

EKOLOGI TUMBUHAN OBAT PRANAJIWA (*Euchresta horsfieldii* (LESCH.) BENN.) DI BALI DAN LOMBOK

Ecology of the Medicinal Plant Pranajiwa (Euchresta horsfieldii (Lesch.) Benn.) in Bali and Lombok

Krisnawati^{1*}, Ogi Setiawan², Anita Apriliani Dwi Rahayu¹

¹Pusat Riset Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya, dan Kehutanan, Badan Riset dan Inovasi Nasional;
Jl. Ir. H. Juanda No 13, Kota Bogor, Jawa Barat, 16122;

²Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional;
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46, Cibinong, Bogor, Jawa Barat, 16911

*e-mail: krisnawati@brin.go.id

ABSTRACT

Pranajiwa (Euchresta horsfieldii (Lesch.) Benn.) is a traditional medicinal plant found in Bali and Lombok. As a basis for determining the land suitability of the pranajiwa, ecological information is needed. A purposive survey was conducted to identify the characteristics of pranajiwa's habitat in Bali and Lombok in 2015 and 2016 by data collecting of vegetation, topography, climate, and soil physical. Principal Component Analysis (PCA) was employed to define the influence factors of the species' existence in its habitat. Pranajiwa grew in hilly areas with temperatures >20°C, a humidity of 80%, and a slightly acidic soil pH. In Bali, pranajiwa was found in steep slopes and altitudes >1,400 m asl, while in Lombok, it was found in altitudes slightly steep slopes and altitudes >1,200 m asl. The population of this species lived in groups and its existence in the natural habitat was influenced by several factors, the species that was found in Bali was affected by temperatures and slopes, whereas the species that lived in Lombok was more influenced by slopes and altitudes. The pranajiwa population also lives in groups controlled by slope and altitude. This ecological information can reveal pranajiwa's preferences in habitat in supporting its conservation efforts.

Keywords: ecology, medicinal plants, pranajiwa, Bali, Lombok.

ABSTRAK

Pranajiwa (*Euchresta horsfieldii* (Lesch.) Benn.) merupakan tumbuhan obat yang persebarannya ada di Bali dan Lombok. Sebagai dasar untuk menentukan kesesuaian pranajiwa terhadap suatu lahan, maka diperlukan informasi ekologi. Survei secara *purposive* dilakukan untuk mengidentifikasi habitat pranajiwa di Bali dan Lombok pada tahun 2015 dan 2016 dengan mengumpulkan data vegetasi, topografi, iklim dan sifat tanah. *Principal Component Analysis* (PCA) digunakan untuk menentukan faktor yang berpengaruh terhadap ekologi pranajiwa. Pranajiwa tumbuh di daerah perbukitan dengan suhu >20°C, kelembapan 80% dan pH tanah agak asam. Di Bali, pranajiwa ditemukan pada kemiringan lereng curam dengan ketinggian >1.400 m dpl, sedangkan di Lombok ditemukan pada kemiringan lereng agak curam dengan ketinggian >1.200 m dpl. Populasi pranajiwa hidup secara mengelompok dan keberadaannya di alam dipengaruhi beberapa faktor seperti di Bali yang dipengaruhi oleh suhu, dan kemiringan lereng, kelerengan dan suhu, sedangkan di Lombok lebih dipengaruhi oleh kemiringan lereng dan ketinggian tempat. Informasi ekologi ini dapat mengungkap preferensi pranajiwa di habitatnya dalam mendukung upaya konservasi.

Kata kunci: ekologi, tumbuhan obat, pranajiwa, Bali, Lombok.

Received : 25-01-2022
Revised : 10-04-2022
Accepted : 23-12-2022
Publish : 27-12-2022

PENDAHULUAN

Pranajiwa (*Euchresta horsfieldii* (Lesch. Benn.) merupakan tanaman yang dikenal di Bali dan Lombok sebagai sumber obat tradisional (Prihantini *et al.*, 2018). Distribusi pranajiwa di wilayah Asia meliputi Bhutan, Cina, India, Indonesia, Laos, Nepal, Filipina, Thailand, dan Vietnam (Hang Sun & Larsen Kai, 2007). Di Indonesia, habitat alami *E. horsfieldii* terbatas di hutan hujan tropis pada ketinggian 1.300–2.400 m di atas permukaan laut (m dpl) dan tersebar di wilayah Sumatera, Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara (Van Stenis, 2006). Pranajiwa merupakan tumbuhan perdu atau semak dengan tinggi mencapai 2 m, percabangan cabang jarang, dan mempunyai daun majemuk lonjong. Buah berukuran kecil, mengkilap, lonjong, dengan panjang 1-2 cm. Buah yang mentah berwarna hijau dan saat masak berwarna hitam kebiruan (Lemmens & Bunyapraphatsara, 2003). Pranajiwa termasuk dalam suku Fabaceae yang tumbuh liar di hutan dan dikategorikan sebagai tumbuhan langka yang tidak termasuk IUCN *Red list*, akan tetapi berdasarkan pada jenis-jenis langka yang mengalami ancaman di alam, tidak terancam namun keberadaannya di alam sudah jarang ditemukan (Mogea *et al.*, 2001).

Sutomo & Mukarromah (2010) melaporkan masyarakat di Bali melakukan pengambilan pranajiwa secara intensif di hutan karena kepercayaan buah pranajiwa mempunyai manfaat yang beragam. Pengambilan materi pranajiwa secara intensif dapat mengakibatkan kepunahan materi tersebut. Di sisi lain, hasil pengamatan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru menunjukkan persentase reproduksi pranajiwa hanya berkisar 2,7-8,7 %. Nilai tersebut sangat kecil untuk keberlangsungan regenerasi atau kelangsungan populasinya di alam. Ancaman ini ditambah pula dengan kebiasaan orang mencari buahnya tanpa melakukan usaha budidaya. Meskipun secara individu jenis ini ditemukan melimpah namun dengan tingkat reproduksi yang rendah dan tingkat ancaman yang tinggi, maka kemungkinan jenis ini mengalami proses kelangkaan di alam sangat tinggi. Bila merujuk kepada kriteria kelangkaan IUCN kategori B.1.a dan D, bisa saja jenis ini tergolong *endangered* (Hidayat & Risna, 2007). Cahyaningsih *et al.* (2021) melaporkan bahwa pranajiwa merupakan salah satu dari dua puluh spesies tanaman obat Indonesia yang diprediksi terdaftar sebagai yang paling terancam dimasa depan menurut kriteria *Red list* IUCN.

Upaya penyelamatan pranajiwa perlu dilakukan agar tidak menuju punah. Menurut Widyatmoko (2019), salah satu strategi untuk tumbuhan langka adalah konservasi baik melalui *in situ* dan *ex situ* secara inklusif dan komprehensif. Perencanaan konservasi pranajiwa yang tepat diperlukan untuk memastikan pelestarian jangka panjang dan pemanfaatan yang berkelanjutan. Setiap spesies tumbuhan memiliki persyaratan hidup yang berbeda-beda, dimana spesies tersebut hanya menempati lingkungan yang cocok bagi pertumbuhannya. Setiap tumbuhan merupakan hasil dari kondisi tempat dimana tumbuhan itu hidup, sehingga tumbuhan dapat dijadikan sebagai indikator lingkungan (Rosentreter *et al.*, 1988). Oleh sebab itu, pemahaman kondisi ekologi pranajiwa di habitatnya sangat diperlukan. Ekologi merupakan ilmu dasar lingkungan yang cakupannya lebih besar menyangkut interaksi antar makhluk hidup dan interaksinya dengan makhluk tak hidup (Rizal, 2017). Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi karakteristik habitat alami pranajiwa di Bali dan Lombok. Informasi kondisi tempat tumbuh pranajiwa mempunyai arti yang penting khususnya sebagai dasar penentuan kesesuaian jenis terhadap suatu lahan tertentu. Selain itu penelitian ekologi pranajiwa juga dapat mengungkap preferensi habitat dalam mendukung upaya konservasinya sehingga pelestarian pranajiwa dapat tercapai.

METODE

Tempat dan waktu penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan di dua tempat yaitu Cagar Alam Batukahu (CAB) dan Kawasan Taman Nasional Gunung Rinjani (TNGR). Lokasi pertama terletak di Candi Kuning, Baturiti, Tabanan, Bali (08°10'-08°23' LS dan 115°02'-115°15' BT) pada Agustus 2015. Topografi kawasan CAB bervariasi mulai datar, landai, miring, relatif curam, curam, dan terjal hingga sangat curam. Pada jaman kuartar terjadi letusan gunung api purba Batukahu, Lesung, dan Pawon yang menghasilkan batuan andesit, basal, tephra halus/kasar dan recent vulkanik (BKSDA Bali, 2020). CAB merupakan hutan konservasi dengan tipe vegetasi hutan hujan tropis yang mempunyai fungsi perlindungan dan pelestarian tinggi tumbuhan dan hewan agar tidak punah. Vegetasi di CAB yang khas adalah cemara pandak (*Dacrycarpus imbricatus*) (Sutomo, 2009) dan cemara geseng (*Casuarina junghuhniana*) (BKSDA Bali, 2020).

Lokasi kedua terletak di Hutan Sebau, Seksi Wilayah Konservasi II, Resort Aikmel, Suela, Lombok Timur (8°20'30" - 8°30'00" LS dan 116°35'00" - 116°35'00") pada Mei 2016. Tipe vegetasi di lokasi ini adalah hutan pegunungan bawah, hutan pegunungan atas, dan savana yang merupakan gunung berapi yang masih aktif (BTNGR, 2015). Vegetasi pada ketinggian <1.000 m dpl didominasi oleh beringin (*Ficus benjamina* L), jelateng (*Dendrocnide stimulans* (L.f.) Chew, dan jambu-jambuan (*Syzygium* sp). Spesies anggrek (*Vanda* sp.), alang-alang (*Imperata cylindrica*), lumut jenggot (*Usnea* sp.) dijumpai pada ketinggian 1.000-2.000 m dpl. Pada ketinggian >2.000 m dpl banyak didominasi cemara gunung (*Casuarina junghuhniana*), bunga abadi (*Anaphalis viscida*), dan semak belukar yang berdaun tebal (BTNGR, 2017).

Bahan dan Alat

Bahan penelitian yang digunakan yaitu peta administratif pulau Bali dan Lombok, data curah hujan, suhu dan sampel tanah. Alat yang digunakan yaitu altimeter, *clinometer*, *thermohigrometer*, *luxmeter*, ring contoh tanah, plastik sampel tanah dan tumbuhan, penggaris, GPS (*Global Positioning System*), penggali tanah, kamera, *tally sheet*, pitameter, sasak herbarium, gunting, *hand sprayer*, label, kertas karton, dan alat tulis.

Metode Penelitian

Data yang digunakan terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer meliputi data vegetasi, karakteristik lingkungan habitat pranajawa, dan sifat tanah. Metode pengambilan data vegetasi dan karakteristik habitat dilakukan secara *purposive sampling* yaitu pada lokasi-lokasi ditemukan pranajawa. Kriteria penentuan sampling adalah keberadaan pranajawa berdasarkan informasi dari pencari pranajawa dan pemangku kawasan. Pengumpulan data vegetasi, karakteristik fisik lingkungan dan sampel tanah dilakukan pada petak pengamatan dengan ukuran plot 5m x 5m. Pada tiap petak pengamatan dilakukan pengukuran jumlah, tinggi tanaman, dan diameter batang pranajawa serta tanaman lainnya termasuk pohon, perdu, dan herba. Petak pengamatan di Bali sebanyak 12 petak, sedangkan di Lombok sebanyak 8 petak pengamatan pranajawa. Karakteristik fisik habitat yang diamati adalah ketinggian tempat, kemiringan lereng, struktur tanah, intensitas pencahayaan matahari, suhu, dan kelembapan udara (Loewen et al., 2001). Sampel tanah diambil pada setiap petak pengamatan dan kurang lebih diambil sebanyak 1 kg tanah sampai kedalaman 30 cm. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Pengujian, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian NTB yang terdiri atas analisis sifat fisika dan kimia tanah (pH, KTK, C-organik, N, P, dan K). Data sekunder yang digunakan adalah data curah hujan yang diperoleh dari stasiun klimatologi BMKG Denpasar dan Lombok.

Analisis Data

Data curah hujan dianalisis untuk menentukan tipe iklim lokasi penelitian menggunakan klasifikasi iklim menurut Schmidt and Ferguson (Tjasyono, 2004). Data kemiringan lereng, ketinggian tempat, suhu, kelembapan udara, dan intensitas pencahayaan matahari ditabulasi dan dianalisis dengan menggunakan statistik deskriptif. Data tanah yang terdiri atas sifat kimia dan fisika tanah ditabulasi dan dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Tanah diidentifikasi berdasarkan klasifikasi sifat tanah menggunakan buku petunjuk teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk (Balai Penelitian Tanah, 2005). Untuk mengetahui nilai penting tiap jenis tumbuhan bawah di sekitar pranajiwa dilakukan analisis vegetasi dengan menghitung Indeks Nilai Penting (INP) (Fachrul, 2007). INP diperoleh sebagai hasil penjumlahan Kerapatan Relatif (KR) dan Frekuensi Relatif (FR). Informasi pola distribusi untuk persebaran pranajiwa diperoleh dengan menggunakan pendekatan Kepangkatan Taylor mengikuti metode analisis Wihermanto, 2004).

$$b = \frac{n (\log x^2) (\text{Log } S^2) - (\log x^2) (\log S^2)}{n (\log^2 x) - (\log x)^2}$$

Keterangan:

- n : Jumlah lokasi pengamatan
- b : Pola dispersi (penyebaran)
- x : Jumlah rata – rata jenis
- S : Nilai varians seluruh jenis
- b < 0 : Pola distribusi teratur
- 0 < b < 1 : Pola distribusi acak
- b > 1 : Pola mengelompok

Principal Component Analysis (PCA) menggunakan program SPSS versi 26 dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor lingkungan yang paling berpengaruh di habitat pranajiwa pada masing-masing lokasi pengamatan. Faktor lingkungan yang digunakan dalam analisis adalah ketinggian tempat, kemiringan lereng, intensitas pencahayaan matahari, suhu udara, dan kelembapan udara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakteristik Habitat Pranajiwa di Bali dan Lombok

Karakteristik habitat pranajiwa di Bali dan Lombok mempunyai iklim yang sama yaitu kategori B (basah). Tipe iklim B merupakan daerah basah dengan ciri vegetasi hutan hujan tropis berdasarkan klasifikasi Schmidt dan Fergusson. Salah satu hutan hujan tropis menurut Whitmore (1984) adalah hutan pegunungan. Semakin tinggi suatu tempat di hutan pegunungan, suhu menjadi sejuk dan lebih lembab. Menurut Winarsih (2019) semakin tinggi suatu tempat maka suhunya semakin dingin. Hal ini sesuai dengan hasil data lingkungan tempat tumbuh pranajiwa untuk ketinggian tempat, suhu dan kelembapan (Tabel 1).

Tabel 1. Data lingkungan pranajiwa dipetak pengamatan habitat pranajiwa

Lokasi	Tipe iklim	Rata-rata dan rentang ketinggian tempat (m)	Rata-rata dan rentang suhu (°C)	Rata-rata dan rentang kelembapan (%)	Rata-rata dan rentang intensitas cahaya (lux)	Rata-rata dan rentang kemiringan lereng
Bali	B	1.458 (1.401-1.510)	20 (17-23)	80 (71-90)	475 (200-1.070)	curam (agak curam – sangat curam)
Lombok	B	1.268 (1.241-1.344)	21 (19-23)	80 (74-86)	400 (200-600)	agak curam (datar – agak curam)

Topografi tempat tumbuh pranajiwa di Bali dan Lombok berupa perbukitan dengan kemiringan lereng bervariasi dari datar–sangat curam. Intensitas cahaya di kedua lokasi lebih dari 200 lux dengan rata-rata 400 lux pada tempat yang banyak naungan. Tempat dengan intensitas cahaya 1.070 lux merupakan tempat terbuka dengan kondisi naungan pohon dan merupakan hutan yang rawan longsor seperti di Bali khususnya di Cagar Alam Batukahu sekitar Kebun Raya Eka Karya, Bedugul, Bali.

Tanah di petak pengamatan habitat pranajiwa berstruktur granuler. Tanah dengan struktur granuler atau remah, mempunyai porositas yang lebih tinggi dari pada tanah-tanah yang berstruktur *massive* (pejal) (Lasa *et al.*, 2018). Tanah dengan struktur granuler dan tekstur tanah pasir dan pasir berlempung mempunyai laju peresapan air yang lebih baik, kapasitas menyimpan airnya rendah, kandungan unsur hara cenderung rendah. Kondisi pH tanah di Bali dan Lombok yang agak masam ternyata tidak menghambat pertumbuhan pranajiwa. Kondisi pH tanah di CAB Bali sesuai dengan hasil temuan (Iryadi *et al.*, 2017). Begitu juga halnya pH tanah di lokasi TNGR Lombok berada sejalan dengan temuan Dharmawibawa *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa pH tanah di TNGR pada umumnya adalah agak masam.

Tabel 2. Sifat fisik dan kimia tanah dipetak pengamatan habitat pranajiwa

Parameter	Bali		Lombok	
	Rata-rata	Kategori	Rata-rata	Kategori
Struktur		Granuler		Granuler
Tekstur		Pasir		Pasir berlempung
pH	6,27	Agak masam	5,83	Agak masam
C-organik (%)	6,12	Sangat tinggi	3,72	Tinggi
KTK (cmol/kg)	23,26	Sedang	27,83	Tinggi
<i>Unsur Makro</i>				
N (%)	0,44	Sedang	0,55	Tinggi
P (ppm)	37,28	Sangat tinggi	0,06	Sangat rendah
K (ppm)	22,13	Rendah	0,24	Sangat rendah
Ca (ppm)	398,04	Tinggi	1,84	Sangat rendah
Mg (ppm)	53,83	Tinggi	0,65	Sangat rendah
S (ppm)	41,11		0,04	
<i>Unsur Mikro</i>				
Fe (ppm)	3,22	Sangat rendah	1,36	Sangat rendah
Mn (ppm)	1,63	Rendah	0,05	Sangat rendah
Cu (ppm)	0,57	Cukup	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
Zn (ppm)	1,82	Cukup	0,05	Defisiensi

Kandungan C-organik tanah di habitat pranajiwa termasuk kategori tinggi-sangat tinggi. Kondisi ini mempunyai peran yang penting dalam menyimpan air dan unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Kapasitas Tukar Kation tanah di lokasi penelitian termasuk kategori tinggi. Menurut Gunawan *et al* (2019) KTK merupakan salah satu sifat kimia tanah yang berkaitan erat dengan ketersediaan hara bagi tanaman dan menjadi indikator kesuburan tanah. Berdasarkan kandungan unsur makro dan mikro tanah, habitat pranajiwa di Bali pada umumnya mempunyai tingkat kesuburan yang lebih baik daripada di Lombok. Berdasarkan kriteria status kesuburan tanah yang dikeluarkan Pusat Penelitian Tanah (1995), lokasi CAB mempunyai status kesuburan yang sedang, sedangkan di lokasi TNGR mempunyai status kesuburan rendah (Tabel 2). Kondisi ini juga ditunjukkan dengan rendahnya unsur makro dan mikro di Lombok yang relatif

sangat rendah. Peran penting unsur hara mikro sebagai aktivator enzim, serta selalu dibutuhkan tanaman walaupun jumlahnya sedikit (Sudarmi, 2013).

b. Kelimpahan, Vegetasi Habitat dan Distribusi Pranajiwa

Hasil eksplorasi dan inventarisasi pranajiwa di Bali dan Lombok berupa kelimpahan jenis, tinggi, dan diameter pranajiwa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kelimpahan, tinggi tanaman, dan diameter rata-rata pranajiwa

Lokasi	Jumlah petak pengamatan	Jumlah individu total	Jumlah individu rata-rata	Tinggi tanaman rata-rata (cm)	Diameter rata-rata (cm)
Bali	12	481	40	63,8	0,6
Lombok	8	104	13	49,94	0,49

Kelimpahan pranajiwa di Bali lebih besar bila dibandingkan dengan kelimpahan di Lombok, dengan jumlah individu rata-rata per plot mencapai tiga kali. Kelimpahan yang tinggi di Bali disebabkan karena kondisi sifat tanah yang lebih baik dari habitat pranajiwa di Lombok, sehingga dapat memberikan kondisi tempat tumbuh yang lebih baik. Meskipun pranajiwa di Bali dan Lombok sama-sama tumbuh di kawasan konservasi, akan tetapi masyarakat sekitar kawasan konservasi mempunyai cara pandang yang berbeda terhadap kelestarian pranajiwa. Pranajiwa di Bali masih dianggap mistis, sedangkan di Lombok tidak demikian. Menurut mitos di Bali, buah pranajiwa merupakan makanan harimau penjaga di sekitar Pura, sehingga keberadaan pranajiwa akan lebih terjaga (Tirta *et al.*, 2010). Pranajiwa di Bali mempunyai tinggi tanaman dan diameter yang lebih besar dari pranajiwa di Lombok. Hal tersebut sesuai dengan temuan Krisnawati *et al.* (2018), bahwa pranajiwa di Lombok secara visual mempunyai penampilan yang tidak terlalu tinggi, tidak kekar, dan berbuah sedikit.

Pada petak pengamatan pranajiwa di Bali dan Lombok ditemukan 18 jenis pohon yang tergolong dalam 12 famili (Tabel 4). Myrtaceae merupakan famili yang ditemukan terbanyak berjumlah 5 jenis yaitu *S. glabratum*, *S. namosialangense*, *S. littorale*, *S. cerasiforme* dan *S. formosum*. Di Lombok, *S. formosum* merupakan jenis yang mendominasi di Lombok dengan nilai INP 12,23. Sebagaimana yang dilaporkan Mansur (2016), jenis tersebut banyak ditemukan di bawah ketinggian 1.200 m dpl dengan nama lokal Klokos udang karena memiliki batang berwarna merah tua dan kulit batangnya mengelupas seperti sisik udang. Selain itu jenis tersebut banyak ditemukan di lokasi dengan ketinggian di bawah 1.200 m dpl di kawasan hutan TNGR.

Tabel 4. Indeks nilai penting pohon di petak pengamatan habitat pranajiwa

Bali			Lombok		
Nama Ilmiah	Famili	INP	Nama Ilmiah	Famili	INP
<i>Syzygium glabratum</i> (DC.) Veldkamp	Myrtaceae	5,19	<i>Syzygium formosum</i> (Wall) Mason	Myrtaceae	12,23
<i>Syzygium namosialangense</i> Widodo & E. Lucas	Myrtaceae	4,73	<i>Platea excelsa</i> Blume	Pandanaceae	9,56
<i>Dyopsis Noronha</i> ex Mart	Aracaceae	4,63	<i>Cryptocarya densiflora</i> Blume.	Lauraceae	5,33
<i>Calamus ciliaris</i> Blume	Arecaceae	4,08	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R.Br.	Apocynaceae	3,45
<i>Glochidion macrostigma</i> Hook.f.	Phyllanthaceae	2,97	<i>Saurauia</i> sp.	Actinidiaceae	2,66

Bali			Lombok		
Nama Ilmiah	Famili	INP	Nama Ilmiah	Famili	INP
Syzygium littorale (Blume) Amshoff	Myrtaceae	2,23			
Syzygium cerasiforme (Blume) Merr & L.M.Perry	Myrtaceae	1,67			
Litsea albayana. S.Vidal	Lauraceae	1,49			
Ziziphus angustifolia (Miq.) Hatus. Ex	Rhamnaceae	1,11			
Toona sureni (Blume) Merr	Meliaceae	1,02			
Arytera litoralis Blume	Sapindaceae	0,93			
Stereospermum chelonoides (L.f.) DC.	Bignoniaceae	0,93			
Symplocos brandisii Koord. et Valetton	Symplocaceae	0,93			

Pada tingkat pertumbuhan tiang di petak pengamatan pranajiwa di Bali dan Lombok ditemukan 14 jenis tiang yang tergolong dalam 12 famili (Tabel 5). *A. javanica* merupakan jenis dengan nilai INP terbesar di Bali dan Lombok yaitu 23,16 dan 18,42. Hal tersebut menunjukkan dominansi tinggi dalam habitat pranajiwa di Bali dan Lombok sehingga jenis tersebut memiliki peluang tumbuh dan beregenerasi yang lebih baik dibandingkan jenis lainnya. Kulit batang *A. javanica* mempunyai manfaat sebagai obat cacar oleh suku Sasak di Lombok Barat dengan dicampur beras dan ditumbuk sebagai bahan pupuk (Jannah, 2008).

Tabel 5. Indeks nilai penting tiang di petak pengamatan habitat pranajiwa

Bali			Lombok		
Nama Ilmiah	Famili	INP	Nama Ilmiah	Famili	INP
Ardisia javanica A.DC.	Primulaceae	23,16	Ardisia javanica A.DC.	Primulaceae	18,42
Calamus caesius Blume	Arecaceae	4,08	Syzygium samarangense (Blume) Merr. & L.M.Perry	Myrtaceae	3,06
Polyosma integrifolia Blume.	Escalloniaceae	3,25			
Chionanthus ramiflorus Roxb	Oleaceae	3,15			
Croton sp.	Euphorbiaceae	1,85			
Pinanga sp.	Arecaceae	1,02			
Aglaia silvestris (M.Roem.) Merr	Meliaceae	0,93			
Nothaphoebe umbelliflora (Blume) Blume	Lauraceae	0,93			
Crotalaria micans Link	Fabaceae	0,93			
Debregeasia longifolia (Burm.f.) Wedd.	Urticaceae	0,93			
Cryptocarya agathophylla van der Werff	Lauraceae	0,93			
Ficus virens var. virens	Moraceae	0,93			

Bali			Lombok		
Nama Ilmiah	Famili	INP	Nama Ilmiah	Famili	INP
Flacourtia rukam Zoll. & Moritzi	Salicaceae	0,93			

Pada petak pengamatan pranajiwa tingkat pancang di Bali dan Lombok ditemukan 8 jenis pancang yang tergolong dalam 7 famili (Tabel 6). Di Bali *D. cantoniense*, *Uncaria* sp., dan *L. polyantha* merupakan jenis yang mempunyai INP paling besar. Di Lombok terdapat tiang lebih sedikit yaitu *T. radicans* dan *P. tectorius* tetapi dengan INP terbesar daripada yang lain. Seperti yang terlihat dilapangan bahwa *P. tectorius* banyak ditemui pada hutan Sebau TNGR pada ketinggian >1.200 m dpl.

Tabel 6. Indeks Nilai Penting pancang di petak pengamatan habitat pranajiwa

Bali			Lombok		
Nama Ilmiah	Famili	INP	Nama Ilmiah	Famili	INP
Disporum cantoniense (Lour.) Merr.	Colchicaceae	10,40	Toxicodendron radicans (L.) Kuntze	Anacardiaceae	12,23
Uncaria sp.	Rubiaceae	3,15	Pandanus tectorius Parkinson ex Du Roi	Pandanaceae	9,56
Lindera polyantha (Blume) Boerl.	Lauraceae	2,78			
Breynia racemosa (Blume) Mull.Arg.	Phyllanthaceae	0,93			
Cryptocarya ferrea var. ferrea	Lauraceae	0,93			
Hypobathrum frutescens Blume	Rubiaceae	0,93			

Pranajiwa berada pada tingkat semai dengan INP terbesar di lokasi Bali dan Lombok dengan nilai INP 58 (Tabel 7). Jenis yang mempunyai INP terbesar merupakan jenis yang paling dominan atau berarti jenis tersebut mempunyai tingkat kesesuaian terhadap tempat tumbuh yang lebih baik dibandingkan dengan jenis yang lain (Hidayati et al., 2019). Pada tingkat semai ditemukan 12 jenis dengan 11 famili. Selain pranajiwa, INP terbesar kedua adalah *E. cernua* di Bali dan Lombok dengan nilai 19,06 dan 28,70. *E. cernua* di TNGR banyak terdapat diketinggian mulai 1.000-2.000 m dpl dan juga jenis lainnya seperti pandan (*P. tectorius*), Alang-alang (*I. cylindrica*), dan Lumut Jenggot (*Usnea* sp.) yang merupakan ciri dari tipe hutan hujan tropis (BTNGR, 2017).

Tabel 7. Indeks Nilai Penting semai dipetak pengamatan habitat pranajiwa

Bali			Lombok		
Nama Ilmiah	Famili	INP	Nama Ilmiah	Famili	INP
Euchresta horsfieldii (Lesch.) Benn.)	Fabaceae	54,87	Euchresta horsfieldii (Lesch.) Benn.)	Fabaceae	58,97
Eulophia cernua (Willd.) M.W.Chase, Kumar&Schuit	Orchidaceae	19,06	Eulophia cernua (Willd.) M.W.Chase, Kumar&Schuit	Orchidaceae	28,70
Lycopodium volubile G.Forst.	Lycopodaceae	6,60	Nephrolepis sp.	Cycadaceae	20,54
Ixora havilandii Ridl.	Rubiaceae	3,06	Piper betle L.	Piperaceae	8,39

Bali			Lombok		
Nama Ilmiah	Famili	INP	Nama Ilmiah	Famili	INP
Rubus radula Weihe	Rosaceae	2,87			
Achasma coccineum (Blume) Valetton	Zingiberaceae	2,04			
Strobilanthes sp.	Acanthaceae	1,39			
Carex filicina Nees.	Cyperaceae	1,30			
Polystichum moluccense (Blume) T.Moore	Polypodaceae	1,11			
Ruellia amoena Sesse & Moc.	Acanthaceae	1,11			

Pola distribusi pranajiwa di Bali dan Lombok adalah mengelompok yang ditunjukkan dengan nilai pola distribusi >1 (Tabel 8). Pada kedua lokasi tersebut ditemukan meskipun pranajiwa tumbuh berjauhan, tetapi secara individu masih mengelompok dengan jumlah minimal 5 individu pranajiwa pada petak pengamatan baik yang berada di bawah naungan maupun tempat terbuka. Keberadaan individu pada suatu titik akan dapat meningkatkan peluang adanya individu lain pada suatu titik yang lain di sekitarnya. Dari proses tersebut dapat membentuk pola mengelompok karena bereproduksi dengan biji yang jatuh dekat dengan induknya atau rimpang yang dapat menghasilkan anakan vegetatif masih dekat dengan induknya (Rosentreter *et al.*, 1988).

Tabel 8. Pola distribusi pranajiwa di Bali dan Lombok

Lokasi	Nilai pola distribusi pranajiwa	Pola distribusi pranajiwa
Bali	4	Mengelompok
Lombok	3	Mengelompok

c. Faktor Lingkungan Habitat Pranajiwa

Variabel kondisi lingkungan tempat tumbuh pranajiwa memberikan pengaruh terhadap keberadaan pranajiwa pada habitat alaminya. Faktor lingkungan yang mempunyai pengaruh tinggi menentukan kesesuaian tempat tumbuh tanaman sebagai dasar upaya domestikasi pranajiwa. Domestikasi pranajiwa melalui teknik budidaya diharapkan mampu mengurangi ketergantungan masyarakat dalam memanen pranajiwa dari alam. Pada penelitian ini PCA digunakan untuk menentukan korelasi antar variabel, menentukan komponen utama, dan untuk mengurangi dimensi variabel sehingga dapat ditentukan variabel yang paling berpengaruh.

Tabel 9. Matriks korelasi Pearson antar variabel lingkungan pada petak pengamatan pranajiwa di Bali

Variabel	Kemiringan lereng	Suhu	Kelembapan	Ketinggian	Intensitas cahaya
Kemiringan lereng	1	-0,172	0,232	0,006	0,172
Suhu	-0,172	1	-0,817	-0,784	-0,182
Kelembapan	0,232	-0,817	1	0,720	0,117
Ketinggian tempat	0,006	-0,784	0,720	1	0,315
Intensitas cahaya	0,172	-0,182	0,117	0,315	1

Keterangan: Nilai dengan cetak tebal menunjukkan signifikan dengan nilai $\alpha=0.95$

Matriks korelasi Pearson antar variabel di Bali dan Lombok (Tabel 9 dan 10) menunjukkan bahwa antar variabel yang dianalisis mempunyai korelasi yang tinggi. Adanya korelasi antar variabel menunjukkan bahwa suatu informasi dapat hadir pada lebih dari satu variabel (Meshram & Sharma, 2017). Oleh karena itu, dimungkinkan untuk mengurangi dimensi variabel dengan tujuan praktis menggunakan PCA serta menentukan variabel yang paling berpengaruh.

Tabel 10. Matriks korelasi Pearson antar variabel lingkungan pada petak pengamatan pranajawi di Lombok

Variabel	Kemiringan lereng	Suhu	Kelembapan	Ketinggian	Intensitas cahaya
Kemiringan lereng	1	-0,651	-0,320	0,109	0,801
Suhu	-0,651	1	0,245	-0,087	-0,582
Kelembapan	-0,320	0,245	1	0,574	0,041
Ketinggian tempat	0,109	-0,087	0,574	1	0,096
Intensitas cahaya	0,801	-0,582	0,041	0,096	1

Keterangan: Nilai dengan cetak tebal menunjukkan signifikan dengan nilai $\alpha=0.95$

Hasil analisis PCA diperoleh dua komponen utama (F1 dan F2), baik di Bali maupun Lombok (Tabel 11 dan 12). Kedua komponen utama tersebut dapat menjelaskan keragaman data sebesar 74,5% (Bali) dan 80,3% (Lombok) dengan nilai *eigenvalue* lebih dari 1.

Tabel 11. Komponen utama hasil PCA di Bali dan Lombok

Lokasi	Komponen Utama	
	F1	F2
Bali		
<i>Eigenvalue</i>	2,668	1,059
Keragaman (%)	53,366	21,175
Keragaman Kumulatif (%)	53,366	74,541
Lombok		
<i>Eigenvalue</i>	2,427	1,590
Keragaman (%)	48,536	31,796
Keragaman Kumulatif (%)	48,536	80,332

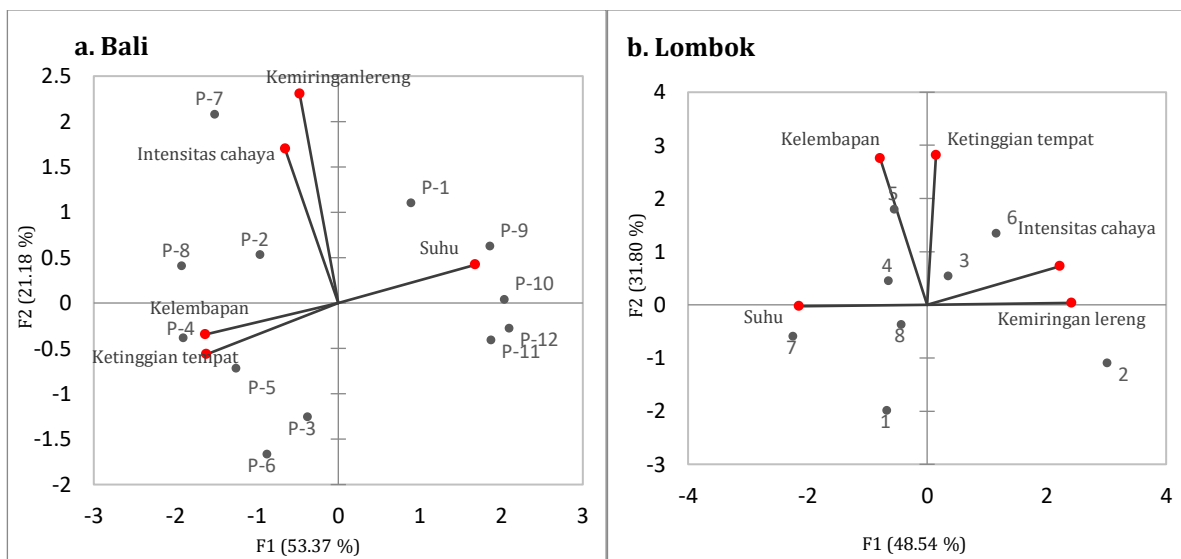
Tabel 12. Matriks faktor hasil PCA di Bali dan Lombok

Variabel	Bali		Lombok	
	Komponen Utama		Komponen Utama	
	F1	F2	F1	F2
Kemiringan lereng	-0.261	0.798	0.940	0.011
Suhu	0.927	0.146	-0.864	-0.008
Kelembapan	-0.901	-0.121	-0.306	0.868
Ketinggian tempat	-0.893	-0.197	0.058	0.885
Intensitas cahaya	-0.360	0.589	0.837	0.228

PCA juga menghasilkan matriks faktor yang menjelaskan korelasi antar variabel di setiap komponen utama (Tabel 12). Lokasi di Bali menunjukkan hasil komponen utama F1 terdapat korelasi yang tinggi antara variabel suhu, kelembapan, dan ketinggian tempat. Suhu berbanding

terbalik dengan kelembapan dan ketinggian tempat. Pada F2 variabel dengan korelasi tinggi adalah kemiringan lereng. Sedangkan di Lombok, F1 mempunyai korelasi dengan variabel kemiringan lereng, suhu dan intensitas cahaya. Sedangkan F2 mempunyai korelasi tinggi dengan variabel kelembapan dan ketinggian tempat.

Hasil PCA juga dapat digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik dominan habitat pranajawa berdasarkan variabel lingkungan yang dianalisis. Pada Gambar 1 disajikan biplot antara variabel dan titik pengamatan. Berdasarkan titik-titik pengamatan, lokasi ditemukannya pranajawa di Bali dicirikan oleh kondisi suhu (>20°C), ketinggian tempat (>1.400 m dpl) dan kemiringan lereng (>30%) yang curam. Penciri dominan lokasi habitat pranajawa di Lombok adalah kemiringan lereng, ketinggian tempat, dan suhu. Namun demikian mempunyai nilai dominan yang lebih kecil bila dibandingkan lokasi Bali khususnya untuk variabel kemiringan lereng (15%-30%) dan ketinggian tempat (<1.400 m dpl). Sedangkan variabel suhu habitat pranajawa di lokasi Lombok didominasi oleh suhu >20°C.



Gambar 1. Biplot hasil PCA lokasi pranajawa di Bali (a) dan Lombok (b).

Pada PCA juga ditentukan rotasi *Varimax* matriks faktor yang bertujuan untuk memperoleh korelasi antar variabel dan komponen utama yang optimal serta menentukan variabel lingkungan yang paling berpengaruh di habitat pranajawa. Berdasarkan hasil rotasi matriks faktor, diperoleh bahwa variabel yang paling berpengaruh di Bali adalah kemiringan lereng dan suhu, sedangkan variabel kemiringan lereng dan ketinggian tempat berpengaruh di Lombok (Tabel 13).

Tabel 13. Rotasi *Varimax* matriks faktor PCA di Bali dan Lombok

Variabel	Bali		Lombok	
	Komponen Utama		Komponen Utama	
	F1	F2	F1	F2
Kemiringan lereng	0,017	0,840	0,935	-0,093
Suhu	-0,930	-0,131	-0,833	0,085
Kelembapan	0,897	0,148	-0,208	0,874
Ketinggian tempat	0,912	0,072	0,156	0,897
Intensitas cahaya	0,172	0,668	0,884	0,130

Hasil analisis PCA menunjukkan bahwa kemiringan lereng, suhu, dan ketinggian tempat merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap Pranajiwa di Bali dan Lombok. Ketinggian tempat dan kemiringan lereng sering digunakan sebagai representasi tidak langsung untuk distribusi spesies atau vegetasi (Laamrani *et al.*, 2014), terutama di habitat pegunungan (Körner, 2007). Karakteristik topografi ini berkontribusi pada perbedaan spasial dari suhu lokal, curah hujan, dan sifat tanah, yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan vegetasi serta berpengaruh terhadap distribusi vegetasi secara spasial (Wang *et al.*, 2015; Zhong *et al.*, 2010). Ketinggian tempat dan kemiringan lereng juga memiliki peran penting secara hidrologis dalam mengendalikan aliran permukaan dan proses erosi yang mempengaruhi distribusi sifat tanah, terutama di lereng bukit (Babalola *et al.*, 2007; Liu *et al.*, 2015). Studi lain juga menemukan bahwa ketinggian tempat dan kemiringan lereng berkorelasi dengan distribusi nutrisi tanah dan ketersediaan air (Davies *et al.*, 2007; John *et al.*, 2007), sehingga mempengaruhi pola distribusi dan kelimpahan suatu spesies.

Variabel-variabel lingkungan dominan pada habitat pranajiwa di Bali (74,54%) dan Lombok (80,33%), mengindikasikan bahwa variabel dominan dapat menjelaskan lebih dari 50% keragaman dari variabel yang dianalisis. Variabel dominan dapat dijadikan dasar untuk upaya pengembangan pranajiwa di luar habitatnya. Manfaat dengan diketahuinya variabel dominan kondisi biofisik habitat pranajiwa dapat digunakan juga sebagai informasi karakteristik tempat tumbuh pranajiwa, khususnya di Bali dan Lombok. Oleh sebab itu, apabila akan dilakukan budidaya pranajiwa di luar habitat alaminya, sebisa mungkin kondisi lahan tanam sama atau mendekati kondisi habitatnya.

KESIMPULAN

Pranajiwa di CAB Bali tumbuh pada daerah perbukitan dengan kelerengan curam, ketinggian >1.400 m dpl, suhu 20°C, kelembapan 80%, dan pH tanah agak masam. Pranajiwa di TNGR Lombok tumbuh pada daerah perbukitan dengan kelerengan agak curam, ketinggian >1.200 m dpl, suhu 21°C, kelembapan 80%, dan pH tanah agak asam. Populasi pranajiwa hidup secara mengelompok dan keberadaannya di CAB Bali dipengaruhi oleh suhu dan kemiringan lereng, sedangkan di TNGR Lombok dipengaruhi oleh kemiringan lereng dan ketinggian tempat. Informasi ekologi ini mengungkap preferensi habitat pranajiwa sebagai faktor pendukung upaya konservasinya. Penelitian lebih lanjut terkait eksplorasi pranajiwa di lokasi lainnya yang terindikasi terdapat pranajiwa dan budidaya pranajiwa menggunakan teknologi terkini penting untuk dilakukan guna mendukung upaya konservasi dan pemanfaatannya secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu, Mataram sebagai pemberi dana serta Gipi Samawandana, staf Balai Konservasi Sumberdaya Alam Bali dan Taman Nasional Gunung Rinjani yang telah membantu pengambilan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Babalola, T. S., Fasina, A. S., & Peter, T. (2007). Relationship between soil properties and slope position in a Humid Forest of South Western Nigeria. *Agricultural Journal*, 2(3), 370–374.

- Balai Penelitian Tanah. (2005). *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- BKSDA Bali. (2020). *Cagar Alam Batukahu, Balai Konservasi Sumberdaya Alam Bali*. Akses 1 November 2021
- BTNGR. (2015). *Rencana Strategis Balai Taman Nasional Gunung Rinjani 2015-2019*. Balai Taman Nasional Gunung Rinjani. Direktorat KSDAE, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Mataram.
- BTNGR. (2017). *Profil ODTWA Taman Nasional Gunung Rinjani* (pp. 1–30). Balai Taman Nasional Gunung Rinjani, Direktorat KSDA, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Cahyaningsih, R., Phillips, J., Magos Brehm, J., Gaisberger, H., & Maxted, N. (2021). Climate change impact on medicinal plants in Indonesia. *Global Ecology and Conservation*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01752>
- Davies, K. W., Bates, J. D., & Miller, R. F. (2007). Environmental and vegetation relationships of the *Artemisia tridentata* spp. wyomingensis alliance. *Journal of Arid Environments*, 70(3), 478–494. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2007.01.010>
- Dharmawibawa, I. D., Imran, A., & Ulan, M. (2015). Keanekaragaman Jenis Ganoderma Kawasan Taman Nasional Gunung Rinjani (TNGR) Nusa Tenggara Barat. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 3(2), 61–65. <https://doi.org/10.33394/BJIB.V3I2.1421>
- Fachrul, M. F. (2007). Metode Sampling Bioekologi. In *Bumi Aksara, Jakarta*. Bumi Aksara.
- Gunawan, Wijayanto, N., & Wilarso Budi, S. R. (2019). Karakteristik Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburan Tanah Pada Agroforestri Tanaman Sayuran Berbasis *Wucalytus* Sp. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 10(02), 63–69.
- Hang Sun, & Larsen Kai. (2007). *Tribe Euchreste: Fabaceae (Leguminosae)* (Flora of China, Vol. 10). Science Press, Beijing China, and Missouri Botanical Garden Press. http://flora.huh.harvard.edu/china/mss/volume10/FOC_10_Fabaceae_all.pdf
- Hidayat, S., & Risna, R. A. (2007). Kajian Ekologi Tumbuhan Obat Langka di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. *Jurnal Biodiversitas*, 8(3), 169–173.
- Hidayati, A. N., Syahbudin, A., Adriyanti, D. T., Anam, A. A., & Salima, D. (2019). Peran Bulu (*Ficus elasticus*) Sebagai Upaya Konservasi Tanah dan Air di Hutan Bulupitu, Kebumen, Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 5(1), 66–70. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050113>
- Iryadi, R., Priyadi, A., & Darma, I. D. P. (2017). Penggunaan Citra Satelit untuk Mengetahui Persebaran *Dacrycarpus imbricatus* (Blume) de Laub. di Bukit Tapak, Cagar Alam Batukahu Bali. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 11(2), 130. <https://doi.org/10.22146/JIK.28277>
- Jannah, H. (2008). Pengobatan Tradisional Suku Sasak Berbasis Ilmiah Di Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Ilmiah Biologi "Bioscientist,"* 1(2), 116–125.
- John, R., Dalling, J. W., Harms, K. E., Yavitt, J. B., Stallard, R. F., Mirabello, M., Hubbell, S. P., Valencia, R., Navarrete, H., Vallejo, M., & Foster, R. B. (2007). Soil nutrients influence spatial distributions of tropical trees species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(3), 864–869. <https://doi.org/10.1073/pnas.0604666104>
- Körner, C. (2007). Climatic treelines: Conventions, global patterns, causes. *Erdkunde*, 61(4), 316–324. <https://doi.org/10.3112/erdkunde.2007.04.02>

- Krisnawati, Nandiri, R., & Rahayu, A. A. D. (2018). Karakteristik Tapak Pertumbuhan Pranajiwa (*Euchresta horsfieldii* (Lesch.) Benn Pada Habitatnya di Bali dan Lombok. *Prosiding Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia Ke 55: Merawat Tumbuhan Obat Menuai Manfaat*, 122–130.
- Laamrani, A., Valeria, O., Bergeron, Y., Fenton, N., Cheng, L. Z., & Anyomi, K. (2014). Effects of topography and thickness of an organic layer on the productivity of black spruce boreal forests of the Canadian clay belt region. *Forest Ecology and Management*, 330, 144–157. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.013>
- Lasa, Wardah, & Yusran. (2018). Sifat Fisik Tanah Pada Hutan Primer dan Padang Padeha di Dalam Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. *Jurnal ForestSains*, 16(1), 33–42.
- Lemmens, R. H. M. J., & Bunyapraphatsara, N. (2003). *Plant Resources of southeast Asia* (Vol. 3). PROSEA (12).
- Liu, Q. J., An, J., Wang, L. Z., Wu, Y. Z., & Zhang, H. Y. (2015). Influence of ridge height, row grade, and field slope on soil erosion in contour ridging systems under seepage conditions. *Soil and Tillage Research*, 147, 50–59. <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.11.008>
- Loewen, D. C., Allen, G. A., & Antos, J. A. (2001). Autecology of erythronium grandiflorum in western Canada. *Canadian Journal of Botany*, 79(4), 500–509. <https://doi.org/10.1139/cjb-79-4-500>
- Mansur, M. (2016). Struktur dan Komposisi Jenis-Jenis Pohon di Taman Nasional Gunung Rinjani bagian Selatan, Lombok, Nusa Tenggara Barat (Structure and Composition Tree Species in Southern of Rinjani Mountain National Park, Lombok, West Nusa Tenggara. *Jurnal Biologi Indonesia*, 12(1), 87–98.
- Meshram, S. G., & Sharma, S. K. (2017). Prioritization of watershed through morphometric parameters: a PCA-based approach. *Applied Water Science*, 7(3), 1505–1519. <https://doi.org/10.1007/s13201-015-0332-9>
- Mogea, J. P., Gandawidjaya, D., Wiriadinata, H., Nasution, R. E., & Irawati. (2001). *Tumbuhan Langka Indonesia*. Puslitbang Biologi LIPI-Seri panduan lapangan.
- Prihantini, A. I., Krisnawati, K., Rahayu, A. A. D., Nugraheni, Y. M. M. A., & Samawandana, G. (2018). Uji Fitokimia dan Aktivitas Antibakteri Tumbuhan Pranajiwa (*Euchresta horsfieldii* (Lesch.) Benn.). *Jurnal Ilmu Kehutanan*. <https://doi.org/10.22146/jik.40157>
- Pusat Penelitian Tanah. (1995). *Petunjuk Teknis Evaluasi Kesuburan Tanah* (Versi 1.0.1.REP 11, Vol. 14). Project CSAR Bogor.
- Rizal, R. (2017). *Analisis Kualitas Lingkungan* (Vol. 4). Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Kesehatan UPN Veteran Jakarta.
- Rosentreter, R., Barbour, M. G., Burk, J. H., & Pitts, W. D. (1988). Terrestrial Plant Ecology. *Journal of Range Management*, 41(3). <https://doi.org/10.2307/3899191>
- Sudarmi. (2013). Pentingnya Unsur Hara Mikro Bagi Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Widyatama*, 22(2), 178–183.
- Sutomo. (2009). Kondisi Vegetasi dan Panduan Inisiasi Restorasi Ekosistem Hutan di Bekas Areal Kebakaran Bukit Pohen Cagar Alam Batukahu Bali. *Biologi*, XIII (2), 45–50.
- Sutomo, & Mukarromah, L. (2010). Autekologi Purnajiwa (*Euchresta horsfieldii* (Lesch.) Benn. (Fabaceae) di Sebagian Kawasan Hutan Bukit Tapak Cagar Alam Batukahu Bali. *Jurnal Biologi*, XIV ((1)), 24–28.

- Tirta, I. G., Ardaka, I. M., & Darma, D. P. (2010). Studi Fenologi dan Senyawa Kimia Pronojiwo (*Euchresta horsfieldii* (Lesch.) Benn.). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*, 21(1), 28–36.
- Tjasyono, H. K. B. (2004). *Klimatologi*. ITB.
- Van Stenis C G G J. (2006). *Flora Pegunungan Jawa*. Pusat penelitian Biologi LIPI.
- Wang, B., Zhang, G., & Duan, J. (2015). Relationship between topography and the distribution of understory vegetation in a *Pinus massoniana* forest in Southern China. *International Soil and Water Conservation Research*, 3(4), 291–304. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.10.002>
- Whitmore, T. C. (1984). A Vegetation Map of Malesia at Scale 1:5 Million *Source: Journal of Biogeography*, 11(6), 461–471.
- Widyatmoko, D. (2019, April 27). Strategi Dan Inovasi Konservasi Tumbuhan Indonesia Untuk Pemanfaatan Secara Berkelanjutan. *Isu-Isu Strategis Sains, Lingkungan Dan Inovasi Pembelajarannya*.
- Wihermanto. (2004). Dispersi Asosiasi dan Status Populasi Tumbuhan Terancam Punah di Zona Submontana dan Montana Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. *Jurnal Biodiversitas* 5 (1) 17–22. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d050104>
- Winarsih, S. (2019). *Iklim*. ALPRIN (Sains).
- Zhong, L., Ma, Y., Salama, M. S., & Su, Z. (2010). Assessment of vegetation dynamics and their response to variations in precipitation and temperature in the Tibetan Plateau. *Climatic Change*, 103, 519–535. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9787-8>