

Morfologi Talus Lichen *Dirinaria Picta* (Sw.) Schaer. Ex Clem pada Tingkat Kepadatan Lalu Lintas yang Berbeda di Kota Semarang

Tati Nasriyati, Murningsih, Sri Utami

Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, *Tembalang*, Semarang
50275 Telepon (024) 7474754; Fax. (024) 76480690

Abstract

The development of industrial and transportation sectors has the potential to decrease the quality of the environment, especially the increase of air pollution. The existence of pollutants may endanger living creatures including humans. Therefore, air quality monitoring is required, one of them with the existence of lichen as bioindicator in the environment. The purpose of this research is to know morphology thallus lichen *Dirinaria picta* contained in street shade trees with different traffic density in Semarang city. Sampling is done at Nglimut Gonoharjo Kendal, Terminal Mangkang and Simpang Lima Semarang. Lichen morphology is observed macroscopically including differences in color, shape and counting of the extent of talus cover. The lichen samples were observed on the surface of the bark of the tree with an altitude of ± 150 cm from above ground level. The results showed that, the color of the talus tends to be pale green or gray green. The color of the talus tends to darken as the density of traffic increases. The shape of the talus tends to be rounded, oval, and irregularly following the substrate pattern. The lowest closing area of lichen talus is located at Simpang Lima which has the highest traffic density.

Keywords: Dirinaria picta, morphology talus, bioindicator, traffic density

Abstrak

Perkembangan sektor industri dan transportasi berpotensi terhadap penurunan kualitas lingkungan hidup terutama meningkatnya polusi udara. Keberadaan zat pencemar dapat membahayakan makhluk hidup termasuk manusia. Oleh karena itu, pemantauan kualitas udara perlu dilakukan, salah satunya dengan keberadaan lichen sebagai bioindikator di lingkungan. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui morfologi talus lichen *Dirinaria picta* yang terdapat pada pohon peneduh jalan dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang berbeda di kota Semarang. Pengambilan sampel dilakukan di Nglimut Gonoharjo Kendal, Terminal Mangkang dan Simpang Lima Semarang. Morfologi lichen diamati secara makroskopik meliputi perbedaan pada warna, bentuk dan menghitung luas tutupan talus. Sampel lichen diamati pada permukaan kulit batang pohon dengan ketinggian ± 150 cm dari permukaan tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, warna talus cenderung berwarna hijau pucat atau hijau keabua-abuan. Warna talus cenderung semakin menggelap seiring meningkatnya kepadatan lalu lintas. Bentuk talus cenderung membulat, lonjong, dan tidak beraturan mengikuti pola substrat. Luas penutupan talus lichen terendah terdapat di lokasi Simpang Lima yang memiliki kepadatan lalu lintas tertinggi.

Kata kunci: *Dirinaria picta, morfologi talus, bioindikator, kepadatan lalu lin*

Pendahuluan

Lichen merupakan tumbuhan hasil simbiosis antara fungi dan alga. Simbiosis tersebut menghasilkan keadaan fisiologi dan morfologi yang berbeda dengan keadaan semula sesuai dengan keadaan masing-masing komponen pembentukannya. Lichen mampu hidup pada lingkungan ekstrim, tetapi juga sangat peka terhadap polusi. Hampir sebagian besar spesies lichen sangat sensitif terhadap gas belerang (SO₂) dan gas buang lainnya yang berasal dari kendaraan bermotor atau kawasan industri. Oleh sebab itu lichen dapat dijadikan bioindikator pencemaran udara (Handoko, 2015).

Lichen tidak mempunyai kutikula, sehingga secara fisiologis akan mempengaruhi aktifitas metabolisme seperti penyerapan air dan mineral serta akumulasi bahan-bahan pencemar menjadi lebih banyak dan langsung menuju pada bagian lapisan medula yang terdiri dari alga-alga yang mempunyai klorofil (Chandra, 2015).

Menurut Pratiwi (2006), terdapat beberapa parameter yang dapat dipergunakan dalam penelitian lichen untuk mengukur adanya pencemaran udara yaitu pertumbuhan, diamati dengan melihat keadaan morfologi dan warna talusnya. Lichen di daerah yang tercemar pertumbuhannya kurang baik, warnanya pucat atau berubah. Persentase penutupan, diukur dengan menghitung luas penutupan lichen pada substrat atau habitat yang diamati.

Lichen yang umum ditemukan di tempat – tempat yang tercemar polusi khususnya polusi akibat kendaraan bermotor salah satunya adalah jenis lichen foliose (*Dirinaria picta*). Jenis *D. picta* termasuk toleran, sehingga dapat ditemukan disemua lokasi dengan kualitas udara yang berbeda (Bordeaux, 2015). *D. picta*, adalah taksa yang menjadi ciri daerah perkotaan Porto Alegre (Kaffer, 2011).

Kota merupakan pusat aktivitas manusia yang di dalamnya terdapat pembangunan ekonomi yang mengakibatkan terjadinya penurunan ekologi. Pembangunan ekonomi diindikasikan dengan majunya kehidupan manusia seperti meningkatnya teknologi, kawasan industri serta pesatnya sektor transportasi. Akibat dari pembangunan ekonomi tersebut terjadi penurunan kualitas udara yang berbahaya bagi kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan. Salah satu cara untuk mereduksi polusi di daerah perkotaan

adalah mengurangi emisi karbon dan membangun hutan kota. Cara lain yaitu dengan pemantauan terhadap kualitas udara agar dapat dilakukan penanganan cepat terhadap perubahan kualitas udara.

Semarang adalah ibukota Propinsi Jawa Tengah, sebagai salah satu kota besar di Indonesia serta merupakan pusat Pemerintahan Daerah Propinsi Jawa Tengah. Kota Semarang berkembang menjadi kota yang memfokuskan pada perdagangan dan jasa. Kawasan perdagangan dan jasa di Kota Semarang terletak menyebar dan pada umumnya berada di sepanjang jalan-jalan utama. Kawasan perdagangan modern, terutama terdapat di Kawasan Simpang Lima yang merupakan urat nadi perekonomian Kota Semarang (Nur, 2007).

Berdasarkan hal tersebut perlu diadakanya penelitian mengenai potensi lichen *D. picta* sebagai bioindikator lingkungan sebagai salah satu upaya untuk pemantauan kualitas udara di kota Semarang.

Bahan dan Metode

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel berupa talus lichen *D. picta* yang diambil dari kulit pohon yang tumbuh di tiga lokasi dengan tingkat kepadatan lalu lintas berbeda di kota Semarang.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Terminal Mangkang, Simpang Lima kota Semarang dan hutan Nglimut Gonoharjo Kendal. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Oktober 2017 hingga November 2017. Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi termometer, hyrometer, lux meter, buku identifikasi atau jurnal, plastik transparan, pisau, amplop, label spesimen, kamera dokumentasi, buku dan alat tulis. Morfologi lichen diamati secara makroskopik berupa adanya perbedaan pada warna, bentuk dan menghitung luas tutupan talus. Sampel lichen diamati pada permukaan kulit batang pohon dengan ketinggian ±150cm dari permukaan tanah. Pengukuran luas penutupan talus lichen menggunakan bingkai kuadran plastik transparan berukuran 20 cm x 20 cm.

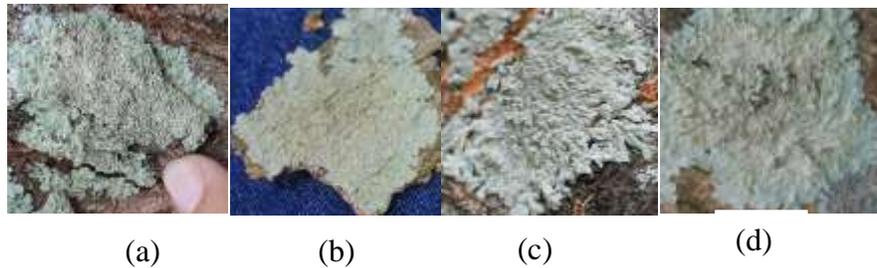
Hasil dan Pembahasan

Warna dan Bentuk talus *D. picta*

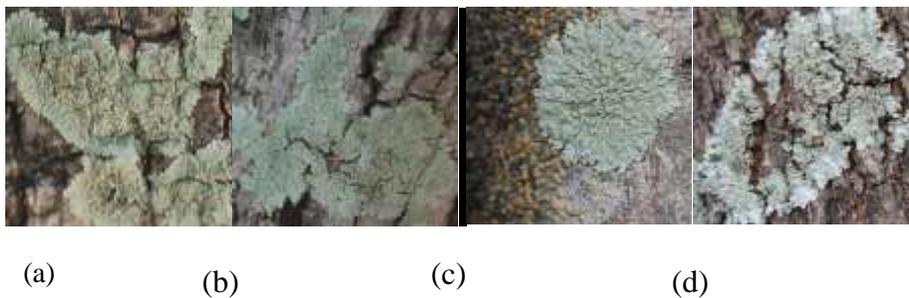
Pengamatan morfologi talus *D. picta* meliputi bentuk dan warna talusnya. Warna talus *D. picta* cenderung berwarna hijau pucat atau hijau ke abu-abuan. Menurut Bordeoux (2015) warna talus *D. picta* dipengaruhi oleh kondisi kualitas udara di lokasi penelitian. Warna talus yang ditemukan di lokasi penelitian terlihat warna hijau tua, hijau pucat dan warna putih. Bentuk talus cenderung membulat, lonjong, dan tidak beraturan mengikuti pola substrat. Menurut Bua (2013) pada lichen jenis *Dirinaria* sp dilihat ciri

morfologinya antara lain, lichen ini memiliki ciri-ciri yaitu warnanya putih, bentuknya menyerupai lingkaran, keadaan talusnya terpecah-pecah antar bagian talus yang satu dengan yang lain. Jenis lichen ini banyak ditemukan di pohon, termasuk dalam lichen foliose, umumnya tipe talus foliose memiliki bentuk yang relative membulat. Tipe talus foliose dapat melekat pada substratnya.

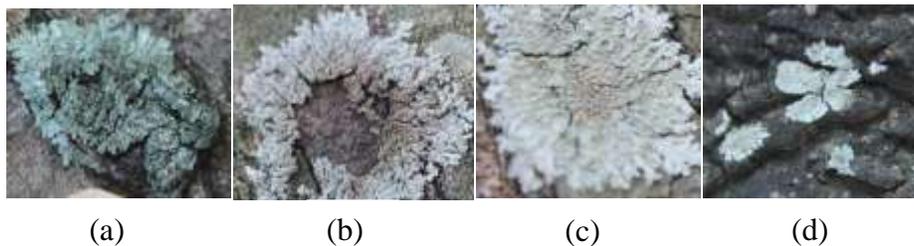
Jenis tanaman yang menjadi substrat lichen di lokasi penelitian antara lain Trembesi (*Samanea saman*), Angsana (*Pterocarpus Indicus*), Akasia (*Acacia melanoxylon*), Mahoni (*Swietenia mahagoni*), Asam jawa (*Tamarindus indica*), Asam Keranji (*Dialium indum*) dan Waru (*Hibiscus tiliaceus*).



Gambar 1 Bentuk dan warna *D. picta* di Nglimut (a,b,c pohon Mahoni, d pohon waru)



Gambar 2 Bentuk dan warna *D. picta* di Simpang Lima (a,b,c pohon Asam Keranji, d pohon Asam Jawa)



Gambar 3 Bentuk dan warna *D. picta* di Mangkang (a. pohon Angsana b. Pohon Akasia c. Pohon Mahoni d. Pohon Trembesi)

Warna talus *D. picta* di kawasan Nglimut cenderung memiliki warna hijau pucat (Gambar 4.1). Warna talus *D. picta* yang ditemukan di Simpang Lima hijau kekuningan, hijau pucat dan hijau kebau-abuan (Gambar 4.2). Warna talus *D. picta* di Mangkang memiliki warna talus yang berwarna hijau kehitaman, putih ke abu-abuan dan abu-abu kehitaman. Warna talus abu-abu kehitaman menandakan perubahan warna akibat tingginya bahan pencemar (Gambar 4.3). Perubahan histologi yang paling umum akibat pencemaran udara pigmentasi atau perubahan warna sel menjadi gelap (Chandra, 2015). Warna talus semakin gelap mengikuti kondisi lingkungan tempat tumbuhnya. Penampakan warna talus dari suatu jenis lichen tidak selalu memperlihatkan warna yang konsisten atau tetap, hal ini tergantung pada substrat dan kondisi tempat tumbuh talus lichen. (Nurjanah, 2013).

Tabel 1 Bentuk dan warna talus *D. picta* di tiga lokasi penelitian

Lokasi Penelitian	Jenis Pohon (Substrat)	Warna Talus	Bentuk Talus
Nglimut	Mahoni	Hijau pucat	Cenderung membulat
	Mahoni	Hijau pucat	Cenderung membulat
	Mahoni	Hijau pucat	Cenderung membulat
	Waru	Hijau pucat	Cenderung membulat
Simpang Lima	Asam Keranji	Hijau kekuningan	Tidak beraturan
	Asam Keranji	Hijau pucat	Tidak beraturan
	Asam Keranji	Hijau pucat	Cenderung membulat
	Asam Jawa	Hijau keabuan	Tidak beraturan
Mangkang	Angsana	Hijau kehitaman	Lonjong
	Akasia	Abu-abu kehitaman	Cenderung membulat
	Mahoni	Abu-abu kehitaman	Cenderung membulat
	Trembesi	Putih keabuan	Lonjong

Lichen sangat peka terhadap emisi pencemar bila dibanding dengan tumbuhan tinggi. Adapun kepekaan tersebut dikarenakan adanya perbedaan morfologi, diantaranya terjadi perubahan warna talus, akibat adanya bahan pencemar (Pratiwi, 2006).

Warna talus yang diambil di lokasi Mangkang memiliki warna talus yang cenderung lebih gelap bila dibandingkan dengan kedua lokasi penelitian. Semakin menggelapnya warna talus lichen menandakan semakin tinggi pula sumber pencemar yang ada di lokasi tersebut. Tingginya sumber pencemar di terminal Mangkang dikarenakan fungsi terminal sendiri sebagai tempat pemberhentian bus dan sebagai tempat pelayanan angkutan penumpang. Selain itu jalan yang melintasi terminal Mangkang adalah jalan pantura Semarang – Kendal merupakan jalur padat kendaraan dan kebanyakan kendaraan yang melewati jalur ini adalah jenis kendaraan truk dan

bus sehingga bahan pencemar yang diemisikan ke udara semakin besar. Hal ini menyebabkan semakin besar pula bahan pencemar yang terakumulasi dalam talus lichen yang kemudian berpengaruh terhadap warna lichen. Menurut Muziansyah (2015), pencemaran udara disebabkan tingginya volume gas buang emisi kendaraan angkutan umum dan pribadi yang masuk ke terminal. Terminal sebagai tempat pemberhentian memungkinkan pola berkendara dengan besarnya frekuensi jalan-berhenti, pola berkendara ini membutuhkan bahan bakar semakin besar bila dibandingkan dengan pola berkendara yang berjalan dengan kecepatan konstan untuk semua jenis motor, baik berbahan bakar bensin maupun solar. Pola berkendara sangat mempengaruhi jumlah pelepasan senyawa-senyawa pencemar dan memiliki hubungan yang signifikan dengan konsumsi bahan bakar pada kendaraan.

Lokasi terminal Mangkang letaknya berdampingan dengan banyak pabrik dan industri, sehingga memungkinkan meningkatnya polutan udara akibat aktivitas pabrik dan industri. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) (2016) Selama lebih dari 20 tahun, lichen telah digunakan sebagai bioindikator dan biomonitor dalam penilaian kualitas lingkungan untuk industri (Conti, 2001).

Perbedaan warna tidak hanya terjadi pada perbedaan antar jenis lichen, tetapi juga dapat terjadi pada jenis yang sama yang berkembang pada tempat yang berbeda. Substrat dan kondisi tempat tumbuh lichen yang berbeda menyebabkan adanya perbedaan respon bagi setiap lichen. Pada lokasi yang kualitas udaranya lebih baik untuk perkembangan lumut memiliki talus lichen dengan warna yang cerah. Sebaliknya lokasi dengan kualitas udara yang rendah memiliki talus lichen yang berwarna kusam (Sofyan, 2017).

Lichen yang memperoleh nutrisi dari udara tanpa menyeleksiya terlebih dahulu karena lichen tidak terdapat kutikula sehingga memudahkan polutan untuk masuk ke dalam talus, mengakumulasi berbagai material tanpa menyeleksiya. Oleh karena zat-zat polutan yang tidak dapat diuraikan oleh lichen akan terganggu keberadaannya, maka untuk mengetahui sejauh mana tingkat pencemaran udara terhadap suatu wilayah dengan melihat kondisi talus lichen yang ditemukan. Sehingga lichen dapat dijadikan bioindikator pencemaran udara berdasarkan kondisi yang ditimbulkan lichen terhadap kualitas udara (Nurjanah, 2013).

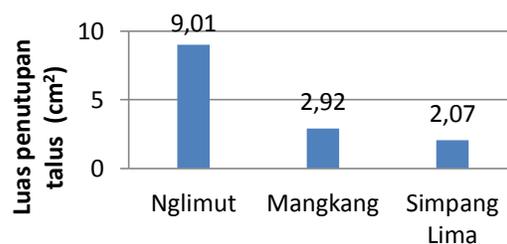
Bentuk talus di ketiga lokasi cenderung membulat, namun ada juga yang bentuknya tak beraturan mengikuti pola substrat (Tabel 1). Menurut Bua (2013) pada lichen jenis *Dirinaria* sp dilihat ciri morfologinya lichen ini memiliki ciri-ciri yaitu bentuknya menyerupai lingkaran, keadaan talusnya terpecah-pecah antar bagian talus yang satu dengan yang lain.

Bentuk talus di lokasi Simpang Lima yang ditemukan cenderung tidak beraturan mengikuti pola kulit pohon yang menjadi substrat. Bentuk yang tidak beraturan terutama terlihat pada substrat pohon Asam Jawa (Gambar 2). Menurut Pratiwi (2006) bentuk talus yang ditemukan beragam, terdiri atas bentuk lonjong (memanjang), melingkar/membulat serta bentuk yang tidak teratur. Bentuk talus lichen dengan jenis yang sama dengan lokasi pengamatan yang sama dapat berbeda. Hal tersebut ditentukan oleh faktor tempat tumbuh seperti keadaan permukaan

tempat tumbuh. Pada kulit permukaan batang tanaman yang tidak pecah-pecah, pertumbuhan talus lichen dapat utuh dan batas antar koloni terlihat dengan jelas. Secara umum perkembangan talus lichen akan cenderung membulat. Pada kulit batang pohon yang pecah-pecah, perkembangan bentuk talus lichen cenderung akan mengikuti pola pecahan permukaan kulit batang pohon tersebut.

Kondisi ekstrim, iklim, substrat dan pencemaran udara berpengaruh terhadap respon morfologi dan respon fisiologi lichen (Bua, 2013). Perbedaan tipe morfologi talus lichen dapat dilihat dan ditentukan secara makroskopis. Warna dan bentuk morfologi dapat dijadikan sebagai indikasi adanya respon lichen terhadap kualitas udara di lingkungannya (Sofyan, 2017).

Hasil pengukuran luas penutupan talus lichen *D. picta* sebagai berikut, hutan Nglimut memiliki luas penutupan rata-rata sebesar 9,01 cm², luas penutupan talus lichen di Mangkang sebesar 2,92 cm² dan 2,07 cm² di Simpang Lima (Gambar 4).



Gambar 4 Luas penutupan talus lichen (cm²)

Simpang Lima memiliki jumlah kendaraan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kedua lokasi lainnya, Mangkang dan Nglimut (Tabel 3). Kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber utama pencemar udara di daerah perkotaan. Tingginya kepadatan lalu lintas merupakan salah satu sumber pencemar udara. Semakin tinggi kepadatan lalu lintas maka semakin tinggi polusi udara yang dihasilkan. Zat pencemar yang dihasilkan berupa emisi gas kendaraan bermotor akan mampu menghambat pertumbuhan lichen, hal ini berdampak terhadap luas penutupan talus lichen (Gambar 4).

Luas penutupan yang paling rendah terdapat di area Simpang Lima (Gambar 4). Simpang lima memiliki kepadatan lalu lintas yang paling tinggi, kepadatan lalu lintas yang tinggi

menyebabkan terjadinya kenaikan emisi gas buang. Simpang Lima merupakan pusat Kota Semarang. Kawasan Simpang Lima merupakan pusat aktivitas, seperti perdagangan dan jasa, perkantoran, bahkan pendidikan, dan kesehatan. Alun-alun Simpang Lima menjadi pusat perputaran kendaraan dari Jl. Pandanaran, Jl. Gajahmada, Jl. Kh Ahmad Dahlan, Jl. Semarang Purwodadi, dan Jl. Semarang Surakarta. Aktivitas-aktivitas tersebut berpotensi menimbulkan kepadatan lalu lintas yang tinggi (Nur, 2007). Tingginya kepadatan lalu lintas merupakan salah satu sumber pencemar udara. Lichen diketahui merupakan tumbuhan yang peka terhadap pencemaran udara, jika kualitas udara di suatu lingkungan telah menurun maka pertumbuhannya akan terhambat. Hal ini terlihat dengan semakin padatnya kendaraan maka semakin rendah luas penutupan talus lichen, sebaliknya semakin sepi kendaraan maka semakin tinggi luas penutupan lichen (Pratiwi, 2006).

Tingkat pencemaran udara berbanding lurus dengan luas penutupan lichen (Furi, 2016). Parmeliaceae yang menempel pada pohon peneduh di jalan dengan intensitas lalu lintas rendah memiliki luas penutupan tertinggi (0,47 cm²) dibandingkan Graphis (0,07 cm²) dengan kandungan sulfur Parmelia tertinggi dibanding dengan yang lainnya sebesar 4,70 ppm (Hadiyati, 2013). Pertumbuhan dan kesuburan Lichen kurang baik bila daerahnya kemungkinan telah mengalami perubahan kondisi lingkungan akibat pencemaran udara, yang secara langsung atau tidak langsung, dapat menyebabkan beberapa hal yang dapat menghambat pertumbuhan atau keberadaan suatu jenis lichen (Hardini, 2010). Lichen dapat dijadikan sebagai tumbuhan indikator untuk pencemaran udara dari kendaraan bermotor, dimana adanya pencemaran udara akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan lichen. secara umum dapat disimpulkan bahwa kelompok organisme-organisme ini beberapa memiliki kepekaan yang sangat tinggi terhadap pencemaran udara (Nurjanah, 2013). Prosentase penutupan lichen pada substrat nampak ada perbedaan, hal tersebut kemungkinan ada hubungannya dengan jumlah kendaraan (Hardini, 2013).

Emisi kendaraan bermotor terutama secara tidak langsung berpengaruh terhadap pH substrat yang akan berpengaruh terhadap pertumbuhan talus lichen. Hal ini disebabkan, sebagian besar spesies lichen epifit lebih memilih substrat dengan sifat kimia dan fisik tertentu, oleh karena itu, lichen hanya tumbuh pada jenis pohon tertentu. Salah

satu faktor utama, yang mempengaruhinya adalah pH kulit kayu (Samsudin, 2012). pH substrat dapat mempengaruhi kelimpahan lichen dalam suatu komunitas lichen. Batang dengan pH alkaline atau basa mampu sebagai *buffer* terhadap kadar asam dan mendukung suplai kalsium pada lichen. Keanekaragaman lichen tinggi pada substrat yang memiliki pH tinggi (>7) atau basa dan keanekaragaman lichen rendah pada pH rendah (<7) atau asam (Handoko, 2015).

Perubahan histologi yang paling umum akibat pencemaran udara adalah terjadinya plasmolisis, kerusakan kandungan sel (granulasi) sel-sel yang mengalami koleps (Chandra, 2015).

Luas penutupan talus lichen di daerah Mangkang berada di urutan kedua, begitu juga dengan tingkat kepadatan lalu lintasnya. Lokasi pengambilan sampel di Mangkang letaknya berada di area sisi dalam jalan raya dan tidak langsung berhadapan dengan jalan raya, sehingga mempunyai kelembapan lebih tinggi dibandingkan dengan kelembapan di Simpang Lima (Tabel 2). Semakin tinggi kelembapan maka akan semakin rendah suhu udara. Suhu dan kelembapan merupakan faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan talus lichen. Lokasi dengan kendaraan bermotor yang padat memiliki kecepatan angin, suhu, cahaya, kecepatan kendaraan lebih tinggi dibandingkan lokasi sepi kendaraan bermotor, sedangkan kelembapan udara lebih rendah di jalan padat kendaraan bermotor (Hadiyati, 2013).

Tutupan talus dipengaruhi oleh adanya faktor internal yaitu, adanya persaingan sesama lichen dan juga luas permukaan kulit kayu yang dijadikan sebagai substrat (Sofyan, 2017). Lichen termasuk organisme yang kecepatan pertumbuhannya paling lambat. Pada umumnya, kecepatan pertumbuhan lichen rata-rata hanya 0,1-10 mm setiap tahun (Maulidiyah, 2011). Nglimut Gonoharjo merupakan lokasi penelitian yang memiliki luas penutupan talus terbesar dibanding kedua lokasi penelitian yang lain (Gambar 3). Hal ini dikarenakan lokasi penelitian di Nglimut Gonoharjo memiliki kepadatan lalu lintas terendah sehingga memiliki tingkat pencemaran paling rendah dan juga memiliki faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan lichen. Suhu dan kelembapan menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan talus lichen pada suatu wilayah.

Pertumbuhan lichen didukung oleh faktor lingkungan yaitu faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik yang terdiri dari jenis tanaman sebagai

substrat bagi lichen, sedangkan faktor abiotik yang berupa suhu udara, kelembaban, intensitas cahaya sangat mendukung pertumbuhan lichen. Jenis-jenis lichen tersebut mampu beradaptasi dan cocok hidup pada lingkungan tersebut, ini menunjukkan bahwa spesies tersebut mempunyai

kisaran toleransi yang cukup luas terhadap faktor lingkungan. Pertumbuhan lichen ditentukan oleh faktor iklim (40%). Sifat lichen yang memiliki ketahanan terhadap suhu dan kelembaban yang ekstrim (Pratiwi, 2006).

Tabel 2 Suhu, Kelembaban dan Intensitas cahaya

	Suhu °C	Kelembaban %	Intensitas cahaya x 100 lux
Nglimut	21	99	764
Simpang Lima	29	70	1440
Mangkang	30	72	1840

Kelembaban udara yang ada di lokasi penelitian berkisar 70-99% masih mendukung kehidupan lichen. Hutan Ngelimut Gonoharjo memiliki suhu sebesar 21 °C dan kelembaban udara sebesar 99% serta intensitas cahaya sebesar 764lux. Suhu pada lokasi Simpang Lima Semarang 29 °C dan kelembaban udara sebesar 70%, serta intensitas cahaya 1440 lux. Terminal Mangkang memiliki suhu sebesar 30 °C dan kelembaban udara sebesar 72% serta intensitas cahaya 1840 lux (Tabel 2). Kelembaban udara merupakan faktor yang sangat mempengaruhi penyerapan lichen terhadap air, nutrien, dan bahan-bahan pencemar yang ada di udara. Kelembaban yang tinggi menunjukkan bahwa wilayah tersebut memiliki banyak kandungan air di udara. Air tersebut di absorpsi oleh lichen guna metabolisme dan pertumbuhan (Bordeaux, 2015).

Kelembaban udara sangat penting dalam distribusi lichen. Lichen banyak ditemukan pada pohon yang berada dekat dengan sungai, diduga karena pengaruh kelembaban. Walaupun lichen tahan pada kekeringan dalam jangka waktu yang cukup panjang, namun lichen tumbuh dengan optimal pada lingkungan yang lembab (Handoko, 2015). Ketika data pencemaran langsung tidak tersedia pada studi kasus biomonitoring, sensitivitas lichen terhadap polusi dapat digunakan untuk mendapatkan keterkaitan kondisi iklim dengan polusi itu sendiri. Lebih jauh, lichen sangat sensitif untuk kondisi iklim, dan khususnya untuk kelembaban udara (Nimis, 1991).

Lichen memiliki kisaran toleransi suhu yang cukup luas. Lichen dapat hidup baik pada suhu yang sangat rendah atau pada suhu yang sangat tinggi. Lichen akan segera menyesuaikan

diri bila keadaan lingkungannya kembali normal. Salah satu contoh alga jenis *Trebouxia* tumbuh baik pada kisaran suhu 12-24°C, dan fungi penyusun lichen pada umumnya tumbuh baik pada suhu 18-21°C (Handoko, 2015).

Selain suhu udara, kelembaban udara, intensitas cahaya berpengaruh terhadap suhu dan kelembaban, yaitu semakin rendah intensitas cahaya yang sampai ke permukaan bumi, maka suhu akan semakin rendah dan kelembaban semakin tinggi (Bua, 2013).

Perbedaan presentase tutupan talus mengindikasikan kepekaan lichen terhadap kondisi lingkungan. Terdapat faktor seperti faktor internal yaitu kesehatan kulit vegetasi yang menjadi substrat lichen, kandungan air dan zat makanan yang tersedia. Faktor eksternal yang mempengaruhi antara lain suhu, kelembaban dan intensitas cahaya yang berhubungan dengan penutupan tajuk pohon serta tingkat pencemaran udara yang terjadi di masing-masing lokasi penelitian (Bordeaux, 2015).

Kondisi lingkungan yang baik memiliki talus 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 dan juga talus yang pada mulanya dalam keadaan utuh berubah menjadi terpecah-pecah antar bagian talus dengan yang lainnya. Penurunan luas tutupan talus tersebut merupakan ciri respon dari lichen terhadap pencemaran udara yang terjadi di sekitar tempat tumbuhnya (Sofyan, 2017).

Kesimpulan

Warna talus di lokasi padat kendaraan cenderung berwarna lebih gelap dibandingkan dengan warna talus yang berada di daerah dengan tingkat kepadatan kendaraan yang rendah. Bentuk talus cenderung membulat, lonjong, dan tidak beraturan mengikuti pola substrat. Luas penutupan terendah terdapat di lokasi yang memiliki kepadatan lalu lintas tertinggi.

Daftar Pustaka

- Bordeaux, C.Z. 2015. Keanekaragaman Lichen Sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kebun Raya Cibodas, Kebun Raya Bogor dan Eco-Park LIPI Cibinong. Skripsi. IPB, Bogor.
- BPS. 2016. Kota Semarang dalam Angka. Semarang: Badan Pusat Statistik Kota Semarang
- Bua, L. 2013. Keanekaragaman Lichen di Sub Kawasan Taman Nasional Bogani Nani Wartabone Wilayah Lombongo. Skripsi. Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo.
- Chandra, R.H. 2015. Akumulasi Timbal (Pb) Dan Keanekaragaman Jenis Lichen di Taman Kota Medan. *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan* 2 (1): 2550-1305.
- Conti, M. E., and G. Gecchetti. 2001. Biological Monitoring : Lichens As Bioindicators of Air Pollution Assessment. *Environmental Pollution* 114, 471-492.
- Handoko, A. 2015. Keanekaragaman Lichen (Lichens) Sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kawasan Asrama Internasional IPB. Tesis. IPB. Bogor.
- Hadiyati, M. dan T.R. Setyawati. 2013. Kandungan sulfur dan klorofil talus lichen *Parmelia* sp. Dan *Graphis* sp. pada pohon peneduh jalan di Kecamatan Pontianak Utara. *Protobiont* 2 (1): 12 – 17.
- Hardini, Y. 2010. Keanekaragaman Lichen di Denpasar sebagai Bioindikator Pencemaran Udara. *Seminar Nasional Biologi*, Fakultas Biologi UGM
- Kaffer, M.I. 2011. Corticolous Lichens as Environmental Indicators in Urban Southern Brazil. *Ecological Indicator* 11: 1319-1332.
- Maulidiyah. 2011. Isolasi Dan Penentuan Struktur Serta Uji Bioaktivitas Senyawa Kimia dari Ekstrak Aseton Lichen *Usnea blepharea motyka* dan *Usnea flexuosa tayl.* Skripsi. Universitas Indonesia, Depok.
- Muziansyah, D., R. Sulistyorini, & S. Sebayang. 2015. Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Koita Bandar Lampung) *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain* 3 (1): 57 – 70.
- Nimis, P.L., A. & G. Lazzarin, D. Gasparo. 1991. Lichens as Bioindicators of Air Pollution By SO₂ in the Veneto Region (Ne Italy) *Studia Geobotanica* 11: 3-76, 1901
- Nur, A.W. 2007. Identifikasi Prasyarat Implementasi *Congestion Pricing* di Kawasan Simpang Lima Semarang. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Nurjanah, S., A.Yousep, M. Shofa, & B. Ahmad. 2013. Keragaman dan Kemampuan Lichen Menyerap Air sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kediri. *Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri*
- Pratiwi, M.E. 2006. Kajian Lichen Sebagai Bioindikator Kualitas Udara. Skripsi. IPB. Bogor.
- Sofyan, N. 2017. Keanekaragaman Lichen sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kawasan Industri Citeureup dan Hutan Penelitian Dramaga. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor