

KANDUNGAN KLOOROFIL THALUS LUMUT KERAK DI JALAN PROTOKOL KECAMATAN TAWANGMANGU

Fuad Hasan Aly*, Efri Roziaty

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta,
Jl. A. Yani Tromol Pos Pabelan Surakarta
*Email: fuadhasanaly@gmail.com

Abstrak

Lumut kerak adalah organisme tingkat rendah simbiosis antara fungi dan alga. Lumut kerak membentuk struktur thalus yang sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Bagian fungi dinamakan mycobiont dan bagian alga dinamakan phobiont. Photobiont ini mengandung klorofil sehingga lumut kerak termasuk organisme autotrof yang mampu berfotosintesis. Eksistensi klorofil dipengaruhi oleh lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan klorofil pada thalus lumut kerak di jalan protokol Kecamatan Tawang Mangu, Karanganyar, Jawa Tengah. Metode yang digunakan yaitu Purposive sampling, dengan menentukan kriteria tertentu untuk menghasilkan sampel secara logis sehingga dapat mewakili populasi. Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 Stasiun Utama dimana di masing – masing Stasiun dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan klorofil a tertinggi adalah 4.30 yaitu lumut kerak dari spesies *Peltigra cania*. Klorofil b yang tertinggi adalah 1.72 yaitu *Phlyctis agelaea*. Klorofil a + b yang tertinggi adalah 6.08 pada spesies *Peltigra cania*. Suhu lingkungan di lokasi penelitian berkisar antara 27,3 – 33,2 °C . Kelembaban berkisar pada 53 – 68 %. Ketinggian lahan di lokasi penelitian berkisar pada 352 – 976 mdpl. Tingkat pencemaran tertinggi pada stasiun 3, titik 3, ulangan 3 yang ditunjukkan dengan nilai jumlah kendaraan yang lewat yaitu sebanyak 1992 /jam. Sehingga disimpulkan bahwa semakin tinggi jumlah kendaraan yg melewati lokasi penelitian maka semakin rendah kandungan klorofil pada lumut kerak yang hidup pada habitat tersebut.

Kata Kunci: Lumut kerak, klorofil, biotik, spesies lichen

1. PENDAHULUAN

Banyaknya kendaraan di era sekarang ini karena aktivitas dari manusia dimana memiliki emisi gas buang yang besar pengaruhnya. Hal tersebut mengakibatkan pencemaran udara yang sangat berbahaya bagi lingkungan terutama mencemari udara.

Udara merupakan faktor yang penting dalam hidup dan kehidupan. Namun pada era modern ini, sejalan dengan perkembangan pembangunan fisik kota dan pusat-pusat industri, serta berkembangnya transportasi, maka, kualitas udara pun mengalami perubahan yang disebabkan oleh terjadinya pencemaran udara atau sebagai berubahnya salah satu komposisi udara dari keadaan yang normal; yaitu masuknya zat pencemar (berbentuk gas- gas dan partikel kecil/aerosol) ke dalam udara dalam jumlah tertentu untuk jangka waktu yang cukup lama, sehingga dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan, dan tanaman (Ismiyati et al., 2014).

Berdasarkan Undang-Undang Pokok Pengolahan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982, pencemaran lingkungan atau polusi adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya. Udara yang telah terkontaminasi zat pencemar disebut udara tercemar yang dapat merusak lingkungan dan kehidupan manusia. Pencemaran udara semakin memburuk seiring dengan kemajuan teknologi, dimana dengan kemajuan teknologi sehingga sumber penghasil polusi udara semakin meningkat.

Polusi udara selain dapat memengaruhi kesehatan seseorang juga dapat memengaruhi kondisi tumbuhan secara fisiologis, sehingga menyebabkan adanya tingkat kepekaan, yaitu sangat peka, peka, dan kurang peka. Bioindikator adalah organisme atau respon biologis yang menunjukkan masuknya zat tertentu dalam lingkungan. Jenis tumbuhan yang berperan sebagai bioindikator akan menunjukkan perubahan keadaan, ketahanan tubuh, dan akan memberikan

reaksi sebagai dampak perubahan kondisi lingkungan yang akan memberikan informasi tentang perubahan dan tingkat pencemaran lingkungan (Rasyidah, 2018)

Lumut kerak merupakan asosiasi antara fungi dan simbiosis fotosintetik berupa alga atau cyanobacteria membentuk struktur talus yang stabil dan spesifik. Bentuk asosiasi lumut kerak cenderung meningkatkan kemampuan fungi atau alga untuk bertahan hidup terhadap kondisi lingkungan yang kurang sesuai karena dalam hal struktur talus, fisiologi dan sintesis senyawa kimia Lumut kerak berbeda dengan fungi atau alga penyusunnya. Keanekaragaman Lumut kerak yang telah dikenal meliputi sekitar 15.000 jenis (Susilawati, 2017).

lumut kerak menyebar sangat luas, bisa terdapat di batu, pohon dan daun sebagai habitatnya, namun tidak semua tempat dapat kita jumpai karena habitat lumut kerak adalah di tempat yang tingkat polusinya rendah, sehingga keberadaan lumut kerak dapat menjadi bioindikator keadaan lingkungan sekitar (Fitri, 2018).

Lumut kerak berperan sebagai indikator kualitas udara dan perubahan iklim serta komponen biodiversitas. Corticolous Lumut kerak (Lumut kerak epifit) merupakan komponen penting dalam ekosistem hutan yang sangat peka terhadap perubahan lingkungan yang disebabkan karena pencemaran udara dan perubahan iklim. Analisis distribusi dan diversitas (keanekaragaman) pada komunitas corticolous Lumut kerak dapat digunakan secara praktis dalam analisis kualitas lingkungan. Indonesia dikenal sebagai negara megabiodiversitas. Peran penting Lumut kerak dan masih sangat jarangnyanya penelitian keanekaragaman Lumut kerak di Indonesia menjadikan Lumut kerak sebagai salah satu objek penelitian yang menarik (Susilawati, 2017).

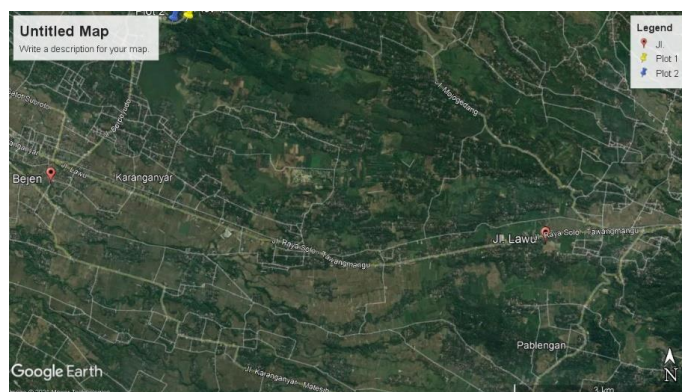
Lumut kerak dapat menunjukkan adanya perubahan keadaan, ketahanan tubuh, dan akan memberikan reaksi sebagai dampak perubahan kondisi lingkungan yang akan memberikan informasi tentang perubahan dan tingkat pencemaran lingkungan. Terkait dengan fungsinya sebagai bioindikator, maka keberadaan lumut kerak dapat digunakan sebagai bagian dari observasi penelitian dengan mengambil kawasan yang berbeda kondisi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan klorofil pada lichen yang tumbuh di sekitar jalan utama/protocol di Jalan Raya Solo – Tawangmangu.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di jalan protokol Kecamatan Tawangmangu yaitu Jalan Lawu yang dimulai dari terminal Bejen dan Jalan Matesih sampai dengan Terminal Tawangmangu. Kondisi jalan tersebut memiliki ketinggian yang berbeda, sehingga suhu dan kelembaban udara juga berbeda. Yang memungkinkan banyak ditemukan jenis lumut kerak yang tumbuh di pohon peneduh di setiap jalan tersebut.



Gambar 1. Peta Jalan Lawu, Kecamatan Tawang mangu, Jawa Tengah

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Dilaksanakan pada bulan Januari 2022 hingga Juni 2022 yang dimulai dari Observasi, Persiapan dan Pelaksanaan.

2.3. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel di ambil dari 3 stasiun, setiap stasiun diambil 3 ulangan dan setiap 3 ulangan diambil 3 pohon untuk diambil contoh lumut keraknya. Penelitian ini berfokus pada kandungan klorofil pada thalus pada lumut kerak di pohon yang berada di jalan protokol kecamatan tawang mangu.. Dilakukan pada bagian batang setinggi ± 120 cm dari permukaan tanah. Pada penelitian ini menggunakan metode Purposive sampling dengan menentukan sampel dengan kriteria-kriteria tertentu untuk menghasilkan sampel secara logis yang dapat mewakili populasi.

2.3.1. Preparasi

Pisahkan thalus lichen yang masih menempel pada batang yang ditemukan di masing-masing lokasi pengambilan sampel. Kemudian cuci lichen dengan air mengalir dan dikeringkan menggunakan tissue, selanjutnya timbang setiap sampel thalus lichen sebanyak 5 mg menggunakan timbangan digital. Potong thalus lichen kecil-kecil lalu direndam Etanol 90 % sebanyak 10 ml, selama 10 menit. Ekstrak disaring menggunakan kertas saring. Ditambahkan etanol kembali hingga mencapai ukuran 10 ml. Ukur dengan spektrofotometer pada gelombang 645 nm dan 663 nm. Ulangi sebanyak 3 kali per spesies lichen.

Sebelum pengukuran sampel/ spesies baru, cuvet dicuci terlebih dahulu dan bilas menggunakan aquades, kemudian spektro dikalibrasi menggunakan etanol yang diisikan pada cuvet. Setelah angka menunjukkan 0 baru kemudian bisa dilakukan kembali pengukuran klorofil sampel selanjutnya. Lakukan pengukuran hingga selesai. Untuk pengukuran klorofil gelombang yang sama sampi dengan selesai kemudian di kalibrasi lalu lakukan pengukuran dengan gelombang berbeda.

2.4. Analisis Data

Pada penelitian ini menggunakan analisis data deskriptif kuantitatif. Pengukuran kandungan klorofil menggunakan spektrofotometer metode Lichtenthaler & Welburn (1983). Nilai yang dibaca adalah nilai absorbansi filtrat pada Panjang gelombang 646 nm dan 663 nm. Untuk mencari nilai klorofil a dan klorofil b.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi udara di bumi semakin lama akan semakin menurun baik kualitas dan kandungan yang terkandung dalam udara. Dimana pada disetiap daerah memiliki kandungan yang berbeda-beda, baik di daerah yang memiliki factor biotik dan abiotik yang banyak maupun sedikit. Pengaruh dari abiotik sangat mempengaruhi dalam kadar udara seperti banyak kendaraan, pabrik yang memproduksi, suhu, ketinggian, dan kelembapan pada suatu daerah. Kendaraan pada era sekarang sudah menjadi kebutuhan sehari – hari untuk melakukan aktivitas. Jumlah kendaraan yang beroperasi semakin lama semakin banyak. Pertambahan jumlah kendaraan didasari masalah laju pertumbuhan penduduk di perkotaan yang sangat pesat dan urbanisasi, serta tersedianya fasilitas–fasilitas bagi kehidupan. Lajunya pertumbuhan penduduk yang tidak diimbangi dengan pertumbuhan sarana dan prasarana transportasi yang memadai, Selain itu dengan meningkatnya pendapatan masyarakat dan pesatnya perkembangan dunia otomotif, menyebabkan terjadinya peningkatan kepemilikan kendaraan (Yusri, 2012).

Tabel 1. Pengaruh komponen abiotik terhadap kehidupan lumut kerak di jalan protokol kecamatan Tawangmangu.

Stasiun	Parameter komponen abiotik			
	Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Ketinggian (m dpl)	Jumlah Kendaraan/jam
1	35.4	60	352	1.992
	33.3	60	392	
	30.8	68	464	
2	32.0	59	747	1.308
	31.9	59	780	
	30.1	53	805	
3	31.2	58	820	1.264
	30.1	55	968	
	27.3	65	976	

Banyak sedikitnya jumlah lumut kerak juga di pengaruhi oleh berbagai macam hal, baik biotik maupun abiotik. Pengaruh abiotik seperti suhu, kelembapan, ketinggian, dan jumlah kendaraan. Pencemaran udara paling banyak disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil yang membuat tingginya emisi polutan di udara. Pencemaran udara akan menyebabkan dampak negatif pada makhluk hidup dan mengganggu Kesehatan pada kehidupan makhluk hidup.

Pada Tabel 1. pengaruh komponen abiotik berupa suhu, kelembapan, letak ketinggian, dan jumlah aktivitas kendaraan yang mempengaruhi kehidupan lumut kerak. Semakin tinggi pengaruh abiotik maka semakin tinggi pula pencemaran yang di terima oleh lumut kerak. Pada ketiga stasiun pengaruh abiotik paling besar terjadi pada stasiun satu dimana memiliki suhu antara 30,8 – 35,4 °C, kelembapan 68 – 60 %, ketinggian antara 352 - 464 m dpl. Sementara pengaruh abiotik paling kecil terjadi pada stasiun ketiga yang memiliki suhu 27,3-31,2 °C, kelembapan 55 – 65 %, ketinggian antara 820 – 976 m dpl.

Tabel 2. Perhitungan Jumlah klorofil a dan Klorofil b Pada Setiap Stasiun di Jalan Protokol Kecamatan Tawangmangu.

Stasiun	Sampel	Spesies	Kandungan klorofil		
			Klorofil a	Klorofil b	Klorofil a+b
1	T1U1	<i>Phlyctis agelaea</i>	1,32	0,86	2,21
	T1U2	<i>Phlyctis agelaea</i>	1,58	0,80	2,41
	T1U3	<i>Lepraria umbriacola</i>	1,55	0,54	2,11
	T2U1	<i>Lepraria umbriacola</i>	1,45	0,68	2,15
	T2U2	<i>Lepraria umbriacola</i>	0,83	0,44	1,30
	T2U3	<i>Dirinaria confuse</i>	1,06	0,47	1,55
	T3U1	<i>Dirinaria picta</i>	1,13	0,48	1,63
	T3U2	<i>Lepraria umbriacola</i>	1,84	0,85	2,72
	T3U3	<i>Dirinaria picta</i>	1,49	0,55	2,06
2	T1U1	<i>Palmeria sulcate</i>	1,29	0,70	2,02
	T1U2	<i>Lepraria incana</i>	1,60	0,63	2,26
	T1U3	<i>Dirinaria picta</i>	2,00	1,30	3,34
	T2U1	<i>Dirinaria picta</i>	3,87	1,18	5,10
	T2U2	<i>Dirinaria confuse</i>	1,81	0,76	2,60
	T2U3	<i>Lepraria umbriacola</i>	2,39	0,99	3,41
	T3U1	<i>Lepraria Incana</i>	1,18	0,67	1,88
	T3U2	<i>Dirinaria picta</i>	2,09	1,32	3,45
	T3U3	<i>Lepraria Incana</i>	2,43	1,14	3,62
3	T1U1	<i>Dirinaria confuse</i>	0,81	0,93	1,77
	T1U2	<i>Dirinaria confuse</i>	3,34	1,30	4,68
	T1U3	<i>Dirinaria picta</i>	2,90	1,26	4,21
	T2U1	<i>Dirinaria picta</i>	2,77	0,95	3,76
	T2U2	<i>Dirinaria picta</i>	4,14	1,46	5,65
	T2U3	<i>Lepraria Incana</i>	2,03	0,73	2,79

Stasiun	Sampel	Spesies	Kandungan klorofil		
			Klorofil a	Klorofil b	Klorofil a+b
	T3U1	<i>Punctelia borreri</i>	3,64	1,12	4,81
	T3U2	<i>Dirinaria picta</i>	3,49	1,37	4,91
	T3U3	<i>Peltigra cania</i>	4,30	1,72	6,08

*T= Titik, U= Ulangan

Berdasarkan Tabel 2. mengenai nilai kandungan klorofil thalus lumut kerak, dapat dilakukan perhitungan nilai klorofil yaitu klorofil a dan klorofil b. Klorofil a dapat di hitung dengan rumus $12.25 A_{663} - 2.85 A_{645}$. Kemudian klorofil b dapat di hitung dengan rumus $20.31 A_{645} - 4.91 A_{663}$.

Tabel 2. Perhitungan Jumlah klorofil a dan Klorofil b Pada Setiap Stasiun di Jalan Protokol Kecamatan Tawangmangu.

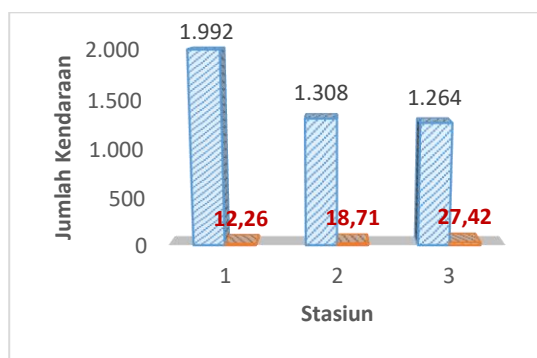
Menurut tabel di atas di ketahui bahwa perhitungan konsentrasi klorofil a dan b tersebut nilai tertinggi konsentrasi klorofil terdapat pada klorofil a terdapat perbedaan konsentrasi klorofil di setiap stasiun yang di kandung lumut kerak. Pada Stasiun 1 memiliki kandungan klorofil a total sebanyak 27.46, stasiun ke-dua memiliki kandungan klorofil a total sebanyak 18.71, stasiun ke-tiga memiliki kandungan klorofil a total sebanyak 12,29. Pada ketiga stasiun nilai konsentrasi klorofil tertinggi terdapat pada stasiun satu dengan nilai 4.30 untuk klorofil a dan 1.72 untuk klorofil b.

Tabel 3. Jumlah Individu Lumut Kerak Yang di Jumpai di Jalan Protokol Kecamatan Tawangmangu.

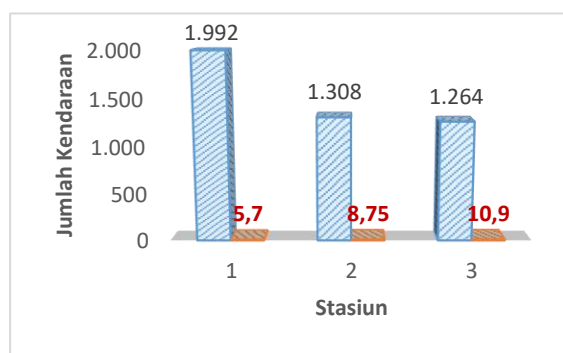
No.	Famili	Spesies	Jumlah individu
1	Caliciaceae	<i>Dirinaria picta</i>	1.491
2		<i>Palmeria sulcata</i>	278
3		<i>Cyphelium inguinans</i>	10
4	Chrysothricaceae	<i>Chrysothrix xanthina</i>	89
5	Graphidaceae	<i>Graphis elegans</i>	58
6	Hymeneliaceae	<i>Aspicilia calcarea</i>	47
7	Parmeliaceae	<i>Punctelia borreri</i>	110
8		<i>Physcia aipolia</i>	98
9	Peltigraceae	<i>Peltigra cania</i>	288
10	Phlyctidaceae	<i>Phlyctis agelaea</i>	247
11		<i>Phlyctis agrena</i>	112
12		<i>Dirinaria confusa</i>	107
13		<i>Lepraria umbriacola</i>	504
14	Teloschistaceae	<i>Lepraria incana</i>	360
15		<i>Caloplaca sp.</i>	20
16		Verrucariaceae	<i>Verrucaria</i>
Jumlah			3.834

Jumlah lumut kerak yang di jumpai pada jalan protokol kecamatan tawang mangu sangat beragam. Terdapat lumut kerak yang memiliki populasi paling banyak di jumpai yaitu *Dirinaria picta* dimana spesies lumut kerak tersebut memiliki jumlah yang mendominasi dimana memiliki jumlah sebesar 1491 individu, kemudian diikuti *Lepraria umbriacola* dengan jumlah 504 individu, *Lepraria incana* dengan jumlah 360 individu, *Peltigra cania* dengan jumlah 288 individu, *Palmeria sulcate* dengan jumlah 278 individu, *Phlyctis agelaea* dengan jumlah 247 individu, dan jumlah terkecil terdapat pada spesies *Cyphelium inguinans* yang hanya memiliki jumlah 10 individu. Jika di suatu wilayah dengan tingkat polutan tinggi atau kualitas udara rendah maka keragaman lichen menjadi sangat rendah dan tidak bervariasi. Kandungan senyawa yang terdapat pada polutan khususnya yang terdapat pada zat – zat emisi kendaraan (Roziaty, 2016).

Korelasi kandungan klorofil a dan klorofil b, antara factor abiotik yang mempengaruhi jumlah klorofil pada thalus lmut kerak di jalan protokol kecamatan Tawangmangu yaitu :

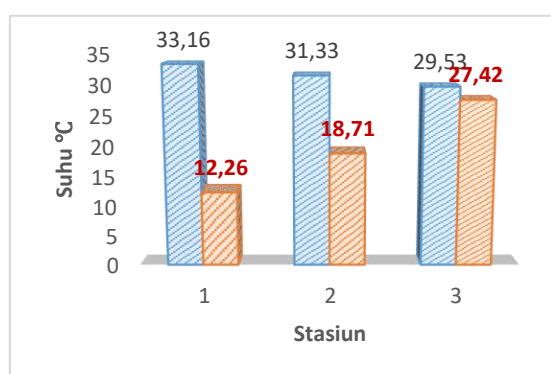


Gambar 2. Korelasi Jumlah kendaraan klorofil a

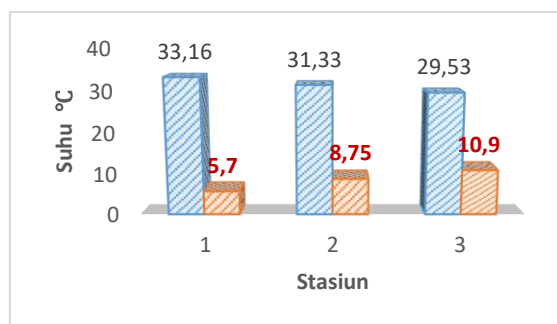


Gambar 3. Korelasi Jumlah kendaraan klorofil b

Pada Gambar 2. dan Gambar 3, dapat diketahui bahwa pada klorofil a dan klorofil b memiliki jumlah kandungan klorofil paling besar 10,9 dengan jumlah kendaraan paling rendah di stasiun 3. Dan jumlah klorofil paling sedikit berada pada Stasiun 1. Semakin banyak kandungan SO_2 (pembakaran bahan bakar fosil) maka kandungan klorofil pada tumbuhan akan mengalami penurunan. Kandungan SO_2 di udara mempengaruhi kandungan sulfur pada lumut kerak. Meningkatnya kandungan sulfur pada lichen diikuti dengan penurunan kandungan klorofilnya (Hadiyati et al., 2013).

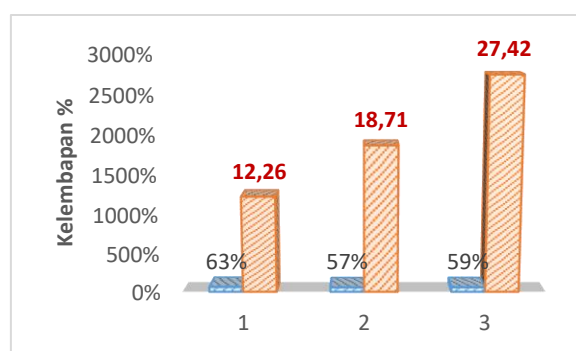


Gambar 4. Korelasi Suhu kendaraan klorofil a

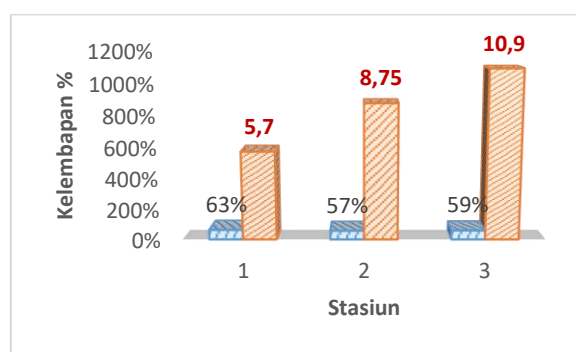


Gambar 5. Korelasi Suhu kendaraan klorofil b

Suhu merupakan faktor yang sangat mempengaruhi bagi keberlangsungan hidup lumut kerak. Suhu udara pada ke tiga stasiun memiliki suhu 33,16 – 29,53 °C yang masih bisa mendukung lumut kerak hidup. Menurut Gauslaa dan Solhaug (1998), suhu optimal bagi pertumbuhan lichen adalah < 40 °C. Suhu udara 45 °C dapat merusak klorofil pada lichen, sehingga aktivitas fotosintesis dapat terganggu. Suhu udara juga akan mempengaruhi aktifitas lichen dalam menyerap SO₂ di udara. Dinyatakan oleh Nursal dkk (2005) bahwa suhu yang tinggi dapat meningkatkan efektifitas penyerapan polutan oleh tumbuhan dan lichen.

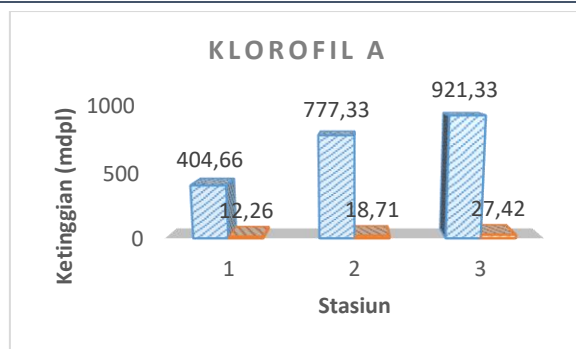


Gambar 6. Korelasi Kelembaban kendaraan klorofil a

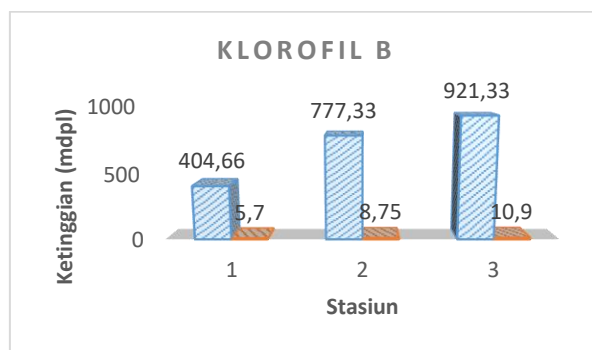


Gambar 7. Korelasi Kelembaban kendaraan klorofil b

Pada Gambar 5, kelembapan udara merupakan faktor yang mempengaruhi penyerapan air beserta nutrisi terhadap lumut kerak. Kelembapan udara di lokasi penelitian dari stasiun satu sampai tiga berkisar antara 59 – 63 % naik klorofil a dan klorofil b dimana lumut kerak masih bisa hidup. Menurut Sunberg, dkk, (1996), lichen dapat tumbuh dan berfotosintesis pada kondisi habitat yang sangat lembab (85 %). Kelembapan di atas 85 % dapat mengurangi efektifitas fotosintesis lichen sebesar 35 – 40 %.



Gambar 8. Korelasi ketinggian klorofil a



Gambar 9. Korelasi ketinggian klorofil b

Ketinggian pada suatu lokasi dapat mempengaruhi kandungan klorofil pada lumut kerak. Semakin tinggi suatu daerah maka akan semakin tinggi jenis, jumlah individu, dan kandungan klorofil. Dilihat dari gambar di atas membuktikan bahwasannya pada stasiun 3 memiliki kandungan klorofil paling tinggi dibandingkan dengan stasiun yang lainnya yang memiliki ketinggian rata-rata 921 m dpl baik pada klorofil a dan klorofil b.

4. SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

4.1.1. Simpulan

Pada setiap stasiun terdapat lumut kerak, setiap stasiunnya memiliki jumlah dan spesies yang berbeda-beda. Lumut kerak paling banyak dijumpai yakni spesies *Dirinaria picta* dengan jumlah sebanyak 1.492 individu yang di jumpai di setiap stasiun. Setelah dilakukan uji kandungan klorofil dan perhitungan. Diketahui bahwa klorofil tertinggi berada pada stasiun ketiga dengan klorofil a tertinggi adalah 4.30 yaitu lumut kerak dari spesies *Peltigra cania*. Klorofil b yang tertinggi adalah 1.72 yaitu *Phlyctis agelaea*.

Faktor abiotik seperti suhu, kelembapan, dan ketinggian sangat mempengaruhi keberlangsungan hidup lumut kerak. Semakin tinggi faktor abiotik maka akan membuat lumut kerak mudah rentan akan kematian dan kandungan klorofil semakin rendah. Tingkat kepadatan lalu lintas berpengaruh terhadap keanekaragaman lichen yang ditemukan di lokasi pengamatan. Semakin tinggi tingkat kepadatan lalu lintas yang melewati lokasi penelitian, maka akan semakin rendah kandungan klorofil pada lumut kerak

4.1.2. Saran

Lebih baiknya saat melakukan uji kadar pencemaran tidak hanya engan mengetahui kandungan klorofil saja akan tetapi juga mencari kandungan dari SO_2 dan NO_2 agar lebih spesifik kadar pencemaran yang terjadi di setiap stasiun.

4.1.3. Rekomendasi

Lumut kerak merupakan komponen biodiversitas yang memiliki fungsi salah satunya untuk mengetahui kadar pencemaran udara di suatu tempat, bisa di ketahui pencemaran udara disuatu wilayah dengan ciri fisik maupun kandunagn klorofil, SO₂ dan NO₂.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Fitri, S. (2018). IDENTIFIKASI Lichenes DI BRAYEUN KECAMATAN LEUPUNG KABUPATEN ACEH BESAR. *British Wildlife*, 30(2), 140–142.
- Gauslaa, Y. dan Solhaug, K.A., 1998, Hight-light Damage in Air-dry Thalli of Old Forest Lichen *Lobaria pulmonaria*: Interaction of Irradiance, Exposure Duration and High Temperature, *J Exprmt. Bot* 5 (334): 697-705.
- Hadiyati, M., Rima Setyawati, T., Studi Biologi, P., Mipa, F., Tanjungpura, U., & Hadari Nawawi, J. H. (2013). Kandungan sulfur dan klorofil thallus lichen *Parmelia* sp. dan *Graphis* sp. pada pohon peneduh jalan di Kecamatan Pontianak Utara. In *Protobiont* (Vol. 2, Issue 1).
- Ismiyati, Marlita, D., & Saidah, D. (2014). Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTransLog)*, 01(03), 241–248.
- Nursal, Firdaus dan Basori, 2005, Akumulasi Timbal (Pb) pada Talus Lichenes di Kota Pekanbaru, *Biogenesis* 1(2):47-50, Pekan baru
- 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 (Vol. 13, Issue 1).
- Sundberg, B.; Palmvqist K.; Essen P.A. dan Renhorn K.E., 1996, Growth and Vitality of Epiphytic Lichens : Modelling of carbon gain using field and laboratory data, *J Oecologia*, 2(109): 10- 18
- Susilawati, P. R. (2017). Fruticose dan Foliose Lichen di Bukit Bibi, Taman Nasional Gunung Merapi. *Jurnal Penelitian*, 21(1), 12–21.
- Yusri. (2012). 158584-ID-pengaruh-pertumbuhan-kendaraan-yang-bero. *PILAR Jurnal Teknik Sipil*, 7, 32–38.