

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

56f2493f376721ddedbd494a9bd8fd0cd15e204194490973a11c992292c71165

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

# KEANEKARAGAMAN *LICHEN* DI PUSAT PENDIDIKAN KONSERVASI ALAM BODOGOL, TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO

## *Diversity Of Lichens In Bodogol Nature Conservation Education Center, Gunung Gede Pangrango National Park*

Oleh:

**Wildan Anwari, Susi Sutjihati, Munarti**

Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Pakuan

[wildananwari@gmail.com](mailto:wildananwari@gmail.com)

Diterima 29-07-2021, direvisi 12-10-2021, disetujui 31-12-2021

### ABSTRAK

Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol (PPKAB) merupakan pusat konservasi yang berada di kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP). *Lichen* adalah kelompok organisme unik yang berasal dari hubungan simbiosis antara alga atau *cyanobacteria* dan jamur heterotrofik sehingga secara morfologis dan fisiologis merupakan satu kesatuan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman *lichen* yang ditemukan di PPKAB. Penelitian dilakukan di 4 stasiun penelitian yaitu di jalur Rasamala, jalur Curug Cikaweni, jalur Curug Cipadaranten dan jalur PPKAB. Pengambilan data dilakukan dari bulan Desember 2020 sampai bulan Juli 2021 menggunakan metode eksplorasi atau jelajah bebas. Hasil sampel yang didapatkan yaitu 3167 individu *lichen* dari 18 spesies yang termasuk kedalam 9 famili dengan dua tipe *thallus* yaitu crustose dan foliose. Famili Arthoniaceae, Phlyctidae dan Streocaulaceae merupakan famili yang paling banyak ditemukan di lokasi penelitian. Spesies yang paling banyak ditemukan yaitu *Cryptothecia striata*, *Lepraria incana* dan *Phlyctis argena*. Berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener menunjukkan kategori sedang. Indeks kemerataan termasuk kategori sedang dan indeks dominansi termasuk kategori rendah. Parameter abiotik berupa suhu, pH tanah, kelembapan dan intensitas cahaya tergolong normal yang mendukung habitat lichen di lokasi tersebut.

Kata Kunci : *Lichen*, Keanekaragaman, PPKAB

### ABSTRACT

*Bodogol Nature Conservation Education Center (PPKAB) is a conservation center located in Gunung Gede Pangrango National Park (TNGGP) area. Lichens are a unique group of organisms originating from a symbiotic relationship between algae or cyanobacteria and heterotrophic fungi which morphologically and physiologically united. This study aims to explore the diversity of lichens in PPKAB. This study was conducted at 4 research stations: Rasamala route, Cikaweni waterfall route, Cipadaranten waterfall route and PPKAB route. Data was collected from December 2020 to July 2021 using the free exploration method. The study found 3167 lichen individuals from 9 families dan 18 species with two type of thallus, crustose and foliose. The family of Arthoniaceae, Phlyctidae and Streocaulaceae were the most abundant species found in the research area. The most common species were Cryptothecia striata, Phlyctis argena and Lepraria incana. Based on Shannon-Wiener diversity index, the area has a medium diversity with moderate evenness index and low dominance index. Abiotic parameters such as temperature, soil pH, humidity and light intensity were normal which supported the lichen habitat in the area.*

Keyword : *Lichenes*, diversity, PPKAB

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan luas sekitar 9 juta km<sup>2</sup> yang terletak di kawasan tropis antara benua Asia dan benua Australia serta Samudra Hindia dan Samudra Pasifik yang terdiri atas sekitar 17.500 pulau dengan garis pantai sekitar 95.181 km.

(Kusmana & Hikmat, 2015). Letak geografis tersebut menjadikan Indonesia memiliki tingkat keanekaragaman hayati dan endemisitas yang sangat tinggi, Salah satunya adalah keanekaragamman jenis *lichen* (KLHK, 2018).

*Lichen* adalah kelompok organisme unik yang berasal dari hubungan simbiosis antara alga atau *cyanobacteria* dan jamur heterotrofik sehingga secara morfologis dan fisiologis merupakan satu kesatuan. Organisme jamur disebut sebagai *mycobiont* sedangkan organisme fotosintesis disebut sebagai *photobiont* (Nayaka & Upreti, 2013). *Lichen* adalah organisme yang tumbuh sangat lambat, bahkan hanya tumbuh beberapa sentimeter dalam setahun. *Lichen* dapat tumbuh di berbagai substrat dan dapat ditemukan secara luas dari dataran rendah hingga dataran tinggi dan dari kutub utara hingga daerah tropis. *Lichen* dapat tumbuh pada permukaan batu, batang kayu yang membusuk, pepohonan, tanah, di pinggir sungai maupun di tepi pantai (Roziaty, 2016a). Beberapa faktor seperti kelembapan, intensitas cahaya, ketinggian, suhu, pH tanah dan udara yang tidak tercemar sangat mempengaruhi keanekaragaman dan distribusi *lichen* di suatu wilayah (De Silva & Senanayake, 2015).

*Lichen* dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari diantaranya sebagai obat-obatan dan bahan pewarna pakaian. Menurut Kusmoro *et al.* (2018) *Lichen* mempunyai beberapa manfaat di antaranya yang berkhasiat medis adalah *Bulbothrix*, *Cladonia* dan *Usnea*. *Lichen* yang digunakan untuk bahan pewarna pakaian adalah *Hypogymnia*, *Lobaria*, *Peltigera*, *Usnea* dan *Parmotrema*. Sedangkan menurut Chander *et al.* (2019) spesies *Dermatocarpon vellerum* memiliki sifat anti mikroba dan dapat melawan patogen atau agen infeksi *Pseudomonas aeruginosa*, *Phaeophyscia hispidula* serta toleran terhadap polusi dan dapat menahan emisi dari kendaraan gas buang. Spesies *lichen* juga dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran udara suatu daerah (Kurniasih *et al.*, 2020). Menurut Septiana (2011), spesies *Collema flaccidum* memiliki manfaat sebagai antitumor, *Paltigera leucophaeobia* sebagai anti sel kanker payudara dan *Myelochroa aurulenta* memiliki manfaat sebagai anti

kanker leukimia. *Lobaria pulmonaria* bermanfaat untuk menyembuhkan penyakit paru-paru dan *Evernia prunastri* dimanfaatkan sebagai pembuatan sabun mandi dan parfum (Andrea *et al.*, 2018).

Penelitian mengenai keanekaragaman *lichen* di Indonesia masih sangat terbatas. Keanekaragaman *lichen* di Indonesia belum banyak dilaporkan sehingga data keanekaragaman *lichen* masih sangat rendah jika dibandingkan dengan data keanekaragaman tumbuhan lain. Berdasarkan pustaka dan koleksi spesimen herbarium yang disimpan di Herbarium Bogoriense hingga tahun 2017 tercatat sebanyak 512 jenis *lichen* yang tersebar di pulau-pulau besar Indonesia (Retnowati *et al.*, 2019). Dari jumlah total *lichen* yang terdapat di Indonesia, sekitar 330 spesies disimpan di Herbarium Bogoriense. Jumlah spesies *lichen* yang terdeskripsi di Indonesia baru mencapai 3% dari jumlah spesies di dunia (Widjaja *et al.*, 2014).

Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol (PPKAB) merupakan pusat konservasi yang berada di kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP). PPKAB didirikan oleh tiga lembaga yaitu *Conservation International* Indonesia (CII), Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP) dan Yayasan Alam Mitra Indonesia (ALAMI). PPAKB memiliki luas keseluruhan sekitar 2.600 hektar are (ha), sedangkan luas daerah studi area penelitian sekitar 300 ha yang berada di ketinggian antara 700-1.500 meter di atas permukaan laut (mdpl) dan memiliki topografi berupa perbukitan yang berjajar memanjang dari Timur ke Barat (Ario *et al.*, 2010).

Data keanekaragaman *lichen* di Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol (PPKAB) sampai saat ini masih belum diketahui. Hal ini terbukti dengan tidak ditemukannya hasil penelitian terkait *lichen*, buku referensi atau media sejenis yang spesifik membahas tentang keanekaragaman *lichen* di kawasan tersebut. Penelitian yang dilakukan

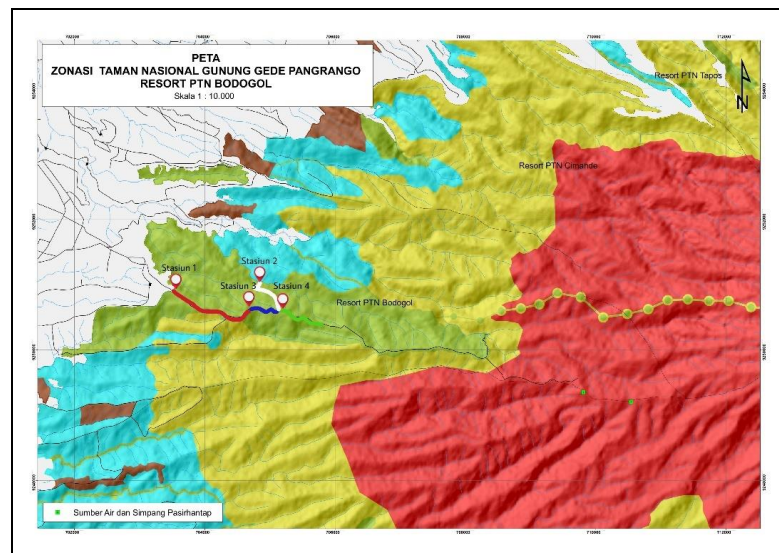
sebelumnya oleh Sukma *et al.* (2013) tentang jenis-jenis lumut kerak (*lichen*) di Kawasan TNGGP menunjukkan bahwa telah ditemukan sebanyak 18 spesies *lichen* yang termasuk kedalam 15 genus pada ketinggian 1500-2900 mdpl.

Mengingat belum ditemukannya data mengenai keanekaragaman *lichen* di PPKAB, oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keanekaragaman *lichen* di PPKAB. Diharapkan data ini dapat digunakan sebagai database di wilayah PPKAB dan memberikan informasi kepada masyarakat mengenai data keanekaragaman *lichen* di PPKAB.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai Desember 2020 sampai Juli 2021, di Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol (PPKAB), Desa Benda, Kecamatan Cicurug, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat, kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP). Titik koordinat lokasi pengambilan data yaitu  $6^{\circ}46'18.7''$  s.d  $6^{\circ}46'34.4''$  LS dan  $106^{\circ}50'29.8''$  s.d  $106^{\circ}51'22.5''$  BT. Lokasi Penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian  
*Figure 1. Study area map*

### B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah buku identifikasi *lichen* yaitu *Key to The Lichen Genera of Bogor, Cibodas and Singapore* (Sipman, 2005), *Keys to Lichens of North America* (Brodo, 2016), lup, *soil tester*, *Hygrometer*, *Luxmeter*, GPS, alat tulis, plastik spesimen, pinset, kamera, *thally sheet*, kertas label dan meteran. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel *lichen* yang ditemukan di lokasi penelitian.

### C. Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan adalah metode eksplorasi atau jelajah (*Cruise method*) yaitu

peneliti mengambil sampel *lichen* dengan cara menjelajah lokasi penelitian dan teknik pengambilan data secara *purposive sampling* yaitu teknik penentuan sampel dengan tujuan tertentu (Nastiti & Suryani, 2020). Pengambilan data dilakukan di 4 stasiun penelitian yaitu stasiun 1 di Jalur Rasamala dengan jalur penelitian sepanjang 1,8 kilometer, stasiun 2 di Jalur Curug Cikaweni dengan jalur penelitian sepanjang 800 meter, stasiun 3 di Jalur Curug Cipadaranten dengan jalur penelitian sepanjang 480 meter dan stasiun 4 di Jalur PPKAB dengan jalur penelitian sepanjang 200 meter.

Sumber data yang dikumpulkan meliputi data primer, data sekunder dan data parameter abiotik. Data primer merupakan data yang didapatkan melalui pengamatan langsung di lokasi penelitian meliputi nama spesies, jumlah spesies, dan tipe *thallus*. Data sekunder dikumpulkan melalui studi literatur yang relevan, sedangkan data parameter abiotik meliputi suhu, pH tanah, kelembapan dan intensitas cahaya.

#### D. Analisa Data

Keanekaragaman spesies *lichen* dianalisis dengan menggunakan indeks keanekaragaman ( $H'$ ), indeks kemerataan (E) dan indeks dominansi (D).

##### 1. Indeks Keanekaragaman ( $H'$ )

Tinggi rendahnya tingkat keanekaragaman suatu komunitas dapat dilihat dari indeks Keanekaragaman jenis (Shannon-Wiener). Indeks keanekaragaman jenis menurut Magurran (1988) sebagai berikut :

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

$$\text{dengan } p_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan :

$H'$  = Indeks keanekaragaman

$P_i$  = Kelimpahan relatif spesies

$N_i$  = Jumlah individu suatu jenis

$N$  = Jumlah total individu

Nilai dari  $H'$  dapat disimpulkan sebagai berikut :

$H' \leq 1$  = Keanekaragaman rendah

$1 \leq H' \leq 3$  = Keanekaragaman sedang

$H' \geq 3$  = Keanekaragaman tinggi

##### 2. Indeks Kemerataan (E)

Nilai indeks kemerataan jenis dapat menggambarkan kestabilan suatu komunitas. Nilai indeks kemerataan (E) berkisar 0-1. Semakin kecil nilai E atau mendekati nol, maka semakin tidak merata penyebaran organisme dalam komunitas tersebut yang

didominasi oleh jenis tertentu. Sebaliknya semakin besar nilai E atau mendekati satu, maka organisme dalam komunitas akan menyebar secara merata (Magurran, 1988). Indeks kemerataan dianalisis menggunakan rumus Evennes-Indeks (E) (Magurran, 1988) :

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

Keterangan :

E = Indeks kemerataan

$H'$  = Indeks keanekaragaman

$\ln S$  = Banyaknya spesies dengan nilai E berkisar 0-1

Nilai dari E dapat disimpulkan sebagai berikut :

$E < 0,4$  = Kemerataan populasi rendah

$0,4 < E < 0,6$  = Kemerataan populasi sedang

$E > 0,6$  = Kemerataan populasi tinggi

##### 3. Indeks Dominansi (D)

Indeks dominansi dianalisis menggunakan rumus *Dominance of Simpson* (Odum, 1993):

$$D = \frac{\sum [n_i]^2}{N}$$

Keterangan :

D = Indeks dominansi

$n_i$  = Jumlah individu setiap jenis

$N$  = Jumlah total individu

Nilai dari D dapat disimpulkan sebagai berikut :

$0 < D \leq 0,50$  = Dominansi rendah

$0,50 < D \leq 0,75$  = Dominansi sedang

$0,75 < D \leq 1,00$  = Dominansi tinggi

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Jenis dan Tipe *Thallus Lichen*

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada 4 stasiun penelitian di Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol (PPKAB), ditemukan 9 Famili, 10 genus dan 18 spesies *lichen* dengan jumlah total individu sebanyak 3178 individu. hasil pengamatan *lichen* disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Identifikasi *Lichen* di PPKABTable 1. *Lichen species in PPKAB*

No. (Number)	Famili (Family)	Nama Spesies (Species name)	Tipe Thallus (Thallus type)	Stasiun Penelitian (Study station)				Total (Σ)
				I	II	III	IV	
1	Arthoniaceae	<i>Cryptothecia striata</i>	Crustose	448	183	656	275	1562
		<i>Cryptothecia rubrocincta</i>	Crustose	11	-	-	-	11
		<i>Cryptothecia candida</i>	Crustose	36	-	-	-	36
2	Ramalinaceae	<i>Bacidia inundata</i>	Crustose	42	-	-	-	42
3	Graphidaceae	<i>Graphis scripta</i>	Crustose	5	-	4	-	9
4	Lecanoraceae	<i>Lecanora expallens</i>	Crustose	2	6	-	-	8
		<i>Lecanora</i> sp.	Crustose	19	7	-	-	26
5	Streocaulaceae	<i>Lepraria incana</i>	Crustose	43	398	19	26	486
		<i>Lepraria</i> sp.	Crustose	-	21	-	-	21
6	Phlyctidae	<i>Phlyctis argena</i>	Crustose	220	178	227	113	738
7	Thelephoraceae	<i>Cora pavonia</i>	Foliose	35	-	-	-	35
8	Celiciaceae	<i>Dirinaria applanata</i>	Foliose	-	6	-	-	6
		<i>Dirinaria picta</i>	Foliose	-	30	-	16	46
		<i>Dirinaria</i> sp.	Foliose	-	19	-	-	19
9	Parmeliaceae	<i>Flavoparmelia caperata</i>	Foliose	42	-	-	-	42
		<i>Parmotrema perlatum</i>	Foliose	-	-	-	50	50
		<i>Parmotrema tinctorum</i>	Foliose	-	8	2	15	26
		<i>Parmotrema reticulatum</i>	Foliose	3	12	-	-	15
Total individu/stasiun		18		906	868	909	495	3278

Sumber : diolah dari data primer

Berdasarkan hasil penelitian *lichen* di PPKAB ditemukan 18 spesies dari 9 famili. Sembilan famili tersebut adalah Arthoniaceae, Ramalinaceae, Thelephoraceae, Celiciaceae, Graphidaceae, Lecanoraceae, Streocaulaceae, Parmeliaceae dan Phlyctidae. Berdasarkan tabel 1, *Lichen* yang di temukan di PPKAB bertipe *thallus* crustose dan foliose. *Lichen* dengan tipe *thallus* crustose merupakan *lichen* yang sangat melekat erat pada substratnya, sedangkan *lichen* dengan tipe *thallus* foliose tidak begitu kuat menempel pada substrat sehingga mudah terlepas dari substratnya (Jannah & Hudayah, 2019).

*Lichen* dengan tipe *thallus* crustose paling banyak ditemukan di lokasi penelitian dibandingkan tipe *thallus* foliose (Tabel 1). Menurut Rasyidah (2018) *lichen* dengan tipe *thallus* crustose merupakan *lichen* yang paling resisten jika dibandingkan dengan tipe *thallus* *lichen* lainnya. Hal ini terjadi karena *lichen* dengan tipe *thallus* crustose terlindung dari potensi kehilangan air dengan bertahan pada substratnya, tipe *thallus* crustose ini memiliki

sifat melekat erat pada substratnya dengan tipe jaringan *thallus* *homoimerous* yaitu keadaan dimana *phycobiont* (alga) berada di sekitar hifa (Khastini, 2018). *Lichen* crustose memiliki tipe *thallus* seperti kerak, berukuran kecil, tipis, datar dan melekat pada substrat sehingga sangat sulit untuk dilepaskan (Trianto & Mada, 2020; Ruliansyah, 2014).

Adapun jenis *lichen* yang paling banyak ditemukan di Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol (PPKAB) berasal dari famili Arthoniaceae yaitu spesies *Cryptothecia striata* yang berjumlah 1562 individu. Spesies tersebut ditemukan di semua stasiun penelitian. Famili arthoniaceae merupakan salah satu famili *lichen* yang paling besar, terdapat sekitar 700 spesies *lichen* yang termasuk kedalam famili ini, famili arthoniaceae memiliki distribusi yang luas di wilayah tropis dan mempunyai kemampuan bertahan hidup pada berbagai macam substrat pohon (Lücking *et al.*, 2016 ; Fithri *et al.*, 2018).

Tabel 2. Indeks keanekaragaman, pemerataan dan dominansi *lichen*Table 2. Diversity index, evenness and dominance of *lichen*

Stasiun (Station)	Indeks Biologi (Biology Index)		
	H'	E	D
I	1,57	0,63	0,31
II	1,51	0,63	0,30
III	0,71	0,44	0,56
IV	1,27	0,71	0,38

Sumber : diolah dari data primer

Keterangan :

H' : Indeks Keanekaragaman

E : Indeks Kemerataan

D : Indeks Dominansi

Indeks keanekaragaman (H') *lichen* pada stasiun 1,2 dan 4 tergolong sedang, karena nilai  $H' < 3$ . Sedangkan indeks keanekaragaman stasiun 3 tergolong rendah. Indeks pemerataan pada stasiun 1,2 dan 4 tergolong tinggi.

Sedangkan indeks pemerataan stasiun 3 tergolong rendah. Indeks dominansi pada stasiun 1,2 dan 4 tergolong rendah dan indeks dominansi pada stasiun 3 tergolong sedang.

Tabel 3. Parameter lingkungan

Table 3. Environmental parameters

Stasiun (Station)	Parameter lingkungan (Environmental Parameters)			
	Suhu (Temperature)	pH Tanah (Soil pH)	Kelembapan (Humidity)	Intensitas Cahaya (Lux) (Light Intensity)
I	22 <sup>0</sup> C - 24 <sup>0</sup> C	6 – 7	74% - 95%	550 – 1874
II	20 <sup>0</sup> C - 23 <sup>0</sup> C	6,5 – 7	72% - 98%	557 – 1505
III	20 <sup>0</sup> C - 23 <sup>0</sup> C	6 – 7	78% - 92%	566 – 1794
IV	20 <sup>0</sup> C - 24 <sup>0</sup> C	6,5 – 7	73% - 86%	587 – 1634

Sumber : diolah dari data primer

## B. Keanekaragaman *Lichen* Pada Stasiun 1

Stasiun 1 merupakan jalur penelitian dengan tipe hutan yang banyak ditumbuhi berbagai vegetasi pohon. Stasiun 1 banyak ditumbuhi pohon seperti pohon rasamala (*Altingia excelsa*), pohon afrika (*Vernonia amygdalina*), pohon mahoni (*Swietenia mahagoni*), pohon damar (*Agathis damara*), pohon kiwalen (*Ficus ribes*), pohon kisireum (*Decaspermum paniculatum*), pohon bambu (*Bambusa* sp.) dan pohon kaliandra (*Calliandra calothyrsus*).

Pada stasiun 1 ditemukan sebanyak 906 individu yang terdiri dari 12 spesies. Spesies yang paling banyak ditemukan di stasiun 1 adalah *Cryptothecia striata* yang berjumlah 448 individu dan *Phlyctis argena* sebanyak 220 individu. Kedua spesies ini ditemukan di setiap substrat pohon. *Cryptothecia striata*

merupakan *lichen* dengan tipe *thallus* crustose, berbentuk bulat tipis, berwarna hijau hingga keabuan, bagian tepi *thallus* berwarna putih, memiliki bentuk *thallus* yang membulat dan melekat pada substrat (Ramadhanti *et al.*, 2021 ; Bungartz *et al.*, 2013). *Cryptothecia striata* dan *Phlyctis argena* di stasiun ini banyak menempel di berbagai macam pohon inang di antaranya pohon rasamala (*Altingia excelsa*), pohon afrika (*Vernonia amygdalina*), pohon mahoni (*Swietenia mahagoni*), pohon kisireum (*Decaspermum paniculatum*) dan pohon kaliandra (*Calliandra calothyrsus*). Hal ini sejalan dengan penelitian Fithri *et al* (2018), bahwa spesies *Cryptothecia striata* merupakan jenis *lichen* yang paling banyak ditemukan dan paling mendominasi di lokasi penelitian karena spesies ini memiliki distribusi yang luas di daerah tropis dan mampu hidup pada

berbagai substrat pada kulit pohon serta memiliki toleransi yang tinggi terhadap kualitas udara lingkungan.

Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) pada stasiun 1 tergolong sedang dengan nilai indeks sebesar 1,57. Nilai indeks keanekaragaman tergantung pada jumlah individu pada suatu spesies, jika suatu komunitas memiliki jumlah spesies yang tinggi dengan jumlah total seluruh individu yang sebanding, maka nilai keanekaragamannya akan semakin tinggi (Ahlunnisa *et al.*, 2016). Sedangkan indeks kemerataan (E) tergolong tinggi dengan nilai sebesar 0,63. Hal ini menunjukkan bahwa individu cenderung menyebar ke setiap jenis atau komunitas dan tidak ada yang mendominasi pada komunitas tersebut. Indeks dominansi di stasiun ini tergolong rendah dengan nilai sebesar 0,31.

### C. Keanekaragaman *Lichen* Pada Stasiun 2

Stasiun 2 merupakan jalur penelitian dengan tipe hutan yang didominasi oleh pohon pinus (*Pinus merkusii*), tetapi terdapat pohon lain juga seperti pohon mahoni (*Swietenia mahagoni*), pohon afrika (*Vernonia amygdalina*), dan pohon puspa (*Schima walichii*).

Pada stasiun 2 ditemukan sebanyak 868 individu yang terdiri dari 11 spesies *lichen*. Spesies yang paling banyak ditemukan pada stasiun 2 adalah *Lepraria incana* yang berjumlah 398 individu, *Cryptothecia striata* berjumlah 183 individu dan *Phlyctis argena* berjumlah 178 individu. Spesies *Lepraria incana* banyak ditemukan menempel pada substrat kulit pohon pinus (*Pinus merkusii*), karena stasiun ini merupakan tipe hutan yang didominasi oleh pohon pinus (*Pinus merkusii*) sehingga *lichen* dengan spesies *Lepraria incana* paling banyak ditemukan di stasiun ini. Hal ini sejalan dengan penelitian Anggraini (2017) mengenai Keanekaragaman *Lichen* di Hutan Pinus Kragilan bahwa spesies *lichen* *Lepraria incana* banyak di temukan pada substrat pohon pinus (*Pinus merkusii*) dan di

temukan di semua stasiun penelitian. Spesies *Cryptothecia striata* dan *Phlyctis argena* banyak di temukan menempel pada substrat pohon mahoni (*Swietenia mahagoni*).

Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) pada stasiun 2 tergolong kategori sedang dengan nilai indeks sebesar 1,52. Indeks Kemerataan (E) tergolong kategori tinggi dengan nilai indeks sebesar 0,63 dan indeks dominansi (D) tergolong kategori rendah dengan nilai indeks sebesar 0,30. Rendahnya indeks dominansi di stasiun ini menandakan tidak ada spesies yang mendominasi. Hal ini berbanding lurus dengan indeks kemerataan (E) yang tinggi di stasiun ini.

### D. Keanekaragaman *Lichen* Pada Stasiun 3

Stasiun 3 merupakan jalur penelitian dengan tipe hutan dengan vegetasi yang rapat, di sepanjang jalur ini banyak ditumbuhi pohon kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), pohon pinus (*Pinus merkusii*), pohon afrika (*Vernonia amygdalina*), pohon mahoni (*Swietenia mahagoni*) dan pohon puspa (*Schima walichii*).

Pada stasiun 3 ditemukan sebanyak 909 individu yang terdiri dari 5 spesies *lichen*. Spesies yang paling banyak ditemukan pada stasiun 3 adalah *Cryptothecia striata* yang berjumlah 656 individu. Spesies ini ditemukan di semua stasiun tetapi jika di bandingkan dengan stasiun lain, di stasiun 3 *Cryptothecia striata* memiliki jumlah individu yang paling banyak. *Cryptothecia striata* pada stasiun ini banyak ditemukan menempel pada pohon inang kaliandra (*Calliandra calothyrsus*).

Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) di stasiun 3 sebesar 0,71 yang tergolong kategori rendah. Rendahnya keanekaragaman disebabkan sedikitnya jumlah spesies yang ditemukan sehingga menyebabkan keanekaragaman berkurang serta proporsi jumlah individu masing-masing spesies yang tidak merata (Madjeni *et al.*, 2019). Hal ini terbukti bahwa di stasiun ini spesies *Cryptothecia striata* memiliki jumlah individu yang paling banyak



dibandingkan dengan spesies lain. Indeks pemerataan pada stasiun ini sebesar 0,44 yang tergolong kategori rendah. Nilai indeks pemerataan yang rendah menunjukkan bahwa spesies *lichen* yang terdapat di stasiun ini cenderung tidak menyebar dengan rata sehingga terdapat satu spesies *lichen* yang mendominasi pada suatu komunitas. Menurut Hasanah *et al.*, (2014) semakin kecil nilai indeks pemerataan menunjukkan penyebaran jumlah individu spesies tidak sama dan menunjukkan adanya salah satu spesies yang mendominasi pada suatu populasi. Sebaliknya semakin besar nilai indeks pemerataan menunjukkan jumlah individu setiap spesies sama atau merata. Indeks dominansi pada stasiun ini sebesar 0,56 yang tergolong kategori sedang. Hal ini disebabkan karena pada stasiun 3 didominasi oleh spesies *Cryptothecia striata*. Pada stasiun 3 *Cryptothecia striata* banyak menempel pada pohon inang kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), pohon inang ini banyak ditemukan di sepanjang jalur penelitian, hal ini yang menyebabkan *Cryptothecia striata* memiliki jumlah individu paling banyak dibandingkan dengan spesies lain.

#### **E. Keanekaragaman *Lichen* Pada Stasiun 4**

Stasiun 4 merupakan jalur pintu masuk kawasan PPKAB. Pohon rasamala (*Altingia excelsa*), pohon afrika (*Vernonia amygdalina*), pohon puspa (*Schima walichii*), pohon mahoni (*Swietenia mahagoni*), pohon hanjuang (*Cordyline fruticosa*), pohon padali (*Radermachera gigantea*), pohon kisireum (*Decaspermum paniculatum*) dan pohon manggong (*Macaranga rhizophoides*) banyak tumbuh di jalur ini.

Pada stasiun 4 ditemukan sebanyak 495 individu yang terdiri dari 6 spesies *lichen* (Tabel 1). Spesies yang paling banyak ditemukan pada stasiun 4 adalah *Cryptothecia striata* yang berjumlah 275 individu dan *Phlyctis argena* yang berjumlah 113 individu.

Kedua spesies ini ditemukan menempel di semua jenis pohon inang yang terdapat di stasiun ini. Hal ini yang menyebabkan kedua spesies ini memiliki jumlah individu yang paling banyak dibandingkan dengan spesies yang lainnya. Genus *Cryptothecia* banyak ditemukan di daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia, terdapat sekitar 68 spesies telah teridentifikasi (Jagadeesh Ram & Sinha, 2016 ; Neuwirth & Aptroot, 2016). Selain itu menurut penelitian Ramadhanti *et al.*, (2021) *Cryptothecia striata* memiliki distribusi yang luas dan banyak ditemukan diberbagai substrat kulit pohon dengan tekstur halus hingga kasar. Hal ini terbukti dengan banyak ditemukannya spesies *Cryptothecia striata* di stasiun ini. Spesies ini banyak menempel pada pohon inang puspa (*Schima walichii*), afrika (*Vernonia amygdalina*), mahoni (*Swietenia mahagoni*), kisireum (*Decaspermum paniculatum*), manggong (*Macaranga rhizophoides*) dan substart batu.

Spesies yang paling sedikit ditemukan di stasiun ini yaitu *Parmotrema tinctorum* yang berjumlah 15 individu. Spesies ini ditemukan menempel pada pohon inang Mahoni (*Swietenia mahagoni*). Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Ohmura *et al.*, 2009) *Parmotrema tinctorum* dapat dijadikan sebagai bioindikator kualitas udara, karena spesies ini sangat sensitif terhadap sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) sehingga spesies ini sangat jarang ditemukan diperkotaan dengan tingkat polusi tinggi yang di keluarkan oleh kendaraan bermotor.

Indeks keanekaragaman (H') di stasiun 3 sebesar 1,27 termasuk kategori sedang. Menurut Bordeaux, (2015) keanekaragaman dengan kategori sedang menandakan penyebaran jumlah individu tiap spesies sedang dan kestabilan komunitas sedang. Indeks pemerataan (E) tergolong tinggi dengan nilai 0,71 dan indeks dominansi tergolong rendah dengan nilai 0,38. Rendahnya indeks dominansi menandakan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi di stasiun ini.

## F. Parameter Lingkungan di PPKAB

Faktor abiotik seperti suhu, kelembapan, pH tanah, ketinggian, substrat dan intensitas cahaya dapat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan *lichen* di suatu wilayah (Hasairin *et al.*, 2019; Nayaka, 2014; Kuldeep & Prodyut, 2015). Suhu pada semua stasiun penelitian berkisar antara 20<sup>0</sup>C-24<sup>0</sup>C (Tabel 3). Menurut (Gauslaa, 1999; Bordeaux, 2015) *lichen* dapat tumbuh optimal pada suhu kurang dari 40<sup>0</sup>C, suhu di atas 40<sup>0</sup>C dapat menghambat aktivitas fotosintesis *lichen* karena dapat merusak klorofil pada *lichen*. Dilihat dari suhu di semua stasiun penelitian, PPKAB merupakan lokasi yang sesuai untuk pertumbuhan *lichen*.

Kelembapan pada semua stasiun penelitian berkisar antara 72%-98% (Tabel 3). Menurut (Monge-Nájera, 2019; Hardini *et al.*, 2018) Kelembapan dapat memengaruhi keanekaragaman *lichen* di suatu wilayah, semakin tinggi kelembapan maka semakin tinggi pula keanekaragaman *lichen* di suatu wilayah. Suhu dan kelembapan merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan *thallus lichen*. Kelembapan yang tinggi menandakan bahwa wilayah tersebut memiliki banyak kandungan air di udara, air tersebut diabsorpsi oleh *lichen* untuk proses metabolisme dan pertumbuhannya (Bordeaux, 2015). Hal ini sesuai dengan penelitian (Hardini *et al.*, 2018) bahwa suhu dan kelembapan berpengaruh terhadap pertumbuhan *lichen* yang ditemukan di Desa Banut Bolong, ditemukan sebanyak 14 spesies *lichen* dengan kelembapan 70% dan suhu 25<sup>0</sup>C dibandingkan dengan lokasi penelitian lainnya hanya ditemukan 7 sampai

10 spesies *lichen* dengan kelembapan 40%-50% dan suhu 33<sup>0</sup>C-34<sup>0</sup>C.

Intensitas cahaya dapat memengaruhi *lichen* dalam proses fotosintesis. Menurut (Showman, 1972) *lichen* dapat melakukan fotosintesis secara efektif dengan nilai intensitas cahaya terendah sekitar 1035 lux. Intensitas cahaya di semua stasiun penelitian masih mendukung bagi kehidupan *lichen* dengan nilai intensitas cahaya berkisar antara 550 lux – 1874 lux (Tabel 3). Penelitian yang dilakukan (Jannah & Untari, 2019) mengenai Taksonomi *lichen crustose* di Hutan Tahura R. Soeryo, Batu, Jawa Timur didapatkan sebanyak 20 spesies *lichen* dengan iklim mikro berupa Intensitas cahaya rata-rata  $\geq 1000$  lux, kelembapan rata-rata  $\leq 90\%$  dan suhu 18<sup>0</sup>C-19<sup>0</sup>C.

pH tanah di lokasi penelitian berkisar antara 6-7 (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa pH tanah di lokasi penelitian termasuk kedalam kategori tanah dengan pH netral. Tanah dengan pH netral berada pada angla 6,5 hingga 7,8 yang merupakan pH ideal kandungan senyawa organik, mikroorganisme, unsur hara dan mineral dalam kondisi optimal (Dinas Pertanian, 2021).

*Lichen* dapat tumbuh pada berbagai substrat, *lichen* dikatakan memiliki sifat endolitik karena *lichen* tidak hanya tumbuh di pepohonan akan tetapi *lichen* dapat tumbuh di atas permukaan tanah, terutama *lichen* yang tumbuh di daerah ekstrem seperti di daerah tundra, selain itu *lichen* juga dapat tumbuh menempel pada bebatuan, di gunung – gunung yang tinggi, di pinggir sungai maupun di tepi pantai (Roziaty, 2016b).

## IV. KESIMPULAN

Keanekaragaman *Lichen* di Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol (PPKAB) ditemukan 9 famili, 10 genus dan 18 spesies yang termasuk ke dalam tipe *thallus crustose* dan *foliose*. 18 spesies tersebut adalah

*Bacidia inundata*, *Cora pavonia*, *Cryptothecia candida*, *Cryptothecia rubrocincta*, *Cryptothecia striata*, *Dirinaria applanata*, *Dirinaria picta*, *Dirinaria* sp., *Graphis scripta*, *Lecanora expallens*, *lecanora* sp., *Lepraria incana*, *Lepraria* sp., *Flavoparmelia caperata*, *Parmotrema perlatum*, *Parmotrema*

*reticulatum*, *Parmotrema tinctorum*, dan *Phlyctis argena*.

Indeks keanekaragaman di PPKAB tergolong sedang dengan rata-rata nilai 1,55, indeks pemerataan tergolong sedang dengan rata-rata nilai 0,54 dan indeks dominansi tergolong rendah dengan rata-rata nilai 0,34.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahlunnisa, H. A. N., Zuhud, E. A. M., & Yanto, D. A. N. (2016). Keanekaragaman Spesies Tumbuhan Di Areal nilai Konservasi Tinggi (Nkt) Perkebunan Kelapa Sawit Provinsi Riau. *Media Konservasi*, 21(1), 91–98. <https://doi.org/10.29243/medkon.21.1.%p>
- Andrea, E. S., Zuhri, R., & Marlina, L. (2018). Identifikasi Jenis Lichen di Kawasan Objek Wisata Teluk Wang Sakti. *Jurnal Pendidikan Biologi Dan Biosains*, 1(2), 7–14. <http://journal.stkipypmbangko.ac.id/index.php/biocolony/article/view/103>
- Anggraini, L. I. (2017). *Keanekaragaman Lichen di Kawasan Hutan Pinus Kragilan Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ario, A., Supriatna, J., & Andayani, N. (2010). *OWA JAWA di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango*. Jakarta : Conservation International Indonesia.
- Bordeaux, C. Z. (2015). *Keanekaragaman Lumut Kerak Sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kebun Raya Cibodas, Kebun Raya Bogor dan Ecopark-LIPI Cibinong*. (Skripsi) Insitut Pertanian Bogor.
- Bungartz, F., Dután-Patiño, V. L., & Elix, J. A. (2013). The lichen genera *Cryptothecia*, *Herpothallon* and *Helminthocarpon* (Arthoniales) in the Galapagos Islands, Ecuador. *Lichenologist*, 45(6), 739–762. <https://doi.org/10.1017/S0024282913000522>
- Chander, H., . S., & Sanjna, D. (2019). Species Diversity of Lichens in Balh Valley of Himachal Pradesh, North Western Himalaya. *Journal of Biological and Chemical Chronicles*, 05(02), 32–40. <https://doi.org/10.33980/jbcc.2019.v05i02.005>
- De Silva, C. M. S. M., & Senanayake, S. P. (2015). Assessment of Epiphytic Lichen Diversity in Pine Plantations and Adjacent Secondary Forest in Peacock Hill , Pussellawa , Sri Lanka. *International Journal of Botany*, 5(2), 29–37.
- Diharapkan data hasil pebelitian yang dilakukan dapat digunakan sebagai database di wilayah PPKAB, dapat digunakan sebagai referensi awal untuk para peneliti yang akan meneliti *lichen*, dan memberikan informasi kepada masyarakat mengenai data keanekaragaman *lichen* di PPKAB.
- <https://doi.org/10.5923/j.ijmb.20150502.02>
- Dinas Pertanian, Buleleng. (2021). *Pengaruh pH Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman*. <https://distan.bulelengkab.go.id/>
- Fithri, S., Zuraidah, & Eriawati. (2018). Identifikasi Lichenes di Brayeun Kecamatan Leupung Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*.
- Gauslaa, Y. (1999). High-light damage in air-dry thalli of the old forest lichen *Lobaria pulmonaria*-interactions of irradiance, exposure duration and high temperature. *Journal of Experimental Botany*, 50(334), 697–705. <https://doi.org/10.1093/jexbot/50.334.697>
- Hardini, J., Kasiamdari, R. S., Santosa, & Purnomo. (2018). Diversity of Species Crustose Lichen of *Plumeria* spp. in Bali Island. *Jurnal Metaformosa*, (1) : 123-(ISSN : 2302-5697).
- Hasairin, A., Harsono, T., & Siregar, R. (2019). *Analysis of Vegetation Lichens of Corticolous on the Styrax Sp. in Aek Nauli Forest Simalungun and Tahura, Karo North Sumatera, Indonesia*. <https://doi.org/10.4108/eai.18-10-2018.2287323>
- Hasanah, A. N., Rukminasari, N., & Sitepu, F. G. (2014). Alinda N. Hasanah , Nita Rukminasari & Farida G. Sitepu. *Jurnal Ilmu Kelautan Dan Perikanan*, 24(1), 1–14.
- Jagadeesh Ram, T. A. M., & Sinha, G. P. (2016). A world key to *Cryptothecia* and *Myriostigma* (Arthoniaceae), with new species and new records from the Andaman and Nicobar Islands, India. *Phytotaxa*, 266(2), 103–114. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.266.2.4>
- Jannah, M., & Hudayah. (2019). *Keanekaragaman Lichen Sebagai Biomonitoring Kualitas Hutan Daerah Malang Propinsi Jawa Timur Sebagai Langkah Awal Pemanfaatan Lichen di Indonesia*. February.
- Jannah, M., & Untari, L. F. (2019). Taxonomy of Crustose Lichens in The Forest of Tahura R. Soeryo, Batu, East Java. *Biotropic : The Journal of Tropical Biology*, 3(1), 1–12.

- <https://doi.org/10.29080/biotropic.2019.3.1.1-12>
- Khastini, R. O. (2018). Ragam Liken Berdasarkan Ketinggian Dataran sebagai Bioindikator Kualitas Ekosistem di Cagar Alam Rawa Danau Serang Banten. *Biota*, 11(2), 107–122. <https://doi.org/10.20414/jb.v11i2.143>
- KLHK. (2018). Status Hutan dan Kehutanan Indonesia 2018. *Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI*. Jakarta : LIPI Press.
- Kuldeep, S., & Prodyut, B. (2015). Lichen as a Bio-Indicator Tool for Assessment of Climate and Air Pollution Vulnerability: Review. *International Research Journal of Environment Sciences*, 4(12), 107–117.
- Kurniasih, S., Prasaja, D., & Lestari, A. A. (2020). Potensi Liken Sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kawasan Sentul Bogor Potential of Lichen as a Bioindicator of Air Quality in Sentul Bogor Area. *JURNAL Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 6(1), 17–24.
- Kusmana, C., & Hikmat, A. (2015). The Biodiversity of Flora in Indonesia. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 5(2), 187–198. <https://doi.org/10.19081/jpsl.5.2.187>
- Kusmoro, J., Noer, I. S., Jatnika, M. F., Permatasari, R. E., & Partasasmita, R. (2018). Lichen diversity in geothermal area of Kamojang, Bandung, West Java, Indonesia and its potential for medicines and dyes. *Biodiversitas*, 19(6), 2335–2343. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190643>
- Lücking, R., Hodkinson, B. P., & Leavitt, S. D. (2016). The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota—Approaching one thousand genera. *Bryologist*, 119(4), 361–416. <https://doi.org/10.1639/0007-2745-119.4.361>
- Madjeni, H., Hendrik, A. C., & Bullu, N. I. (2019). Keanekaragaman Lumut Kerak ( Liken ) Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara Di Taman Wisata Alam Camplong Kabupaten Kupang. *Jurnal Pendidikan Sains Biologi*, 2(2), 65–72.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. New Jersey (US): Princeton University Press.
- Monge-Nájera, J. (2019). Relative humidity, temperature, substrate type, and height of terrestrial lichens in a tropical paramo. *Revista de Biología Tropical*, 67(1), 206–212. <https://doi.org/10.15517/RBT.V67I1.33948>
- Nastiti, K. A., & Suryani, T. (2020). Eksplorasi Dan Inventarisasi Tumbuhan Pteridophyta Di Kawasan Hutan Bagian Timur Lereng Gunung Merapi. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek Iii*, 384–390.
- Nayaka, S. (2014). Methods and Techniques in Collection, Preservation and Identification of Lichens. *Plant Taxonomy and Biosystematics: Classical and Modern Methods*, September, 101–128.
- Nayaka, S., & Upreti, D. K. (2013). *Lichens of Uttar Pradesh*. Uttar Pradesh State Biodiversity Board.
- Neuwirth, G., & Aptroot, A. (2016). *Cryptothecia stockeri* (Arthoniales, Arthoniaceae), a New Corticolous Lichen Species from the Seychelles . *Herzogia*, 29(1), 97–102. <https://doi.org/10.13158/heia.29.1.2016.97>
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi Edisi Ketiga*. UGM Press.
- Ohmura, Y., Kawachi, M., Kasai, F., Sugiura, H., Ohtara, K., Kon, Y., & Hamada, N. (2009). Morphology and chemistry of *Parmotrema tinctorum* (Parmeliaceae, Lichenized Ascomycota) transplanted into sites with different air pollution levels. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science Series B Botany*, 35(2), 91–98.
- Ramadhanti, Z. N., Inggit Amellia Harnum, Nadia Riza Pratiwi, Zahra Wihanifa Putri, Mieke Miarsyah, & Annisa Wulan Agus Utami. (2021). Inventarisasi Liken di Kawasan Kebun Raya Bogor. *Proceeding of Biology Education*, 4(1), 120–129. <https://doi.org/10.21009/pbe.4-1.11>
- Rasyidah. (2018). Kelimpahan Lumut Kerak ( Lichens ) Sebagai Bioindikator Kualitas Udara Di Kawasan Perkotaan Kota Medan. *Klorofil*, 1(2), 88–92.
- Retnowati, A., Rugayah, Rahajoe, J. S., & Arifiani, D. (2019). *Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan Jenis Tumbuhan dan Jamur Indonesia*. LIPI Press : Jakarta.
- Roziaty, E. (2016a). Lichen : Karakteristik Anatomis Dan Reproduksi Vegetatifnya. *Jurnal Pena Sains*, 3(1), 44–53.
- Roziaty, E. (2016b). Review : Kajian Lichen : Morfologi, Habitat Dan Bioindikator Kualitas Udara Ambien Akibat Polusi Kendaraan Bermotor. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 2(1), 54. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v2i1.1632>
- Ruliansyah. (2014). *Jenis-Jenis Lichen Pada Ekosistem Mangrove di Desa Lebo Kecamatan Parigi Kabupaten Parigi Moutong dan Implementasinya Sebagai*

- Media Pembelajaran Biologi*. (Skripsi) Universitas Tadulako, Palu.
- Septiana, E. (2011). Potensi Lichen Sebagai Sumber Bahan Obat: Suatu Kajian Pustaka. *Jurnal Biologi*, 15(1). <https://doi.org/10.24843/jbiounud>
- Showman, R. E. (1972). Photosynthetic Response with Respect to Light in Three Strains of Lichen Algae. *The Ohio Journal of Science*, 72(March), 114–117. <http://hdl.handle.net/1811/5685>
- Sukma, A., Triastinurmiatiningsih, & Ismanto. (2013). *Jenis - Jenis Lumut Kerak ( Lichen ) Di Kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango*. April.
- Trianto, M., & Mada, U. G. (2020). *Diversity of Lichen in Mangrove Forest of Tomoli Village Parigi Moutong*. *JBE*, 5(3), 140-150 <https://doi.org/10.32938/jbe>.
- Widjaja, E. A., Rahayuningsih, Y., Rahayoe, J. S., Ubaidillah, R., Maryanto, I., Walujo, E. B., & Semiadi, G. (2014). *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia 2014*. In *Igarss 2014* (Issue 1). Jakarta : LIPI Press.