

LIKEN LOBARIACEAE SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN UDARA DI BALAI KONSERVASI KEBUN RAYA CIBODAS

Lilis Supratman

Universitas Pakuan : Jalan Pakuan No. 1, Telepon (0251) 8375608/ fax (0251) 8375608/ Universitas Pakuan

lilis@unpak.ac.id

Lichen is a natural bioindicator agent that is often used as an air pollution alarm. The conservation center of the Cibodas Botanical Garden (CBG) is a nature reserve with the type of exitu conservation. Lichen as a biodiversity that is rarely researched is very much found in the KRC Conservation Center. The purpose of the study is to create a digital track record of the Lobariaceae family for 10 years which is presented quantitatively.. The research was conducted from May 2014 – May 2024. The observed lichens of the Lobariaceae family are *Lobaria pulmonaria*, *L. retigera*, *Pseudocyphellaria argyracea*, *P. crocata*, *P. aurata* and *Sticta*. The discovery point of *L. pulmonaria* increased by one point, namely on the trunk of the *Araucaria angustifolia* tree, *P. argyracea* increased by two points, namely the trunk of the *Rhadermachera* and *Lithocarpus pallidus*, *Sticta* there was no addition of the discovery point. The result of a talus transplant that survived up to 10 years, namely *L. pulmonaria* with an indicator that had a talus size twenty times with the original size of 1 cm² to ± 20 cm². The results of the transplantation of talus *P. crocata* and *Sticta* did not survive, so further transplantation for *L. pulmonaria* can be attempted to remain sustainable. The conclusion of the study was that *L. pulmonaria* is a talus that can be propagated to increase air pollution bioindicator agents, *Pseudocyphellaria* is the most resistant to air pollution, *Sticta* is the most sensitive to pollution.

Keywords : Lichen, CBG Bioindicator, *Lobaria*, *Pseudocyphellaia*, *Sticta*

Liken merupakan agen bioindikator alami yang sering digunakan sebagai alarm pencemaran udara. Balai konservasi UPT Kebun Raya Cibodas (KRC) merupakan cagar alam dengan tipe pelestarian eksitu. Liken sebagai keanekaragaman hayati yang jarang diteliti sangat banyak ditemukan di Balai konservasi KRC. Tujuan penelitian yaitu membuat rekam jejak digital liken famili Lobariaceae selama 10 tahun yang disajikan secara kuantitatif. Penelitian dilakukan dari bulan Mei 2014 – Mei 2024. Liken famili Lobariaceae yang diamati adalah *Lobaria pulmonaria*, *L. retigera*, *Pseudocyphellaria argyracea*, *P. crocata*, *P. aurata* dan *Sticta*. Titik penemuan *L. pulmonaria* bertambah satu titik yaitu pada batang pohon *Araucaria angustifolia*, *P. argyracea* bertambah dua titik yaitu batang pohon *Rhadermachera* dan *Lithocarpus pallidus*, *Sticta* tidak ada penambahan titik temuan. Hasil transplantasi talus yang survive hingga 10 tahun yaitu *L. pulmonaria* dengan indikator memiliki ukuran talus dua puluh kali lipat dengan ukuran semula 1 cm² menjadi ± 20 cm². Hasil transplantasi talus *P. crocata* dan *Sticta* tidak survive, sehingga bisa diupayakan transplantasi lanjutan untuk *L. pulmonaria* agar tetap lestari. Kesimpulan dari penelitian adalah *L. pulmonaria* merupakan talus yang dapat diperbanyak untuk meningkatkan agen bioindikator pencemaran udara, *Pseudocyphellaria* merupakan liken yang paling tahan terhadap pencemaran udara, *Sticta* merupakan liken yang paling sensitif terhadap pencemaran.

Kata Kunci : Liken, KRC, Bioindikator, *Lobaria*, *Pseudocyphellaia*, *Sticta*

PENDAHULUAN

Penelitian tentang keragaman liken di Indonesia penelitian masih sangat terbatas. Beberapa famili liken banyak yang memasuki tingkat kritis seperti *Lobariaceae* (Pandit dan Sharma 2012). Bahkan Herbarium Bogoriense, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) tidak memiliki koleksi liken famili *Lobariaceae*. Genus yang termasuk *Lobariaceae* meliputi *Lobaria*, *Pseudocyphellaria*, *Sticta* dan *Dendroscopula* (Brodo *et al.* 2001). Penelitian tentang *Lobariaceae* diantaranya dilakukan oleh Solehudin (2014, yang dimuat pada artikel ekowisata taman nasional Gunung Gede Pangrango) menemukan *L. pulmonaria* (1.500 mdpl) dan *Pseudocyphellaria* sp. (2.200 mdpl) di kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP).

Sulistijono *et al.* (2012, yang dimuat pada Laporan kuliah kerja lapangan yang dilakukan oleh mahasiswa Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang) menemukan *L. pulmonaria* di Cangar Batu, Malang. Supratman *et al.* (2016) menemukan *L. pulmonaria* dan *L. retigera* di KRC, Jawa Barat.

Purvis (2000) dan Brodo *et al.* (2001) menyatakan bahwa *Lobaria*, *Pseudocyphellaria* dan *Sticta* merupakan genus liken yang sensitif terhadap sumber polusi. Ellis dan Coppins (2007) menyatakan hal serupa bahwa *Lobaria* sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan. Pendapat ini diperkuat oleh Walser *et al.* (2002) menyatakan bahwa *Lobaria* merupakan liken yang sensitif terhadap polutan asam di atmosfer. Di Kebun Raya Cibodas (KRC), berdasarkan pengamatan secara visual dari tahun 2001 sampai dengan 2011 keberadaan *Lobaria* sangat jarang, bahkan di Perancis pohon yang ditumbuhi *Lobaria* dilindungi (van Haluwyn 1993). *Lobaria* juga sering kali digunakan sebagai bahan obat (Brodo *et al.* 2001). Berdasarkan informasi tersebut, maka keberadaan *Lobaria* sangat kritis sehingga perlu diteliti secara serius dengan melakukan pelestarian *Lobaria* melalui transplantasi.

Penelitian dilakukan dari bulan Mei 2014 – Mei 2024 dengan tujuan untuk :1) mendata dan mengkoleksi famili *Lobariaceae* sebagai liken langka, 2) menganalisis data populasi famili *Lobariaceae*, 3) menginformasikan pertumbuhan dan perkembangan transplantasi famili *Lobariaceae*.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Pemetaan dan transplantasi liken dilaksanakan dari bulan Juni 2013 sampai dengan Juni 2014 di UPT Balai Konservasi Kebun Raya Cibodas (KRC). Pengamatan makroskopik dan mikroskopik dilakukan di Laboratorium Terpadu Departemen Biologi, Fakultas MIPA, IPB. Pembuatan preparat permanen menggunakan metode parafin dilakukan di Laboratorium Morfologi, Anatomi dan Sitologi, LIPI Bakossurtanal, Cibinong.

Pemetaan Liken

KRC memiliki luas ± 125 ha dan terdiri dari 22 blok. Pemetaan liken dilakukan pada semua blok yang terdiri dari 3 724 pohon, termasuk tanaman koleksi maupun non-koleksi. Pemetaan liken menggunakan metode jelajah. Liken diperoleh dari seluruh luas batang pohon dengan ketinggian 0-2 m, kemudian setiap sampel dibuat herbarium untuk koleksi.

Identifikasi Liken

Identifikasi koleksi liken dari hasil pemetaan dilakukan sampai tahap spesies. Kunci identifikasi menggunakan Galloway *et al.* (2001) dan Ren *et al.* (2012). Untuk mengetahui struktur jaringan internal talus dilakukan pembuatan preparat jaringan segar dan preparat awetan. Parameter pengamatan identifikasi terdiri dari pengamatan makroskopik, mikroskopik dan uji reaksi kimia menggunakan KOH 10%. Pengamatan makroskopik yaitu morfologi talus meliputi warna talus, struktur permukaan talus, struktur vegetatif, dan organ reproduksi. Pengamatan secara mikroskopik yaitu mengamati struktur internal talus dan warna medula menggunakan mikrotom dan mikroskop cahaya. Uji reaksi kimia pada medula dengan melihat perubahan warna.

Frekuensi

Frekuensi merupakan jumlah pohon yang ditumbuhi setiap spesies *Lobariaceae* per jumlah pohon total. Frekuensi menggunakan rumus modifikasi (Dietrich dan Scheidegger 1997; Rugayah *et al.* 2004; Smith dan Smith 2007):

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Jumlah pohon yang ditumbuhi spesies } \textit{Lobariaceae}}{\text{Jumlah pohon total}} \times 100\%$$

Luas Permukaan Batang Pohon (LPBP)

Luas permukaan batang pohon dihitung berdasarkan rumus luas permukaan selimut tabung yaitu :

$$\text{LPBP} = 2\pi r t$$

Keterangan : r (jari-jari) = $K/2\pi$

t = tinggi pohon

K = keliling batang pohon (cm)

Keliling batang pohon diperoleh dengan melingkarkan tali rafia pada lingkaran batang pohon. LPBP dikonversi menjadi satuan m^2 .

Jumlah dan tutupan talus

Parameter populasi liken yang diamati antara lain penentuan jumlah talus, tutupan talus, dan frekuensi talus. Cara menentukan jumlah talus yaitu dengan menghitung seluruh talus pada permukaan batang pohon pada ketinggian 0-2 m. Cara menentukan tutupan talus Y dengan menggunakan plastik transparan berukuran 30 x 20 cm yang ditempelkan pada kulit batang pohon pada titik pengambilan sampel liken Y yang telah ditemukan, kemudian talus dijiplak dengan plastik. Setelah itu, hasil jiplakan talus liken Y digunting berdasarkan pola yang ada, kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik dan hasil penimbangan dijadikan sebagai berat talus liken Y. Berat talus liken Y dikonversi menjadi satuan cm^2 berdasarkan berat plastik transparansi berukuran 1 cm^2 (0.0149 g). Tutupan talus dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Tutupan talus} = \frac{\text{berat talus Y}}{0.0149 \text{ g}} \times 1 \text{ cm}^2$$

Jumlah talus dapat dinyatakan dalam persen yaitu dihitung berdasarkan jumlah talus dibagi dengan jumlah total talus dikalikan 100%. Tutupan Talus (TT) per pohon (cm^2) merupakan jumlah TT per pohon (cm^2). TT(cm^2) per 1 m^2 LPBP dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{TT}(\text{cm}^2) \text{ per } 1 \text{ m}^2 \text{ LPBP} = \frac{1}{\text{LPBP}} \times \text{TT per pohon}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemetaan famili *Lobariaceae* ditemukan tiga genus yaitu *Lobaria*, *Pseudocyphellaria* dan *Sticta*. *Lobaria* terdiri dari dua spesies yaitu *L. pulmonaria* dan *L. retigera*. *Pseudocyphellaria* terdiri dari empat spesies yaitu *Pseudocyphellaria* sp., *P. aurata*, *P. crocata* dan *P. argyracea*. *Sticta* terdiri dari tiga spesies yaitu *Sticta* sp2, *Sticta* sp1 dan *S. fillicina*.

Lobaria

Pada tahun 2014, *Lobaria* yang ditemukan terdiri dari *L. retigera* dan *L. pulmonaria* (Gambar 1) pada empat blok yaitu blok IA, II, IK dan IIIA yang terdiri dari 164 pohon. Sedangkan pada tahun 2024 bertambah 1 blok yaitu pada blok IVE (Tabel 1).

Tabel 1. Frekuensi Lobaria dari 3724 pohon

Tahun Ditemukan	Blok	Liken	Jumlah pohon yang ditumbuhi Lobaria	Frekuensi Lobaria per total pohon (%)
2014	IA	<i>Lobaria retigera</i>	2	0.11
	II	<i>L. retigera</i>	1	
	IK	<i>L. retigera</i>	1	
		Subtotal	4	
	IIIA	<i>L. pulmonaria</i>	1	
		Subtotal	1	0.03
	Total		5	0.14
2024	IA	<i>Lobaria retigera</i>	2	0.11
	II	<i>L. retigera</i>	1	
	IK	<i>L. retigera</i>	1	
		Subtotal	4	
	IIIA	<i>L. pulmonaria</i>	1	0.03
	IVE	<i>L. pulmonaria</i>	1	0.03
		Subtotal	1	
	Total		5	0.17
Kenaikan Frekuensi Temuan Lobaria				0.03



a



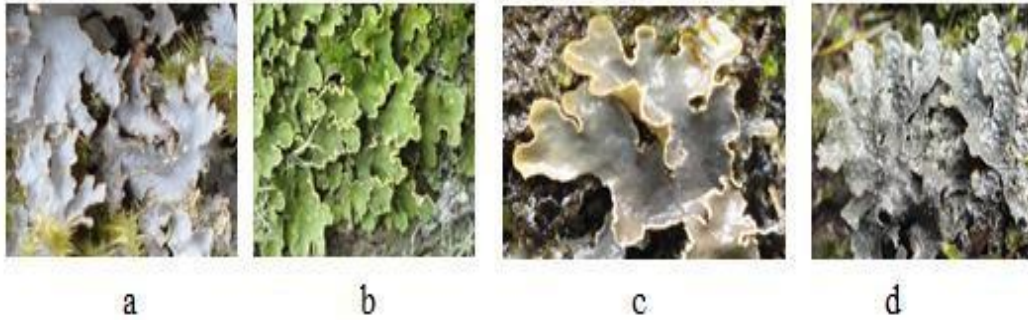
b

Gambar 1 Morfologi talus *Lobaria* : a. *Lobaria retigera*, b. *L. pulmonaria*

Perbedaan kedua spesies *Lobaria* dapat dideskripsikan antara lain talus *L. retigera* berwarna coklat kehijauan, melekat longgar pada substrat, memiliki soredium, rizin *squarrose*, tomentum berwarna hitam, fotobion sianobakteria dan medula berwarna putih kekuningan, Uji reaksi K-, C-, dan KC- tidak mengalami perubahan warna pada medula. Talus *L. pulmonaria* berwarna hijau, melekat erat pada substrat, soredium tidak terlihat, rizin tidak bercabang, tomentum berwarna coklat tua, fotobion ganggang hijau dan medula berwarna putih. Uji reaksi K+ pada medula *L. pulmonaria* menghasilkan warna merah, sedangkan uji reaksi C- dan KC- tidak mengalami perubahan warna.

Pseudocyphellaria

Pada tahun 2014 – 2024, *Pseudocyphellaria* yang ditemukan terdiri dari 4 spesies yaitu *Pseudocyphellaria* sp., *Pseudocyphellaria aurata*, *P. crocata* dan *P. argyracea* (Gambar 2) pada delapan blok yaitu blok IA, IK, IIA, IID, IVD, IVE, VIB dan VIC (412 pohon) dari 22 blok yang diamati (Tabel 2).



Gambar 2 Morfologi talus *Pseudocyphellaria* : a. *Pseudocyphellaria* sp., b. *Pseudocyphellaria aurata*, c. *P. crocata*, d. *P. argyracea*

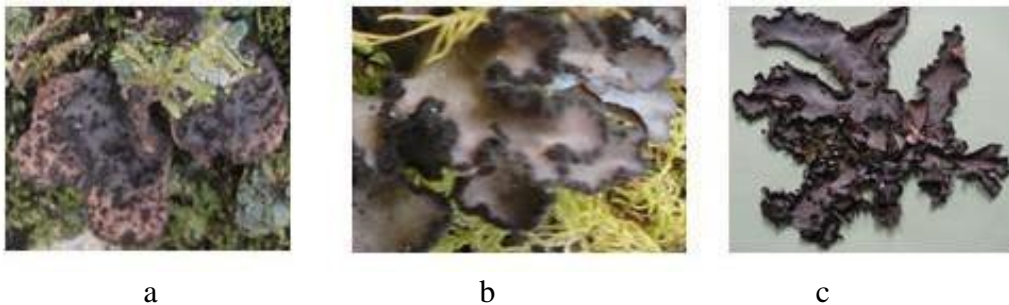
Perbedaan keempat spesies *Pseudocyphellaria* dapat dideskripsikan antara lain *Pseudocyphellaria* sp. memiliki talus berwarna keperakan, struktur permukaan talus atas halus, melekat longgar pada substrat, fotobion alga hijau, medula berwarna putih, *pseudocyphellae* berwarna kuning, tomentum berwarna coklat tua. Uji reaksi K⁺ pada medula menghasilkan warna kuning, sedangkan uji reaksi C⁻ dan KC⁻. Secara makroskopik dan mikroskopik banyak data dan informasi yang kurang cocok antar spesies pada kunci determinasi, sehingga penamaan belum memiliki kesimpulan hingga tingkat spesies.

Tabel 2. Frekuensi pseudocyphellaria dari 3724 pohon

Tahun Ditemukan	Blok	Liken	Jumlah pohon yang ditumbuhi <i>Pseudocyphellaria</i>	Frekuensi <i>Pseudocyphellaria</i> per total pohon
2014 - 2024	IA	<i>Pseudocyphellaria</i> sp.	1	0.03
	IIA	<i>Pseudocyphellaria</i> sp.	1	0.03
		Subtotal	2	0.06
	IA	<i>P. aurata</i>	1	0.03
	VIC	<i>P. aurata</i>	1	0.03
		Subtotal	2	0.06
	IA	<i>P. crocata</i>	1	0.03
	IK	<i>P. crocata</i>	1	0.03
	IVD	<i>P. crocata</i>	1	0.03
	IVE	<i>P. crocata</i>	1	0.03
	VIB	<i>P. crocata</i>	1	0.03
	VIC	<i>P. crocata</i>	1	0.03
		Subtotal	6	0.18
IK	<i>P. argyracea</i>	2	0.05	
IID	<i>P. argyracea</i>	1	0.03	
	Subtotal	3	0.08	
	Total	13	0.38	

Sticta

Pada tahun 2014 – 2024, *Sticta* yang ditemukan terdiri dari 3 spesies yaitu *Sticta sp2.*, *Sticta sp1*, dan *S. fillicina*, (Gambar 3) pada tiga blok yaitu blok IA, IF dan IK (85 pohon) dari 22 blok yang diamati (Tabel 3). Perbedaan ketiga spesies *Sticta* dapat dideskripsikan antara lain talus *Sticta sp1* berwarna coklat kehitaman, struktur permukaan talus atas halus, melekat longgar pada substrat, fotobion sianobakteria, medula berwarna putih kekuningan, cyphellae berwarna kuning, tomentum berwarna coklat kehitaman. Uji reaksi K⁺ (kuning), C⁻ dan KC⁺ (kuning).



Gambar 3. Morfologi talus : a. *Sticta sp2.*, b. *Sticta sp1*, c. *Sticta fillicina*

Tabel 3. Frekuensi *Sticta* dari 3724 pohon

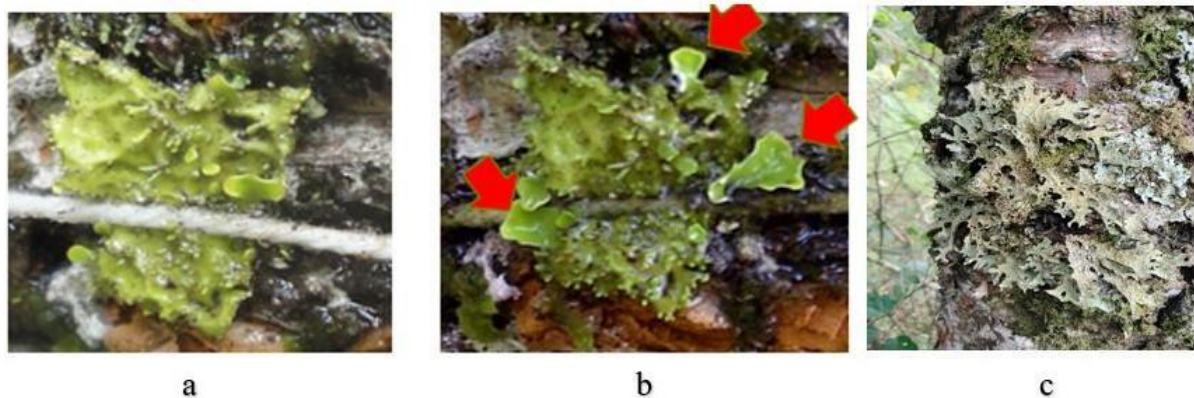
Tahun Ditemukan	Blok	Liken	Jumlah pohon yang ditumbuhi <i>Sticta</i>	Frekuensi <i>Sticta</i> per total pohon (%)
2014 - 2024	IA	<i>Sticta sp1</i>	1	0.027
	IK	<i>Sticta sp1</i>	2	0.054
		Subtotal	3	0.081
	IA	<i>Sticta sp2</i>	1	0.027
	IF	<i>Sticta sp2</i>	1	0.027
	IK	<i>Sticta sp2</i>	2	0.054
		Subtotal	4	0.108
	IK	<i>Sticta fillicina</i>	1	0.027
		Subtotal	1	0.027
		Total	8	0.215

Lobariaceae merupakan liken foliose yang sensitif terhadap polutan. Selain permukaan talus yang lebar, asesoris khas yang dimiliki tidak akan hadir jika sudah terpapar oleh polutan. Lobariaceae yang ditemukan mengalami peningkatan pada *L. pulmonaria* dan *L. retigera*. Sedangkan *Pseudocyphellaria* dan *Sticta* tidak ada penambahan titik penemuan. Hal ini membuktikan bahwa kualitas udara di wilayah KRC masih dalam kondisi baik. Penemuan *L. pulmonaria* pada lokasi baru, diduga ada spora yang menempel pada wilayah pohon *Araucaria* diblok IVE, dugaan kuat adalah spora terbawa oleh manusia atau angin atau hewan yang bisa terbang (dugaan kuat serangga atau kupu-kupu). Berdasarkan informasi Supratman *et. al.* (2016) telah ditemukan *L. pulmonaria* pada pohon *Araucaria bidwillii* pada tahun 2013, setelah sepuluh tahun kemudian, temuan *L. pulmonaria* masih ditemukan tapi ukuran talus tereduksi hingga 80%. Hal ini menandakan banyak hal yang harus dipertimbangkan demi kelestarian *L. pulmonaria*.

Hal ini bisa terjadi karena ulah manusia sebagai pengunjung, cuaca yang tidak bersahabat (curah hujan tinggi bisa meluruhkan liken yang menempel ada batang pohon), tingkat ketahanan talus sebagai liken yang sudah tua.

TRANSPLANTASI

Transplantasi *Lobaria* dilakukan pada *L. pulmonaria* pada ketinggian 0-1 m menggunakan substrat alami yaitu batang pohon *P. cerasoides*. Pada tahun 2013 – 2014 sebanyak 7 transplan (35%) untuk *L. pulmonaria*. Pertumbuhan transplan meningkat dari bulan Januari sampai dengan Juni 2014. Pertumbuhan transplan *L. pulmonaria* mengalami peningkatan yang sangat pesat pada bulan ke-35 dengan rata-rata tutupan talus 1.388 cm² (Gambar 4 - b). Hal ini diduga pertumbuhan dipengaruhi oleh tingkat kelembaban dan waktu adaptasi transplan terhadap substrat. Dalam pengamatan bulan ke-35 terdapat 5 transplan yang masih menempel pada substrat dengan luas permukaan yang bervariasi, sedangkan lima transplan lainnya tidak ditemukan pada substrat. Hal ini diduga karena tingkat curah hujan di KRC sangat tinggi sehingga transplan tidak dapat bertahan pada substrat atau hilang karena kesalahan manusia atau hewan.



Gambar 4. Transplan *L. pulmonaria* dari tahun 2013 (a), 2014 (b) dan 2024 (c)

Peningkatan luas tutupan *lobule* yang diamati pada *L. pulmonaria* sebesar 445.89% (0.0852 cm² menjadi 0.4651 cm²) selama 12 bulan. Peningkatan luas tutupan talus yang diamati pada *L. pulmonaria* sebesar 104.03% (1 cm² menjadi 2.0403 cm²) selama 12 bulan. Berdasarkan rerata maka pertumbuhan *L. pulmonaria* dinyatakan seluas 1 cm² setiap tahunnya. Hal ini diperkuat setelah sepuluh tahun kemudian, pada bulan Mei 2024 diamati *L. pulmonaria* hasil transplan terdapat 6 talus dengan masing-masing rerata luas tutupan talus sebesar 7 – 8 cm². Secara matematis, seharusnya luas transplan saat ini kurang lebih 10 cm², dengan melihat fakta di KRC, diduga hal ini dikarenakan cuaca yang kurang bersahabat, hewan pengganggu (serangga atau arthropoda yang mungkin mengkonsumsi talus *L. pulmonaria*), daya tahan talus untuk tetap bertahan.

KESIMPULAN

Lobariaceae merupakan liken langka yang patut dilestarikan sehingga fungsinya sebagai bioindikator alami tetap bisa dilakukan. *L. pulmonaria* merupakan salah satu genus yang berhasil ditransplantasi dibanding *Pseudocyphellaria* dan *Sticta*. Pertumbuhan talus sebesar 1 cm² merupakan kisaran yang sangat lambat sehingga melalui edukasi yang seksama diharapkan Masyarakat untuk tidak mengganggu kelestarian liken khususnya famili Lobariaceae.

DAFTAR PUSTAKA

- Brodo IM, Sharnoff SD, Sharnoff S. 2001. *Lichen of North America*. Connecticut (US): Yale Univ Pr.
- Dietrich M, Scheidegger C. 1997. Frequency, diversity and ecological strategies of epiphytic lichens in the Swiss Central Plateau and the pre-alps. *Lichenologist*. 29(3):237-258.
- Ellis CJ, Coppins BJ. 2007. Changing climate and historic woodland structure interact to control species diversity of the 'Lobarion' epiphyte community in Scotland. *J Vegeta Sci*. 18(5):725-734. Doi:1111/j.1654-1103.2007.tb02587.x.
- Galloway DJ, Kanvtvilas G, Elix JA. 2001. *Flora of Australia* (Lichens 3). Melbourne(AU): CSIRO.
- Pandit GS, Sharma BO. 2012. New records in the lichen family *Lobariaceae* from the Western Ghats of India. *Mycosphere*. 3(4):430-435. doi 10.5943.
- Purvis W. 2000. *Lichens*. Washington DC (US): Smithsonian Inst Pr.
- Ren MR, Wang, Xin YW, Koh YJ, Jae SH. 2012. Taxonomic study of the lichens genus *Lobaria* in South Korea. *Mycobiology*. 40(1):1-7.PMC3385151. doi: 10.5941/MYCO.2012.40.1.001.
- Rugayah, Widjaja EA, Praptiwi. 2004. *Pedoman Pengumpulan Data Keanekaragaman Flora*. Bogor (ID): Pusat Penelitian Biologi-LIPI.
- Smith RL, Smith TM. 2007. *Elements of Ecology*. San Fransisco (US): Benjamin Cummings.
- Supratman, L., Sudirman, L. I., Dharmaputra, O. S., 2016. Mapping and early transplantations of threatened *Lobaria* species in Conservation Center, Cibodas Botanical Garden. *Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol*. 4(5), 1-8. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcrbp.2017.405.001>
- Van Haluwyn C. 1993. *Guide des Lichens*. Paris (FR): Lechevalier.
- Walser JC, Zoller S, Büchler U, Scheidegger C. 2002. Species-specific detection of *Lobaria pulmonaria* (lichensized Ascomycete) diaspores in litter samples trapped in snow. *Mol Ecol*. 10:2129-2138.