

## LICHEN SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS UDARA DI KECAMATAN JEBRES KOTA SURAKARTA

Rina Wahyu Ramadhani<sup>1</sup>, Nadia Salsabila<sup>2</sup>, Kistantia Elok Mumpuni<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No. 36 Surakarta

<sup>1</sup>E-mail: <sup>1</sup> [kistantiaelok@staff.uns.ac.id](mailto:kistantiaelok@staff.uns.ac.id)

(Diterima 18 April 2022 | 9 Agustus 2022 Disetujui | 30 September 2022 Diterbitkan)

### *LICHEN AS A BIOINDICATOR OF AIR QUALITY IN SURAKARTA*

#### *Abstract*

*Surakarta is a city with polluted air due to transportation activities. Utilization of bioindicators could be one of efforts to monitor air pollution. Lichen is one of the air quality bioindicators that can be observed based on its morphological characteristics. This study aimed to determine air quality using lichen bioindicators at two stations in the Jebres sub-district, namely on UNS street and Juanda street. These two locations have different environmental characteristics and traffic density. This study is a descriptive exploratory research using purposive sampling method. The collected data were analyzed qualitatively based on the morphological characteristics of the lichen found. The results showed that nine species of lichen found in UNS street area, while five species of lichen in Juanda street area. Apparently, morphological character of lichen consisted of crustose, leprose, and foliose thallus types with bright thallus colour, larger diameter, and more individuals, whereas in Juanda street is crustose and leprosy with a duller color, smaller diameter, and fewer individuals. In fact, the vehicle density in the area of Juanda street was higher than UNS street area. As it is largely known that the type and morphology are influenced by the environmental quality. Therefore, based on the founded lichen's type and morphology, the area of Juanda street was likely more polluted than UNS street area. Our finding supported that lichen could be bioindicator for air quality.*

**Keywords :** *Lichen, Bioindicator, Air pollution, Surakarta.*

### PENDAHULUAN

Udara merupakan salah satu komponen penting yang dibutuhkan untuk menunjang kehidupan di bumi. Kualitas udara berpengaruh terhadap kehidupan makhluk hidup. Makhluk hidup membutuhkan udara yang bersih, artinya udara mengandung oksigen, nitrogen, dan gas lain yang seimbang untuk bernapas dan menjalankan aktivitas kehidupan. Sembiring (2019) menyatakan, udara dikatakan bersih apabila komponen udara tidak bercampur dengan zat, energi, dan atau komponen lain yang tidak diinginkan, sedangkan udara dikatakan tercemar apabila mutu udara ambient turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambient tidak memenuhi

fungsinya. Udara tercemar dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia dan juga dapat merusak ekosistem.

Pencemaran udara terjadi karena masuknya zat pencemar (polutan) yang bersumber dari aktivitas alam maupun aktivitas manusia. Pencemaran udara lebih banyak ditemui di wilayah perkotaan. Pencemaran udara di perkotaan disebabkan oleh kendaraan bermotor yang memadati jalanan kota, emisi atau kotoran dari asap pabrik, kepadatan penduduk, pembakaran sampah, dan pembukaan lahan melalui tebang dan bakar yang mengakibatkan udara dipenuhi oleh karbon monoksida (CO).

Kota Surakarta merupakan salah satu kota besar di propinsi Jawa Tengah yang wilayahnya mengalami perkembangan pesat, baik dalam bidang industri, jasa, pemukiman, pendidikan, perdagangan, maupun transportasi. Kota Surakarta memiliki tingkat kepadatan lalu lintas yang cukup tinggi. Jumlah kendaraan pribadi dan konsumsi bahan bakar di kota Surakarta terus meningkat setiap tahunnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wahyuningsih (2018) dan Solo Tribunnews yang menyatakan bahwa di Surakarta terjadi kenaikan jumlah kendaraan bermotor sebesar 3,86% atau sekitar 21.339 unit yang didominasi jenis kendaraan roda dua. Semakin banyak kendaraan bermotor, maka gas buang yang menjadi sumber pencemar udara juga akan meningkat. Hal ini menyebabkan Surakarta termasuk kota dengan tingkat pencemaran udara yang hampir melampaui standar kualitas udara ambient.

Salah satu upaya untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran udara adalah melakukan monitoring kualitas udara menggunakan bioindikator (Samudera *et al.* 2022; Suniyanti *et al.* 2022). Bioindikator adalah organisme, baik hewan maupun tumbuhan, yang respon fisiologisnya menunjukkan keberadaan zat tertentu dalam lingkungan. Jenis tumbuhan yang berperan sebagai bioindikator akan menunjukkan perubahan keadaan, ketahanan tubuh, dan memberikan reaksi sebagai dampak perubahan kondisi lingkungan. Hal tersebut akan memberikan informasi tentang tingkat pencemaran lingkungan. Salah satu tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran udara adalah lichen (lumut kerak). Penelitian ini menentukan kualitas udara menggunakan bioindikator lichen di dua tempat yang memiliki karakteristik lingkungan dan kepadatan lalu lintas yang berbeda.

Lichen adalah tumbuhan tingkat rendah yang masuk ke dalam divisi *Thallophyta*. Lichen merupakan hasil simbiosis dari dua komponen yaitu fungi (*mycobiont*) dan alga atau cyanobacteria (*photobiont*) yang secara morfologi dan fisiologi merupakan satu kesatuan (Husamah & Rahardjo, 2019). Fungi memperoleh hasil fotosintesis dari alga dan alga memperoleh tempat untuk hidup. Lichen terbagi menjadi beberapa tipe talus yaitu *foliose*, *crustose*, *leprose* dan *fruticose* (Nailufa

*et al.* 2021). Keberadaan lichen dapat digunakan untuk mengetahui kualitas suatu lingkungan. Samudera *et al.* (2022) menyatakan bahwa lichen memiliki sensitifitas yang tinggi terhadap udara yang tercemar. Lichen tidak memiliki lapisan kutikula sehingga permukaan talus secara langsung menyerap gas dan polutan-polutan lainnya. Sebagian lichen sangat sensitif terhadap gas sulfurdioksida (SO<sub>2</sub>) dan gas-gas buangan lain dari kendaraan bermotor.

Kehidupan lichen dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik meliputi substrat lichen, sedangkan faktor abiotik meliputi suhu dan kelembaban (Anggraini *et al.* 2021). Lichen dapat hidup optimal di lingkungan dengan kualitas udara yang baik, yaitu udara dengan kadar nitrogen (N), Oksigen (O<sub>2</sub>), karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yang seimbang dan minimnya polutan seperti timbal (Pb), sulfurdioksida (SO<sub>2</sub>), dan karbonmonoksida (CO). Salah satu tempat yang memiliki kualitas udara baik adalah Universitas Sebelas Maret (UNS). Kawasan UNS memiliki banyak pepohonan besar dan rimbun dibandingkan wilayah sekitarnya. Hal tersebut menjadikan UNS sebagai salah satu Hutan Kota Surakarta yang memiliki kualitas udara yang lebih baik daripada wilayah lain. UNS cocok dijadikan sebagai tempat penelitian lichen. Hal ini didukung oleh penelitian Asyifa (2018) yang menyatakan bahwa lichen yang ditemukan di UNS melimpah, dan tergolong dalam berbagai macam tipe talus, seperti foliose dan crustose dengan warna dan bentuk yang bervariasi.

Berbeda dengan kawasan UNS, kota Surakarta memiliki kawasan yang sangat padat lalu lintas, salah satunya yaitu Jalan Ir. Juanda. Jalan Ir. Juanda adalah jalan provinsi yang memiliki lebar jalan sembilan meter dan lebar bahu jalan dua meter, dengan kondisi sekitarnya didominasi oleh kawasan perdagangan, jasa, dan kawasan pemukiman (Handayani *et al.* 2016). Jalan Ir. Juanda merupakan jalan raya yang banyak dilalui oleh kendaraan baik sepeda motor, mobil, truk, dan kendaraan besar lainnya. Padatnya lalu lintas Jalan Ir. Juanda berdampak pada kualitas udara di sekitar kawasan tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan pengamatan keberadaan lichen sebagai bioindikator. Pertumbuhan dan morfologi lichen dapat berbeda pada tempat yang padat lalu lintas dan sepi lalu lintas. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi kualitas udara di kecamatan Jebres Surakarta dan mengetahui metode sederhana untuk memantau pencemaran udara.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif eksploratif dengan teknik pengambilan sampel *purposive sampling*. Penelitian bertujuan untuk mengetahui jenis, karakter morfologi, dan keragaman lichen yang ditemukan di dua lokasi penelitian yang memiliki perbedaan kepadatan lalu lintas sehingga dapat menjadi dukungan data bahwa lichen dapat menjadi bioindikator kualitas udara. Penelitian dilaksanakan di dua lokasi di kecamatan Jebres, yang selanjutnya dinamakan Stasiun. Stasiun 1 yaitu Jalan di kawasan kampus UNS dan Stasiun 2 yaitu Jalan Ir. Juanda. Penentuan lokasi penelitian berdasarkan keberadaan lichen dan kepadatan lalu lintas. Dalam penelitian ini, diambil lima titik sampling pada tiap Stasiun. Titik di Stasiun 1 meliputi: Jalan taman Boulevard Gerbang utama UNS; Jalan Fakultas Teknik (Depan UPT Bahasa), Jalan Fakultas Kedokteran, Jalan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP), dan Jalan Gerbang Belakang UNS. Sedangkan lokasi titik sampling pada Stasiun 2 meliputi: Taman Bengawan Solo, SPBU Pucangsawit, Alfamart Pucangsawit, toko Bintang Jaya, dan Kantor Dinas Pekerjaan Umum. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei hingga Agustus 2021. Pengambilan data lichen dilakukan sepanjang 100 meter setiap titik dengan. Subjek dalam penelitian ini adalah lichen yang terdapat di kecamatan Jebres, Surakarta khususnya pada titik-titik sampling dari Stasiun 1 dan Stasiun 2. Alat dan bahan yang digunakan adalah kertas dan alat tulis untuk mendata/mencatat lichen selama kegiatan penelitian, *cutter* untuk mengambil lichen dari substratnya, kantong plastik sebagai wadah sampel lichen, kamera untuk mendokumentasikan kegiatan, thermohyrometer VC230A dengan akurasi suhu  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  dan akurasi kelembaban  $\pm 5\%$  untuk mengukur suhu dan kelembaban udara, luxmeter HI97500 dengan akurasi  $\pm 6\%$  untuk mengukur intensitas cahaya, *handtally counter* untuk menghitung jumlah kendaraan bermotor yang melintas di lokasi penelitian, dan penggaris untuk mengukur diameter lichen.

Penelitian diawali dengan survei lapangan untuk menentukan lokasi (Stasiun), dan titik sampling dalam penelitian, serta mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian. Langkah selanjutnya yaitu mengambil data, yang meliputi data jenis dan morfologi lichen serta data lingkungan (suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, dan kepadatan lalu lintas lokasi penelitian). Tahap selanjutnya yaitu identifikasi dan analisis data. Proses identifikasi dilakukan dengan mencocokkan sampel lichen pada buku panduan identifikasi lichen *A key to common lichens on trees in England* (Nimis et al. 2009); *Lichen Identification Guide from Natural History Museum* (Coppins, 1995); *Lichen di Jawa Timur* (Muvidha, 2020); penelitian (Roziaty, 2016); dan penelitian (Asyifa, 2018).

Teknik yang digunakan dalam pengambilan contoh lichen adalah *purposive sampling*. Lichen yang diteliti adalah lichen yang ditemukan pada batang pohon di

sisi kanan-kiri jalan hingga ketinggian 200 cm di atas permukaan tanah. Pengambilan sampel lichen dengan cara dikerik dari permukaan kulit batang pohon menggunakan *cutter*, lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk diidentifikasi dan dianalisis lebih lanjut. Data penelitian dianalisis secara deskriptif kualitatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Lichen ditemukan di kedua Stasiun. Stasiun 1 (jalan UNS) ditemukan spesies lichen yang lebih beragam dibandingkan Stasiun 2 (Jalan Ir. Juanda). Data temuan lichen dipaparkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Lichen yang Ditemukan di Lokasi Penelitian

No	Nama Spesies	Stasiun 1 (Jalan UNS)		Stasiun 2 (Jalan Ir. Juanda)	
		Jml Individu	Substrat	Jml Individu	Substrat
1	<i>Dirinaria sp.</i>	323	Mahoni, akasia, angsana	298	Mangga, asam kranji, glodogan tiang
2	<i>Cryptothecia striata</i>	321	Kamboja, mahoni, glodogan tiang, palem, kopi, kersen.	65	Glodogan tiang
3	<i>Arthonia sp.</i>	141	Palem, <i>Dracaena reflexa</i> , glodogan tiang, <i>Kigelia africana</i> .	56	Pohon 1 (tidak teridentifikasi)
4	<i>Lecidella elaeochroma</i>	43	Palem	36	Pohon mengkudu
5	<i>Lepraria sp.</i>	3	Palem, cemara Norfolk, <i>Kigelia Africana</i> , angsana	17	Asam keranji
6	<i>Flavoparmelia caperata</i>	153	Pohon kersen, cemara Norfolk, ketapang, kamboja.	-	-
7	<i>Caloplaca chrysodeta</i>	4	Palem	-	-
8	<i>Chrysothrix candelaris</i>	4	Cemara norfolk	-	-
9	<i>Graphis scripta</i>	81	Kamboja, Palem	-	-

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada Stasiun 1 ditemukan sebanyak sembilan jenis lichen dengan jumlah individu yang lebih banyak dibandingkan Stasiun 2 yang hanya ditemukan sebanyak lima jenis lichen, dengan jumlah individu yang lebih sedikit. Lichen yang ditemukan pada Stasiun 1 meliputi *Dirinaria sp.*, *Cryptothecia striata*, *Arthonia sp.*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria sp.*, *Flavoparmelia caperata*, *Caloplaca chrysodeta*, *Chrysothrix candelaris*, dan *Graphis scripta*. Sedangkan

lichen yang ditemukan pada Stasiun 2 yaitu *Dirinaria sp.*, *Cryptothecia striata*, *Arthonia sp.*, *Lecidella elaeochroma*, dan *Lepraria sp.*

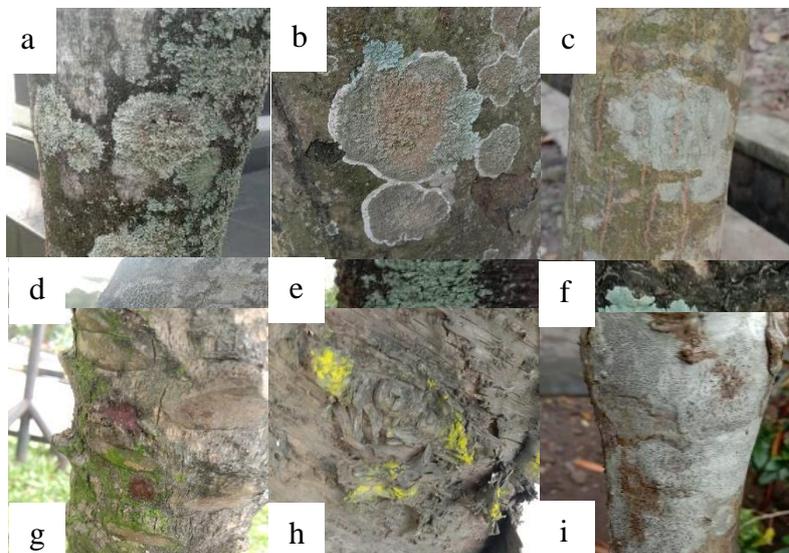
Berdasarkan data lichen yang ditemukan pada Tabel 1, *Dirinaria sp.* merupakan spesies yang paling banyak ditemukan di kedua Stasiun, yaitu 323 individu di Stasiun 1 dan 298 individu di Stasiun 2. *Dirinaria sp.* merupakan spesies lichen famili Phisicaceae yang memiliki ciri-ciri talus berwarna hijau keabuan atau putih keabuan dengan warna yang lebih gelap pada permukaan tengah talusnya (Anggraini *et al.* 2021). *Dirinaria sp.* ditemukan di kedua Stasiun dikarenakan jenis lichen tersebut termasuk lichen yang toleran terhadap pencemaran udara. *Cryptothecia striata* adalah spesies lichen yang ditemukan paling banyak kedua setelah *Dirinaria sp.*, yaitu ditemukan sebanyak 321 individu di Stasiun 1 dan 65 individu di Stasiun 2. Suniyanti *et al.* (2022) menjelaskan bahwa *Cryptothecia striata* adalah spesies yang paling banyak dijumpai karena sifat dari morfologinya merupakan jenis yang tahan terhadap kehilangan air. *Cryptothecia striata* memiliki distribusi yang luas di daerah tropis serta mampu hidup pada permukaan kulit baik yang memiliki struktur halus, kasar, maupun pecah-pecah serta memiliki daya toleransi yang tinggi terhadap kualitas udara lingkungan.

Beragamnya lichen di Stasiun 1 karena lokasi tersebut banyak terdapat pohon rindang yang sesuai untuk pertumbuhan lichen. Pohon rindang akan menghasilkan banyak O<sub>2</sub>, suhu lebih rendah, kelembaban tinggi, dan intensitas cahaya rendah. Kondisi tersebut akan membuat lichen mudah untuk tumbuh dan bereproduksi. Menurut Rasyidah (2018) banyaknya lichen yang ditemukan di suatu kawasan menandakan bahwa kawasan tersebut memiliki iklim udara yang baik (sehat). Pada Stasiun 2 memiliki keragaman lichen yang lebih rendah daripada di Stasiun 1. Hal ini dikarenakan jumlah pohon yang berada di sisi kanan-kiri jalan terbatas dan lalu lintas yang padat. Keduanya akan berpengaruh pada iklim mikro yaitu suhu udara cenderung tinggi, kelembaban udara rendah, dan intensitas cahaya tinggi.

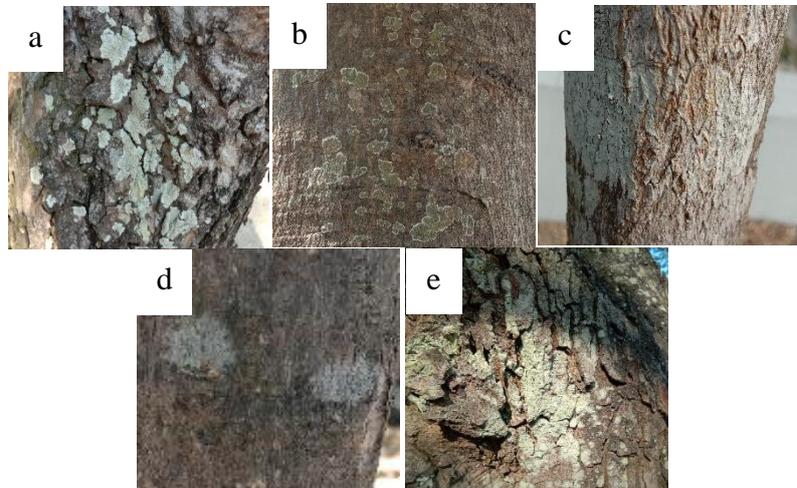
Karakteristik morfologi lichen yang ditemukan menunjukkan adanya perbedaan. Perbedaan tersebut dicantumkan pada Tabel 2, Gambar 1, dan Gambar 2.

Tabel 2. Morfologi Lichen di Lokasi Penelitian

No	Nama spesies	Stasiun 1			Stasiun 2		
		Diameter	Warna talus	Tipe talus	Diameter	Warna talus	Tipe talus
1	<i>Dirinaria sp.</i>	16 cm	Putih	Foliose	4 cm	Putih keabu-abuan	Crustose
2	<i>Cryptothecia striata</i>	5 cm	Hijau	Crustose, foliose	1.5 cm	Hijau kusam	Crustose
3	<i>Arthonia sp.</i>	6.5 cm	Putih	Crustose	5 cm	Putih	Crustose
4	<i>Lecidella elaeochroma</i>	9 cm	Putih ke abu-abuan	Crustose	2 cm	Putih keabu-abuan	Crustose
5	<i>Lepraria sp.</i>	43 cm	Hijau tosca	Leprose (dust like lichen)	35 cm	Putih keabu-abuan	Leprose (dust like lichen)
6	<i>Flavoparmelia caperata</i>	3 cm	Hijau tosca	Foliose	-	-	-
7	<i>Caloplaca chrysodeta</i>	12 cm	Hijau	Leprose (dust like lichen)	-	-	-
8	<i>Chrysothrix candelaris</i>	2.5 cm	Kuning cerah	Leprose (dust like lichen)	-	-	-
9	<i>Graphis scripta</i>	17 cm	Putih	Crustose	-	-	-



Gambar 1. Lichen yang ditemukan di Stasiun 1 (Jalan UNS). a. *Dirinaria sp.*, b. *Cryptothecia striata*, c. *Arthonia sp.*, d. *Lecidella elaeochroma*, e. *Lepraria sp.*, f. *Flavoparmelia caperata*, g. *Caloplaca chrysojeta*, h. *Chrysothrix candelaris*, i. *Graphis scripta*. Sumber : Dokumentasi pribadi, 2021



Gambar 2. Lichen yang ditemukan di Stasiun 2 (Jl. Ir. Juanda). a. *Dirinaria sp.*, b. *Cryptothecia striata*, c. *Arthonia sp.*, d. *Lecidella elaeochroma*, e. *Lepraria sp.*. Sumber : Dokumentasi pribadi, 2021.

Tabel 2 menunjukkan, talus lichen di Stasiun 1 dapat ditemukan dalam tipe *crustose*, *leprose* dan *foliose*, sedangkan di Stasiun 2 hanya dapat ditemukan lichen tipe *crustose* dan *leprose*. Lichen dengan tipe talus *crustose* dapat ditemukan di kedua Stasiun karena tipe talus tersebut lebih adaptif terhadap lingkungan dan lebih toleran terhadap polusi udara. Madjeni *et al.* (2019) menyatakan bahwa lichen *crustose* bersifat melekat erat pada substratnya yang membuatnya terlindung dari potensi kehilangan air. Lichen *crustose* memiliki tipe jaringan thallus *homoiomorous*, yang *phycobiont* (alga) berada di sekitar hifa. Lichen jenis ini biasanya ditemukan pada kulit pohon dan bebatuan (Nuna & Amin, 2021). Sehingga lichen *crustose* merupakan lichen yang paling resisten dibandingkan dengan lichen dengan tipe talus lain.

Selain tipe talus *crustose*, tipe *leprose* juga dapat ditemukan di kedua Stasiun. Talus dengan tipe *leprose* juga termasuk jenis lichen yang toleran dan mudah beradaptasi dengan kondisi kualitas udara buruk (Roziaty *et al.* 2021). Hal ini juga didukung oleh penelitian Panjaitan (2012) yang menyatakan bahwa lichen dengan tipe *leprose* dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran udara di Kota Bandung.

Berdasarkan ukuran diameternya, lichen pada Stasiun 1 memiliki diameter yang lebih besar daripada lichen yang ditemukan di Stasiun 2. Pada Stasiun 1, lichen yang ditemukan rata-rata memiliki diameter yang lebih besar dibandingkan lichen yang ditemukan di Stasiun 2 (Tabel 2). Besarnya diameter talus akan berpengaruh

pada besarnya luas tutupan talus lichen. Kondisi lingkungan yang baik memiliki lichen dalam keadaan utuh dan luas tutupan yang besar. Masuknya pencemar ke dalam talus lichen menyebabkan adanya perubahan pada keadaan talus tersebut, seperti mengecilnya luas tutupan talus (Nasriyati & Utami, 2018).

Dilihat dari warna talusnya, lichen di Stasiun 1 memiliki warna yang cerah dan beraneka ragam (Gambar 1), yaitu hijau, kuning cerah, hijau toska, hingga putih. Sedangkan lichen di Stasiun 2 sebagian besar berwarna putih, putih keabu-abuan, dan cenderung lebih kusam (Gambar 2). Seperti pada spesies lichen *Lepraria sp.* dan *Cryptothecia striata*. Kedua spesies tersebut dapat ditemukan di kedua Stasiun namun memiliki warna yang berbeda. Di Stasiun 1 *Lepraria sp.* berwarna hijau toska namun di Stasiun 2 berwarna putih kusam (Gambar 3). *Cryptothecia striata* di Stasiun 1 berwarna hijau namun di Stasiun 2 berwarna hijau kusam (Gambar 4). Hal tersebut sesuai dengan pendapat Sofyan (2017), yang menyatakan bahwa lichen memiliki talus yang berwarna cerah pada lokasi yang kualitas udaranya lebih baik. Sebaliknya, warna lichen dapat berubah karena adanya perubahan kadar klorofil dan pigmentasi pada talus lichen yang disebabkan oleh gas-gas yang bersifat racun atau pencemar (Wijaya, 2004; Pratiwi, 2006; Chandra, 2015)



Gambar 3. Perbedaan warna *Lepraria sp.* di Stasiun 1 (kiri) berwarna hijau toska dan *Lepraria sp.* di Stasiun 2 (kanan) berwarna putih kusam.

Sumber : Dokumentasi pribadi, 2021.



Gambar 4. Perbedaan warna *Cryptothecia striata* di Stasiun 1 (kiri) berwarna hijau dengan tepi putih yang jelas dan *Cryptothecia striata* di Stasiun 2 (kanan) berwarna hijau kusam.  
Sumber : Dokumentasi pribadi, 2021.

### Faktor Lingkungan Dan Pengaruhnya Terhadap Morfologi Lichen

Faktor lingkungan yang meliputi suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan lichen. Hasil pengukuran faktor lingkungan dan kepadatan lalu lintas dipaparkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Faktor Lingkungan dan Kepadatan Lalu Lintas

Stasiun	Suhu	Kelembaban Udara	Intensitas Cahaya	Jumlah kendaraan/15 menit
1	27.6°C	64%	20 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	165 unit
2	28.6°C	61%	21 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	930 unit

Lichen memiliki kisaran toleransi suhu yang cukup luas. Artinya, lichen dapat hidup baik pada suhu yang sangat rendah atau pada suhu yang sangat tinggi (Nasriyati & Utami, 2018). Menurut Marianingsih *et al.* (2017), lichen dapat hidup optimal pada suhu antara 18°C-28°C. Hasil pengukuran menunjukkan, suhu Stasiun 2 sedikit lebih tinggi dari kisaran suhu optimal untuk kehidupan lichen (Tabel 3). Hal tersebut menjadi salah satu faktor penyebab rendahnya keragaman lichen yang ditemukan di Stasiun 2. Menurut Nurjanah *et al.* (2003), suhu yang tinggi akan meningkatkan laju respirasi pada talus lichen. Jika hal tersebut terus berlangsung secara terus menerus maka akan menyebabkan kematian pada lichen.

Kelembaban udara merupakan faktor yang sangat mempengaruhi penyerapan lichen terhadap air, nutrien, dan bahan-bahan pencemar yang ada di udara. Menurut Marianingsih *et al.* (2017), lichen dapat tumbuh secara optimal pada kelembaban antara 40%-69%. Stasiun 1 memiliki kelembaban 64% dan Stasiun 2 memiliki kelembaban 61% (Tabel 3), yang diketahui angka tersebut masih dibawah ambang batas lichen untuk tumbuh dengan baik. Kelembaban yang tinggi menunjukkan bahwa wilayah tersebut memiliki banyak kandungan air di udara. Air tersebut di

absorpsi oleh lichen untuk digunakan dalam proses metabolisme dan pertumbuhan (Nasriyati & Utami, 2018).

Selain suhu dan kelembaban udara, intensitas cahaya juga berpengaruh terhadap kehidupan lichen. Cahaya digunakan untuk fotosintesis yang dilakukan oleh alga (*photobiont*). Hasil fotosintesis yang berupa gula akan dimanfaatkan oleh fungi (*mycobiont*) untuk pertumbuhan lichen. Besarnya intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk pertumbuhan lichen bervariasi antar spesies. Menurut Gasulla *et al.* (2012), intensitas cahaya optimal untuk *photobiont* alga lichen antara  $16-27 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Pada Stasiun 1 intensitas cahaya sebesar  $20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  sedangkan Stasiun 2 sebesar  $21 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  yang artinya lichen dapat berfotosintesis secara efektif di kedua Stasiun.

Kepadatan lalu lintas juga berpengaruh terhadap keragaman dan morfologi lichen di lokasi pengamatan. Semakin rendah tingkat kepadatan lalu lintas, maka akan semakin tinggi keanekaragaman jenis lichen. Jumlah kendaraan yang melintas di dua lokasi memiliki selisih yang besar (Tabel 3). Jalan UNS adalah jalan yang berada di dalam kawasan UNS yang hanya dilewati oleh civitas akademika atau orang yang berkepentingan di dalam kampus. Pada saat pandemi Covid-19, adanya kebijakan kuliah secara daring menyebabkan berkurangnya jumlah kendaraan yang melintas di kawasan UNS. Selain itu, UNS merupakan kampus yang menerapkan program *Green Campus*. Tujuan program *Green Campus* adalah menciptakan lingkungan kampus yang ramah lingkungan dan bebas dari pencemaran, termasuk pencemaran udara.

Jalan Ir. Juanda merupakan jalan provinsi yang memiliki lalu lintas yang padat. Banyaknya jumlah kendaraan akan meningkatkan konsentrasi polutan, yang berdampak pada morfologi lichen. Hal ini didukung oleh Chandra (2015) yang menyatakan bahwa di daerah tercemar, talus lichen akan mengalami kerusakan diantaranya terjadi plasmolisis, kerusakan kandungan sel (granulasi), sel-sel yang mengalami koleps dan pigmentasi atau perubahan warna sel menjadi gelap. Rusaknya talus lichen akan menghambat fotosintesis sehingga pertumbuhan lichen menjadi tidak optimal.

### **Lichen Sebagai Bioindikator Kualitas Udara**

Sebagai bioindikator kualitas udara, lichen dapat menunjukkan sensitivitas dari morfologi talusnya. Hal tersebut karena lichen bergantung pada nutrisi dan air di udara. Jayalal *et al.* (2016) menjelaskan bahwa lichen tidak memiliki struktur pelindung seperti kutikula yang ditemukan di tumbuhan vascular, sehingga zat-zat polutan di udara dapat dengan mudah terakumulasi dalam talus lichen. Banyaknya akumulasi pada talus lichen menyebabkan penurunan dan kerusakan klorofil pada

lichen tersebut. Kerusakan klorofil pada lichen dapat mengganggu proses fotosintesis yang berdampak pada terganggunya pertumbuhan lichen akibat kekurangan nutrisi (Yuliani *et al.* 2021).

Banyaknya jumlah polutan di udara seperti CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, dan debu yang berasal dari gas buangan transportasi, akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan penurunan jumlah jenis lichen (Roziaty, 2016; Abas *et al.* 2018). Hal tersebut yang menyebabkan jumlah lichen lebih sedikit di Stasiun 2. Semakin buruk kualitas udara di suatu wilayah maka tingkat keanekaragaman lichen semakin rendah. Terhambatnya pertumbuhan lichen juga ditandai adanya perubahan warna talus menjadi lebih pucat atau kusam. Perubahan warna thalus dapat berlanjut hingga memutih sebagai tanda telah terjadi kerusakan secara kronis. Pemucatan warna thalus tersebut merupakan dampak rusaknya lapisan alga yang menyusun lichen. Lapisan alga yang mengalami kerusakan khususnya adalah bagian klorofil sebagai dampak absorpsi sejumlah gas pencemar dalam jangka waktu yang lama (Yuliani *et al.* 2021).

Berdasarkan analisis ciri morfologi lichen, Stasiun 2 (Jalan Ir. Juanda) merupakan kawasan yang memiliki kualitas udara yang kurang baik. Hal itu ditunjukkan oleh karakteristik morfologi lichen yang memiliki warna talus lebih kusam, diameter talus lebih kecil, jumlah individu lebih sedikit, dan jumlah jenis yang ditemukan lebih sedikit daripada lichen yang ditemukan di Stasiun 1. Selain itu, di Stasiun 2 juga ditemukan adanya lichen yang telah mengering (Gambar 5). Hal ini didukung oleh Nuna & Amin (2021) yang menyatakan bahwa jika kualitas udara disuatu lingkungan telah mengalami penurunan, maka beberapa jenis lichen akan menghilang seiring meningkatnya konsentrasi polusi udara. Hal tersebut menandakan bahwa kualitas udara di Stasiun 2 (Jalan Ir. Juanda) telah tercemar sehingga perlu dilakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas udara.



Gambar 5. Lichen di Stasiun 2 yang mengering  
Sumber : Dokumentasi pribadi, 2021.

## KESIMPULAN

Spesies lichen yang ditemukan di jalan UNS lebih banyak dibanding di jalan Juanda. Lichen di jalan UNS juga memiliki tipe talus *crustose*, *leprose*, dan *foliose* dengan warna talus yang cerah, berdiameter lebih besar dan jumlah individu lebih banyak dibanding di jalan Juanda. Perbedaan jenis dan morfologi lichen di kedua lokasi tersebut dipengaruhi oleh kualitas lingkungannya. Hal ini didukung oleh hasil pengukuran faktor lingkungan dan kepadatan lalu lintas, dimana area di sekitar Jalan Juanda (Stasiun 2) cenderung lebih tercemar dibanding jalan UNS. Oleh karena lichen lebih banyak ditemukan di area jalan UNS. Temuan ini mendukung bahwa lichen dapat menjadi bioindikator kualitas udara.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abas, A., Awang, A., & Aiyub, K. (2018). Lichen As Bio-Indicator for Air Pollution in Klang Selangor. *Lichen As Bio-Indicator for Air Pollution in Klang Selangor*, 37(4), 35–39.
- Anggraini, F. J., Oktapiani, R. R., Ilfan, F., & Rodhiyah, Z. (2021). Lichen Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara Di Gerbang Kota (Gateway) Kota Jambi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 4(1), 6–11. <https://doi.org/10.33087/daurling.v4i1.61>
- ASYIFA, I. Z. (2018). Kajian Distribusi Tanaman Lumut Kerak (Lichenes) Pada Pohon Angsana Di Kawasan Universitas Sebelas Maret, Kentingan, Surakarta. *Skripsi*.
- Chandra, R. H. (2015). Akumulasi Timbal (Pb) Dan Keanekaragaman Jenis Lichenes Di Taman Kota Medan. *BioLink*, 2(1), 23–37.
- Coppins, B. (1995). Lichen Identification Guide from Natural History Museum. *The Lichenologist*, 26(2), 217–220.
- Desi Maria Panjaitan, F. dan A. M. (2012). Keanekaragaman Lichen Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara Di Kota Pekanbaru Provinsi Riau. *Jurnal Keanekaragaman Lichen Sebagai Bioindikator*, 1(Nevers), 1–12.
- Gasulla, F., Herrero, J., Esteban-Carrasco, A., Ros-Barcel, A., Barreno, E., Miguel, J., & Gur, A. (2012). Photosynthesis in Lichen: Light Reactions and Protective Mechanisms. *IntechOpen: Rijeka, Croatia, February*, 149–174. <https://doi.org/10.5772/26204>
- Handayani, D., Kundarto, R., & Hadiani, R. R. (2016). Prediksi Kebisingan Di Jalan Arteri Sekunder (Studi Kasus: Jalan Ir. Juanda Surakarta). *Matriks Teknik Sipil*, 1(36), 643–648.

<https://matriks.sipil.ft.uns.ac.id/index.php/MaTekSi/article/view/553>

- Husamah, & Rahardjo, A. (2019). *Bioindikator (Teori dan aplikasi dalam biomonitoring)*. UMM Press.
- Jayalal, U., Oh, S. O., Park, J. S., Sung, J. H., Kim, S. H., & Hur, J. S. (2016). Evaluation of air quality using lichens in three different types of forest in Korea. *Forest Science and Technology*, 12(1), 1–8. <https://doi.org/10.1080/21580103.2014.1003983>
- Madjeni, H., Hendrik, A. C., & Bullu, N. I. (2019). Keanekaragaman Lumut Kerak ( Liken ) Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara Di Taman Wisata Alam Camplong Kabupaten Kupang ( The Elephonty Of Moss Silences ( Liken ) As A Biological Displacement Bioforman In Nature ' S Tourist Park Camplong , Kupang ). *Indigenous Biologi*, 2(2), 3–10.
- Marianingsih, P., Amelia, E., & Nurhayati, N. (2017). Keanekaragaman Liken Pulau Tunda Banten sebagai Konten Pembelajaran Keanekaragaman Hayati Berbasis Potensi Lokal. *BIODIDAKTIKA: Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 12(1).
- Muvidha, A. (n.d.). *LICHEN DI JAWA TIMUR*.
- Nailufa, L. E., Laelasari, I., Fitriani, M., & Paramadina, A. (2021). *Morfologi Tipe Thalus Lichen Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kudus*. 3(1), 36–42.
- Nasriyati, T., & Utami, S. (2018). *Morfologi Talus Lichen Dirinaria Picta ( Sw .) Schaer . Ex Clem pada Tingkat Kepadatan Lalu Lintas yang Berbeda di Kota Semarang*. 7(4), 20–27.
- Nimis, P. L., Wolseley, P., & Martellos, S. (2009). *A key to common lichens on trees in England*.
- Nuna, R., & Amin, N. (2021). Jenis-Jenis Lichenes Di Kawasan Pucok Krueng Alue Seulaseh Kecamatan Jeumpa Aceh Barat Daya. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 9(1), 34–38.
- Nurjanah, S., Anitasari, Y., Mubaidullah, S., & Bashri, A. (2003). *Keragaman Dan Kemampuan Lichen Menyerap Air Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara Di Kediri*.
- Pratiwi, M. E. (2006). Kajian Lumut Kerak Sebagai Bioindikator Kualitas Udara (Studi Kasus: Kawasan Industri Pulo Gadung, Arboretum Cibubur dan Tegakan Mahoni Cikabayan). *Skripsi. Bogor : Institut Pertanian Bogor. Ryadi, S. 1982. Pencemaran Udara*.
- RASYIDAH. (2018). Kelimpahan Lumut Kerak ( Lichens ) Sebagai Bioindikator Kualitas Udara Di Kawasan Perkotaan Kota Medan. *Klorofil*, 1(2), 88–92.

- Roziaty, E. (2016). *Identifikasi Lumut Kerak ( Lichen ) Di Area Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta*. 13(1), 770–776.
- Roziaty, E., Santhyami, Kusumadhani, A. I., & Asy'ari, M. I. B. (2021). Keanekaragaman Lichen Sebagai Bioindikator Kualitas Udara DI Kawasan Kota Surakarta, Jawa Tengah. *Bioeksperimen*, 7(2).
- Samudera, W., Prahayuningsih, L., Apriana, S., & Handayani, H. (2022). Perbandingan Tingkat Pencemaran Udara Dengan Indikator Biologi Di Terminal Mandalika Dan Hutan Suranadi. *Al-Amin : Journal of Education and Social Studies*, 7(01), 37–50.
- Sembiring, P. (2019). *Jurnal Perlindungan Hukum Terhadap Udara sebagai Upaya Pencegahan Pencemaran Akibat Kendaraan Bermotor di Kota Yogyakarta*.
- Sofyan, N. (2017). Keanekaragaman Lichen sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kawasan Industri Citeureup dan Hutan Penelitian Dramaga. *Skripsi. Bogor : Institut Pertanian Bogor*.
- Suniyanti, Mahrus, & Mertha, I. G. (2022). The Diversity of Lichens in The Tourist Area of The Stokel Waterfall Central Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(2), 660–667.
- Wahyuningsih, H. (2018). Studi Status Lingkungan Hidup Perkotaan Berkelanjutan Dengan Metode Analisis Pressure-State And Response di Kota Surakarta). *Jurnal Arsitektur Dan Perencanaan (JUARA)*, 1(2), 207–222. <https://doi.org/10.31101/juara.v1i2.776>
- Wijaya, L. F. (2004). Biomonitoring Beberapa Kandungan Logam Mempergunakan Parmelia wallichiana Tayl di Wilayah Muntakul Buruz. *Skripsi*.
- Yuliani, R., Imaningsih, W., & Yuwati, T. W. (2021). Lichen as bioindicator of air quality at buffer zone of Banjarbaru town. *Jurnal Galam*, 2(1), 54–65. <https://doi.org/10.20886/glm.2021.2.1.54-65>