

# Inventarisasi Awal Liken Langka, Sensitif dan Toleran sebagai Bioindikator Polutan di Kabupaten Belitung Barat

## Preliminary Inventory of Rare, Sensitive and Tolerant Lichens as Bioindicators of Pollutants in West Belitung Regency

LISDAR IDWAN SUDIRMAN<sup>1\*</sup>, DEVI RISVIA FITRI<sup>1</sup>, MEGGI RHOMADONA PURNAMA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680*

<sup>2</sup>*KULAT Conservation, Sijuk, Belitung 33414*

Diterima 21 Mei 2024/Diterima dalam Bentuk Revisi 22 Juni 2024/Disetujui 26 Juni 2024

The existence and population conditions of the rare, sensitive or tolerant lichens of *Lobaria*, *Coccocarpia*, *Coenogonium*, *Dictyonema*, *Pseudocyphellaria*, *Sticta*, *Usnea*, *Leptogium*, and *Parmotrema tinctorum* are not yet known in West Belitung Regency, so this research needs to be carried out. The method used in this research was exploratory descriptive with survey techniques and purposive sampling. The number of target lichen thallus was calculated from the entire area of the tree trunk with a height of 0-1.5 m. The lichens found in the Gunung Tajam area were *Coccocarpia* sp. with the highest number of thallus and the highest frequency of thallus (0.8%), followed by *Coenogonium* sp., *Leptogium* sp., and *Usnea* sp. with the same frequency of thallus (0.4%) while in the Batu Mentas area lichens were not found as the research target, but was dominated by fruticose lichen. *Parmotrema tinctorum*, the tolerant lichen, was not found at either location. The presence of sensitive lichens and the absence of tolerant lichens does not indicate that the locations have good air quality. It is recommended that the lichen population, especially *P. tinctorum*, be studied further so that air quality can be easily confirmed through the diversity and population of the lichens.

Key words: rare lichens, diversity, population, West Belitung

### PENDAHULUAN

Liken merupakan suatu organisme simbiosis mutualistik antara cendawan dan ganggang hijau dan/atau *cyanobacteria* (Sudirman 2015). Ganggang dapat menyediakan energi melalui proses fotosintesis dan cendawan menyediakan tempat perlindungan bagi ganggang (Kett *et al.* 2005). Liken dapat tumbuh di permukaan tanah, bebatuan, pepohonan bahkan pada permukaan-permukaan benda buatan manusia. Liken merupakan organisme yang mampu hidup di daerah ekstrem, seperti puncak gunung, padang pasir, dan daerah kutub (Roziaty 2016). Berdasarkan struktur dan bentuk talusnya, liken memiliki struktur talus yang bervariasi, yaitu *crustose* (seperti kerak), *foliose* (seperti daun), *fruticose* (seperti semak atau janggut), dan *squamulose* (seperti sisik).

Liken diketahui peka terhadap pencemaran udara dan telah digunakan sebagai biomonitor pencemaran udara dan panas bumi sejak awal abad ke-20 (Loppi dan Nascimbene 1998). Jika kualitas

udara di suatu lingkungan telah menurun maka beberapa jenis liken akan menghilang, liken yang sensitif menjadi berkurang atau langka seiring dengan meningkatnya konsentrasi polusi di udara (Roziaty 2016). Sifat liken yang sensitif dan toleran terhadap polutan dapat dijadikan bioindikator dalam melihat kualitas udara di suatu daerah. Liken sensitif merupakan jenis liken yang tidak dapat hidup atau hidupnya terhambat pada polusi udara yang rendah atau tinggi, sedangkan liken toleran merupakan jenis liken yang dapat hidup pada polusi udara rendah, sedang, dan tinggi (Cameron dan Richardson 2006; Saipunkaew *et al.* 2006).

Beberapa genus liken yang termasuk ke dalam liken langka dan sensitif, yaitu *Lobaria*, *Coccocarpia*, *Coenogonium*, *Dictyonema*, *Pseudocyphellaria*, *Sticta*, *Usnea*, dan *Leptogium*, sedangkan jenis liken yang termasuk ke dalam liken toleran, yaitu *Parmotrema tinctorum* (Rindita *et al.* 2015; Supratman *et al.* 2017; Safitri *et al.* 2020). Genus *Lobaria*, *Coccocarpia*, *Coenogonium*, *Pseudocyphellaria*, *Sticta*, *Usnea*, dan *Leptogium* telah ditemukan di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (Fitri *et al.* Belum publikasi), sedangkan

\*Penulis korespondensi:  
E-mail: [lisdarma@apps.ipb.ac.id](mailto:lisdarma@apps.ipb.ac.id)

*Parmotrema tinctorum* telah ditemukan di Taman Buah Mekarsari Bogor (Safitri *et al.* 2020).

Keberadaan dan populasi genus-genus liken *Lobaria*, *Coccocarpia*, *Coenogonium*, *Dictyonema*, *Pseudocyphellaria*, *Sticta*, *Usnea*, *Leptogium*, dan *Parmotrema tinctorum* belum diketahui di Kabupaten Belitung sehingga penelitian ini perlu dilakukan dan diharapkan dapat memberikan rekomendasi awal kondisi udara dan lingkungan di Belitung yang secara tidak langsung menunjang ekopariwisata. Untuk itu peran masyarakat diharapkan dapat melestarikannya karena disamping liken target tersebut dapat digunakan sebagai bioindikator polusi udara, juga bermanfaat sebagai bahan obat dan bagian dari bumbu masak. Penelitian ini juga menambah khasanah ilmu pengetahuan mengenai keragaman liken termasuk liken langka, sensitif dan toleran.

Pada penelitian awal ini pengaruh polutan terhadap liken dianalisis hanya berdasarkan keberadaan, jumlah talus dan frekuensi liken langka, sensitif dan toleran. Pengaruh polutan selanjutnya dapat dianalisis berdasarkan luas talus, analisis senyawa polutan talus seperti logam berat dan korelasi kedua data tersebut. Pola hubungan luas talus dan kandungan logam beratnya dapat memberi gambaran jenis liken tertentu sebagai bioindikator sensitif atau toleran (Safitriet *et al.* 2020). Disamping itu data kandungan logam berat pada talus liken dapat memberi informasi tentang keamanan pemberdayaan liken sebagai obat dan bahan pangan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada 16-28 November 2020. Pendataan liken dilakukan di Gunung Tajam (Gurok Beraye) dan Batu Mentas, Kabupaten Belitung Barat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif eksploratif dengan teknik survei. Teknik pengambilan sampel adalah purposive sampling. Jumlah talus liken dihitung dari seluruh luas batang pohon dengan ketinggian 0-1, 5 m.

Pengambilan sampel liken target (*Lobaria*, *Coccocarpia*, *Coenogonium*, *Dictyonema*, *Pseudocyphellaria*, *Sticta*, *Usnea*, *Leptogium*, dan *Parmotrema tinctorum*) dilakukan pada substrat pohon atau bebatuan di masing-masing lokasi pengamatan. Ciri khas masing-masing sampel liken target telah diketahui sebelumnya (Sipman 2003). *Lobaria*, talus foliose, dicirikan dengan permukaan talus yang beralur atau cekung seperti permukaan paru-paru; *Coccocarpia*, talus foliose, permukaan talusnya berlurik secara konsentris; *Coenogonium* dan *Dictyonema* dengan talus filamen; *Pseudocyphellaria*,

talus foliose dengan *pseudocyphellae*; *Sticta*, talus foliose, dengan *cyphellae*; *Usnea*, talus fruticose yang berbentuk silinder padat; *Leptogium*, talus foliose bergelatin; *Parmotrema tinctorum*, talus foliose, rhizine pada pinggir talus tidak ada. Pohon yang terdapat liken target, diukur setinggi 1,5 meter sebagai batas perhitungan jumlah talus liken. Sampel liken diambil untuk diidentifikasi secara morfologi dengan menggunakan cutter dan hand loupe. Pengambilan data lingkungan berupa suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya sebagai data tambahan menggunakan 4 in 1 environmental tester. Data koordinat dan ketinggian lokasi saat ditemukannya liken di lapangan diukur dengan menggunakan perangkat lunak Accurate Altimeter.

Analisis data berupa jumlah talus total (JTT) dan frekuensi ditemukannya liken (F). Jumlah talus total dihitung untuk mengetahui jumlah individu spesies liken pada masing-masing lokasi pengamatan. Frekuensi ditemukannya liken digunakan untuk mengetahui jumlah pohon yang ditumbuhi talus liken per jumlah total pohon yang diamati pada masing-masing zona. Frekuensi dihitung menggunakan rumus dengan modifikasi sebagai berikut (Rosyunita 2017):

$$F \text{ zona } n = \frac{\text{Jumlah pohon ditemukannya liken di zona } n}{\text{Jumlah total pohon yang diamati di zona } n} \times 100\%$$

## HASIL

**Liken Target di Gunung Tajam (Gurok Beraye) dan Batu Mentas.** Delapan jenis liken yang menjadi target pencarian di kawasan Gunung Tajam (Gurok Beraye) dan Batu Mentas telah ditetapkan, yaitu *Coccocarpia*, *Coenogonium*, *Dictyonema*, *Leptogium*, *Lobaria*, *Pseudocyphellaria*, *Sticta*, *Usnea*, dan *Parmotrema tinctorum*. Hasil penelitian yang diperoleh terdapat lima spesies liken langka dan sensitif di kawasan Gunung Tajam (Gurok Beraye). Jenis liken tersebut, yaitu *Coccocarpia* sp., *Leptogium* sp., *Coenogonium* sp., dan *Usnea* sp. (Gambar 1), sedangkan *Lobaria*, *Pseudocyphellaria*, *Sticta*, *Dictyonema*, dan *Parmotrema tinctorum* tidak ditemukan.

Liken *Coccocarpia* sp. memiliki tipe talus bentuk foliose dengan talus yang berwarna hijau kebiruan. Jika dalam keadaan kering, talus ini berwarna abu-abu. Talus tersebut memiliki lobus yang kecil membulat (Gambar 1A). Jika dilihat menggunakan hand loupe, tampak jelas bentuk annual rings atau striasi konsentris pada tepi permukaan atas lobus. *Leptogium* sp. memiliki talus dengan tipe foliose. Talus tersebut tipis, seperti kertas dan jika dalam keadaan basah akan menjadi, seperti jelly. Talusnya

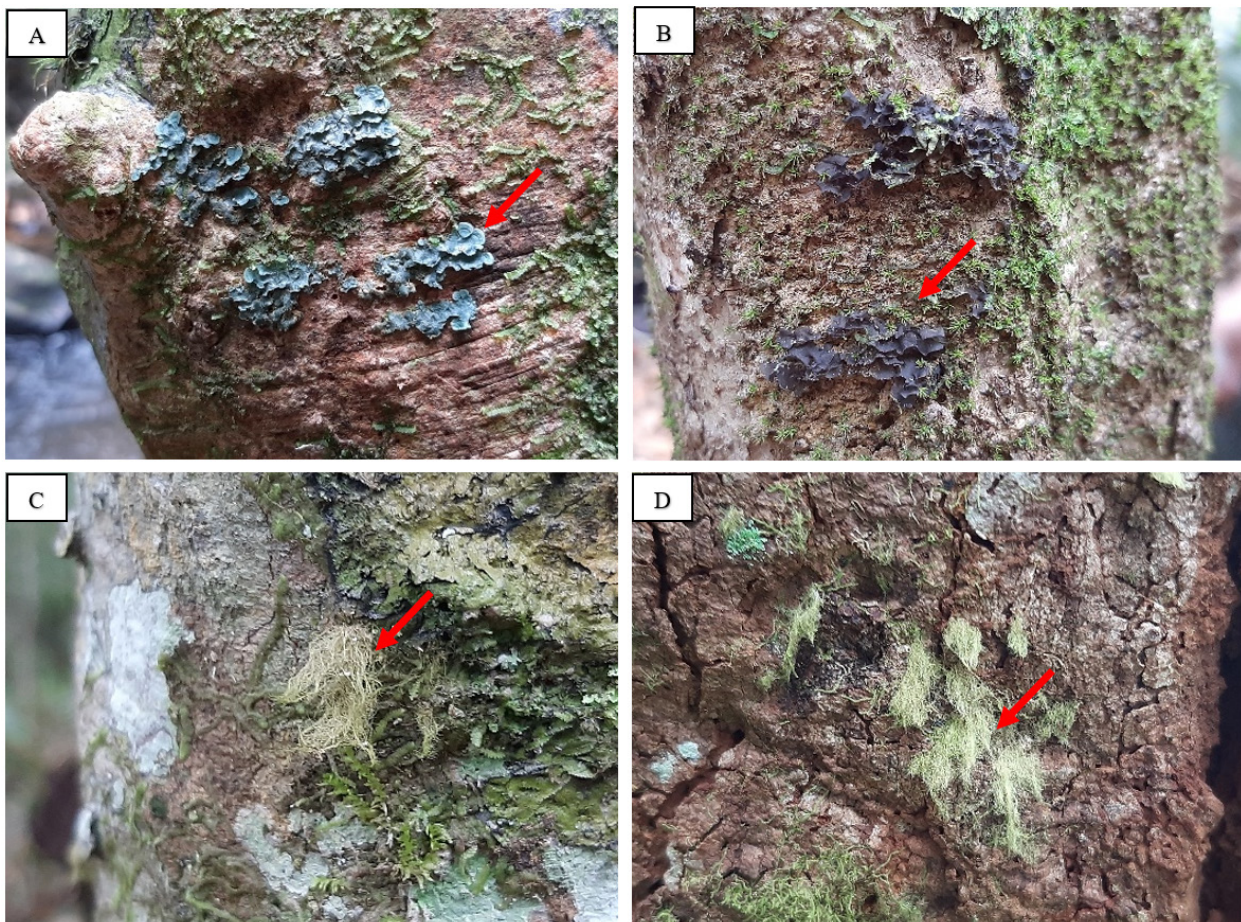
berwarna hitam dengan lobus yang berukuran cukup besar (Gambar 1B). *Usnea* sp. memiliki tipe talus fruticose yang tumbuh, seperti semak. Masyarakat lokal mengatakan liken ini dengan sebutan janggut angin karena biasanya liken ini berada di puncak gunung. Talus liken ini berwarna hijau pucat (Gambar 1C). *Coenogonium* sp. memiliki ciri talus filamentous. Talus tersebut memiliki warna hijau pucat (Gambar 1D).

Lokasi penelitian di Batu Mentas tidak ditemukan jenis-jenis liken target yang sudah ditetapkan, tetapi terdapat satu jenis liken yang dominan berada di lokasi tersebut. Liken tersebut, yaitu liken *fruticose* (seperti semak) dengan ukuran yang sangat kecil, tidak melebihi 2 cm, talus berwarna abu-abu (Gambar 2A). Liken tersebut belum bisa diidentifikasi secara morfologi sehingga perlu dilakukan identifikasi lebih lanjut. Talusnya memiliki percabangan yang dapat dilihat pada panah merah pada Gambar 2B. Liken ini banyak tumbuh di bebatuan. Liken *fruticose* bukan menjadi genus target pada penelitian ini, tetapi liken ini sangat mencolok dan unik yang berada di lokasi Batu Mentas.

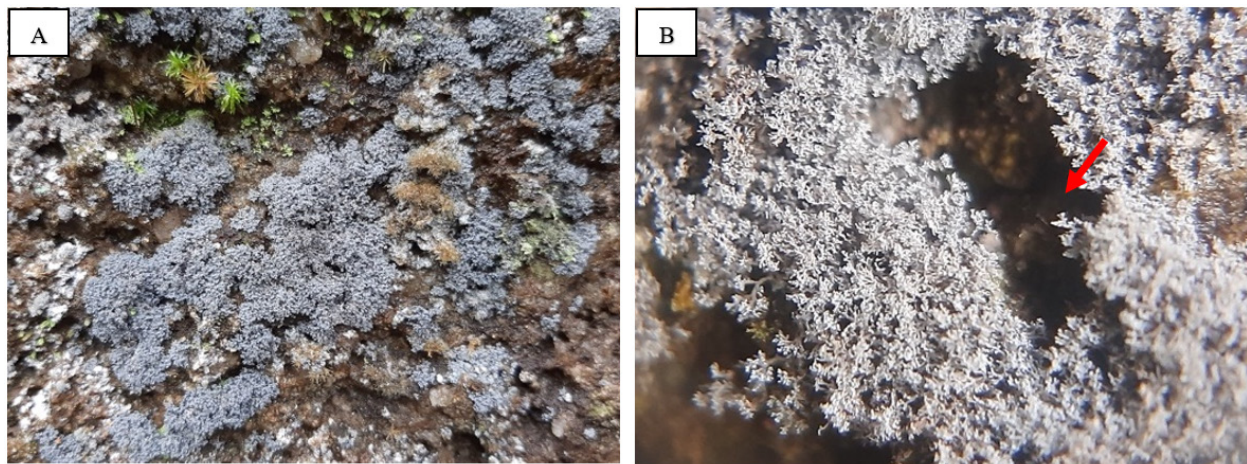
**Populasi Liken di Dua Lokasi Penelitian.** Liken yang ditemukan di Gunung Tajam (Gurok Beraye)

maupun di Batu Mentas dicatat keberadaan atau posisinya yang diukur berdasarkan titik koordinat dan ketinggiannya (Tabel 1). *Coccocarpia* sp. ditemukan pada ketinggian 215 m yang dekat dengan sungai dan ditemukan di Puncak Tajam pada ketinggian 475 m. Pada Puncak Tajam juga ditemukan *Coenogonium* sp. dan *Usnea* sp. pada ketinggian 421 m dan 474 m. *Leptogium* sp. ditemukan pada ketinggian 271 m. Liken *fruticose* yang belum teridentifikasi ditemukan di lokasi penelitian Batu Mentas pada ketinggian 63-70 m, di sekitar sungai dengan kisaran titik latitude 2°47'23"S-2°47'33"S dan longitude 107°50'14"E-107°50'16"E (Tabel 1).

Jumlah pohon yang diamati di masing-masing lokasi penelitian sebanyak 250 pohon. *Coccocarpia* sp. ditemukan di pohon *Syzygium* sp. dan pohon yang tidak diketahui namanya (Sp1) dengan jumlah talus secara berturut-turut sebanyak 36 dan 2 talus. *Coenogonium* sp. ditemukan pada pohon *Syzygium urceolatum* subsp. *Palembanicum* sebanyak 17 talus, *Leptogium* sp. ditemukan pada pohon Sp1 sebanyak 15 talus dan *Usnea* sp. ditemukan pada pohon *Hopea bilitonensis* sebanyak 4 talus. Pohon yang diamati di Batu Mentas tidak ditemukan liken yang menjadi target penelitian namun ditemukan liken *fruticose*



Gambar 1. Jenis-jenis liken langka dan sensitif di Gunung Tajam (Gurok Beraye): (A) *Coccocarpia* sp., (B) *Leptogium* sp., (C) *Usnea* sp., (D) *Coenogonium* sp.



Gambar 2. Jenis liken yang dominan di Batu Mentas (A) Talus liken *fruticose*, (B) panah merah menunjukkan percabangan talus (Dilihat menggunakan *hand loup*)

Tabel 1. Posisi liken di dua lokasi penelitian berdasarkan koordinat dan ketinggian

Nama spesies	Lokasi	Titik koordinat		Ketinggian (m)
		Latitude	Longitude	
<i>Coccocarpia</i>	Gurok Beraye	2°46'52"S	107°51'39"E	215
<i>Leptogium</i>	Gurok Beraye	2°46'53"S	107°51'57"E	271
<i>Coenogonium</i>	Gurok Beraye	2°47'06"S	107°52'16"E	421
<i>Usnea</i>	Gurok Beraye	2°47'08"S	107°52'22"E	474
<i>Coccocarpia</i>	Gurok Beraye	2°47'09"S	107°52'22"E	475
Liken <i>fruticose</i>	Batu Mentas	2°47'23"S	107°50'14"E	63
		-	-	-
		2°47'33"S	107°50'16"E	70

yang tumbuh pada substrat batu dengan jumlah talus total sebanyak 2220 talus (Tabel 2). Liken dengan frekuensi paling tinggi yang ditemukan pada pohon, yaitu *Coccocarpia* sebanyak 0,8% diikuti dengan *Coenogonium* sp. dan *Leptogium* sp. dengan frekuensi yang sama sebesar 0,4%. Meskipun jumlah talus *Usnea* sp. sangat sedikit, tetapi lebih mudah ditemukan dengan frekuensi 0,4%. Frekuensi liken *fruticose* yang tumbuh pada batu tidak dihitung karena bukan target penelitian sehingga hanya dihitung jumlah talusnya saja.

*Leptogium* selain ditemukan di Gurok Beraye juga ditemukan di luar lokasi penelitian, yaitu di sekitar pantai Tanjung Tinggi. *Leptogium* tersebut tumbuh pada substrat pohon maupun bebatuan, tetapi paling banyak tumbuh di bebatuan. Jumlah talus *Leptogium* di Tanjung Tinggi lebih banyak dibandingkan dengan di Gurok Beraye. Talus *Leptogium* tersebut berwarna hitam hingga hitam kehijauan. Selain itu, *Coccocarpia* juga ditemukan di sekitar Sijuk. Hal tersebut menunjukkan perlunya pendataan terkait jenis dan populasi liken di lokasi tersebut maupun di lokasi lain.

Iklim mikro pada lokasi penelitian di Gunung Tajam (Gurok Beraye) memiliki suhu udara sekitar 27-30°C, kelembapan udara sekitar 74-82%, dan intensitas cahaya sekitar 224-5030 lux. Iklim mikro

Tabel 2. Jenis-jenis substrat, jumlah talus, dan frekuensi liken di lokasi penelitian

Nama spesies	Substrat	Jumlah talus	Frekuensi jenis liken (%)
<i>Coccocarpia</i>	<i>Syzygium</i> sp.	36	0.8
	Pohon Sp1	2	
<i>Leptogium</i>	Pohon Sp2	15	0.4
<i>Coenogonium</i>	<i>Syzygium</i>	17	0.4
	<i>urceolatum</i>		
	subsp. <i>palembanicum</i>		
<i>Usnea</i>	<i>Hopea bilitonensis</i>	4	0.4
Liken <i>fruticose</i>	Batu	2220	-

pada lokasi penelitian di Batu Mentas memiliki suhu udara sekitar 29-31.9°C, kelembapan udara sekitar 69,7-78,7%, dan intensitas cahaya sekitar 477-7250 lux (Tabel 3).

## PEMBAHASAN

Populasi liken berdasarkan jumlah talus paling banyak, yaitu liken *fruticose* yang berada di Batu Mentas, sedangkan yang paling sedikit, yaitu *Usnea*. Berdasarkan informasi dari masyarakat lokal, diketahui bahwa *Usnea* atau janggut angin dulunya banyak terdapat di Puncak Tajam, tetapi sekarang jumlah

talusnya sedikit. Hal tersebut diduga salah satu penyebabnya, yaitu terjadinya perubahan iklim mikro di Gunung Tajam tersebut. Menurut Conti dan Cecchetti (2001), pertumbuhan liken tidak hanya dipengaruhi oleh polusi saja, tetapi dipengaruhi juga oleh beberapa faktor lingkungan, seperti suhu, kelembaban, dan kualitas udara.

Kondisi iklim mikro diukur di lokasi penelitian Gunung Tajam (Gurok Beraye) dan Batu Mentas terkait suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, dan kecepatan angin. Hal tersebut diharapkan dapat menggambarkan kondisi lingkungan pengamatan. Gunung Tajam memiliki kelembaban udara yang lebih tinggi, sedangkan suhu udara dan intensitas cahaya lebih rendah dibandingkan dengan kondisi lingkungan di Batu Mentas. Kecepatan angin di Gurok Beraye lebih tinggi dibandingkan dengan Batu Mentas. Kelembaban udara merupakan faktor yang mempengaruhi penyerapan liken terhadap air, nutrisi, dan bahan-bahan pencemar yang ada di udara. Kelembaban yang tinggi menunjukkan bahwa lokasi tersebut memiliki banyak kandungan air di udara. Air

tersebut diabsorpsi oleh liken untuk metabolisme dan pertumbuhan liken (Bordeaux 2015).

Selain iklim mikro, kualitas udara juga menentukan pertumbuhan liken. Kualitas udara di lokasi penelitian cenderung baik, didukung dengan ditemukannya liken langka dan sensitif, terutama *Usnea* dan *Coenogonium*, disamping lokasi tersebut sepi dari kendaraan bermotor, tetapi banyak pengunjung yang berkunjung ke lokasi tersebut. Penelitian perlu dilanjutkan untuk menduga kualitas udara di lokasi penelitian dengan berusaha menemukan *Parmotrema tinctorum* sebagai liken toleran terhadap logam berat Pb. Populasi *Leptogium* lebih tinggi di IPB University, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, dan Tanjung Tinggi dibandingkan dengan Gurok Beraye. *Coccocarpia* juga lebih tinggi populasinya di Kebun Raya Cibodas dan Gunung Gede Pangrango (belum dipublikasi). Keberadaan liken yang jumlahnya sedikit di Gurok Beraye diduga disebabkan juga oleh vandalisme yang dilakukan oleh pengunjung Gurok Beraye di beberapa pohon dan masih dilakukan pembakaran sampah di tempat lokasi penelitian baik di Gurok Beraye maupun Batu Mentas (Gambar 3).

*Parmotrema tinctorum* merupakan salah satu jenis liken toleran yang dapat ditemukan pada lokasi dengan kualitas udara yang kurang baik dengan kandungan logam berat Pb yang sangat tinggi. Pertumbuhan talus jenis liken ini tidak terpengaruh oleh tingginya kandungan Pb dengan luas talus yang justru lebih luas dibandingkan dengan luas talus liken dengan kandungan Pb lebih rendah (Safitri et al. 2020). Hasil yang sama diperlihatkan di Kebun Raya

Tabel 3. Kondisi iklim mikro di Gunung Tajam (Gurok Beraye) dan Batu Mentas

Parameter	Lokasi penelitian	
	Gunung Tajam (Gurok Beraye)	Batu Mentas
Suhu udara (°C)	27.6-30.0	29.1-31.9
Kelembaban udara (%)	74.0-82.3	69.7-78.7
Intensitas cahaya (lux)	224-5030	477-7250
Kecepatan angin (m/s)	0.0-3.2	0.0-0.1



Gambar 3. Vandalisme pada beberapa pohon di sekitar Gunung Tajam (Gurok Beraye) (atas). Pembakaran sampah di sekitar lokasi Gurok Beraye dan Batu Mentas (bawah)

Bogor (belum dipublikasi). *Parmotrema tinctorum* belum ditemukan di dua lokasi penelitian, meskipun demikian hal tersebut belum mengindikasikan bahwa lingkungan tersebut belum tercemar. Pola pertumbuhan *P. tinctorum* ini sedang diteliti di lokasi Belitung Timur, terutama di kawasan hutan mangrove. Pola hubungan luas talus dan kandungan Pb belum pernah diteliti pada *Lobaria*, *Pseudocyphellaria*, *Sticta*, dan *Dictyonema*, tetapi *Lobaria* sangat langka, beberapa spesies peneliti temukan di Kebun Raya Cibodas sekitar tahun 2001-2011 dan terakhir hanya ditemukan satu spesies (Supratman *et al.* 2017).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Pemerintah Daerah Kabupaten Belitung Barat yang telah mendanai dan memfasilitasi penelitian ini selama 16-28 November 2020 yang merupakan kerjasama antara Pemerintah Daerah Kabupaten Belitung Barat dengan Departemen Biologi, IPB University.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bordeaux CZ. 2015. Keanekaragaman lichen sebagai bioindikator kualitas udara di Kebun Raya Cibodas, Kebun Raya Bogor dan EcoPark LIPI Cibinong [Skripsi]. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Cameron RP, Richardson DH. 2006. Occurrence and abundance of epiphytic cyanolichens in protected areas of Nova Scotia, Canada. *Opusc Philolichenum* 3:5-14.
- Conti ME, Cecchetti G. 2001. Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment - a review. *Environ Pollut* 114:471-492. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(00\)00224-4](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(00)00224-4)
- Kett A, Dong S, Andrachuck H, Craig B. 2005. Learning with Lichens: Using Epiphytic Lichens as Bioindicators of Air Pollution. Toronto: Brook University.
- Loppi S, Nascimbene J. 1998. Lichen bioindication of air quality in the Mt. Amiata geothermal area (Tuscany, Italy). *Geothermics* 27:295-304. [https://doi.org/10.1016/S0375-6505\(98\)00003-0](https://doi.org/10.1016/S0375-6505(98)00003-0)
- Rindita, Sudirman LI, Koesmaryono Y. 2015. Air quality bioindicator using the population of epiphytic macrolichens in Bogor City, West Java. *HAYATI J Biosci* 22:53-59. <https://doi.org/10.4308/hjb.22.2.53>
- Rosyunita. 2017. Eksplorasi liken Parmotrema dan Usnea sebagai pewarna dan penghasil senyawa antibakteri di Kebun Raya Cibodas Kabupaten Cianjur Jawa Barat [Tesis]. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Roziaty E. 2016. Review : kajian liken : morfologi, habitat, dan bioindikator kualitas udara ambien akibat polusi kendaraan bermotor. *Bioeksperimen* 2:55-56. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v2i1.1632>
- Safitri RR, Sudirman LI, Koesmaryono Y. 2020. Exploration of *Parmotrema tinctorum* and *Leptogium* sp. lichens as bioindicator of air quality in Mekarsari fruit park. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* Bogor, Indonesia. Bogor (ID): IOP Publishing. p 1-9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/457/1/012006>
- Saipunkaew W, Wolseley PA, Chimonides PJ, Boonpragob K. 2006. Epiphytic macrolichens as indicator of environmental alteration in northern Thailand. *Lichenologist* 37:366-374. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.03.044>
- Sipman H. 2003. Key to the lichen genera of Bogor, Cibodas and Singapore. Tersedia di: <https://www.bgbm.org/sipman/keys/Javagenera.htm>. [Tanggal diakses: ... ..]
- Sudirman LI. 2015. Peran makhluk tersembunyi dan terabaikan bagi kesehatan dan lingkungan. *Dalam: Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan dan Lingkungan. 2019 Januari 29; Makassar; Indonesia*. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. p 2-7.
- Supratman L, Sudirman LI, Dharmaputra OS. 2017. Mapping and early transplantations of threatened *Lobaria* species in conservation center, Cibodas Botanical Garden. *International Journal* 4:1-8. <https://doi.org/10.20546/ijcrbp.2017.405.001>