi Yulia Christie, 2020; Panita *et al.*, 2023; I. A. S. L. P. Putri *et al.*, 2019; S. M. Putri *et al.*, 2019; Ridlo *et al.*, 2022; Rustam *et al.*, 2022; Sarwanto *et al.*, 2017; Sihombing & Sidabukke, 2023) namun tidak menghubungkan dengan penutupan lahan. Oleh karena itu penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya.

Penelitian terhadap kondisi hutan lindung yang focus pada kontribusi kerapatan dan keanekaragaman jenis vegetasi berdasarkan tutupan lahan sangat penting untuk memperoleh data dan informasinya guna mengelola hutan tersebut untuk tujuan perlindungan, konservasi dan pengelolaan hutan (Clarke *et al.*, 2011; Pereki *et al.*, 2013). Temuan penelitian ini memberikan wawasan baru tentang pentingnya menjaga keberagaman hayati dalam ekosistem kelompok hutan lindung Gunung Sirimau. Selain itu dapat membantu merancang program konservasi yang lebih efektif untuk melindungi spesies-spesies endemik atau yang terancam punah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerapatan dan keanekaragaman jenis vegetasi berdasarkan tutupan lahan hutan pada kelompok hutan lindung Gunung Sirimau Kota Ambon Provinsi Maluku.

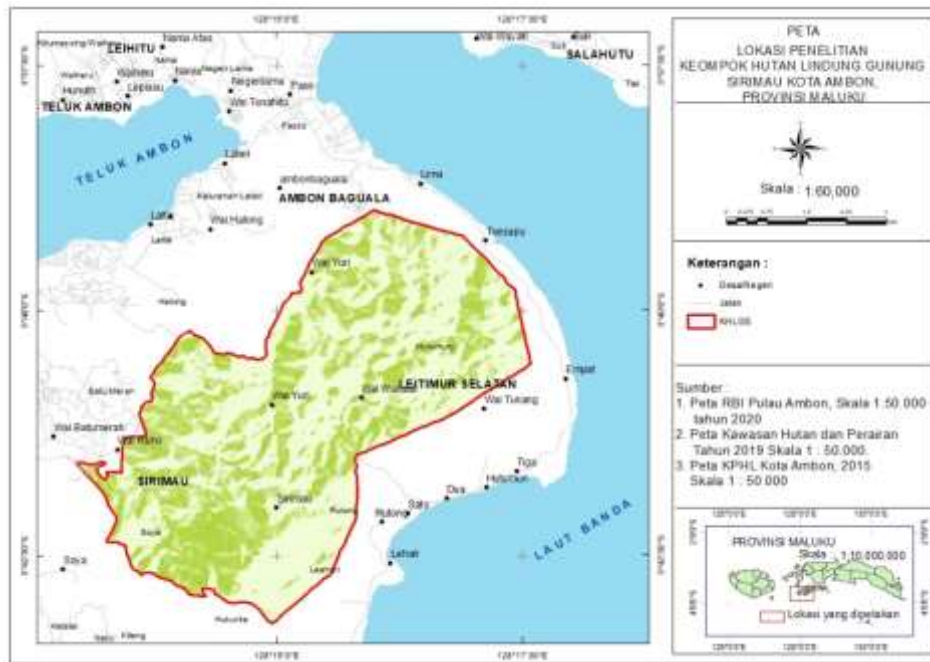
METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2023 di kelompok hutan lindung Gunung Sirimau, Kota Ambon, Provinsi Maluku. Letak geografis lokasi penelitian 132°25'05"-133°01'45" Bujur Timur dan 5°32'43"- 6°03'25" Lintang Selatan, selengkapnya disajikan pada **Gambar 1**. Kelompok hutan lindung Gunung Sirimau merupakan bagian dari hutan lindung di pulau Ambon yang terdiri dari empat kelompok hutan yaitu kelompok hutan Leihitu dan kelompok hutan Salahutu seluas 13.750 ha. Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 192/Kpts -II/1993. Kelompok hutan Gunung Sirimau seluas 3.449 ha dan Kelompok hutan Gunung Nona seluas 877,78 ha ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 430/Kpts -II/1996 sebagai kawasan hutan tetap fungsi lindung.

Jenis dan Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan adalah data sekunder. Data sekunder didapat dari laporan inventarisasi biogeofisik, sosial, ekonomi dan budaya masyarakat untuk penyusunan tata hutan Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Kota Ambon (BKPH, 2015).

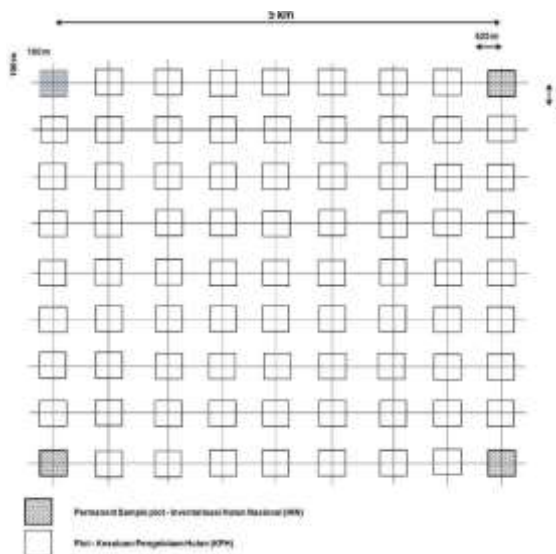


Gambar 1. Kelompok hutan lindung gunung sirimau

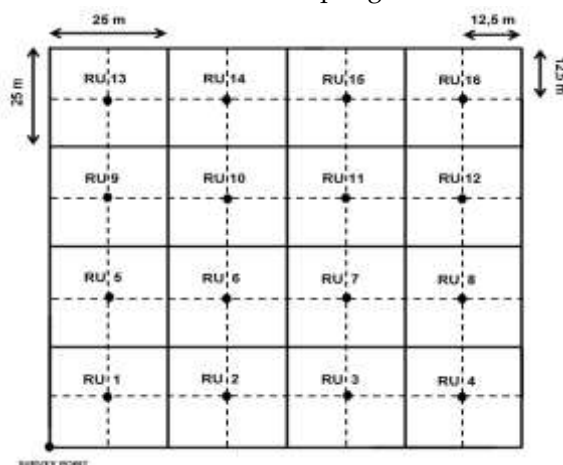
Desain Penelitian

Plot sampling lapangan diletakkan pada semua kelas penutupan lahan, hal ini dimaksudkan sekaligus untuk memvalidasi data hasil interpretasi citra satelit (*ground check*) namun pembuatan permanen sampel plot tidak dilakukan pada tutupan lahan perkebunan, pemukiman, tanah terbuka, tubuh air, transmigrasi, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campuran, sawah, tambak, rawa dan lapangan udara (BPKH, 2015).

Penentuan intensitas sampling, jumlah dan sebaran plot ditentukan dengan pertimbangan adanya keterwakilan luas kelas penutupan lahan. Luas areal ± 10.964 ha, ditentukan sebanyak 9 plot untuk dilakukan inventarisasi hutan, dengan luasan masing-masing plot 1 ha sehingga intensitas sampling inventarisasi sebesar 0,0821% dari luas areal. Sistem sampling menggunakan *systematic stratified sampling* dengan jarak sistematis antar plot 625 m yang diikatkan pada *permanent sample plot* hasil inventarisasi hutan nasional. Desain penempatan plot sampling inventarisasi biogeofisik KPHL disajikan pada Gambar 2. Plot sampling pada inventarisasi biogeofisik KPHL berbentuk persegi empat, dengan ukuran 100 m x 100 m atau dengan luas 1 Ha. Plot tersebut merupakan plot sampel permanen yang akan diukur ulang setiap 5 tahun sekali untuk memonitor pertumbuhan dan dinamika tegakan. Setiap plot terdiri dari 16 *record unit* (RU), dengan ukuran RU 25 m x 25 m. Desain plot sampling sebagaimana yang terdapat pada Gambar 3.



Gambar 2. Desain sampling inventarisasi



Gambar 3. Desain plot inventarisasi

Prosedur Penelitian

Inventarisasi dimulai pada jalur I secara berurut dari sudut barat daya PSP terus ke arah Timur yakni dari *record unit* (RU) 1 ke RU 2,3 dan RU 4. Dari RU 4, regu yang bersangkutan dapat berpindah ke jalur II pada RU 8 ke arah Barat menuju RU 5, atau dari RU 5 ke arah Timur menuju RU 8. Ulangi urutan yang serupa untuk berpindah pada jalur III dari RU 9 s.d. 12 atau sebaliknya dari RU 12 s.d. RU 9 dan untuk jalur IV dari RU 13 s.d. 16 atau sebaliknya dari RU 16 s.d. RU 13 hingga kerangka plot terbentuk sebagaimana **Gambar 2**. Setelah membuat kerangka suatu *record unit* (pusat-pusat RU dan keempat sisinya telah ditetapkan) dilakukan:

1. Deskripsi RU dan isian data lain di pusat RU, kecuali untuk kolom 3 selalu *tract* No.5, kolom 4 adalah nomor RU, kolom 5 dan 6 kosong (partisi ditunjukkan/dipetakan (paling kanan), dan kolom 9 adalah kotak 5 m x 5 m (25 per RU) untuk bagian besar atau kecil partisi.
2. Sesudah deskripsi RU (kecuali kolom 22 dapat diisi setelah pencacahan RU), lakukan pencacahan secara berurutan yakni jari-jari 1 m untuk populasi semai, 2 m untuk populasi

pancang, 5 m untuk populasi rotan panjang $\leq 3,0$ m dan jari-jari 10 m untuk populasi rotan panjang ≥ 3 m dan bambu. Pencacahan dilakukan dari arah utara berputar searah jarum jam sesuai *tally sheet 5 permanent plot B*.

3. Pencacahan dan pengukuran diameter populasi tiang (Φ 5 cm s.d. 19,9 cm) dan populasi pohon (Φ 20,0 cm keatas) juga dilakukan secara berurutan dari arah utara berputar searah jarum jam, azimuth dan jarak populasi tiang dan pohon dari pusat RU sesuai *tally sheet 4 permanent plot A*. Untuk pohon berbanir $> 1,1$ m dari atas permukaan tanah (*diameter above buttrees/dab*) atau sulit diukur dengan *phi band*, dilakukan pengukuran tinggi banir, diameter 20 cm di atas banir dan diameter 220 cm di atas banir, serta pengukuran tinggi batang/bebas cabang (*bole height*), tinggi pohon total (*three height*) dengan *spiegel relascope*, kemudian pengamatan tingkat kerusakan, kelas pohon, kelas tajuk dan posisi tajuk.
4. Perhitungan diameter kedua diukur pada 2,0 m di atas *dab* pertama sebagai dasar penaksiran pertumbuhan diameter pada pengukuran berikutnya (kurang lebih 5 tahun kemudian) jika pada saat itu *dab* pertama telah tertutup banir. Titik/tinggi pembacaan relaskop (penuh/seperempat bar/batang) untuk diameter 2.2 m di atas banir ditentukan dengan membagi 220 dengan jarak datar, dan tambahkan dengan persen bacaan diakhir banir, sehingga memberikan persen bacaan pada 2.2 m di atas banir. Sebagai contoh apabila pembacaan di akhir banir 80% dan jarak datar 4.5m, maka $220/4.5 = 48.9\%$, sehingga bacaan bar penuh dan $\frac{1}{4}$ untuk diameter kedua (2,2 m di atas banir) dibuat setinggi ekivalen dengan 80 ditambah 49% = 129% dari tempat berdiri yang sama. Dalam hal tinggi masih sama atau kurang dari 1,1 m *dab* kedua diukur 3,3 m di atas tanah. Jika *dab* kedua diukur dengan menggunakan *relascope*, titik pembacaan ditentukan dengan membagi 330 cm dengan jarak datar ditambah persen bacaan dari basis pohon. Sebagai contoh, jika jarak datar 3,0 m dan persen basis pohon -30%, maka persen 3,3 m dari atas tanah yakni $330/3,0 = 110\%$, ditambah (-30%) sama dengan 80%. *dab* kedua pada contoh tersebut dimasukkan pada kolom 17 (*4. permanent plot, A*). Pada pengukuran plot PSP di hutan rawa/lahan basah, titik tinggi dbh/*dab* ditandai dengan paku (panjang 8-10 cm) dan dipaku sedalam 2 cm. Hal ini penting karena orang tidak yakin di mana titik 1.3 m di atas tanah (atau dari leher akar) atau berapa tinggi banir pada saat areal tersebut tergenang.
5. Kelas pohon dicatat untuk setiap pohon dengan kode sebagai berikut: 1. Dominan, 2. Kodominan, 3. Sedang dan 4. Tertekan
6. Kelas tajuk dicatat untuk setiap pohon dengan kode sebagai berikut:
 1. Sempurna (perkembangan dan ukurannya lebar, bundar dan simetri)
 2. Bagus (nyaris ideal, tumbuh memuaskan, dengan beberapa cacat simetrinya atau beberapa ujung cabang mati) terhadap pembebasan
 3. Dapat diterima (secara silvikultur dapat diterima, asimetri atau terpankask tetapi dapat bertahan.

4. Jelek (jelas tidak memuaskan dengan kerontokan, sangat tidak simetri, tetapi dapat bertahan hidup).
5. Sangat jelek (jelas menyusut, atau rusak berat, dan mungkin tidak dapat bereaksi terhadap pembebasan)
7. Posisi Tajuk dicatat dengan kode berikut:
 1. Sepenuhnya menerima sinar matahari (bebas dari persaingan samping paling tidak di dalam putaran 45° pada awal tajuk seperti kerucut terbalik)
 2. Menerima sinar penuh di atas (tetapi berdekatan dengan tajuk lain yang sama atau lebih tinggi)
 3. Menerima sinar atas (sebagian dibayangi oleh tajuk lain yang lebih tinggi)
 4. Menerima sebagian sinar samping (sepenuhnya dibayangi dari atas tetapi menerima sebagian sinar langsung karena adanya celah-celah tajuk)
 5. Tidak ada sinar langsung (sepenuhnya dibayangi dari atas dan samping)

Analisis Data

Kerapatan Jenis Vegetasi

Kerapatan jenis vegetasi menggunakan analisis vegetasi dengan menggunakan rumus (Lio & Dewi, 2018):

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\text{Kerapatan Jenis A}}{\text{Luas petak diukur}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = \frac{\text{Kerapatan Jenis A}}{\text{Kerapatan Seluruh Jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{\text{Jumlah Petak ditemukan Jenis A}}{\text{Jumlah Seluruh Petak}}$$

$$\text{Frekuensi Relatif (FR)} = \frac{\text{Frekuensi Jenis A}}{\text{Frekuensi Semua Petak}} \times 100\%$$

$$\text{Dominasi (D)} = \frac{\text{Luas Bidang Dasar Jenis A}}{\text{Luas Petak}}$$

$$\text{Dominasi Relatif DR)} = \frac{\text{Dominasi Jenis A}}{\text{Dominasi seluruh petak}} \times 100\%$$

$$\text{Indeks Nilai Penting (INP)} = \text{KR} + \text{FR} + \text{DR}$$

Keanekaragaman Jenis Vegetasi

Analisis keanekaragaman jenis vegetasi berdasarkan indeks keanekaragaman jenis dihitung menggunakan rumus Shannon-Winner (Odum 1993; Lio dan Dewi 2018; Muhlisin *et al.*, 2021):

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Keterangan:

P_i = nomor individu setiap jenis ($i = 1, 2, 3, \dots$)

S = jumlah jenis

H' = indeks diversity

\ln = logaritma natural

Kriteria H' :

Jika $H' > 3$ = keanekaragaman jenis tinggi

Jika $1 < H' < 3$ = keanekaragaman spesies sedang

Jika $H' < 1$ = keanekaragaman jenis rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan Vegetasi pada Hutan Lahan Kering Primer, Hutan Lahan Kering Sekunder dan Semak Belukar

Direktur Jenderal Planologi Kehutanan (2015) menyebutkan hutan lahan kering primer adalah seluruh ciri hutan dataran rendah, perbukitan dan pegunungan (dataran tinggi dan subalpin) yang belum menunjukkan tanda-tanda penebangan, antara lain hutan kerdil, hutan semak, hutan batu kapur, hutan batuan ultrabasa, hutan daun jarum, hutan gugur dan hutan lumut. Hutan lahan kering sekunder adalah seluruh ciri hutan dataran rendah, perbukitan, dan pegunungan yang telah menunjukkan tanda-tanda penebangan (alur dan titik penebangan) antara lain hutan kerdil, hutan semak, hutan pada batuan kapur, hutan pada batuan ultrabasa, hutan berdaun jarum, hutan gugur dan hutan lumut. Kawasan hutan bekas tebang-dan-bakar, terbakar atau ditanami kembali dari lahan yang sebelumnya terdegradasi juga termasuk dalam kelas ini. Penebangan liar bukan merupakan kawasan Hutan Tanaman Industri, perkebunan atau pertanian termasuk sabana, semak belukar atau lahan terbuka. Semak adalah semua jenis pertanian lahan kering yang bergantian dengan semak belukar, semak belukar, dan hutan bekas tebangan sering muncul di kawasan perladangan berpindah, dan lokasi penanaman lahan karst. Kelas ini juga termasuk kelas taman campuran.

Kerapatan vegetasi pada tutupan hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder dan semak belukar dapat dilihat pada **Tabel 1**. Berdasarkan kategori vegetasi pada tutupan hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder dan semak belukar dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 1. Jenis, Kerapatan Relatif, Frekuensi Relatif dan Dominasi Relatif Vegetasi pada Tutupan Hutan Lahan Kering Primer, Hutan Lahan Kering Sekunder dan Semak Belukar

No	Tutupan Lahan/Nama Jenis	KR	FR	DR	INP
Hutan lahan kering primer					
1	<i>Ganua boerlageana</i> Pierre	8,97	10,81	9,21	28,98
2	<i>Ganua boerlageana</i> Pierre	0,69	1,35	0,05	2,09
3	<i>Mangifera foetida</i> Lour	0,69	1,35	0,04	2,08
4	<i>Ficus bejamina</i>	2,07	2,70	0,44	5,22
5	<i>Calophyllum soulattri</i> Burm.f	2,07	2,70	0,22	4,99
6	<i>Eugenia aromatica</i>	0,69	1,35	0,03	2,07
7	<i>Sterculia treubii</i> Hochr	1,38	1,35	0,14	2,87
8	<i>Agathis alba</i> Foxw	15,17	14,86	39,72	69,76
9	<i>Litsea firma</i> Hook.f	2,07	2,70	0,32	5,09
10	<i>Garcinia cornea</i> Merr	2,07	1,35	0,37	3,79
11	<i>Diploknema oligomera</i> H.J.L	2,76	2,70	0,39	5,85
12	<i>Eugenia sp</i>	1,38	1,35	0,12	2,85
13	<i>Terminalia catappa</i> L	11,72	8,11	8,37	28,20
14	<i>Elaeocarpus sphaericus</i> K.Schum	0,69	1,35	0,03	2,07
15	<i>Eugenia spp</i>	12,41	9,46	13,45	35,32
16	<i>Compnasperma spp</i>	2,07	2,70	0,19	4,96

No	Tutupan Lahan>Nama Jenis	KR	FR	DR	INP
17	<i>Annon spp</i>	10,34	8,11	8,93	27,38
18	<i>Pimeleodendron amboinicum</i> Hassk	0,69	1,35	0,02	2,06
19	<i>Garcinia dulcis</i> Kurz	7,59	6,76	4,87	19,22
20	<i>Canarium sylvestre</i> Gaerth	0,69	1,35	0,03	2,07
21	<i>Metrosideros vera</i> Roxb	6,21	5,41	11,18	22,79
22	<i>Gironniera subaequalis</i> Planc	2,76	4,05	0,69	7,51
23	<i>Knema tomentella</i> Warb	0,69	1,35	0,03	2,07
24	<i>Patikewa spp</i>	0,69	1,35	0,04	2,08
25	<i>Pometia spp</i>	3,45	4,05	1,13	8,63
Total		100,00	100,00	100,00	300,00
Hutan Lahan Kering Sekunder					
1	<i>Ganua boerlageana</i> Pierre	18,37	16,13	45,53	80,02
2	<i>Litsea firma</i> Hook.f	8,16	6,45	2,94	17,55
3	<i>Casuariana rumphiana</i> Miq	4,08	3,23	1,67	8,97
4	<i>Terminalia catappa</i> L	2,04	3,23	0,26	5,53
5	<i>Eugenia spp</i>	10,20	9,68	9,81	29,69
6	<i>Compnasperma spp</i>	4,08	6,45	1,44	11,98
7	<i>Annon spp</i>	8,16	6,45	8,91	23,52
8	<i>Pimeleodendron amboinicum</i> Hassk	4,08	3,23	1,03	8,34
9	<i>Garcinia dulcis</i> Kurz	6,12	6,45	7,94	20,51
10	<i>Canarium sylvestre</i> Gaerth	8,16	9,68	4,12	21,96
11	<i>Metrosideros vera</i> Roxb	4,08	3,23	1,96	9,26
12	<i>Knema tomentella</i> Warb	2,04	3,23	0,21	5,47
13	<i>Alstonia scholaris</i> R.Br	8,16	6,45	6,26	20,87
14	<i>Alphitonia zizyphoides</i> A.Gray	10,20	12,90	7,08	30,19
15	<i>Weinmania fraxinea</i> Smith	2,04	3,23	0,86	6,12
Total		100,00	100,00	100,00	300,00
Semak Belukar					
1	<i>Mangifera foetida</i> Lour	1,49	3,23	0,34	5,06
2	<i>Artocarpus integer</i> Merr	8,96	9,68	5,42	24,05
3	<i>Gnetum gnemon</i> L	1,49	3,23	0,15	4,87
4	<i>Litsea firma</i> Hook.f	4,48	9,68	1,39	15,55
5	<i>Terminalia catappa</i> L	2,99	6,45	0,42	9,85
6	<i>Elaeocarpus sphaericus</i> K.Schum	25,37	19,35	50,30	95,03
7	<i>Eugenia spp</i>	8,96	9,68	7,93	26,56
8	<i>Knema tomentella</i> Warb	7,46	9,68	2,99	20,13
9	<i>Alstonia scholaris</i> R. Br	1,49	3,23	0,07	4,79
10	<i>Symplocos spp</i>	1,49	3,23	0,08	4,80
11	<i>Alphitonia zizyphoides</i> A.Gray	22,39	12,90	18,64	53,93
12	<i>Albizzia falcata</i> Back	13,43	9,68	12,26	35,37
Total		100,00	100,00	100,00	300,00

Sumber: BPKH (2015); Data diolah 2023

Tabel 2. Kategori Kerapatan Vegetasi pada Tutupan Hutan Lahan Kering Primer, Hutan Lahan Kering Sekunder dan Semak Belukar

Tutupan Lahan	Kategori	Jenis Vegetasi
Hutan Lahan Kering Primer (HLKP)	Rendah	<i>Ganua boerlageana</i> Pierre; <i>Mangifera foetida</i> Lour; <i>Eugenia aromatica</i> ; <i>Elaeocarpus sphaericus</i> K.Schum; <i>Pimeleodendron amboinicum</i> Hassk; <i>Canarium sylvestre</i> Gaerth; <i>Knema tomentella</i> Warb; <i>Patikewa</i> spp; <i>Sterculia treubii</i> Hochr; <i>Eugenia</i> sp; <i>Ficus bejamina</i> ; <i>Calophyllum soulattri</i> Burm.f; <i>Litsea firma</i> Hook.f; <i>Garcinia cornea</i> Merr; <i>Compnasperma</i> spp; <i>Diploknema oligomera</i> H.J.L; <i>Gironniera subaequalis</i> Planc; <i>Pometia</i> spp
	Sedang	<i>Metrosideros vera</i> Roxb, <i>Garcinia dulcis</i> Kurz; <i>Ganua boerlageana</i> Pierre; <i>Annona</i> spp.
	Tinggi	<i>Terminalia catappa</i> L; <i>Eugenia</i> spp; <i>Agathis alba</i> Foxw
Hutan Lahan Kering Sekunder (HLKS)	Rendah	<i>Terminalia catappa</i> L; <i>Knema tomentella</i> Warb; <i>Weinmania fraxinea</i> Smith; <i>Casuariana rumphiana</i> Miq; <i>Pimeleodendron amboinicum</i> Hassk; <i>Metrosideros vera</i> Roxb; <i>Compnasperma</i> spp; <i>Garcinia dulcis</i> Kurz;
	Sedang	<i>Litsea firma</i> Hook.f; <i>Annon</i> spp; <i>Alstonia scholaris</i> R. Br; <i>Canarium sylvestre</i> Gaerth; <i>Eugenia</i> spp; <i>Alphitonia zizyphoides</i> A.Gray
	Tinggi	<i>Ganua boerlageana</i> Pierre
Semak Belukar (SB)	Rendah	<i>Mangifera foetida</i> Lour; <i>Gnetum gnemon</i> L; <i>Alstonia scholaris</i> R. Br; <i>Symplocos</i> spp; <i>Terminalia catappa</i> L; <i>Litsea firma</i> Hook.f; <i>Knema tomentella</i> Warb; <i>Artocarpus integer</i> Merr; <i>Eugenia</i> spp.
	Sedang	<i>Albizzia falcata</i> Back
	Tinggi	<i>Alphitonia zizyphoides</i> A.Gray; <i>Elaeocarpus sphaericus</i> K.Schum

Keterangan:

Kategori Kerapatan pada HLKP= Rendah: 0,69-5,52; Sedang: 5,53-10,35; Tinggi: 10,36-15,17

Kategori Kerapatan pada HLKS= Rendah: 2,04-7,48; Sedang: 7,49-12,92; Tinggi :12,94-18,37

Kategori Kerapatan pada SB= Rendah: 1,49-9,45; Sedang :9,46-17,41; Tinggi 17,42-25,38

Kerapatan vegetasi menunjukkan dominansi naungan vegetasi pada suatu area (Sarwanto et al., 2017). Soedjoko dan Fandeli (2002), yang dikelaskan menjadi: a. Sangat Rapat: estimasi kerapatan tajuk > 70 %; b. Rapat: estimasi kerapatan tajuk 51 – 70 %; c. Sedang: estimasi kerapatan tajuk 26 - 50 %; d. Jarang: estimasi kerapatan tajuk 15 - 25 %; e. Sangat Jarang: estimasi kerapatan tajuk 0 - 14 %. Dengan demikian kerapatan vegetasi pada Kelompok Hutan Lindung Gunung Sirimau dengan penutupan tajuk 15-70 % dengan kategori rendah (Jarang), sedang dan tinggi (Rapat).

Penutupan lahan hutan lahan kering primer memiliki 25 jenis dengan jumlah individu sebanyak 145 individu. Jenis dengan jumlah individu tertinggi adalah *Agathis alba* Foxw sebanyak 22 individu sehingga mendominasi tutupan lahan sebesar 39,72%, kawasan hutan lindung. Jenis ini memiliki frekuensi kehadiran terbanyak ditemukan sebanyak 14,86% dengan kerapatan tinggi dengan nilai Kerapatan Relatif 15,17% dan luas total 110,75. Jenis ini merupakan jenis yang sangat penting pada tutupan lahan hutan lahan kering primer karena mempunyai indeks nilai penting sebesar 69,76%.

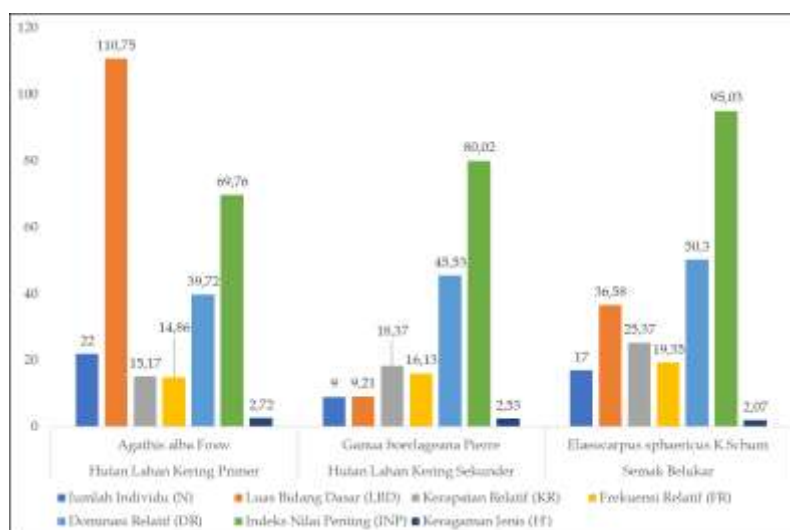
Tutupan lahan hutan lahan kering sekunder terdapat 15 jenis dengan jumlah 49 individu. Ada 9 individu *Ganua boerlageana* Pierre dengan luas dasar 9,21, kerapatan relatif 18,37%, frekuensi relatif 16,36% dan dominasi relatif 45,53%. Penutupan lahan semak belukar memiliki 12 jenis dengan

67 individu. Jenis-jenis yang dijumpai antara lain *Elaeocarpus sphaericus* K.Schum dan *Alphitonia zizyphoides* A.Gray adalah jenis yang paling banyak jumlahnya, masing-masing berjumlah 17 dan 15 individu. *Elaeocarpus sphaericus* K.Schum mempunyai luas dasar yang tinggi dengan kerapatan 25,37%, frekuensi relatif 19,35, dominasi relatif 50,30% dan indeks signifikansi 95,03%.

Keanekaragaman Vegetasi pada Hutan Lahan Kering Priemer, Hutan Lahan Kering Sekunder dan Semak Belukar

Keanekaragaman jenis pada hutan lahan kering primer menunjukkan nilai H' sebesar 2,72. Nilai tersebut dikategorikan moderat yang berarti keanekaragaman sedang, produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang dan tekanan ekologi sedang. Keanekaragaman jenis pada tutupan lahan hutan lahan kering primer menunjukkan nilai H' sebesar 2,53. Nilai tersebut dikategorikan moderat yang berarti keanekaragaman sedang, produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, dan tekanan ekologi sedang. Keanekaragaman jenis pada tutupan lahan hutan lahan semak belukar menunjukkan nilai H' sebesar 2,07. Nilai tersebut dikategorikan moderat yang berarti keanekaragaman sedang, produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, dan tekanan ekologi sedang.

Keanekaragaman jenis tegakan hutan bersifat spesifik wilayah (Pereki, 2013). Meskipun keanekaragaman jenis pada ketiga tutupan lahan tersebut berada pada kategori sedang, namun ketiga tutupan lahan tersebut mempunyai nilai yang sedikit berbeda. Hutan lahan kering primer mempunyai keanekaragaman jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan hutan lahan kering sekunder dan semak belukar; keanekaragaman jenis hutan lahan kering sekunder lebih tinggi dibandingkan semak belukar. Perbandingan kerapatan dan keanekaragaman ketiga jenis tutupan lahan dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Perbandingan Kerapatan dan Keanekaragaman Jenis pada Tiga Tutupan Lahan

Gambar 4 menunjukkan kondisi vegetasi pada tiga kelas tutupan lahan, yaitu luas dasar tertinggi terdapat pada hutan lahan kering primer dan semak belukar terendah pada hutan lahan

kering sekunder. Kerapatan vegetasi tertinggi terdapat pada tutupan lahan semak belukar, sedangkan kerapatan vegetasi terendah terdapat pada hutan lahan kering primer dan hutan lahan kering sekunder. Indeks kepentingan semak belukar merupakan yang tertinggi diantara hutan lahan kering sekunder dan hutan lahan kering primer. Pentingnya suatu jenis vegetasi didasarkan pada nilai indeks kepentingannya (Eddy *et al.*, 2019; Sadono *et al.*, 2020) . Semakin tinggi nilainya, semakin penting jenis tersebut dalam suatu ekosistem (Yuliana *et al.*, 2019; Sadono *et al.*, 2020).

Keanekaragaman jenis vegetasi pada ketiga tutupan tersebut berada pada kategori sedang yang ditunjukkan dengan nilai keanekaragaman jenis di hutan lahan kering primer sebesar 2,72, hutan lahan kering sekunder sebesar 2,53 dan semak belukar sebesar 2,07. Kategori keanekaragaman sedang menunjukkan produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, dan tekanan ekologi sedang. Keanekaragaman komposisi vegetasi jenis tumbuhan penyusun hutan dapat dilihat dari komposisi jenis penyusun vegetasi tersebut. Gunawan *et al.*, (2011) menunjukkan tipe vegetasi hutan alam cenderung memiliki jumlah jenis dan kelimpahan yang lebih tinggi dibandingkan tipe vegetasi hutan campuran. Keragaman jenis pada penutupan lahan hutan lahan kering primer lebih tinggi dari hutan lahan kering sekunder dan yang paling rendah pada penutupan lahan semak belukar. Hal ini menunjukkan bahwa penutupan lahan kering primer masih lebih baik dari hutan lahan kering sekunder dan semak belukar. Semakin tinggi nilai keanekaragaman jenis pada suatu habitat maka akan semakin tinggi pula keseimbangan komunitasnya (Antoko *et al.*, 2006). Dengan demikian penutupan semak belukar lebih seimbang dalam komunitasnya dibandingkan dengan kedua penutupan lahan lainnya.

Dampak Pengelolaan Kerapatan dan Keragaman Jenis Vegetasi Tingkat Pohon terhadap Konservasi Tumbuhan dan Pengelolaan Hutan Lindung Sirimau

Konservasi keanekaragaman hayati tetap menjadi salah satu yang terbesar tantangan yang dihadapi dunia modern (Vu *et al.*, 2022). Kerapatan dan keanekaragaman jenis vegetasi mempunyai dampak terhadap konservasi dan pengelolaan vegetasi di KHLGS. Dengan menjaga keanekaragaman vegetasi KHLGS dapat menjaga keanekaragaman hayati. Hal ini penting untuk melindungi spesies langka atau terancam punah yang mungkin ada di hutan. Berbagai jenis pohon dan tumbuhan membentuk ekosistem yang kompleks. Kerapatan dan keanekaragaman jenis tumbuhan hutan berkontribusi dalam menjaga keseimbangan ekosistem, yang penting bagi kelangsungan hidup organisme penghuni hutan. Hutan lindung berperan penting dalam menjaga ketersediaan air. Vegetasi, terutama pepohonan, membantu menyerap air hujan (Muhadjir *et al.*, 2022) dan mengurangi erosi tanah. Hal ini menjadi faktor penting dalam menjaga ketersediaan air untuk kebutuhan manusia dan satwa liar di sekitarnya. Kerapatan dan keanekaragaman vegetasi berperan penting dalam kemampuan hutan menyerap karbon dioksida (Firnawati *et al.*, 2021) sehingga membantu mengurangi dampak perubahan iklim. Hutan dengan vegetasi yang sehat dapat membantu melindungi masyarakat dari bencana alam seperti banjir dan tanah longsor. Akar

pohon yang kuat mampu menstabilkan tanah dan mengurangi risiko erosi. Oleh karena itu, penting bagi penanggung jawab pengelolaan Kelompok Hutan Lindung Sirimau untuk memperhatikan kerapatan dan keanekaragaman jenis vegetasi.

KESIMPULAN

Kerapatan vegetasi pada tutupan lahan: hutan lahan kering primer didominasi oleh *Agathis alba* Foxw; hutan lahan kering sekunder didominasi oleh *Ganua boerlageana* Pierre dan tutupan semak belukar didominasi oleh jenis *Elaeocarpus sphaericus* K. Schum. Keanekaragaman jenis pada hutan lahan kering primer sebesar 2,72; hutan lahan kering sekunder 2,53 dan semak belukar 2,07. Ketiga tutupan lahan tersebut termasuk dalam kategori sedang artinya memiliki keanekaragaman sedang, produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, dan tekanan ekologi sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggun F., Christine W., Dian I., & Fitriana Y.R. 2020. Keragaman Jenis Pohon sebagai Karakteristik Lansekap Hutan Lindung Bukit Rigis (Studi Kasus: Areal Kelola Kelompok Hutan Kemasyarakatan (HKm) Bina Wana). *Journal of Tropical Upland Resources*, 2(1), 132-139. <https://doi.org/10.23960/jtur.vol2no1.2020.90>
- Antoko B.S, Kwatrina R.T, Suryatmojo H. 2006. Keragaman Hayati dan Pengelolaan di Resort Granit, Taman Nasional Bukit Tigapuluh, Riau. Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Sumatera, Pematangsiantar. [didownload 30 Oktober 2023]. Tersedia pada: http://www.mayong.staff.ugm.ac.id/artikel_pdf/keragaman%20hayati%20kampus.pdf
- Binita, K.C., Shepherd, J.M., Gaither, C.J. 2015. Climate Change Vulnerability Assessment in Georgia. *Appl. Geogr.* 62, 62-74.
- Buriánek, V., Novotný, R., Hellebrandová, K., Šrámek, V. 2013. Ground Vegetation as an Important factor in The Biodiversity of Forest Ecosystems and Its Evaluation in Regard to Nitrogen Deposition. *Journal of Forest Science*, 59(6), 238-252. <https://doi.org/10.17221/16/2013-jfs>.
- Clarke, K., Lewis, M., Ostendorf, B. 2011. Additive Partitioning of Rarefaction Curves: Removing the Influence of Sampling on Species-Diversity In Vegetation Surveys. *Ecological Indicators*, 11(1), 132-139. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.07.002>.
- Cuevas, S. C. 2011. Climate Change, Vulnerability, and Risk Linkages. *Int. J. Clim. Chang. Strategy. Manag.*
- Costa, H., Foody, G.M., Boyd, D.S. 2017. Remote Sensing of Environment Using Mixed Objects In The Training of Object-Based Image Classifications. *Remote Sensing of Environment*, 190, 188-197. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.12.017>.
- Dwi, Y., Indri, M., Akbar, M., Sabila, M., Syauqi, I.M., Dede S., Riki, R. 2020. Analisis Kerapatan Vegetasi di Kecamatan Pangandaran melalui Citra Landsat 8. *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan (JGEL)*, 4(1), 32-38. <https://doi.org/10.29405/jgel.v4i1.4229>
- Endarwati, M. A., Wicaksono, K. S., & Suprayogo, D. 2017. Biodiversitas Vegetasi dan Fungsi Ekosistem: Hubungan Antara Kerapatan, Keragaman Vegetasi, dan Infiltrasi Tanah pada Inceptisol Lereng Gunung Kawi, Malang. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 4(2), 577-588.
- Firnawati, F., Kaswanto, R. L., & Sjaf, S. 2021. Pemetaan Partisipatif Potensi Jasa Lanskap Kawasan

- Hutan Desa Pattaneteang, Kabupaten Bantaeng. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 11(2), 189–203. <https://doi.org/10.29244/jpsl.11.2.189-203>
- Gilani, H., Lal, H., Murthy, M. S. R., Phuntso, P., Pradhan, S., Bajracharya, B., & Shrestha, B. 2014. Decadal Land Cover Change Dynamics in Bhutan. *Journal of Environmental Management*, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.02.014>
- Gupta, A.K., Negi, M., Nandy, S., Kumar, M., Singh, V., Valente, D., Petrosillo, I., Pandey, R. 2020. Mapping Socio-Environmental Vulnerability to Climate Change in Different Altitude Zones in The Indian Himalayas. *Ecol. Indic.* 109, 105787.
- Hoirun, Yuningsih, L., & Milantara, N. 2017. Analisis Vegetasi (Hhk dan HhbK) di Hutan Lindung Sungai Merah KPHP (Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi) Unit IV Meranti melalui Pendekatan National Forest Inventory. *SYLVA*, 1(69), 5–7.
- Jiapaer, G., Liang, S.L., Yi, Q.X., Liu, J.P. 2015. Vegetation Dynamics and Responses to Recent Climate Change in Xinjiang Using Leaf Area Index as an Indicator. *Ecol. Indic.* 58, 64–76.
- Jurgilevich, A., R"as"anen, A., Groundstroem, F., Juhola, S. 2017. A Systematic Review of Dynamics in Climate Risk and Vulnerability Assessments. *Environ. Res. Lett.* 12, 13002.
- Kiswanto., Tsuyuki, S., Mardiany., Sumaryono. 2018. Completing Yearly Land Cover Maps for Accurately Describing Annual Changes of Tropical Landscapes. *Global Ecology and Conservation*, 13(2018 e00384), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00384>.
- Kumar, M., Kalra, N., Singh, H., Sharma, S., Singh, R.P., Kumar, S.R., Kumar, A., Kumar, P., Ravindranath, N.H. 2021. Indicator-based vulnerability assessment of forest ecosystem in the Indian Western Himalayas: An analytical hierarchy process integrated approach. *Ecological Indicators*, 125(August 2020), 107568. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107568>.
- Kusmana, C., & Melyanti, A. R. 2017. Keragaman Komposisi Jenis dan Struktur Vegetasi pada Kawasan Hutan Lindung dengan Pola PHBM di BPKH Tampomas, KPH Sumedang, Perum Perhutani Divisi Regional Jawa Barat dan Banten. *Jurnal Silva Tropika*, 8(2), 123–129. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.8.2.123-129>
- Kusumahadi, K., Yusuf, A., & Maulana, R. 2020. Analisis Keanekaragaman Jenis Vegetasi Mangrove Di Kawasan Hutan Lindung Angke Kapuk dan Taman Wisata Alam Angke Kapuk Muara Angke Kota Jakarta Utara. *Jurnal Ilmu dan Budaya*, 41(69), 8123–8134. <http://journal.unas.ac.id/ilmu-budaya/article/view/890>
- Lintang, N. C., Sanjoto, T., Tjahjono, H., & Artikel, I. 2017. Kajian Vegetasi Hutan Lindung Gunung Ungaran Jawa Tengah Tahun 2016 Menggunakan Metode Indeks Vegetasi. *Geo Image*, 6(1).
- Luturyali, E., Langi, M. A., & Sumakud, M. Y. M. A. 2016. Struktur dan Komposisi Vegetasi Pohon di Hutan Lindung Gunung Mahawu dan Hutan Lindung Gunung Masarang. *Trabalho de Conclusão de Curso*, 1(9), 1–10. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Lyra, A., Imbach, P., Rodriguez, D., Chou, S.C., Georgiou, S., Garofolo, L. 2017. Projections of Climate Change Impacts on Central America Tropical Rainforest. *Clim. Change* 141, 93–105.
- Muhadjir, A., Rudy, G. S., & Achmad, B. 2022. Analisis Komposisi dan Struktur Vegetasi Hutan Sekunder di Hutan Lindung Gunung Keramaian Desa Ujung Batu Kecamatan Pleihari Kabupaten Tanah Laut. *Jurnal Sylva Scientiae*, 05(6), 985–993.
- Muhlisin., Iskandar, J., Gunawan, B., & Cahyandito, M.F. 2021. Vegetation diversity and structure of urban parks in cilegon city, indonesia, and local residents' perception of its function. *Biodiversitas*, 22(7), 2589–2603. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220706>.
- Nandy, S., Singh, C., Das, K.K., Kingma, N.C., Kushwaha, S.P.S. 2015. Environmental Vulnerability Assessment of Eco-Development Zone of Great Himalayan National Park, himachal Pradesh. India. *Ecol. Indic.* 57, 182–195.
- Neagara, M. S., F. Muhammad, and M. Maryono, "Kajian Inventarisasi Keanekaragaman Jenis Flora

- dan Fauna Hutan Lindung Kasinan Kota Batu," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 21, no. 4, pp. 987-991, Sep. 2023. <https://doi.org/10.14710/jil.21.4.987-991>.
- Nguyen, C.V., Horne, R., Fien, J., Cheong, F. 2017. Assessment of Social Vulnerability to Climate Change at The Local Scale: Development and Application of a Social Vulnerability Index. *Clim. Change* 143, 355–370.
- Nia A.L., & Chitra D.Y.Chr. 2020. Keanekaragaman Vegetasi Di Kawasan Hutan Lindung "Sumber Ubalan." *VIABEL: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*, 14(2), 14–25. <https://doi.org/10.35457/viabel.v14i2.1202>
- Odum, E.P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Diterjemahkan oleh T. Samingan, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Panita, S., Saputri, N., Alfarizi, M., Nugroho, R. A., Julpiani, J., Kirana, S., & Saputra, B. 2023. Analisis Keragaman Jenis Tumbuhan di Bukit Pau Kabupaten Bangka Tengah. *Conserva*, 1(1), 34–38. <https://doi.org/10.35438/conserva.v1i1.189>
- Pereki, H., Wala, K., Thiel-Clemen, T. 2013. Woody Species Diversity and Important Value Indices in Dense Dry Forests in Abdoulaye Wildlife Reserve (Togo, West Africa). *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 5(June), 358–366. <https://doi.org/10.5897/IJBC12.061>.
- Pokhriyal, P., Rehman, S., Krishna, G.A., Rajiv, R., Manoj, P. 2020. Assessing Forest Cover Vulnerability in Uttarakhand, India Using Analytical Hierarchy Process. *Model. Earth Syst. Environ.* 10.1007/s40808-019-00710-y.
- Putri, I. A. S. L. P., Broto, B. W., Mursidin, & Ansari, F. 2019. Keragaman Vegetasi pada Areal Tepi Hutan yang Berbatasan dengan Enclave di Kawasan Taman Nasional Bantimurung Bulusarung. *Jurnal Biologi Makassar*, 4(2), 121–128.
- Putri, S. M., Indriyanto, & Riniarti, M. 2019. Komposisi Jenis dan Struktur Vegetasi Hutan Lindung Bengkunt di Resort III KPH Unit I Pesisir Barat. *Jurnal Silva Tropika*, 3(1), 118–131. <http://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/14077>
- Ren, S.L., Li, Y.T., Peichl, M. 2020. Diverse Effects of Climate at Different Times on Grassland Phenology in Mid-Latitude of the Northern Hemisphere. *Ecol. Indic.* 113, 106260.
- Ridlo, M. T. Q., Hayati, A., & Prasetyo, H. D. 2022. Analisis Keanekaragaman Vegetasi di Hutan Lindung Resort Pemangku Hutan Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang. 5, 47–59.
- Rustam, A., Makmur, K., & Hamzah, P. 2022. Analisis Kerapatan Vegetasi yang Ada di Wisata Bukit Sejahtera, Romang Lompoa Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa. *Jurnal Agrisistem*, 18(2), 76–82.
- Sadono, R., Soeprijadi, D., Susanti, A., Wirabuana, P. Y. A. P., & Matatula, J. 2020. Short Communication: Species Composition and Growth Performance of Mangrove Forest at the Coast of Tanah Merah, East Nusa Tenggara, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(12), 5800–5804. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211242>
- Sarwanto, D., Tuswati, S. E. 2017. Keragaman Dan Produktivitas Hijauan Pakan Indigenous pada Berbagai Tingkat Kerapatan Vegetasi di Pegunungan Kapur Gombang Selatan. *Majalah Ilmiah Biologi*, 32(3), 147–153. <http://www.journal.bio.unsoed.ac.id/index.php/biosfera/article/view/337>
- Soedjoko, Sri Astuti dan Chafid Fandeli. 2002. Kriteria Indikator dan Parameter Kerusakan Ekosistem Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus DAS Srayu)". Makalah disajikan dalam Seminar Prosiding Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan DAS, Surakarta, 23 Desember 2002.
- Vu, X. D., Csaplovics, E., Marrs, C., & Nguyen, T. T. 2022. Criteria and Indicators to Define Priority Areas for Biodiversity Conservation in Vietnam. *Forests*, 13(9), 1–20. <https://doi.org/10.3390/f13091341>

- Sharma, J., Uppgupta, S., Jayaraman, M., Chaturvedi, R.K., Bala, G., Ravindranath, N.H. 2017. Vulnerability of Forests in India: a National Scale Assessment. *Environ. Manage.* 60, 544–553.
- Yongxiang, Z., Bo, T., Li, Y. 2015. Assessment on the Vulnerability of Different Ecosystems to Extreme Rainfalls in the Middle and Lower Reaches of Yangtze River. *Theor. Appl. Climatol.* 10.1007/s00704-014-1213-0.
- Zhang, Y., Gao, J., Liu, L., Wang, Z., Ding, M., Yang, X. 2013. NDVI-based Vegetation Changes and Their Responses to Climate Change from 1982 to 2011: A case study in the Koshi River Basin in the Middle Himalayas. *Ecol. Indic.* 108, 139–148.
- Zhang, J., Sun, J., Ma, B., Du, W. 2017. Assessing the Ecological Vulnerability of the Upper Reaches of the Minjiang River. *PLoS One* 12, e0181825
- Zhou, Z., Ding, Y., Shi, H., Cai, H., Fu, Q., Liu, S., Li, T. 2020. Analysis and Prediction of Vegetation Dynamic Changes in China: Past, present and future. *Ecological Indicators*, 117(May), 106642. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106642>.