

KEANEKARAGAMAN JENIS *LICHENES* SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS UDARA DI OBJEK WISATA WONO SRENI INDAH KOTA JEPARA

Titania Triska Ananda¹⁾, Fibria Kaswinarni²⁾, Rivanna Citraning Rachmawati³⁾

Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas PGRI Semarang

Email: titaniatrsikaa@gmail.com

Universitas PGRI Semarang, Jl. Sidodadi Timur No.24, Karangtempel, Kota Semarang.

Email: upgris@upgris.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis *Lichenes* di Objek Wisata Wono Sreni Indah. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kualitatif dan kuantitatif. Sampling dilakukan di 2 stasiun pengamatan yaitu di Sreni dan di jalan menuju Sreni. Pengambilan sampel di jalan menuju Sreni dilakukan dengan cara teknik purposive sampling sedangkan pengambilan sampel di Sreni dilakukan dengan metode transek dalam plot. Hasil penelitian didapatkan 16 spesies *Lichenes* dari 7 family dengan tipe thalus foliose dan crustose. Dapat disimpulkan bahwa indeks keanekaragaman di Sreni tergolong tingkat sedang, sedangkan indeks keanekaragaman di jalan menuju Sreni tergolong rendah. Indeks keanekaragaman *Lichenes* tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan meliputi suhu, kelembapan udara, dan intensitas cahaya.

Kata Kunci : Keanekaragaman Jenis *Lichenes*, Bioindikator, Wono Sreni Indah

ABSTRACT

This aims of the study is determine the variety of *Lichenes* species in the Wono Sreni Indah Tourism Object. The research method used is qualitative and quantitative. Sampling was carried out at 2 stations, namely at Sreni and on the road to Sreni. Sampling on the road to Sreni was carried out using a purposive sampling technique while at Sreni was using the transect method within the plot. The results showed 16 species of *Lichenes* from 7 families with foliose and crustose thallus types. It can be concluded that biodiversity index in Sreni is classified as moderate, while on the road to Sreni is classified as low. The *Lichenes* biodiversity index is influenced by environmental factors including temperature, humidity, and light intensity.

Keywords : Diversity of *Lichenes* species, bioindicator, Wono Sreni Indah

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Udara adalah komponen utama dalam proses kehidupan makhluk hidup. Akibat meningkatnya aktifitas manusia maka kualitas udara telah mengalami perubahan. Perubahan lingkungan khususnya kualitas udara umumnya disebabkan karena pencemaran udara (Roziaty, 2016). Keberadaan zat pencemar dalam udara dapat membahayakan makhluk hidup yang ada di bumi. Maka, upaya pemantauan kualitas udara sangat diperlukan.

Bioindikator adalah organisme atau respon biologis yang menunjukkan masuknya zat tertentu dalam lingkungan. Pada konteks pencemaran udara oleh polusi salah satu bioindikator yang dapat digunakan adalah *Lichenes* (Rahardjanto & Husamah, 2019). Morfologi *Lichenes* tidak memiliki lapisan kutikula, stomata dan organ absorptif yang membuat *Lichenes* harus bertahan hidup di daerah yang tercemar polusi udara. Menurut Hardini (2010), keanekaragaman *Lichenes* berfungsi sebagai bioindikator kualitas udara pada suatu daerah, dimana daerah yang sudah terpolusi hanya terdapat sedikit *Lichenes* dan *Lichenes* yang

memiliki kepekaan terhadap polusi udara akan menghilang.

Corticolous *Lichenes* adalah jenis *Lichenes* yang habitatnya melekat pada bagian permukaan kulit pohon. Objek Wisata Wono Sreni Indah merupakan hutan lindung yang terdapat di Jepara yang digunakan sebagai tempat wisata sehingga terdapat kendaraan yang melintas setiap harinya. Objek Wono Sreni Indah terdapat banyak pohon-pohon pinus tinggi yang teduh sebagai habitat dari *Lichenes*. Dimana *Lichenes* merupakan salah satu anggota dari tumbuhan tingkat rendah yang belum mendapatkan perhatian maksimal seperti anggota yang lainnya (Lusiana, 2018). Kondisi tersebut mendorong untuk optimalisasi pemanfaatan *Lichenes* sebagai bioindikator kualitas udara. Maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman jenis *Lichenes* sebagai bioindikator kualitas udara di Objek Wisata Wono Sreni Indah Kota Jepara.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman jenis *Lichenes* di Objek Wisata Wono Sreni Indah.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Objek Wisata Wono Sreni Indah dan di sepanjang jalan menuju Objek Wisata Wono Sreni Indah. Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2022. Subjek dalam penelitian ini yaitu semua jenis *Lichenes* yang melekat di substrat kulit batang pohon yang ada di Objek Wisata Wono Sreni Indah dan di sepanjang jalan menuju lokasi Objek Wisata Wono Sreni Indah Desa Bategede, Kecamatan Nalumsari, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah.

Pengambilan sampel ditentukan di dua area pengamatan, yakni di Objek Wisata Wono Sreni Indah dan di sepanjang jalan menuju lokasi Objek Wisata Wono Sreni Indah dengan jarak 10 km. Pengambilan sampel di sepanjang jalan dilakukan dengan cara teknik purposive sampling yaitu, dengan pengambilan secara langsung dan terpilih di permukaan kulit pohon yang terletak di kanan dan kiri badan jalan di 5 tempat yaitu 2 plot jalan raya nalumsari, 2 plot jalan nalumsari ngetuk, dan 1 plot jalan bandung raya. Setelah memperoleh pohon inang selanjutnya diamati sampel *Lichenes* yang ditemukan, diidentifikasi, dan didata jumlah *Lichenes* pada pohon.

Sedangkan pengambilan sampel di Objek Wisata Wono Sreni Indah dilakukan dengan metode transek dalam plot. Pengambilan sampel dilakukan dengan membentuk 5 plot yaitu 20x20m dan berjarak 10m tiap plotnya. Di setiap plot diamati vegetasi yang ada dan berada pada ketinggian 100-200cm diatas tanah. Kemudian diamati langsung atau mengidentifikasi bentuk dan warna talus *Lichenes*. Identifikasi *Lichenes* menggunakan literatur yaitu Field oriented keys to the florida lichens dan <https://lichenportal.org/cnalh/>.

Pengambilan data selanjutnya yaitu pengambilan data faktor lingkungan meliputi suhu udara, kelembaban udara, dan intensitas cahaya. Data diambil secara langsung di lokasi penelitian.

Analisis data menggunakan deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Deskriptif kuantitatif meliputi data tingkat keanekaragaman *Lichenes* dengan Indeks Keanekaragaman Shannon-Weiner (H'). Deskriptif kualitatif untuk menganalisis data potensi keanekaragaman jenis *Lichenes* sebagai bioindikator kualitas udara. Rumus Shannon-Weiner (H') yaitu :

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \quad P_i = n_i/N$$

Keterangan :

- H' : Indeks Keanekaragaman Shannon-Weiner
- n_i : jumlah individu spesies ke-1
- N' : Jumlah total individu semua jenis
- P_i : n_i/N , perbandingan antara jumlah spesies individu ke-1 dengan jumlah total individu

Indeks keanekaragaman jenis tersebut dapat dikategorikan :

- Nilai $H' > 3$ keanekaragaman jenis tingkat tinggi
- Nilai $H' > H' < 3$ keanekaragaman jenis tingkat sedang
- Nilai $H' < 1$ keanekaragaman jenis tingkat rendah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Indeks Keanekaragaman Jenis *Lichenes* yang ditemukan di Objek Wisata Wono Sreni Indah

Hasil penelitian keanekaragaman jenis *Lichenes* pada Objek Wisata Wono Sreni Indah yang telah dilakukan diperoleh 16 spesies *Lichenes* dari 7 family dengan tipe thalus crustose dan foliose.

Tabel 3.1.1. Nilai Indeks Keanekaragaman Jenis *Lichenes* di Objek Wisata Wono Sreni Indah

No	Nama spesies	Σ	$P_i (n_i/N)$	$\ln P_i$	$P_i \ln P_i$	H'
1.	<i>Chrysothrix Xanthina</i>	1	0,017	-4,074	-0,069	0,069
2.	<i>Graphis Scripta</i>	6	0,105	-2,253	-0,236	0,236
3.	<i>Graphis Elegans</i>	3	0,052	-2,956	-0,153	0,153
4.	<i>Dyorigma poitaei</i>	3	0,052	-2,956	-0,153	0,153
5.	<i>Myelochroa Aurulenta</i>	10	0,175	-1,742	-0,304	0,304
6.	<i>Parmelinella wallichiana</i>	2	0,035	-3,352	-0,117	0,117
7.	<i>Hypotrachyna Asseoalba</i>	1	0,017	-4,074	-0,069	0,069
8.	<i>Phlyctis Argena</i>	2	0,035	-3,352	-0,117	0,117
9.	<i>Phlyctis</i>	8	0,140	-1,966	-0,275	0,275
10.	<i>Lepraria Lobificans</i>	7	0,122	-2,103	-0,256	0,256
11.	<i>Lepraria Caesioalba</i>	9	0,157	-1,851	-0,290	0,290
12.	<i>Lepraria Incana</i>	1	0,017	-4,074	-0,069	0,069

13. <i>Dirinaria Applanata</i>	3	0,052	-2,956	-0,153	0,153
14. <i>Opegrapha atra</i>	1	0,017	-4,074	-0,069	0,069
Total	57	spesies			2,33

Tabel 3.1.2. Nilai Indeks Keanekaragaman Jenis *Lichenes* di Jalan Menuju Sreni

No	Nama spesies	Σ	Pi (ni/N)	ln Pi	Pi ln Pi	H'
1.	<i>Dirinaria Applanata</i>	10	0.357	-1.030	-0,367	0,367
2.	<i>Dirinaria Confusa</i>	1	0.035	-3.352	-0,117	0,117
3.	<i>Dirinaria Picta</i>	17	0,607	-0,499	-0,346	0,346
Total		28	spesies			0,83

Indeks keanekaragaman jenis *Lichenes* di Sreni menunjukkan kategori sedang. Meskipun berada di hutan dengan banyak pohon yang tinggi, namun tidak menjamin ditemukan banyak jenis *Lichenes*. Hal tersebut dikarenakan Wono Sreni Indah merupakan objek wisata, maka terdapat pengunjung yang membawa motor maupun mobil masuk kedalam objek wisata tersebut. Sehingga suhu di udara semakin meningkat. Sedangkan indeks keanekaragaman jenis *Lichenes* di jalan menuju Sreni menunjukkan kategori rendah. Rendahnya indeks keanekaragaman *Lichenes* dibuktikan dengan sedikitnya jumlah spesies *Lichenes* yang ditemukan di jalan menuju Sreni karena kualitas udara yang sudah tercemar. Pencemaran udara terjadi dikarenakan stasiun penelitian tepatnya di jalan yang kesehariannya dilewati oleh banyak kendaraan bermotor, mobil, bahkan truk sehingga semakin dekatnya jarak *Lichenes* dengan sumber pencemar. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Marianingsih dkk, (2017), bahwa indeks keanekaragaman rendah dikarenakan lokasi penelitian dekat dengan pemukiman warga sehingga terdapat aktivitas warga seperti adanya kendaraan bermotor. Kawasan yang padat lalu lintas memiliki suhu udara relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan kawasan rendah lalu lintas. Hal ini dikarenakan kurangnya vegetasi penghijauan dan banyaknya aktivitas kendaraan. Kawasan yang terdapat pohon peneduh secara langsung akan menahan radiasi matahari yang menyebabkan suhu di bawah pohon akan lebih rendah dibandingkan suhu di ruang terbuka (Annisa dkk, 2015).

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa tipe talus crustose paling banyak ditemukan di Objek Wisata Wono Sreni dibandingkan dengan tipe talus foliose. Banyaknya talus crustose disebabkan karena faktor abiotik. Talus crustose mempunyai ciri menyerupai kerak yang menempel erat pada kulit pohon sehingga sulit dipisahkan dari substratnya yang membuat talus crustose terlindung dari potensi kehilangan air.

Sehingga *Lichenes* crustose merupakan talus *Lichenes* yang paling resisten dibandingkan dengan tipe talus yang lain (Ramadhani, 2022).

Sedangkan tipe talus foliose tidak seperti tipe talus crustose. Talus foliose dapat memelihara kelembapan pada lapisan medula. Tipe foliose lebih sedikit di temukan karena di pengaruhi oleh kelembapan yang rendah, hal tersebut mengakibatkan bagian pinggir talus tidak mendapat cukup suplai air dari inangnya, sehingga terjadi kekeringan yang menyebabkan talus mengkerut dan perlahan akan terangkat ke atas dan menyerupai daun (foliose).

3.2. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan adalah faktor utama bagi pertumbuhan *Lichenes* (lumut kerak). Berdasarkan hasil pengukuran faktor lingkungan yaitu suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 3.2.1. Pengukuran Faktor Lingkungan

No	Parameter	Lokasi Pengamatan	
		Sreni	Jalan Menuju Sreni
1.	Suhu udara	30°C	35°C
2.	Kelembaban udara	71%	54%
3.	Intensitas cahaya (lux)	1212	6109

Hasil pengukuran suhu udara pada lokasi pengamatan memiliki nilai yang berbeda yaitu lokasi Sreni 30°C dan lokasi jalan menuju Sreni yaitu 35°C. Suhu tersebut merupakan suhu optimal bagi *Lichenes* tumbuh di lokasi Objek Wisata Wono Sreni Indah. Artinya *Lichenes* yang tumbuh dan berkembang tersebut merupakan *Lichenes* yang dapat menyesuaikan diri dengan kondisi fisik demikian (Pratama dkk, 2020). Menurut (Hadiyati dkk, 2013) suhu kurang dari 40°C merupakan suhu optimal bagi pertumbuhan *Lichenes*, sedangkan suhu di atas 40°C dapat merusak klorofil *Lichenes* yang mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis.

Hasil pengukuran kelembapan tempat didapatkannya *Lichenes* pada penelitian ini yaitu di Sreni 71%,

sedangkan di jalan menuju Sreni 54% yang menunjukkan bahwa kelembapan tersebut optimal bagi *Lichenes* tumbuh di tempat tersebut, kelembapan sangat dipengaruhi oleh suhu udara. *Lichenes* banyak ditemukan di kulit pohon yang terdapat di Sreni karena adanya pengaruh kelembapan. Menurut Furi (2016) *Lichenes* lebih menyukai lingkungan yang kering dengan kelembapan 40%-69%. Kelembapan yang tinggi menunjukkan bahwa kawasan tersebut mengandung banyak air di udara. *Lichenes* akan tumbuh dengan optimal pada lingkungan yang lembab meskipun *Lichenes* tahan terhadap kekeringan dengan jangka panjang (Handoko, 2015).

Bukan hanya suhu udara dan kelembapan udara yang mempengaruhi pertumbuhan *Lichenes*. Intensitas cahaya juga sangat mempengaruhi. *Lichenes* merupakan tumbuhan fotosintetik sehingga pertumbuhannya dipengaruhi oleh intensitas cahaya untuk melakukan proses fotosintesis. Intensitas cahaya 1025 lux merupakan intensitas cahaya yang efektif bagi *Lichenes* untuk berfotosintesis (Mafaza dkk, 2019).

3.3. *Lichenes* sebagai Bioindikator Kualitas Udara

Lichenes adalah tumbuhan yang peka terhadap pencemaran udara. Jika kualitas udara di lingkungan menurun maka beberapa jenis *Lichenes* akan menghilang disebabkan konsentrasi polusi udara yang meningkat. Dengan adanya pencemar di udara akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan *Lichenes*. Cara yang digunakan untuk mengetahui pencemaran udara menggunakan *Lichenes* adalah dengan mengamati morfologi talusnya, jika talus *Lichenes* menggelap maka daerah tersebut sudah mengalami pencemaran udara. Hal ini disebabkan *Lichenes* tidak mempunyai kutikula seperti tumbuhan lain yang berguna untuk pertukaran nutrisi, air, dan gas partikel dari lingkungan luar. Sehingga nutrisi dari presipitasi atmosfer secara langsung diserap oleh *Lichenes*. Dengan kemampuannya tersebut, maka *Lichenes* dapat dijadikan indikator yang baik sebagai parameter kualitas udara (Najib, 2021).

Tingkat efektivitas *Lichenes* yang peka terhadap kualitas udara disebuah lokasi penelitian terbukti melalui pengamatan morfologi yang dilakukan. lebih tepatnya melihat perubahan warna dan bentuk pada talus *Lichenes* tersebut. Warna talus *Lichenes* mulai dari warna hijau di lokasi Sreni yaitu spesies *Lichenes Myelochroa aurulenta* dan hijau pucat kecoklatan di lokasi jalan menuju Sreni yaitu spesies *Lichenes Dirinaria Picta*. Dimana lokasi Sreni sedikit dilalui kendaraan dan terdapat banyak pohon tinggi yang berdekatan

sehingga berhawa sejuk. Berbeda dengan lokasi jalan menuju Sreni yang merupakan jalan raya utama sehingga dilalui berbagai macam kendaraan dan berhawa panas. Jadi berdasarkan penelitian dapat dikatakan bahwa lokasi jalan menuju Sreni lebih terpolusi daripada lokasi Sreni. Hal ini yang mempengaruhi indeks keanekaragaman jenis *Lichenes*.

Jika dilihat dari morfologi warna dan bentuk talus spesies *Dirinaria Picta* dan *Dirinaria Applanata* cenderung berwarna hijau pucat dan kecoklatan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Nasriyati, 2018) warna talus *Dirinaria Picta* di lokasi padat kendaraan cenderung lebih gelap dibandingkan di daerah dengan kepadatan kendaraan yang rendah. Warna talus tersebut dikarenakan akibat tingginya bahan pencemar dari berbagai macam kendaraan. Hal tersebut dikarenakan lokasi penelitian merupakan jalan utama yang dilalui banyak kendaraan untuk menuju ke Objek Wisata lain dan aktivitas penduduk setempat bekerja sebagai pembuat genteng. Otomatis selalu dilalui oleh truk muatan tanah setiap harinya. Hal tersebut yang membuat jalan menuju Sreni memiliki kepadatan lalu lintas lebih tinggi daripada Objek Wisata Wono Sreni yang memiliki faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan *Lichenes*.

Lichenes sensitif terhadap pencemaran udara dibandingkan dengan tumbuhan tingkat tinggi. Kepekaan tersebut dapat dilihat dari perubahan keanekaragamannya dan akumulasi polutan pada talusnya (Najib, 2021). Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan di dua stasiun pengamatan terdapat spesies yang sama dan hidup di lokasi Sreni dan jalan menuju Sreni, yaitu spesies *Dirinaria Applanata*. Akan tetapi spesies tersebut memiliki warna dan bentuk talus yang berbeda pada masing-masing stasiun pengamatan. *Dirinaria Applanata* yang terdapat di lokasi Sreni memiliki warna hijau dengan bentuk talus bulat, sedangkan *Dirinaria Applanata* yang terdapat di lokasi jalan menuju Sreni memiliki warna hijau pucat dengan talus yang terpecah-pecah. Hal tersebut dikarenakan *Lichenes Dirinaria Picta* menyerap udara yang terkontaminasi pencemaran oleh gas buangan kendaraan bermotor secara langsung.



(a)



(b)

Gambar 3.3.1. Drinaria Applanata (a) di Sreni dan (b) Jalan Menuju Sreni

Perbedaan warna talus *Lichenes* yang terdapat pada jenis yang sama tetapi berkembang di lokasi yang berbeda. Kondisi lingkungan dan substrat *Lichenes* yang berbeda menyebabkan adanya perbedaan reaksi bagi setiap *Lichenes*. Perkembangan talus *Lichenes* dengan warna yang cerah terdapat di lokasi dengan kualitas udara yang lebih baik. Sedangkan talus *Lichenes* dengan warna kusam terdapat di lokasi dengan kualitas udara yang rendah.

Lichenes peka terhadap pencemaran udara disebabkan komponen penyusunnya berupa alga dan fungi. Alga memiliki klorofil yang berfungsi dalam proses fotosintesis, sedangkan fungi menyerap nutrisi dan perubahan fisik lingkungan. perubahan warna talus *Lichenes* disebabkan oleh komponen zat-zat pencemar di udara yang terserap dan terakumulasi pada sel *Lichenes* (Aptroot dkk, 2014).

4. SIMPULAN

Indeks keanekaragaman *Lichenes* di Sreni memiliki nilai indeks 2,33 yang termasuk kedalam keanekaragaman tingkat sedang yaitu diperoleh 7 famili yang teridentifikasi kedalam 14 spesies *Lichenes* dan tergolong dalam 10 tipe crustose dan tipe 4 foliose. Sedangkan keanekaragaman jenis *Lichenes* di jalan menuju Sreni memiliki indeks 0,83 yang termasuk kedalam keanekaragaman tingkat rendah yaitu diperoleh 3 famili yang teridentifikasi tipe foliose. Indeks keanekaragaman ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan meliputi suhu, kelembapan udara, dan intensitas cahaya. Berdasarkan hasil penelitian dapat diberikan saran agar penelitian bisa dikembangkan dengan mengamati perbedaan anatomi *Lichenes* yang tercemar polusi udara dengan yang belum tercemar.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, N. Ahmad K. Eko R, I. Setia B, P. (2015). Iklim Mikro dan Indeks Ketidanyamanan Taman Kota di Kelurahan Komet Kota Banjarbaru. *EnviroScientee* 11, 143-151.
- Aptroot, A., Diaz, J. A., Barcenos-Pena, A., Caceres, M. E., Fernando, L., & Dalforno, M.(2014). Rapid assessment of the diversity of “vehiculicolous” lichen on a thirty year old Ford Bronco Truck in Central Puerto Rico. *Fungi*, 22-27.
- Furi, Ade Ratna. (2016). Eksplorasi Lichen di Sepanjang Jalan Raya Solo Tawangmangu dan Kawasa Hutan Sekipan Karanganyar Jawa Tengah. *Publikasi Ilmiah*. Surakarta: Program Studi Pendidikan Biologi UMS.
- Hadiyati, M., Setyowati, T.R. & Mukartina. (2013). Kandungan Sulfur dan Klorofil Thallus Lichen *Parmelia* sp. Pada Pohon Peneduh Jalan di Kecamatan Pontianak Utara. *Jurnal Protobiont*, 2(1), 12-17.
- Handoko, Andi, Rizki Kurnia Tohir, Yanuar Sutrisno, Dwitantian H Brillianti, Dita Tryfani, Putri Oktorina, Prima Yunita, Ai Nurlaela Hayati. (2015). Keanekaragaman Lumut Kerak (Lichens) Sebagai Bioindikator Kualitas Udara Di Kawasan Asrama Internasional IPB, Naskah Publikasi, Bogor Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Hardini, Y. (2010). Keanekaragaman Lichen di Denpasar Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara. *Seminar Nasional Biologi Fakultas Biologi UGM* (pp. 790-793). Jogjakarta: UGM Press.
- Lusiana, Mohammad Jamhari, Lilies Tangge. (2018). Keanekaragaman Jenis Lichen di Perkebunan Kakao Desa Sejahtera Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi dan Pemanfaatannya sebagai Sumber Belajar. *Journal of Biology Science and Education (JBSE)*, 6(1), 185-190.
- Mafaza, H., Murningsih, & jumari. (2019). Keanekaragaman Jenis Lichen di Kota Semarang. *Life Science*. 8(1), 10-16. Marianingsih, Pipit, Evi Amelia, Niska Nurhayati. (2017). Keanekaragaman Lichen Pulau Tunda Banten Sebagai Konten Pembelajaran Keanekaragaman Hayati Berbasis Potensi Lokal. *Prosiding Seminar Nasional*. Banten:Pendidikan FKIP UNTIRTA.
- Murningsih, & Mafazaa, H. (2016). Jenis-Jenis Lichen di Kampus Undip Semarang. *Bioma*, 18(1), 20–29.
- Najib, Iqbal Ainun, Yuni Pantiwati, Ahmad Fauzi. (2021). Analisis Tingkat Keanekaragaman Lichen sebagai Parameter Kualitas Udara di Wisata Sumber Biru Jombang. *Seminar Nasional VII*. Malang: Prodi Pendidikan Biologi UMM.
- Nasriyati Tati, Murningsih, Sri Utami. (2018). Morfologi Talus Lichen *Drinaria Picta* (Sw.) Schaer. Ex Clem pada Tingkat Kepadatan Lalu Lintas yang Berbeda di Kota Semarang. *Jurnal Akademika Biologi*. 7(4), 20-27.
- Pratama, Ari & Manap Trianto. (2020). Keanekaragaman Lichen di Hutan Mangrove Desa Tomoli Kabupaten Parigi Moutong. *JBE*, 5(3), 140-150.
- Rahardjanto, A., & Husamah. (2019). *Bioindikator (Teori dan Aplikasi dalam Biomonitoring)*. UMM Press.

Ramadhani, Rina Wahyu, Nadia Salsabila, Kistantia Elok Mumpuni. (2022). Lichen sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kecamatan Jebres Kota Surakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 16(2), 207-221.

Roziaty, E. (2016). Identifikasi Lumut Kerak (Lichen) di Area Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Proceeding Biology Education Conference* (pp. 770-776). Surakarta: UNS

