

## BAB IV

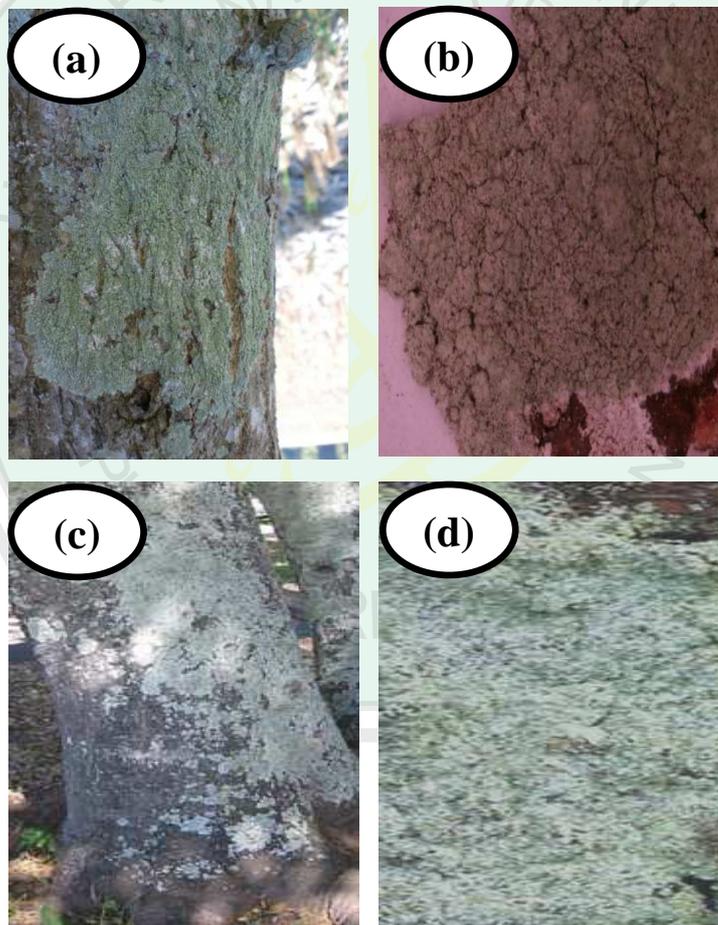
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pengamatan

##### 4.1.1 Hasil Identifikasi Talus Lichenes

Hasil identifikasi talus Lichenes pada lima stasi pengamatan di Kabupaten Lamongan adalah sebagai berikut:

##### a. Spesies 1 (*Lepraria* sp)



Gambar 4.1 Spesies 1 (*Lepraria* sp) (a) Gambar pengamatan dengan kamera digital, (b) Gambar pengamatan dengan mikroskop perbesaran 100 X (c) Gambar Literatur (HowardianLocalNaturereserve.net, 2012), (d) Gambar Literatur (<http://www.anbg.gov.au/abrs/Licheneslist/images/Lepraria.jpg>, 2012)

Berdasarkan hasil pengamatan bentuk talus spesies 1 yaitu cenderung tidak teratur dan membentuk koloni yang besar serta ada yang pecah-pecah yang tergantung pada substrat kulit pohon yang dijadikan tempat tumbuhnya. Talus spesies 1 merupakan tipe talus *crustose* karena sifatnya yang menempel erat pada substrat kulit pohon, sehingga sulit untuk dipisahkan dari substratnya. Talus ini berwarna hijau muda atau juga dapat berwarna hijau keabuan. Talus ini memiliki Soredia yang mudah teresbar dengan bantuan angin atau media lainnya, dan bila jatuh pada substrat yang cocok maka akan terbentuk talus yang baru.

Menurut Hale and Cole (1988), *Lepraria* sp merupakan tipe talus golongan *Crustose* yang sulit untuk dipisahkan langsung dari substratnya. Talus biasanya berwarna hijau, atau hijau keputihan dengan luas talus 2-10 cm. Soredia dari spesies ini dapat tumbuh di tanah, batu atau substrat kayu yang cocok.

Elix (2009) Genus *Lepraria* biasanya berbentuk *crustose*, jarang *squamulose*, melekat pada substrat dengan seluruh atau sebagian dari talus bawah permukaan, biasanya leprose (permukaan atau talus lengkap), dan terdiri dari soredia yang kompak dan menyebar tidak teratur, tanpa suatu korteks. Bagian Atas permukaan abu-abu, hijau, kuning, kuning-hijau atau putih, atau oranye. pigmen kusam. Soredia (sering sebagai konsolidasi consoredia) selalu hadir, lobulus marjinal ada atau tidak ada, isidia absen. Photobiont pada lapisan alga hijau, biasanya tidak jelas dan terputus-putus, atau tidak ada. *Lepraria* adalah genus kosmopolitan yang memiliki 40 spesies, 19 di antaranya diketahui dari Australia, yang terdapat di Alpine, daerah beriklim sedang dan tropis, di tanah, batu, lumut, kayu, kulit kayu, dan tumbuh berlebihan lumut lainnya.

Adapun klasifikasi spesies ini adalah (Nash, 2008):

Kingdom : Fungi

Filum Ascomycota

Divisio Ascomycotina

Class Lecanoromycetes

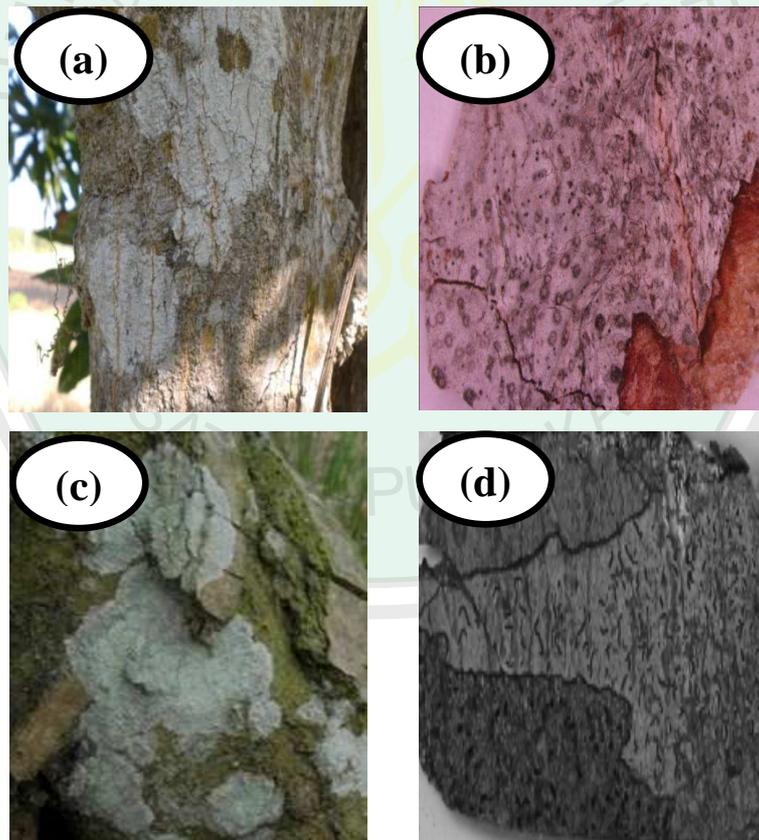
Ordo Lecanorales

Family Stereocaulaceae

Genus *Lepraria*

Spesies *Lepraria* sp

**b. Spesies 2 (*Graphis* sp)**



Gambar 4.2 Spesies 2 (*Graphis* sp) (a) Gambar pengamatan dengan kamera digital, (b) Gambar pengamatan dengan mikroskop perbesaran 100 X (c) Gambar Literatur (<http://www.anbg.gov.au/abrs/Licheneslist/images/graphis.jpg>, 2012), (d) Gambar Literatur (Zulkifly, 2011)

Berdasarkan hasil pengamatan Talus spesies 2 memiliki warna putih, putih keabu-abuan. Talus spesies 2 merupakan tipe talus *crustose* yang sifatnya langsung menempel erat seluruh talusnya pada substrat kulit pohon yang ditumbuhinya, sehingga sulit untuk dipisahkan dari substratnya. Talus ini memiliki bentuk yang cenderung membulat dan membentuk koloni yang besar dalam jumlah yang tidak terlalu banyak. Pada talus ini terdapat bintik-bintik hitam pada bagian tengah talus yang menonjol keluar dari kortek bagian atas yang biasa dinamakan isidia. Isidia berfungsi sebagai alat propagasi vegetatif, meningkatkan luas permukaan dan kapasitas asimilasi talus.

*Graphis* sp termasuk dalam tipe talus *Crustose* yang besar dan lebar. Talus ini berwarna putih atau putih kekuningan, dengan lebar talus 2-5 cm. Apotesia berwarna hitam, yang kira-kira panjangnya 0,2 mm. Habitat talus ini yaitu pada bagian bawah batang pohon (Hale and Cole, 1988).

Archer (2009) *Graphis* termasuk tipe morfologi talus *Crustose*, biasanya *corticolous*, sesekali *saxicolous*, jarang ditemukan soredia. Ascomata lirellae, tenggelam ke sessile, bercabang, dengan atau tanpa thalline. Warna talus putih, putih keabuan. Permukaan halus atau sulcate, Hymenium memiliki tebal 60-200  $\mu\text{m}$ . *Graphis* adalah genus kosmopolitan yang memiliki 400 spesies. Hal ini terutama hidup pada daerah tropis maupun subtropis, dan sebagian besar spesies yang *corticolous*.

Adapun klasifikasi spesies ini adalah (Nash, 2008):

Kingdom: Fungi

Filum : Ascomycota

Divisio : Ascomycotina

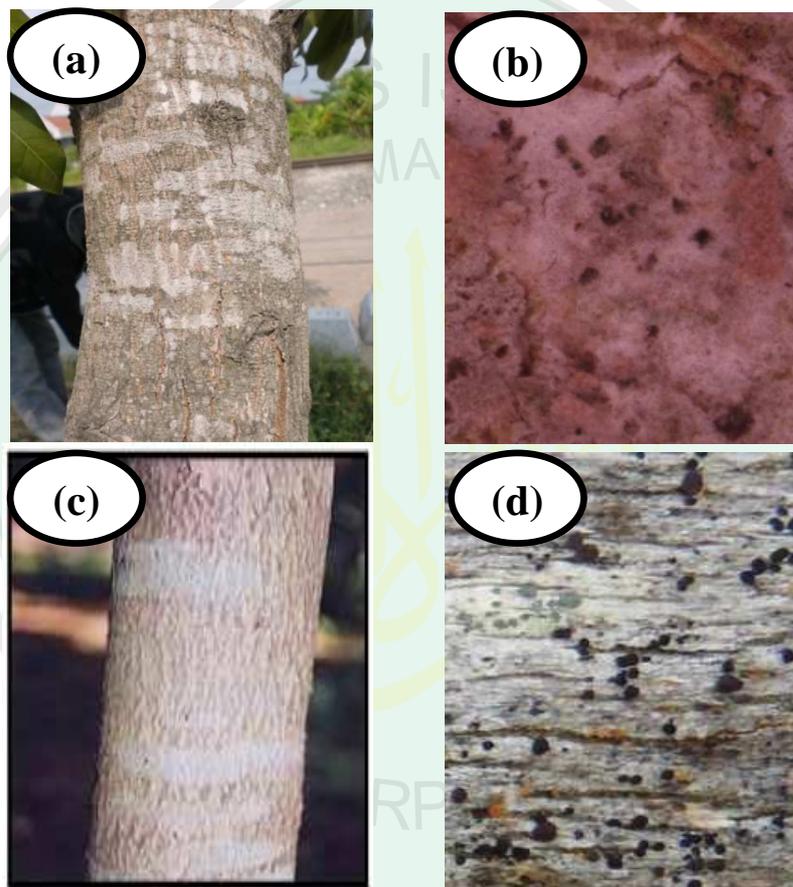
Class : Lecanoromycetes

Order : Graphidales

Family : Graphidaceae

Genus : *Graphis* sp

c. Spesies 3 (*Hafellia levieri*)



Gambar 4.3 Spesies 3 (*Hafellia levieri*) (a) Gambar pengamatan dengan kamera digital, (b) Gambar pengamatan dengan mikroskop perbesaran 100 X (c) Gambar Literatur (Pratiwi, 2006), (d) Gambar Literatur (waysofenLichenesment.net, 2012)

Talus Spesies 3 berbentuk bulat memanjang horisontal dengan tipe morfologi talus *crustose* karena menempel erat pada substrat kulit pohon yang ditempatinya, sehingga nampak tipis dan menyatu dengan substrat. Talus spesies

ini memiliki warna putih atau putih abu-abu yang tergantung pada kondisi lingkungan yang ditempatinya. Pada bagian permukaan talus terdapat tonjolan-tonjolan hitam yang biasa di sebut isidia yang berguna untuk alat propagasi vegetatif. Spesies ini memiliki lebar kira-kira 2-5 cm dan melingkar mengelilingi substrat pohon yang di tempatinya.

Elix (2009) *Hafellia* merupakan tipe talus *crustose*, dangkal, tipis, halus ke rugulose, terus menerus, membran untuk rimose dan areolate, lebar 1-5 cm yg berlapis luar atau tidak. Hadir atau hadir sebagai garis tipis marginal berwarna coklat tua atau hitam Prothallus. Isidia dan soredia ada atau tidak ada. Bagian Atas permukaan putih, abu-abu-putih ke abu-abu, kuning-abu-abu. Photobiont hijau alga uniseluler. Tidak membentuk kontinyu lapisan Medula dan korteks yang lebih rendah ada atau tidak ada. Kebanyakan tumbuh pada kulit dan kayu, dan satu spesies *saxicolous*.

Adapun klasifikasi spesies ini adalah (Nash, 2008):

Kingdom: Fungi

Filum : Ascomycota

Divisio : Ascomycotina

Class : Lecanoromycetes

Subclass : Lecanoromycetidae

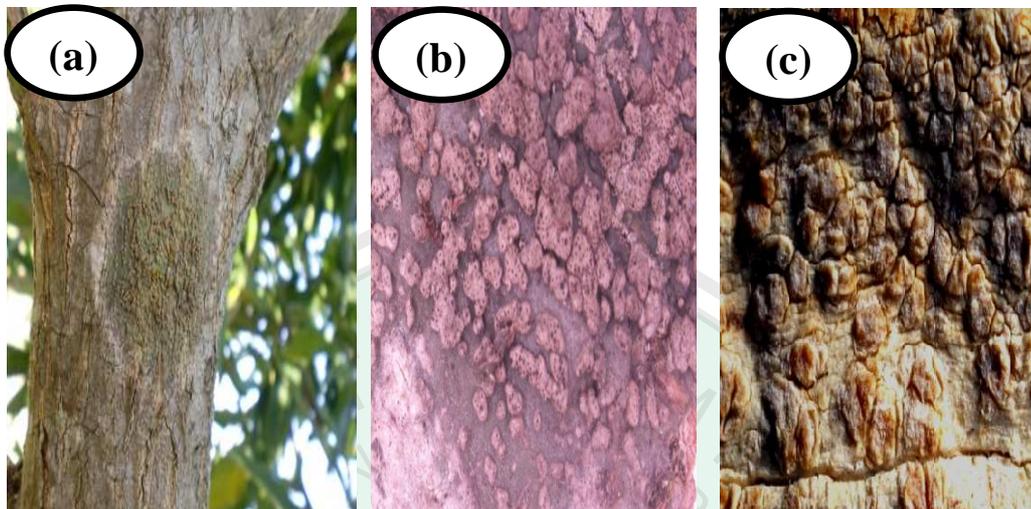
Order : Lecanorales

Family : Physciaceae

Genus : *Hafellia*

Spesies : *Hafellia levieri*

**d. Spesies 4 (*Opegrapha atra*)**



Gambar 4.4 Spesies 4 (*Opegrapha atra*) (a) Gambar Pengamatan dengan kamera digital, (b) Gambar pengamatan dengan mikroskop perbesaran 100 X (c) Gambar Literatur (<http://www.anbg.gov.au/abrs/Licheneslist/images/Opegraphaatra.jpg>, 2012)

Berdasarkan hasil pengamatan talus spesies 4 termasuk tipe morfologi talus *Crustose* karena sifatnya yang menempel erat pada substrat, sehingga sulit untuk dipisahkan dari substratnya. Talus spesies ini memiliki bentuk yang cenderung membulat dan terdapat butiran-butiran pada bagian tengahnya. Talus spesies 4 ini memiliki warna hijau agak kekuningan dan terdapat warna putih pada sekeliling talus. Spesies ini termasuk pada genus *Opegrapha* dengan diameter talus sekitar 5-10 cm dan tidak bekoloni.

Nash (2008) *Opegrapha atra*, sebagian besar berbentuk bulat, kadang-kadang lonjong atau bulat, jarang bercabang, tersebar atau berdekatan. Talus ini termasuk pada tipe morfologi talus *Crustose* karena menempel erat pada substratnya. Substrat yang ditempati biasanya pada kulit pohon yang kasar, berbayang, khususnya pohon gugur, kadang-kadang pada kayu atau pakis

membusuk, jarang tumbuh di batu kapur, pada kulit pohon dan lainnya yang cocok. Dalam distribusi Daerah Gurun. Menurut Fink (1961), *Opegrapha* didistribusikan di seluruh Amerika Serikat, tetapi menurut peta distribusi Brodo (2001) spesies ini hadir di timur tengah serta di Asia.

Adapun klasifikasi spesies ini adalah (Nash, 2008):

Kingdom Fungi

Filum Ascomycota

Divisio Ascomycotina

Class Lecanoromycetes

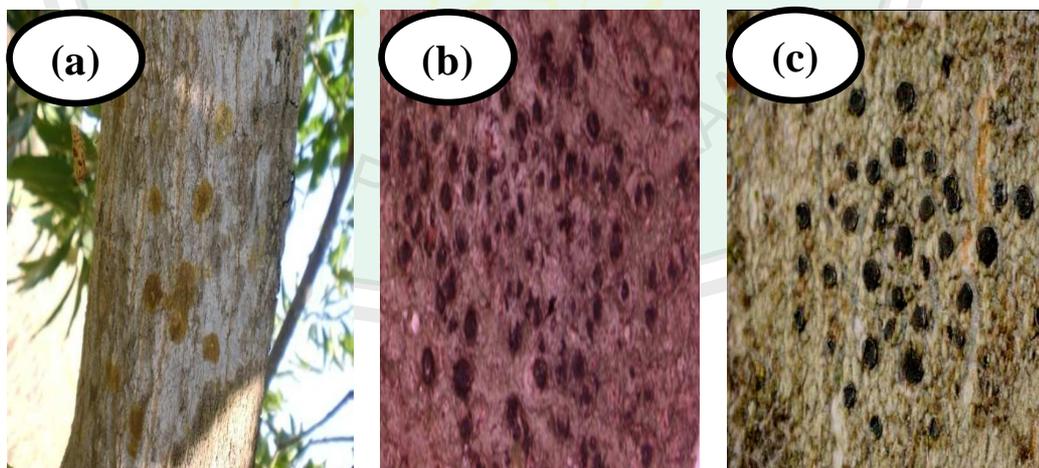
Order Lecanorales

Family Opegraphaceae

Genus *Opegrapha*

Spesies *Opegrapha atra*

**e. Spesies 5 (*Lecidella elaeochroma*)**



Gambar 4.5 Spesies 5 (*Lecidella elaeochroma*) (a) Gambar pengamatan dengan kamera digital, (b) Gambar pengamatan dengan mikroskop perbesaran 100 X (c) Gambar Literatur (<http://www.projectnoah.org>, 2012)

Berdasarkan hasil pengamatan talus spesies 5 merupakan tipe morfologi talus *Crustose* karena sifatnya yang menempel pada substrat dan sulit untuk dipisahkan dari substratnya. Talus spesies ini berbentuk cenderung membulat dan memiliki warna talus hijau kekuning-kuningan. Serta terdapat bintik-bintik hitam pada bagian tengah talus yang biasa disebut dengan apotesia. Talus ini memiliki diameter berukuran sekitar 2-5 cm dan tumbuh pada substart kulit pohon.

Archer (2009) *Lecidella elaeochroma* memiliki tallus kuning-hijau abu-abu-putih pucat-abu-hijau kerak, retak, biasanya tanpa soredia tapi kadang-kadang ada kecil, tempat seperti soralia, apothecia kecil, hitam, cekung ke cembung, saat muda dengan margin yang jelas. Habitat Pada kulit pohon. *Lecidella* merupakan bagian dari sangat besar *Lecidea* kelompok dari Licheness spesies *crustose* dengan apothecia gelap atau hitam yang tidak memiliki margin yang berbeda thalline, meskipun mereka biasanya akan dibedakan tepat margin warna yang sama. Pemeriksaan mikroskopis dari apothecia matang biasanya diperlukan bahkan untuk memastikan famili dari genus tersebut.

Adapun klasifikasi spesies ini adalah (Nash, 2008):

Kingdom Fungi

Filum Ascomycota

Divisio Ascomycotina

Class Lecanoraceae

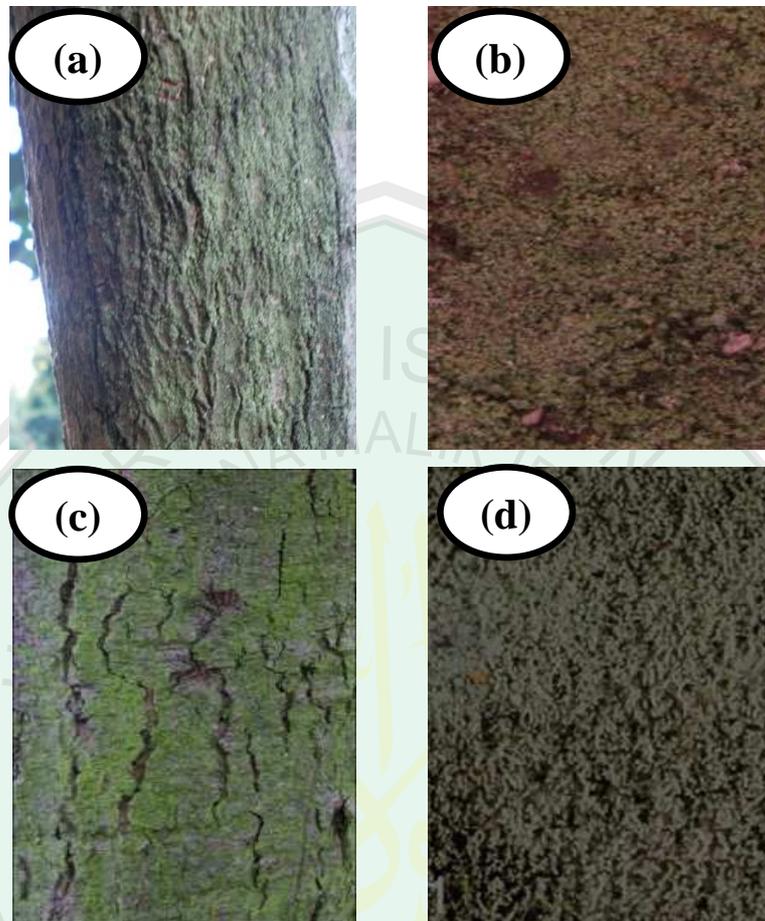
Order Lecidellales

Family Lecidellaceae

Genus *Lecidella*

Spesies *Lecidella elaeochroma*

**f. Spesies 6 (*Cryptothecia scripta*)**



Gambar 4.6 Spesies 6 (*Cryptothecia scripta*) (a) Gambar pengamatan dengan kamera digital, (b) Gambar pengamatan dengan mikroskop perbesaran 100 X, (c) Gambar Literatur (Taxonomy.net, 2000), (d) Gambar Literatur (HowardianLocalNaturereserve.net, 2012)

Berdasarkan hasil pengamat talus spesies 6 merupakan tipe talus *foliose* karena sifatnya yang tidak menempel erat pada substrat dan mudah dipisahkan dari substratnya. Talus ini memiliki bentuk yang tidak teratur dan cenderung memanjang horisontal atau membentuk koloni yang besar pada kulit substrat pohon yang ditempatinya. Spesies ini memiliki warna talus hijau tua atau hijau muda. Pada talus ini isidia dan butiran bulat absen tetapi memiliki rizin yang

merupakan jalinan kompak hifa. talus ini tumbuh pada substrat kayu pada kondisi yang lembab.

Elix (2009) *Cryptothecia scripta* merupakan tipe talus *foliose*, yang berwarna kehijauan, memanjang isidia seperti ada atau tidak ada butiran, soredia absen. Prothallus dari terjalin atau memancar hifa. Photobiont lapisan yang berbeda atau tidak. Medula biasanya baik didefinisikan, putih, setidaknya sebagian amiloid, sering bertatahkan kristal berwarna banyak kalsium oksalat. Talus kurang terdefinisi dengan baik ascomata, terbatas pada bantal miselium putih lembut dalam medula longgar dibeda-bedakan jaringan, menyebar atas seluruh talus, membentuk kelompok kecil di dekat permukaan talus. Genus *Cryptothecia* memiliki 45 spesies, tujuh di antaranya terdapat di Australia. Talus ini tumbuh di kulit kayu atau daun.

Adapun klasifikasi spesies ini adalah (Nash, 2008):

Kingdom Fungi

Filum Ascomycota

Divisio Ascomycotina

Class Sordariomycetes

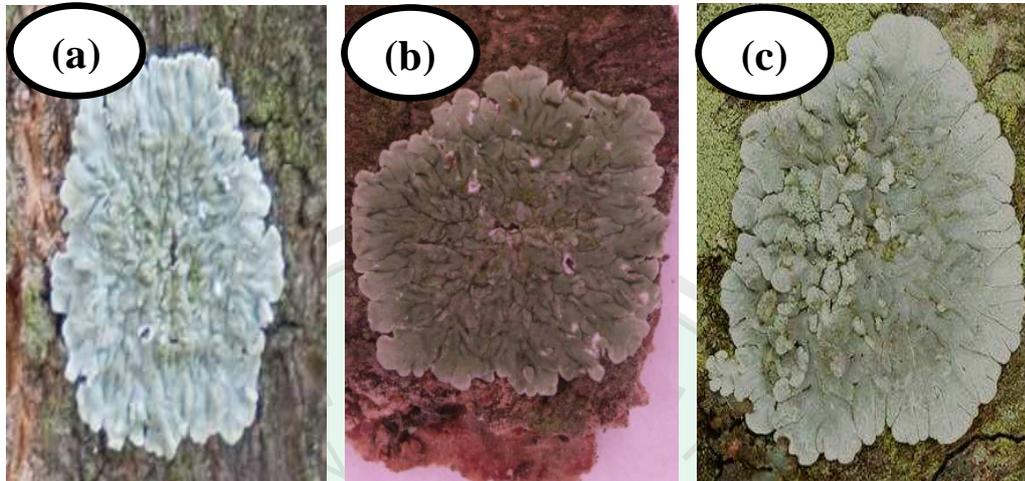
Order Arthoniales

Family Arthoniaceae

Genus *Cryptothecia*

Spesies *Cryptothecia scripta*

**g. Spesies 7 (*Parmelia sulcata*)**



Gambar 4.7 Spesies 7 (*Parmelia sulcata*) (a) Gambar pengamatan dengan kamera digital, (b) Gambar pengamatan dengan mikroskop perbesaran 100 X (c) Gambar Literatur (<http://www.anbg.gov.au/abrs/Licheneslist/images/Parmelia.jpg>, 2012)

Berdasarkan hasil pengamatan talus *Parmelia* memiliki tipe talus *foliose*, karena berbentuk seperti daun yang berlipat-lipat dan hanya menempel pada bagian tengah dan bagian tepinya terangkat ke atas. sehingga talus ini tidak terlalu sulit untuk dipisahkan dari substrat kulit pohon yang ditempatinya. pada bagian tengah talus memiliki warna yang lebih gelap di bandingkan bagian tepinya. Talus *Parmelia* berwarna hijau tua pada bagian tengahnya dan hijau pudar pada bagian tepi talus. Bagian tepi talus disebut apotesia. Lichenes *foliosa* ini melekat pada substrat melalui rizin yaitu struktur yang terbentuk dari kumpulan hifa fungi yang berfungsi untuk memperkuat kedudukan talus sehingga dapat melekat pada substrat. Substratnya yaitu berupa kayu.

Nash (2008) Talus *Parmelia sulcata* memiliki warna hijau dengan luas talus 3-10 cm, lobus 2-6 mm. Talus ini hidup atau tumbuh pada substart kayu,

talus ini merupakan tipe talus *foliose* dan memiliki rizin yang berwarna hitam. Menurut Baron (1999), pada tipe talus *foliose* terbentuk rizoid yang terdiri dari kumpulan hifa yang dapat berbentuk bercabang maupun sederhana.

Elix (2009) *Parmelia* memiliki tipe morfologi talus *foliose* yang jelas dorsiventral, dengan luas talus kira-kira 2-60 cm. Lobus sublinear untuk subirregular, lebarnya 1-25 mm. Permukaan atas abu-abu untuk abu-hijau atau abu-abu kecoklatan (atranorin dan chloroatranorin), seringkali dengan atau tanpa soredia, isidia, medula putih. Permukaan bawah hitam, rhizines sederhana, membelah dua, Revisi dari Parmeliaceae keluarga telah sangat mengurangi jumlah taksa disertakan di *Parmelia* yang sekarang termasuk spesies hanya sebelumnya ditempatkan di *Parmelia* subsect. *Parmelia* ditemukan pada kulit, tanah atau batuan.

Adapun klasifikasi spesies ini adalah (Nash, 2008):

Kingdom: Fungi

Filum Ascomycota

Divisio Ascomycotina

Class Lecanoromycetes

Subclass Lecanoromycetidae

Order Lecanorales

Family Parmeliaceae

Genus *Parmelia* *sulcata*

Spesies *Parmelia sulcata*

#### 4.1.2 Kandungan Timbal (Pb) Pada Talus Lichenes

Kandungan Timbal (Pb) pada talus Lichenes pada lima stasiun pengamatan di Kabupaten Lamongan dengan kepadatan lalu lintas yang berbeda secara umum dapat disajikan sebagaimana tabel berikut (Tabel 4.1; Lampiran 3).

Tabel 4.1 Kandungan Timbal (Pb) pada Spesies-spesies Lichenes yang ditemukan pada lima stasiun pengamatan di Kabupaten Lamongan

No	Jenis Lichenes	Kandungan Logam Berat Pb (ppm)														
		A			B			C			D			E		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	<i>Lepraria</i> sp	6,34	6,42	-	-	5,61	-	6,34	6,05	-	4,03	-	-	-	2,03	1,95
2	<i>Graphis</i> sp	-	6,02	5,48	-	4,59	-	5,06	-	-	-	4,35	-	-	3,06	2,55
3	<i>Hafellia levieri</i>	-	-	-	6,87	-	-	-	-	-	-	-	4,12	1,77	-	-
4	<i>Opegrapha atra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,28	-
5	<i>Lecidella elaeochroma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	1,8
6	<i>Cryptothecia scripta</i>	-	-	-	-	-	-	2,16	-	1,72	-	-	-	-	-	-
7	<i>Parmelia sulcata</i>	-	-	-	-	-	7,02	-	-	4,41	-	-	-	-	-	-
8	Rata-rata tiap Jarak	6,34	6,22	5,48	6,87	5,1	7,02	4,52	6,05	3,07	4,03	4,35	4,12	1,77	2,63	2,1
9	Jumlah Jenis	2			4			4			3			5		
10	Rata-rata tiap Stasiun	6,07			6,02			4,29			4,17			2,32		

Keterangan :

- A : Pengambilan Sampel di Jalan raya Deket (Kepadatan lalu lintas 3412 kendaraan/jam)  
 B : Pengambilan Sampel di Jalan raya Babat (Kepadatan lalu lintas 2524 kendaraan/jam)  
 C : Pengambilan Sampel di Jalan raya Pantura (Kepadatan lalu lintas 1456 kendaraan/jam)  
 D : Pengambilan Sampel di Jalan raya Mantup (Kepadatan lalu lintas 1336 kendaraan/jam)  
 E : Pengambilan Sampel di Jalan raya Sumberwudi (Kepadatan lalu lintas 240 kendaraan/jam)  
 1,2,3 : Jarak Pengambilan Sampel (0, 10 dan 20 meter dari jalan raya)

Berdasarkan hasil pengukuran kandungan Timbal (Pb) pada talus Lichenes di lima stasiun pengamatan di Kabupaten Lamongan sebagaimana disajikan pada tabel di atas menunjukkan bahwa akumulasi Timbal (Pb) pada talus Lichenes berhubungan dengan kepadatan lalu lintas pada masing-masing stasiun pengamatan. Sebagai contoh akumulasi Timbal (Pb) pada talus Lichenes tertinggi pada *Lepraria* sp dan *Graphis* sp terdapat pada Stasiun A dengan kepadatan lalu

lintas tertinggi dan akumulasi Timbal (Pb) terendah terdapat pada stasiun E dengan kepadatan lalu lintas terendah.

Terjadinya perbedaan kandungan Timbal (Pb) pada lima stasiun pengamatan sebelumnya sudah diduga, hal ini dikarenakan oleh perbedaan kondisi lingkungan dari masing-masing stasiun pengamatan yaitu perbedaan tingkat kepadatan lalu lintas yang berbeda pada masing-masing stasiun pengamatan.

#### **4.1.3 Frekuensi Perjumpaan dan Persentase Kepadatan Lichenes**

##### **4.1.3.1 Frekuensi Perjumpaan Jenis Lichenes**

Spesies Lichenes yang ditemukan pada lima stasiun pengamatan di Kabupaten Lamongan seluruhnya berjumlah 7 spesies, yaitu *Lepraria* sp dan *Graphis* sp ditemukan pada semua stasiun pengamatan, *Hafellia levieri* ditemukan pada stasiun B, D dan E, *Opegrapha atra* dan *Lecidella elaeochroma* di temukan hanya pada stasiun E, *Cryptothecia scripta* ditemukan pada stasiun C, dan *Parmelia sulcata* ditemukan pada stasiun B dan C (Lampiran 2).

Frekuensi perjumpaan lumut kerak pada lima stasiun pengamatan dengan masing-masing stasiun pengamatan terdapat 3 titik pengamatan, didapatkan nilai frekuensi perjumpaan spesies pada tiap-tiap stasiun yaitu 33,3% dan 66,7%. Hal ini dapat dilihat bahwa pada tiap-tiap jenis Lichenes pada masing-masing stasiun pengamatan hanya bisa dijumpai 1-2 kali pada masing-masing stasiun pengamatan. Berikut adalah nilai frekuensi perjumpaan jenis pada tiap-tiap stasiun pengamatan di Kabupaten Lamongan (Tabel 4.2):

Tabel 4.2 Frekuensi Perjumpaan Jenis Lichenes Pada Masing-masing Stasiun Pengamatan di Kabupaten Lamongan

No	Jenis	Stasiun Penelitian/ Frekuensi Perjumpaan Jenis (%)				
		A	B	C	D	E
1	<i>Lepraria</i> sp	66,7	33,3	66,7	33,3	66,7
2	<i>Graphis</i> sp	66,7	33,3	33,3	33,3	66,7
3	<i>Hafellia levieri</i>	-	33,3	-	33,3	33,3
4	<i>Opegrapha atra</i>	-	-	-	-	33,3
5	<i>Lecidella elaeochroma</i>	-	-	-	-	66,7
6	<i>Lecidella scripta</i>	-	-	66,7	-	-
7	<i>Parmelia sulcata</i>	-	33,3	33,3	-	-

Keterangan:

A : Pengambilan Sampel di Jalan raya Deket (Kepadatan lalu lintas 3412 kendaraan/jam)

B : Pengambilan Sampel di Jalan raya Babat (Kepadatan lalu lintas 2524 kendaraan/jam)

C : Pengambilan Sampel di Jalan raya Pantura (Kepadatan lalu lintas 1456 kendaraan/jam)

D : Pengambilan Sampel di Jalan raya Mantup (Kepadatan lalu lintas 1336 kendaraan/jam)

E : Pengambilan Sampel di Jalan raya Sumberwudi (Kepadatan lalu lintas 240 kendaraan/jam)

#### 4.1.3.2 Persentase Kepadatan Lichenes

Pada pengamatan yang telah dilakukan pada lima stasiun pengamatan menunjukkan bahwa persentase penutupan Lichenes pada substrat kulit batang pohon menunjukkan nilai yang berbeda-beda dan semuanya memiliki nilai di bawah angka 70%. Hal ini menunjukkan suatu kondisi yang tidak terlalu baik untuk pertumbuhan Lichenes, karena kondisi lingkungan yang sudah mengalami perubahan, karena Lichenes sebagai salah satu spesies bioindikator pencemaran udara mampu menyikapi perubahan lingkungan yang terjadi disekitarnya. Nilai persentase kepadatan Lichenes pada lima stasiun pengamatan di Kabupaten Lamongan dapat diketahui sebagaimana tabel berikut (Tabel 4.3; Lampiran 2).

Tabel 4.3 Nilai Persentase Kepadatan Lichenes Dari Beberapa Spesies Yang Ditemukan Pada Lima Stasiun Pengamatan di Kabupaten Lamongan

No	Jenis	Lokasi Penelitian/ Nilai Persentase Kepadatan Lichenes (%)				
		A	B	C	D	E
1	<i>Lepraria</i> sp	64,23	68,03	56,68	60,38	47,85
2	<i>Graphis</i> sp	43,77	20,93	22,84	35,33	30,9
3	<i>Hafellia levieri</i>	-	58,88	-	57,97	67,63
4	<i>Opegrapha atra</i>	-	-	-	-	17,94
5	<i>Lecidella elaeochroma</i>	-	-	-	-	54,82
6	<i>Lecidella scripta</i>	-	-	39,29	-	-
7	<i>Parmelia sulcata</i>	-	51,38	66,49	-	-

Keterangan :

A : Pengambilan Sampel di Jalan raya Deket (Kepadatan lalu lintas 3412 kendaraan/jam)

B : Pengambilan Sampel di Jalan raya Babat (Kepadatan lalu lintas 2524 kendaraan/jam)

C : Pengambilan Sampel di Jalan raya Pantura (Kepadatan lalu lintas 1456 kendaraan/jam)

D : Pengambilan Sampel di Jalan raya Mantup (Kepadatan lalu lintas 1336 kendaraan/jam)

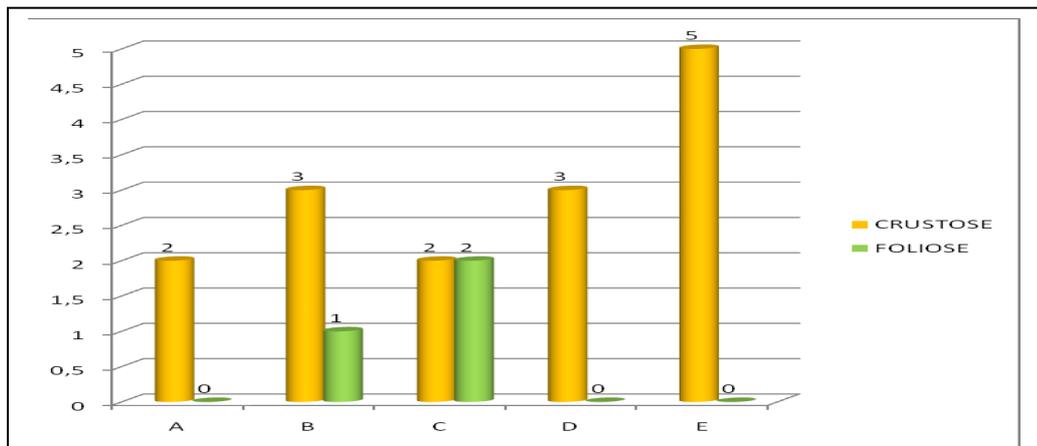
E : Pengambilan Sampel di Jalan raya Sumberwudi (Kepadatan lalu lintas 240 kendaraan/jam)

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Jenis Talus Lichenes yang ditemukan di lima Stasiun Pengamatan di Kabupaten Lamongan

Dari hasil identifikasi spesies-spesies yang ditemukan pada lima stasiun pengamatan di Kabupaten Lamongan didapatkan 7 spesies Lichenes yaitu *Lepraria* sp, *Graphis* sp, *Hafellia levieri*, *Opegrapha atra*, *Lecidella elaeochroma*, *Cryptothecia scripta*, dan *Parmelia sulcata*. Jenis-jenis Lichenes ini semuanya tumbuh pada kulit batang pohon yang berbeda-beda sebagai substratnya pada tiap-tiap stasiun pengamatan (Lampiran 2; Tabel 3).

Jenis lumut kerak berdasarkan tipe morfologi talus, pada masing-masing stasiun pengamatan terdiri atas tipe talus *crustose* dan *foliose*. Jenis Lichenes dengan tipe morfologi *crustose* lebih banyak ditemukan dibanding dengan tipe morfologi *foliose*.



Keterangan :

A : Pengambilan Sampel di Jalan raya Deket (Kepadatan lalu lintas 3412 kendaraan/jam)

B : Pengambilan Sampel di Jalan raya Babat (Kepadatan lalu lintas 2524 kendaraan/jam)

C : Pengambilan Sampel di Jalan raya Pantura (Kepadatan lalu lintas 1456 kendaraan/jam)

D : Pengambilan Sampel di Jalan raya Mantup (Kepadatan lalu lintas 1336 kendaraan/jam)

E : Pengambilan Sampel di Jalan raya Sumberwudi (Kepadatan lalu lintas 240 kendaraan/jam)

Gambar 4.8 Tipe Morfologi Talus pada tiap-tiap spesies yang ditemukan di lima stasiun pengamatan di Kabupaten Lamongan

Pada pengamatan di Jalan raya Deket ditemukan 2 jenis lumut kerak yaitu *Lepraria* sp, *Graphis* sp, dengan tipe morfologi talus keduanya yaitu tipe *crustose*. Pada pengamatan di Jalan raya Babat ditemukan 4 jenis lumut kerak yaitu *Lepraria* sp, *Graphis* sp, *Hafellia levieri* dan *Parmelia sulcata*. Dengan tipe morfologi talus terdiri atas 3 tipe *crustose* dan 1 tipe *foliose*. Pada pengamatan di Jalan raya Pantura ditemukan 4 jenis lumut kerak yaitu *Lepraria* sp, *Graphis* sp, *Cryptothecia scripta* dan *Parmelia sulcata*, dengan tipe morfologi talus terdiri atas 2 tipe *crustose* dan 2 tipe *foliose*. Pada pengamatan di Jalan raya Mantup ditemukan 3 jenis lumut kerak yaitu *Lepraria* sp, *Graphis* sp, *Hafellia levieri*, dengan tipe morfologi talus semuanya memiliki tipe *crustose* dan pada pengamatan di Jalan raya Sumberwudi ditemukan 5 jenis lumut kerak yaitu *Lepraria* sp, *Graphis* sp, *Hafellia levieri*, *Opegrapha atra* dan *Lecidella*

*elaeochroma*, dengan tipe morfologi talus *crustose* pada semua spesies yang ditemukan (Gambar 4.8; Lampiran 2).

Berdasarkan hasil pengamatan, tipe morfologi talus dari lima stasiun pengamatan yaitu hanya *foliose* dan *crustose* sedangkan untuk talus *fruticose* tidak ditemukan. Hal ini dikarenakan pengamatan ini hanya mengamati pada ketinggian 150 cm dari permukaan tanah. Sedangkan *fruticose* tersebut hanya tumbuh pada tempat-tempat yang masih alami dan belum terganggu kondisi lingkungannya seperti halnya di hutan. Serta tipe talus *fruticose* biasanya hanya berkembang pada cabang-cabang pohon serta batu-batuan (Vashita, 1982 dalam Januardania, 1995).

Pada pengamatan ini Talus *crustose* dari beberapa jenis memiliki ciri seperti kerak yang menempel erat pada substratnya sehingga sulit untuk dilakukan pengambilan sampel. Sedangkan tipe morfologi talus *foliose* sebaliknya yaitu memiliki ciri tidak terlalu melekat pada substratnya sehingga mudah untuk dipisahkan dan diambil sampelnya. Sehingga untuk membedakan tipe keduanya sudah bisa dilihat langsung dari cara penempelan pada substratnya.

Menurut Baron (1999), tipe talus *crustose* memiliki ciri-ciri bentuk seperti kerak yang melekat pada substratnya. Tipe talus *foliose* memiliki ciri-ciri dengan talus mudah terkelupas dari substratnya. Perbedaan tipe morfologi talus lumut kerak dapat dilihat dan ditentukan secara makroskopis.

Ahmadjian & Hale (1973) juga menyatakan bahwa pada umumnya tipe talus *crustose* hanya terbagi ke dalam lapisan korteks atas, lapisan alga, dan medula; tidak pernah memiliki lapisan korteks bawah sehingga pelekatan dengan substratnya langsung menggunakan medula; bersifat *homoimerous*, artinya tidak

memiliki stratifikasi pada lapisan-lapisan tersebut, miselium menyebar di atas substrat berupa filamen tipis kusut yang menyelubungi alga.

Pada lima stasiun pengamatan di Kabupaten Lamongan terlihat bahwa lumut kerak dengan tipe morfologi talus *crustose* memiliki frekuensi perjumpaan dan persentase kepadatan talus yang relatif lebih tinggi dibanding dengan tipe *foliose*. Hal tersebut menggambarkan bahwa tipe talus *crustose* mudah tumbuh. Boonpragob (2003) mengatakan bahwa tipe talus *crustose* merupakan tipe talus yang paling resisten dibandingkan dengan tipe talus lainnya. Hal tersebut terjadi karena lumut kerak dengan tipe morfologi talus *crustose* terlindung dari potensi kehilangan air dengan bertahan pada substratnya, mengingat tipe ini memiliki sifat melekat erat pada substratnya dan tipe jaringan talus *homoiomorous*, yaitu keadaan dimana *phycobiont* (alga) berada di sekitar hifa (Baron, 1999).

Tipe talus *foliose* memiliki tipe jaringan talus *heteromorous*, sehingga talus ini terdiri dari beberapa lapisan. Tipe talus ini dapat memelihara kelembaban, yang dilakukan pada lapisan medula. Menurut Baron (1999), meskipun lumut kerak tidak dapat mengendalikan kadar air, seperti tumbuhan tingkat tinggi namun tidak berarti bahwa tidak ada variasi dalam genus dan spesies Lichenes yang berbeda dalam mengabsorpsi dan melepaskan air, sehingga memungkinkan talus ini mampu hidup dengan kondisi lingkungan yang berbeda.

#### **4.2.2 Kandungan Timbal (Pb) Pada Talus Lichenes**

Berdasarkan hasil pengukuran kandungan Timbal (Pb) pada Lichenes di lima stasiun pengamatan di Kabupaten Lamongan dengan kepadatan lalu lintas yang berbeda, diperoleh bahwa kadar Timbal (Pb) pada masing-masing stasiun

berhubungan dengan kepadatan lalu lintas. Pada kepadatan lalu lintas yang tinggi kadar Timbal (Pb) pada Lichenes cenderung akan semakin tinggi dan akan menurun pada stasiun dengan kepadatan lalu lintas yang rendah. Hal ini juga dapat dilihat dari penampakan morfologi warna dari talus Lichenes secara makroskopis pada masing-masing lokasi (Lampiran 2; Tabel 6).

Pada stasiun A yang terletak di jalan raya Deket dan Stasiun B yang terletak di Jalan raya Babat dengan kepadatan lalu lintas keduanya kategori tinggi yaitu sebanyak 3412 kendaraan/jam dan 2524 kendaraan/jam. didapatkan kandungan Timbal (Pb) pada talus Lichenes yaitu pada stasiun A sebesar 6,07 ppm dan pada stasiun D sebesar 6,02 ppm. Kandungan Timbal (Pb) pada dua stasiun ini merupakan kandungan logam berat yang tertinggi dari pada stasiun lainnya yang diakibatkan oleh kepadatan lalu lintas yang juga paling tinggi dari pada yang lainnya.

Pada stasiun C di Jalan raya Pantura dan Stasiun D di jalan raya Mantup yang keduanya merupakan kawasan dengan kepadatan lalu lintas kategori sedang yaitu sebanyak 1456 kendaraan/jam dan 1336 kendaraan/jam. didapatkan nilai kandungan Timbal (Pb) pada talus Lichenes menurun dari pada kawasan dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi pada stasiun A dan B. Yaitu didapatkan kandungan Timbal (Pb) pada stasiun C yaitu sebesar 4,29 ppm dan pada stasiun E sebesar 4,17 ppm. Hal ini menunjukkan adanya penurunan kandungan Timbal (Pb) berdasarkan pada kepadatan lalu lintas pada tiap-tiap stasiun pengamatan.

Pada stasiun E di jalan raya Sumberwudi yang merupakan kawasan dengan kepadatan lalu lintas paling rendah yaitu sebanyak 240 kendaraan/jam.

Menunjukkan kandungan Timbal (Pb) pada stasiun tersebut memiliki nilai yang paling rendah yaitu sebesar 2,32 ppm. Hal ini dikarenakan kandungan Pb yang ada pada talus Lichenes didapatkan dari emisi gas buang kendaraan bermotor, sehingga pada kawasan yang kepadatan lalu lintas rendah maka kandungan Timbal (Pb) juga akan turun.

Menurut hasil penelitian Nursal dan Basori (2005) menyatakan bahwa Tingginya kepadatan lalu lintas merupakan salah satu sumber pencemaran Pb di udara. hubungan antara kepadatan lalu lintas dengan akumulasi Pb pada talus Lichenes cukup kuat, ditunjukkan dengan nilai  $r^2 = 83,367\%$  dan didapatkan Akumulasi Timbal (Pb) pada talus Lichenes di Jalur hijau Kota Pekanbaru berkisar antara 4,36-23,14 ppm, yang di pengaruhi oleh kepadatan lalu lintas dan juga kelembaban udara.

Hasil penelitian Fernando (2010). Dari hasil pengukuran Pb pada keempat lokasi berbeda di Kota Bandung diketahui bahwa kandungan Timbal (Pb) pada talus Lichenes jenis *Lepraria* sp di lokasi Ujung Berung memiliki kandungan rata-rata Pb terbesar dibandingkan dengan lokasi lainnya (28,90  $\mu\text{g/g}$ ), diikuti oleh lokasi Cicaheum (24,76  $\mu\text{g/g}$ ), Tegalega (21,06  $\mu\text{g/g}$ ) dan Leuwi Panjang (20,59  $\mu\text{g/g}$ ). Hal ini dikarenakan kepadatan lalu lintas yang berbeda antar lokasi.

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan bukan hanya terkait kepadatan lalu lintas pada masing-masing stasiun pengamatan yang menunjukkan perbedaan terhadap kandungan Timbal (Pb) pada talus Lichenes. Tetapi pada jarak pengambilan sampel dari sumber polutan atau jalan raya juga mempengaruhi terhadap kandungan Timbal (Pb) pada talus Lichenes. Hal ini dapat di lihat dari

beberapa spesies yang ditemukan pada tiap-tiap stasiun pada jarak pengamatan yang berbeda. Misalnya pada *Lepraria* sp pada stasiun E pada jarak 0 meter (jarak terdekat) dari jalan raya kandungan Timbal (Pb) pada talus Lichenes sebesar 6,34 ppm dan pada jarak 10 meter dari jalan raya kandungan Timbal (Pb) turun menjadi 6,05 ppm. Selain itu dapat dilihat juga pada *Graphis* sp pada stasiun A didapatkan bahwa pada jarak 10 meter dari jalan raya kandungan Timbal (Pb) sebesar 6,02 ppm dan pada jarak 20 meter dari jalan raya kandungan Timbal (Pb) turun menjadi 5,48 ppm. kecuali pada *Lepraria* sp pada stasiun A yang tidak menunjukkan adanya penurunan kadar Timbal (Pb) berdasarkan dari jarak pengamatan.

Berdasarkan hasil Pengamatan pada tiap stasiun pengamatan dengan jarak pengamatan yang berbeda secara komulatif, didapatkan hanya pada stasiun A yang menunjukkan hasil kandungan Timbal (Pb) pada talus Lichenes semakin menurun pada jarak yang semakin jauh dari jalan raya, yaitu pada titik 0 (jarak terdekat dengan jalan raya) sebesar 6,34 ppm, pada jarak 10 meter sebesar 6,22 ppm dan pada jarak 20 meter 5,48 ppm. Hal ini dimungkinkan karena spesies-spesies yang ditemukan hanya dua jenis yaitu *Lepraria* sp dan *Graphis* sp, sehingga lebih seragam dalam penyerapannya terhadap kandungan timbal (Pb).

Perbedaan kandungan Timbal (Pb) pada jarak pengamatan yang berbeda, diduga dikarenakan terkait dengan penyerapan logam berat oleh talus Lichenes yang akan semakin banyak terserap pada jarak pengamatan yang semakin dekat dengan jalan raya atau sumber polutan. Menurut kovaks (1992), terdapat pengaruh jarak terhadap kandungan Pb. konsentrasi Pb terbanyak ditemukan di daerah yang

dekat dengan area parkir kendaraan dan di dekat jalan raya. Akumulasi Pb pada *Parmelia physodes* menurun secara proporsional pada jarak yang semakin jauh dari jalan raya. Hasil penelitian Deruelle (1981) juga menunjukkan bahwa pada jarak 15 m dari jalan raya akumulasi Pb ditemukan sebanyak  $1002 \mu\text{gg}^{-1}$  berat kering, sedangkan pada jarak 600 m dari jalan raya akumulasi Pb hanya  $65 \mu\text{gg}^{-1}$  berat kering. Menurut Fergusson (1991) Faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi timbal di udara yaitu antara lain: Waktu, temperatur, kecepatan dari emisi, ukuran, bentuk, dan kepadatan timbal, kelembaban, dan Jarak pengambilan contoh dari sumber pencemar akan mempengaruhi penyebarannya.

Sedangkan pada stasiun pengamatan yang lainnya yaitu pada stasiun B, stasiun C, stasiun D dan stasiun E. jarak pengamatan dari jalan raya tidak menunjukkan pengaruh terhadap kandungan timbal (Pb) pada talus Lichenes. Hal ini dikarenakan spesies yang ditemukan berbeda-beda atau lebih beragam jenisnya. Sehingga dalam mengakumulasi timbal (Pb) dalam talus Lichenes juga berbeda-beda, tidak dipengaruhi oleh jarak pengamatan yang semakin jauh dari sumber polutan atau jalan raya. Selain itu faktor lingkungan yang berbeda antar stasiun pengamatan juga dapat mempengaruhi kemampuan Lichenes dalam mengakumulasi timbal (Pb) yang ada di udara.

Jenis-jenis Lichenes mempunyai tingkat sensitifitas yang berbeda terhadap bahan pencemar. Ada yang bersifat sensitif dan ada pula yang bersifat toleran. *Lecanora conizoides* masih dapat hidup pada konsentrasi  $\text{SO}_2$   $150 \mu\text{gm}^{-3}$ . Pada konsentrasi  $\text{SO}_2$  lebih dari  $170 \mu\text{gm}^{-3}$  tidak ada lagi yang bisa hidup. *Usnea*

*ceratina* dapat ditemui pada pohon yang sama apabila konsentrasi  $\text{SO}_2$   $35 \mu\text{gm}^{-3}$  (Nursal dan Basori, 2005).

Perubahan lingkungan menyebabkan lumut kerak berubah dalam keanekaragamannya, morfologinya, fisiologinya, genetik, dan kemampuan mengakumulasi zat pencemar udara. Banyak diantara Lichenes tidak dapat bertahan terhadap polusi udara, sensitif terhadap sulfur dioksida dan racun udara lainnya. Kematian Lichenes dan peningkatan dalam jumlah spesies yang lebih tahan dalam suatu daerah dapat dijadikan peringatan dini akan kualitas udara yang sedang memburuk (Campbell, 1999).

Dari hasil pengamatan di atas maka dapat di ketahui bahwa kandungan Timbal (Pb) pada talus Lichenes yang di temukan pada lima lokasi pengamatan di Kabupaten Lamongan rata-rata sudah menunjukkan nilai yang sudah berada di atas baku mutu udara ambien yang ditetapkan oleh kementrian lingkungan hidup Nasional untuk Timbal (Pb) yaitu sebesar  $2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Yaitu dari hasil pengamatan didapatkan kandungan Timbal (Pb) rata-rata pada tiap stasiun pengamatan yaitu 2,32 ppm sampai dengan 6,07 ppm.

Dari hasil tersebut di atas, meskipun masih ada beberapa kandungan logam berat pada talus Lichenes yang masih berada di bawah baku mutu. Akan tetapi hal ini sudah menunjukkan adanya suatu gangguan yang berarti dalam keberlangsungan kehidupan manusia, serta dapat memberikan gambaran bahwa tingkat pencemaran yang terjadi dari waktu ke waktu akan semakin meningkat, dan pada akhirnya kandungan polutan yang ada di udara juga akan semakin meningkat dan akan melampaui batas ambang maksimum yang diperkenankan.

Hal ini dapat memberikan pengetahuan bahwasannya kandungan Timbal (Pb) pada Lichenes sangat berhubungan dengan kondisi lingkungan, kepadatan lalu lintas pada masing-masing stasiun. Sehingga keberadaan Lichenes dan kandungan Timbal (Pb) yang terakumulasi di dalamnya dapat dijadikan sebagai indikator untuk mengetahui kondisi Lingkungan tertentu lebih awal.

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010. Menyatakan bahwa Waktu pengukuran yang diatur melalui *National Ambient Air Quality Standards*-USEPA dan BMUA (Baku Mutu Udara Ambien) nasional (Lampiran PP. No. 41 Tahun 1999) berbeda (tidak sama), sehingga angka (Baku Mutu Udara Ambien) BMUA daerah untuk parameter Timbal (Pb) dibuat sama dengan (Baku Mutu Udara Ambien) BMUA nasional, yaitu 2 dan 1  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  untuk waktu pengukuran 24 jam dan 1 (satu) tahun.

Wardhana (2001), menyatakan bahwa permasalahan dalam indikator biologis yaitu ada suatu pengertian yang disebut dengan *Biological Magnification*, yaitu pelipatan kandungan bahan pencemar oleh yang tingkatannya lebih tinggi. Pelipatan tersebut dapat terjadi apabila bahan pencemar di dalam organisme dapat terjadi karena organisme secara tetap mengkonsumsi bahan buangan (bahan pencemar), kemudian apabila tidak terjadi proses pembuangan dari dalam organisme tersebut maka akan terjadi akumulasi di dalam tubuh organisme tersebut, dan makin lama konsentrasinya semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh bahan buangan yang diakumulasi tersebut bersifat *nonbiodegradable* artinya bahan buangan tidak dapat diuraikan oleh organisme yang bersangkutan.

Hal ini sejalan dengan organisme lumut kerak yang memperoleh nutrisi dari udara tanpa menyeleksi lebih dahulu, yang terjadi karena pada lumut kerak tidak terdapat kutikula sehingga memudahkan polutan untuk masuk ke dalam talus, mengakumulasi berbagai material tanpa menyeleksi (Kovacs, 1992). Sehingga akan terjadi suatu akumulasi dari zat-zat bahan buangan yang tidak teruraikan oleh organisme tertentu, dalam hal ini adalah lumut kerak, yang diketahui berperan sebagai indikator pencemaran udara, akan terganggu keberadaannya, maka untuk mengetahui sudah sampai sejauh mana tingkat pencemaran udara terhadap suatu wilayah dapat diketahui dengan melihat kondisi talus lumut kerak yang dapat ditemukan di wilayah tersebut.

Kemungkinan besar hal itulah yang menyebabkan terjadinya kerusakan dan kelangkaan talus lumut kerak pada lokasi dengan kandungan polusi udara yang tinggi. Sehingga lumut kerak sebagai indikator biologi pada akhirnya tidak hanya berfungsi sebagai indikator terjadinya pencemaran udara pada suatu wilayah saja, tetapi sekaligus dapat mengetahui sampai sejauh mana tingkat pencemaran dari polutan-polutan udara tersebut sudah melampaui ambang batas sehingga dapat mengganggu kelangsungan hidup manusia.

### **4.2.3 Frekuensi Perjumpaan, dan Kepadatan Lichenes**

#### **4.2.3.1 Frekuensi Perjumpaan Jenis Lichenes**

Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada lima stasiun pengamatan di Kabupaten Lamongan dengan kepadatan lalu lintas yang berbeda, didapatkan bahwa frekuensi perjumpaan Lichenes secara umum pada lima stasiun berkisar

antara 33,3 % – 66,7 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada setiap stasiun pengamatan tiap-tiap spesies hanya ditemukan 1-2 kali perjumpaan.

*Lepraria* sp ditemukan pada lima stasiun pengamatan dengan nilai frekuensi perjumpaan 66,7 % pada stasiun A, C dan E, dan dengan nilai 33,3 % pada stasiun B dan D. *Graphis* sp juga ditemukan pada semua stasiun pengamatan dengan frekuensi perjumpaan sebesar 66,7 % pada stasiun A dan E, dan dengan nilai 33,3 % pada Stasiun pengamatan B, C dan D. *Hafellia levieri* ditemukan pada tiga stasiun pengamatan yaitu pada stasiun B, D dan E dan semuanya memiliki nilai frekuensi perjumpaan sebesar 33,3 %. *Opegrapha atra*, *Lecidella elaeochroma* dan *Cryptothecia scripta* hanya ditemukan pada satu stasiun pengamatan, yaitu *Opegrapha atra* dan *Lecidella elaeochroma* pada Stasiun E dan *Cryptothecia scripta* pada Stasiun C yaitu dengan nilai frekuensi perjumpaan untuk *Opegrapha atra* sebesar 33,3 % dan *Lecidella elaeochroma* dan *Cryptothecia scripta* sebesar 66,7 %. Dan pada *Parmelia sulcata* ditemukan pada dua stasiun pengamatan yaitu Stasiun B dan C dan keduanya ditemukan memiliki nilai frekuensi perjumpaan sebesar 33,3 %.

Hal tersebut menunjukkan bahwa frekuensi perjumpaan pada setiap stasiun pengamatan memiliki nilai yang relatif sama. Akan tetapi untuk frekuensi perjumpaan dari semua titik pengamatan pada setiap stasiun pengamatan maka menunjukkan adanya perbedaan yang cukup signifikan yaitu pada *Lepraria* sp (53,3 %), *Graphis* sp (46,6 %), *Hafellia levieri* (20 %), *Lecidella elaeochroma*, *Cryptothecia scripta* dan *Parmelia sulcata* (13,3 %) dan *Opegrapha atra* (6,7 %). Hal ini menunjukkan bahwa *Lepraria* sp merupakan spesies dengan frekuensi

perjumpaan paling tinggi dan *Opegrapha atra* adalah merupakan spesies yang paling jarang ditemui. Hal ini diduga karena karakteristik pertumbuhan, kepekaan talus Lichenes yang berbeda-beda terhadap zat-zat pencemar yang dipengaruhi oleh kualitas udara yang ada serta kondisi lingkungan lainnya.

Menurut Januardania (1995) Keragaman aktivitas reproduksi dan perkembangan talus disebabkan oleh perbedaan kemampuan talus untuk menyerap dan memanfaatkan air dan zat makanan serta ketahanannya terhadap pencahayaan yang tinggi dan perbedaan kepekaan jenis lumut kerak terhadap tingkat pencemaran yang sama.

Perbedaan yang terjadi pada tiap spesies yang di pengaruhi oleh kondisi lingkungan merupakan gambaran dari masing-masing stasiun pengamatan yang berdasarkan pada kepadatan lalu lintas yang berbeda-beda antar stasiun pengamatan. Hal ini dapat dilihat dari perjumpaan spesies lumut kerak yang paling sering ditemukan yaitu pada stasiun E dengan kepadatan lalu lintas yang paling rendah daripada empat stasiun lainnya. Sehingga dapat dikatakan bahwa pada stasiun dengan kepadatan lalu lintas yang rendah memiliki kondisi lingkungan yang lebih baik dan tepat untuk pertumbuhan talus Lichenes.

Pada stasiun pengamatan di jalan raya Deket yang merupakan kepadatan lalu lintas tertinggi ditemukan 2 jenis Lichenes, sedangkan pada jalan raya Sumberwudi yang merupakan kepadatan lalu lintas terendah ditemukan 5 jenis Lichenes. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan Timbal (Pb) secara langsung maupun tidak langsung dapat menyebabkan beberapa hal yang dapat menghambat pertumbuhan maupun keberadaan lumut kerak.

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, *Lepraria* sp dan *Graphis* sp dapat ditemukan pada semua stasiun pengamatan. Hal tersebut menggambarkan bahwa jenis tersebut mampu bertahan hidup pada stasiun pengamatan yang memiliki kadar Timbal (Pb) yang tinggi dan rendah. *Lepraria* sp merupakan spesies yang paling sering ditemukan pada tiap titik pengambilan sampel pada tiap stasiun, sehingga *Lepraria* sp merupakan spesies yang paling baik digunakan sebagai indikator pencemaran oleh Pb di udara.

Menurut Noer (2004) pada daerah dimana pencemaran telah terjadi, jumlah jenis yang ada sedikit dan jenis-jenis yang peka sekali akan hilang. Hal tersebut juga didukung oleh hasil penelitian Soedaryanto (1992) yang menemukan 3 jenis lumut kerak pada daerah yang relatif tercemar dan 7 jenis lumut kerak pada daerah kontrol di Denpasar, Bali. Cahyono (1987) dalam Herlinda (1990), menyatakan bahwa lumut kerak dapat dijadikan sebagai tumbuhan indikator untuk pencemaran udara dari kendaraan bermotor, dimana dengan adanya pencemaran udara akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan lumut kerak dan penurunan jumlah jenis dengan beberapa marga yang dapat dijadikan indikator polusi yaitu *Parmelia*, *Hypogymnia* dan *Strigula*. Menurut Boonpragob (2003), bahwa di Thailand, dengan memilih 20 pohon pada masing-masing lokasi didapatkan pada daerah yang terpolusi ditemukan 7 jenis lumut kerak yaitu: *Buelia punctata*, *Laurera bengaulensis*, *Lecanora p*, *D. picta*, *Trypethelium tropicum*, *Graphis liberta*, *Cryptothecia* sp.

#### 4.2.3.2 Persentase Kepadatan Lichenes

Dari Hasil Pengamatan yang telah dilakukan pada lima stasiun pengamatan di Kabupaten Lamongan didapatkan bahwa persentase kepadatan talus Lichenes tidak selalu dipengaruhi oleh kepadatan lalu lintas pada masing-masing stasiun pengamatan (Lampiran 2; Tabel 5).

Sebagai Contoh persentase kepadatan Lichenes rata-rata pada *Lepraria* sp tidak menunjukkan adanya perbedaan antar lokasi yang memiliki kepadatan lalu lintas yang berbeda, yaitu pada stasiun A (64,23%), Stasiun B (68,03%), Stasiun C (56,68 %). Stasiun D (60,38%), dan Stasiun E (47,85%). Sehingga seiring dengan penurunan kepadatan lalu lintas dari stasiun A sampai ke stasiun E, tidak selalu mengalami penurunan kepadatan Lichenes, akan tetapi ada juga yang mengalami peningkatan. Hal ini dapat di akibatkan karena kondisi substrat yang berbeda serta faktor-faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban serta intensitas cahaya, sehingga akan mempengaruhi terhadap pertumbuhan dan perkembangan Talus Lichenes.

Berbeda halnya pada *Hafellia levieri* yang di temukan pada Stasiun pengamatan B, D dan E yang mana pada Stasiun B merupakan kawasan pengamatan dengan kepadatan lalu lintas tinggi, stasiun D dengan kepadatan lalu lintas sedang dan pada Stasiun E merupakan stasiun pengamatan pada kawasan kepadatan lalu lintas yang rendah, maka didapatkan bahwa pada kawasan kepadatan lalu lintas rendah pada Stasiun E *Hafellia levieri* memiliki nilai persentase kepadatan yang tertinggi di banding dua stasiun pengamatan lainnya, yaitu dengan nilai persentase kepadatan 67,63%. Hal ini menunjukkan bahwa

*Hafellia levieri* mampu berkembang dengan baik pada kondisi lingkungan yang baik pada stasiun E.

Hal tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh faktor-faktor penyebab seperti ada tidaknya resin pada kulit batang pohon, tingkat pencahayaan dan kelimpahan zat makanan terlihat menentukan bisa tidaknya lumut kerak berkoloni pada permukaan kayu. Keragaman aktivitas reproduksi dan perkembangan talus juga disebabkan oleh perbedaan kemampuan talus untuk menyerap dan memanfaatkan air dan zat makanan serta ketahanannya terhadap pencahayaan yang tinggi dan perbedaan kepekaan jenis lumut kerak terhadap tingkat pencemaran yang sama (Januardania, 1995).

Selain itu tinggi pohon, penutupan tajuk pohon yang rimbun atau tidak, yang memungkinkan cahaya matahari dapat menembus masuk dan menyinari bagian bawah pohon secara langsung serta memungkinkan volume aliran air pada permukaan batang lebih besar, kelembaban yang tinggi, kelimpahan air dan zat makanan diperoleh dari air hujan, karena air hujan mengandung Amonium-nitrogen dan sedikit Potasium yang diperlukan Lumut kerak (Smith, 1960 dalam Januardania, 1995).

#### **4.2.4 Hubungan Faktor Abiotik dengan Pertumbuhan Lichenes**

##### **4.2.4.1 Kepadatan Lalu lintas**

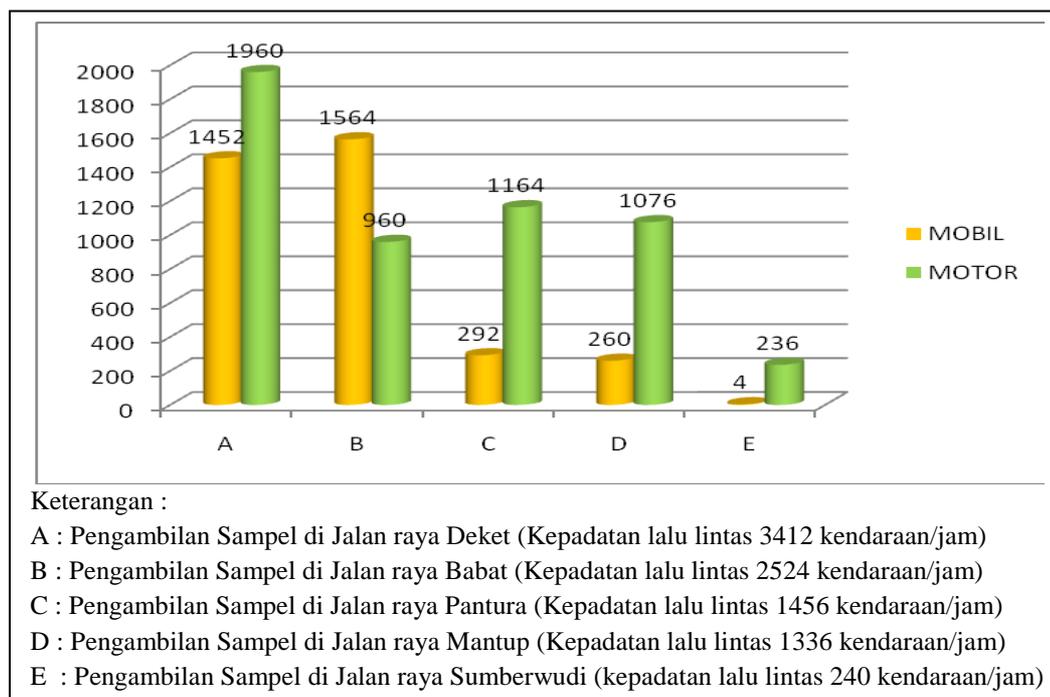
Kepadatan Lalu lintas memiliki peranan yang sangat penting terhadap pertumbuhan tanaman khususnya pertumbuhan talus Lichenes yang ada disekitar kawasan lalu lintas tertentu. Karena ketika kepadatan lalu lintas tinggi maka emisi gas dari kendaraan pun juga akan ikut tinggi sehingga akan memicu untuk

terjadinya pencemaran udara yang mampu mempengaruhi dan menghambat pertumbuhan talus Lichenes ataupun tanaman-tanaman lainnya.

Pencemaran udara tersebut baik berupa gas maupun partikel dapat menyebabkan kerusakan pada tumbuhan secara fisiologik, termasuk lumut kerak. Lumut kerak dapat tumbuh dengan baik pada kondisi udara yang bersih. Faktor-faktor tersebut diduga akan mempengaruhi fotosintesis lumut kerak, yang akan dilakukan oleh lapisan alga yang berklorofil. Hale (1983) diacu dalam Lubis (1996) menyatakan bahwa pertumbuhan lumut kerak ditentukan oleh faktor iklim (40%) dan substrat (60%). Serta didukung oleh pernyataan Seaward (1977) diacu dalam Noer (2004) bahwa distribusi lumut kerak dipengaruhi oleh morfologi dan respon fisiologi lumut kerak terhadap pengaruh kondisi ekstrim, iklim, substrat dan pencemaran udara.

Berdasarkan hasil pengukuran kepadatan lalu lintas pada lima Stasiun pengamatan di Kabupaten Lamongan, didapatkan kepadatan lalu lintas tertinggi yaitu pada Stasiun A dengan kepadatan lalu lintas sebanyak 3412 kendaraan/jam. Kemudian di ikuti oleh Stasiun B sebanyak 2524 kendaraan/jam. Kedua stasiun pengamatan ini dikategorikan sebagai kepadatan lalu lintas yang tinggi. Kemudian selanjutnya untuk kepadatan lalu lintas sedang yaitu pada Stasiun pengamatan C dengan kepadatan lalu lintas sebanyak 1456 Kendaraan/jam dan di ikuti oleh Stasiun D sebanyak 1336 kendaraan/jam. Dan pada Stasiun pengamatan yang dikategorikan dengan kepadatan lalu lintas rendah yaitu pada Stasiun E didapatkan kepadatan lalu lintas sebanyak 240 kendaraan/jam. Dari kepadatan lalu lintas yang berbeda ini tentunya akan berpengaruh terhadap morfologi Lumut

kerak yang tumbuh serta kandungan logam berat yang terakumulasi pada jaringan talus lichenes yang tumbuh pada masing-masing stasiun pengamatan (Gambar 4.9; Lampiran 2; Tabel 3).



Gambar 4.9 Diagram Kepadatan Lalu Lintas Pada Masing-Masing Stasiun Pengamatan Di Kabupaten Lamongan

Menurut Treshow (1989) dalam Wijaya (2004), lumut kerak dapat menyerap seluruh nutrien dalam bentuk berupa endapan basah ataupun kering dari atmosfer. Fungi dapat menyediakan kebutuhan utama dari lumut kerak, termasuk tempat jaringan alga berada, menerima air dan melindungi dari pengaruh lingkungan yang buruk. Hal tersebut didukung oleh keadaan lumut kerak yang tidak memiliki kutikula atau pelindung, sehingga lumut kerak akan menyerap semua unsur-unsur termasuk polutan yang berbahaya tanpa adanya penyeleksian melalui permukaan talus dan diakumulasikan dalam talusnya. Akumulasi logam-logam tersebut tidak pernah diseksresikan sehingga terus ditimbun oleh talus

lumut kerak. Hal tersebut yang memungkinkan pemakaian lumut kerak untuk pemantauan pencemaran udara akibat logam-logam yang diemisikan oleh sumber-sumber pencemar (Kovacs, 1992).

Lichenes merupakan simbiosis dari dua organisme. Untuk kelangsungan hidupnya, salah satu organisme melakukan fotosintesis yaitu alga. Menurut Soedaryanto (1992), lumut kerak sebagai tumbuhan fotosintetik membutuhkan CO<sub>2</sub> sampai batas tertentu. Jika kadar CO<sub>2</sub> telah melampaui batas yang dibutuhkan, justru akan menurunkan laju fotosintesis. Fotosintesis lumut kerak dilakukan oleh lapisan alga yang berklorofil dan proses tersebut dipengaruhi oleh kelembaban udara, sinar matahari, temperatur udara dan karbon dioksida. Jika faktor-faktor tersebut tidak optimal bagi masing-masing spesies maka fotosintesis tidak maksimal.

Menurut Fardiaz (1992), pengaruh partikel terhadap tanaman antara lain, dalam bentuk debu dan jika debu tersebut bergabung dengan uap air atau air hujan akan membentuk kerak tebal pada permukaan. Lumut kerak *corticolous* merupakan lumut kerak yang menjadikan kulit batang pohon sebagai substratnya. Lapisan kerak tersebut diduga dapat mengganggu proses fotosintesis karena akan menghambat masuknya sinar matahari dan dapat mencegah pertukaran CO<sub>2</sub> dengan atmosfer.

Faktor lingkungan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan lumut kerak. Pencemaran udara sebagai salah satu faktor lingkungan diduga dapat mempengaruhi iklim mikro suatu tempat. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Soedaryanto (1992), yang menyatakan dengan meningkatnya SO<sub>2</sub>

dan CO<sub>2</sub> di udara akan meningkatkan suhu udara di sekitar lingkungan dan dengan suhu yang tinggi akan meningkatkan laju respirasi dan menurunkan laju fotosintesis. Jika hal tersebut terus menerus berlangsung, akan menyebabkan kematian pada lumut kerak.

Perubahan lingkungan menyebabkan lumut kerak berubah dalam keanekaragamannya, morfologinya, fisiologinya, genetik, dan kemampuan mengakumulasi zat pencemar udara. Banyak diantara Lichenes tidak dapat bertahan terhadap polusi udara, sensitif terhadap sulfur dioksida dan racun udara lainnya. Kematian Lichenes dan peningkatan dalam jumlah spesies yang lebih tahan dalam suatu daerah dapat dijadikan peringatan dini akan kualitas udara yang sedang memburuk (Campbell, 1999).

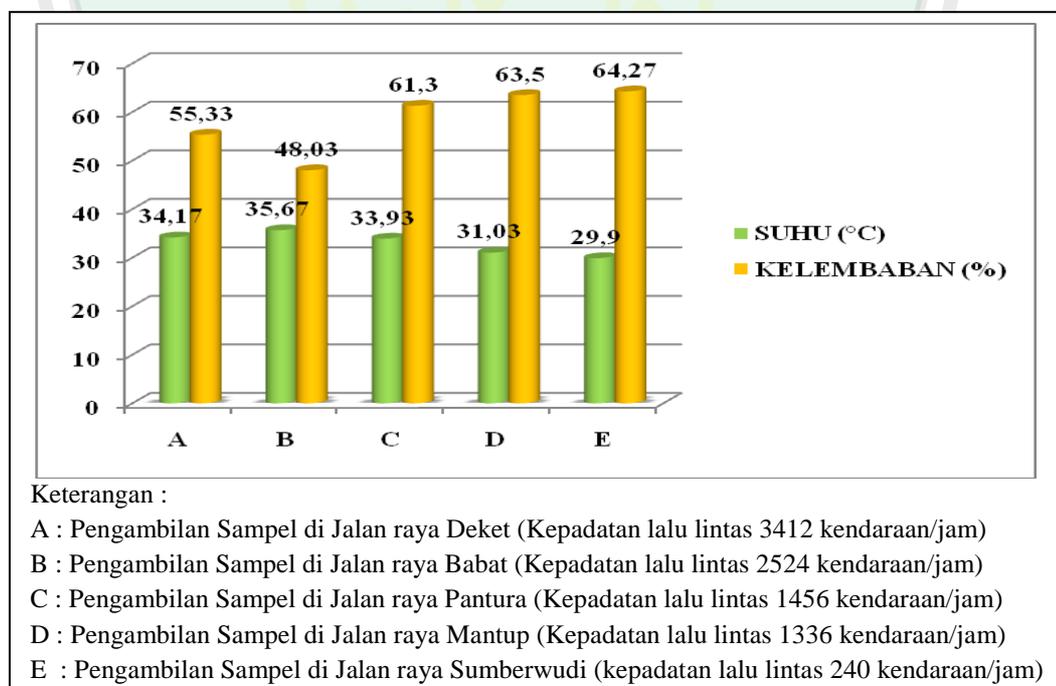
Perubahan warna dapat terjadi karena adanya perubahan kadar klorofil pada talus lumut kerak, yang disebabkan gas-gas yang bersifat racun atau pencemar. Sehingga semakin banyak kandungan gas-gas beracun yang terdapat pada talus Lichenes, maka kadar klorofil akan semakin berkurang dan akan selalu mengalami perubahan warna dari waktu ke waktu (Kovaks, 1992).

#### **4.2.4.2 Suhu, Kelembaban Udara dan Intensitas Cahaya**

Kondisi iklim mikro yang diukur adalah suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya. Hal tersebut diharapkan menggambarkan kondisi lingkungan sekitar. Pada kawasan kepadatan lalu lintas yang tinggi memiliki suhu udara rata-rata yang relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan lokasi lainnya. Hal tersebut dikarenakan adanya aktivitas kendaraan dan kurangnya vegetasi penghijauan. Menurut Dahlan (1992), tumbuhan yang tinggi dan luasan yang cukup akan dapat

mengurangi efek pemanasan. Namun, dengan semakin berkurangnya lahan yang tertutup pepohonan sebagai akibat dari pembangunan, maka lingkungan kota menjadi semakin panas.

Pengukuran suhu udara rata-rata, pada stasiun pengamatan dengan kepadatan lalu lintas tinggi pada stasiun A di jalan raya Deket berkisar 34,17 °C, Pada Stasiun B di Jalan raya Babat berkisar 35,67 °C. pada kawasan kepadatan lalu lintas Sedang di Stasiun C di jalan raya Pantura dan Stasiun D di jalan raya Mantup dan didapatkan suhu udara rata-rata berkisar 33,93 °C pada Stasiun C dan 31,03 °C pada Stasiun D. Dan pada kepadatan lalu lintas rendah pada Stasiun E di jalan raya Sumberwudi suhu rata-rata didapatkan berkisar 29,9 °C. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan suhu pada kawasan pengamatan dengan kepadatan lalu lintas yang berbeda (Gambar 4.10; Lampiran 2; Tabel 4).



Gambar 4.10 Diagram Suhu dan Kelembaban Udara Rata-rata Pada Masing-Masing Stasiun Pengamatan Di Kabupaten Lamongan.

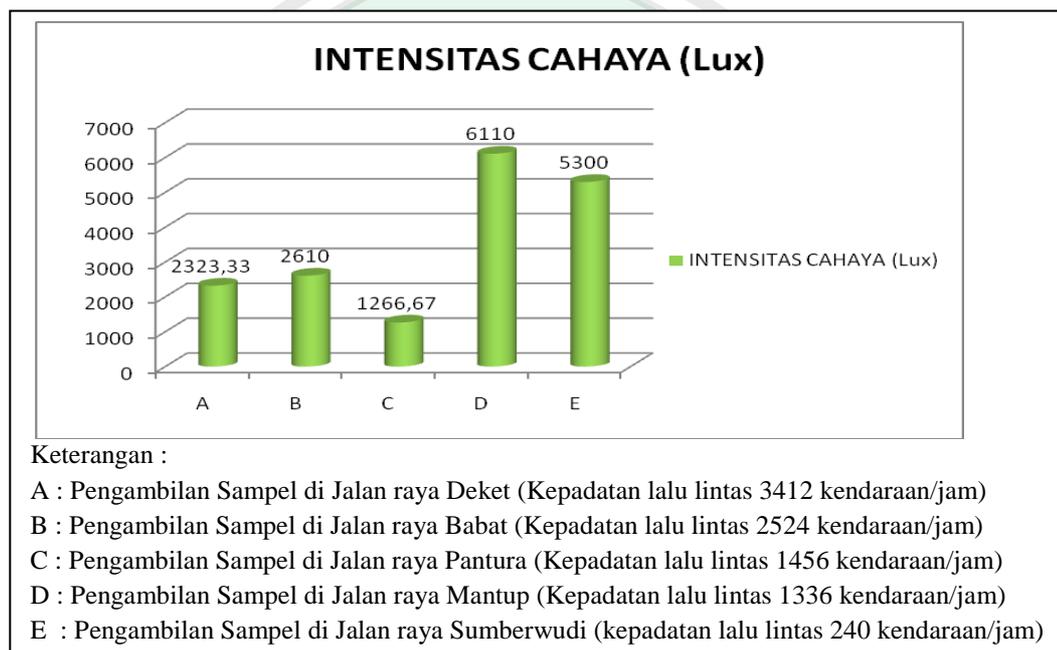
Menurut Lubis (1996) suhu yang tinggi akan meningkatkan laju respirasi dan menurunkan laju fotosintesis. Jika hal tersebut terus berlangsung akan menyebabkan kematian pada lumut kerak. Pengambilan, penahanan, dan pengeluaran air merupakan hal yang sangat penting dalam lumut kerak, karena lumut kerak dapat mengabsorpsi air hujan, air larian, dan air embun sehingga mampu menciptakan kelembaban yang diperlukan.

Pada stasiun pengamatan di kawasan kepadatan lalu lintas tinggi (Stasiun A dan Stasiun B), kawasan kepadatan lalu lintas sedang (Stasiun B dan Stasiun D) dan kawasan dengan kepadatan lalu lintas rendah (Stasiun E). Berdasarkan hasil pengukuran kelembaban udara (Gambar 4.4; Lampiran 2; Tabel 4), diperoleh kelembaban udara berturut-turut sebesar 55,33%, 48,03%, 61,3%, 63,5%, dan 64,27%. Kelembaban udara tersebut merupakan tempat tumbuh yang sangat cocok untuk pertumbuhan Lichenes.

Menurut Noer (2004), menyatakan bahwa lumut kerak menyukai tempat yang kering dengan kelembaban 40% sampai 69 %. Hal tersebut, menggambarkan bahwa pertumbuhan dan perkembangan talus lumut kerak pada suatu wilayah tidak hanya ditentukan oleh faktor kelembaban udara. Pertumbuhan dan perkembangan talus lumut kerak diduga juga dipengaruhi oleh tingkat pencemaran udara.

Pengukuran Intensitas Cahaya rata-rata pada lima Stasiun pengamatan dari tiga titik pengamatan pada tiap stasiun, didapatkan intensitas cahaya tertinggi yaitu pada Stasiun D sebesar 6110 Lux kemudian diikuti stasiun E sebesar 5300 Lux, kemudian Stasiun B sebesar 2610 Lux, Stasiun A sebesar 2323,33 Lux dan

yang terakhir pada stasiun C sebesar 1266,67 Lux (Gambar 4.5; Lampiran 2; Tabel 4). Hal ini akan berpengaruh terhadap pertumbuhan Lichenes. Karena dalam pertumbuhannya Lichenes di pengaruhi juga oleh intensitas cahaya karena Lichenes merupakan tumbuhan fotosintetik sehingga memerlukan cahaya untuk melakukan proses tersebut (Soedaryanto, 1992).



Gambar 4.11 Diagram Intensitas Cahaya Rata-rata Pada Masing-Masing Stasiun Pengamatan Di Kabupaten Lamongan

Januardania (1995), menyatakan bahwa keragaman aktivitas reproduksi dan perkembangan talus juga disebabkan oleh perbedaan kemampuan talus untuk menyerap dan memanfaatkan air dan zat makanan serta ketahanannya terhadap pencahayaan yang tinggi dan perbedaan kepekaan jenis lumut kerak terhadap tingkat pencemaran yang sama.

### 4.3 Kajian Keislaman Terkait Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan pada tingkat morfologi serta kandungan Timbal (Pb) pada talus Lichenes pada lima Stasiun pengamatan dengan kepadatan lalu lintas yang berbeda yaitu mulai dari kepadatan lalu lintas yang tinggi ke kepadatan lalu lintas yang sedang dan juga kepadatan lalu lintas yang rendah. Perbedaan tersebut meliputi warna talus, persentase penutupan dan kepadatan serta akumulasi kandungan Timbal (Pb) pada talus Lichenes. Selain itu Faktor Lingkungan abiotik juga menunjukkan adanya perbedaan yaitu dari suhu, kelembaban udara dan juga Intensitas cahaya. faktor-faktor tersebut semuanya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan talus Lichenes.

Hal ini merupakan bentuk dari adaptasi yang dimiliki tumbuhan dengan merubah morfologi maupun fisiologinya dalam teori disebut sebagai plastisitas, dan pada plastisitas akan di pengaruhi dari dua faktor yaitu pengaruh lingkungan dan faktor Genetik. Karena pada dasarnya tumbuhan akan selalu membutuhkan air sebagai proses metabolisme dalam tubuhnya. Sebagaimana Allah SWT Berfirman dalam al-Qur'an Surat al-Zumar ayat 21:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنْبِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا  
أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهْبِجُ فَتَرْبُهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطْمًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرَى لِأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿٢١﴾

Artinya : Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa Sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, Maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi Kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, Kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal.

Dari ayat di atas terdapat pesan tersirat bahwasanya Allah SWT menurunkan air sebagai bahan utama yang dibutuhkan tanaman untuk melangsungkan proses kehidupannya. Kalimat *yahruju zar'an muhtalifan alwanuhu* menjelaskan kepada kita tentang keanekaragaman dari tumbuhan-tumbuhan yang ada, meskipun berasal dari spesies yang sama, bisa jadi memiliki perbedaan. Seperti halnya pada penelitian ini yang menunjukkan adanya perbedaan dari morfologi talus, warna talus, kepadatan, dan penutupan talus pada substratnya, meskipun memiliki kesamaan jenis talus lumut kerak (*Lichenes*), karena jika dalam teori dijelaskan bahwa struktur akan mengikuti dari fungsi tumbuhan artinya bahwa tumbuhan akan berusaha untuk mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan sekitarnya guna melangsungkan kehidupannya.

Ibnu 'Asyur dalam Shihab (2002) memahami ayat di atas sebagai uraian baru untuk menggambarkan keistimewaan al-Quran dan kandungannya yang penuh dengan petunjuk akan kebesaran Allah SWT. Ibnu 'Asyur mengatakan keanekaragaman tanaman menggambarkan sikap manusia yang berbeda-beda, ada yang baik, buruk, bermanfaat dan merusak. Demikian Ibnu 'Asyur yang menguatkan pendapatnya dengan perumpamaan yang diberikan oleh Rasul SAW.

Tentang tuntunan agama yang beliau sampaikan. Rasul SAW bersabda:

قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مَثَلُ مَا بَعَثَنِي اللَّهُ بِهِ مِنَ الْعِلْمِ وَالْهُدَى كَمَثَلِ الْغَيْثِ الْكَثِيرِ أَصَابَ أَرْضًا فَكَأَلَتْ مِنْهَا نَخِيَّةٌ قَبِلَتْ الْمَاءَ فَالْتَبَتَ الْكِبَاءُ وَالْعُشْبُ الْكَثِيرُ وَكَأَلَتْ مِنْهَا أَجَادِبٌ أَمْسَكَتِ الْمَاءَ فَفَنَعَ اللَّهُ بِهَا النَّاسُ فَشَرِبُوا وَسَقَوْا وَرَزَعُوا وَأَصَابَ مِنْهَا طَائِفَةٌ أُخْرَى إِنَّمَا هِيَ قَيْعَانٌ لَا تَمْسِكُ مَاءً وَلَا تَنْبِتُ كِبَاءً فَذَلِكَ مَثَلُ مَنْ فَفَعُ فِي دِينِ اللَّهِ وَنَفَعَهُ مَا بَعَثَنِي اللَّهُ بِهِ فَعَلِمَ وَعَمِلَ وَمَثَلُ مَنْ لَمْ يَرْفَعْ بِذَلِكَ رَأْسًا وَلَمْ يَقْبَلْ هُدَى اللَّهِ

الَّذِي أُرْسِلْتُ بِهِ (رواه مسلم)

*Artinya :“Perumpamaan apa yang ditugaskan kepadaku oleh Allah untuk kusampaikan dari tuntunan dan pengetahuan, adalah bagaikan hujan yang lebat yang tercurah ke bumi”. Ada diantaranya yang subur, menampung air sehingga menumbuhkan aneka tumbuhan dan rerumpunan yang banyak; ada juga yang menampung air itu, lalu Allah menganugerahkan kepada manusia kemampuan untuk memanfaatkannya, maka mereka dengan itu dapat minum, mengairi sawah dan menanam tumbuhan; ada lagi yang turun di daerah yang datar tidak dapat menampung air, tidak juga menumbuhkan tanaman. Demikianlah perumpamaan siapa yang memahami agama dan bermanfaat untuknya apa yang aku sampaikan sehingga dia tahu dan mampu mengajarkannya, dan perumpamaan siapa tidak dapat mengangkat kepala dan tidak menerima petunjuk Allah yang aku diutus untuk menyampaikannya”(HR. Muslim).*

Quraisy Shihab dalam menafsirkan akhir Surah al-Zumar ayat 20 bahwa Allah SWT memenuhi janjinya. Salah satu janji Allah SWT yang selalu diingkari kaum musrikin adalah janji tentang kebangkitan manusia setelah kematiannya untuk menerima sanksi dan ganjaran. Ayat di atas mengemukakan salah satu bukti tentang kuasa-Nya membangkitkan yang telah mati, Allah SWT berfirman: apakah engkau siapapun engkau tidak memperhatikan, bahwa sesungguhnya Allah SWT menurunkan air hujan dari langit, lalu dia mengalirkannya di tanah menjadi mata air di bumi, kemudian satu hal yang lebih hebat lagi adalah Dia mengeluarkan yakni menumbuhkan oleh air yang turun itu tanaman pertanian yang bermacam-macam jenis, bentuk, rasa dan warnanya walau air yang menumbuhkannya sama, lalu ia menjadi kering atau menguat dan tinggi lalu engkau melihatnya kekuning-kuningan setelah sebelumnya segar kehijau-hijauan, kemudian dia menjadikannya hancur layu berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu yakni proses yang silih berganti dari satu kondisi ke kondisi yang lain benar-benar terdapat pelajaran yang sangat berharga bagi Ulul Albab (Shihab, 2002).

Perubahan warna pada tanaman dapat berubah dari satu warna ke warna yang lain dapat dipengaruhi oleh usia tanaman ataupun kondisi lingkungan tempat hidup dari tanaman tersebut. Dari hasil penelitian Pada talus Lichenes di beberapa stasiun pengamatan di Kabupaten Lamongan menunjukkan adanya perbedaan dari warna talus Lichenes antar stasiun pengamatan. Hal ini di akibatkan oleh kandungan Timbal (Pb) pada talus Lichenes yang semakin tinggi karena emisi gas dari kendaran bermotor. Sehingga perubahan warna pada tanaman bukan hanya karena usia akan tetapi pencemaran yang terjadi di udara, laut dan tanah juga akan mempengaruhi terhadap spesies tumbuhan yang hidup pada daerah tersebut.

Allah SWT berfirman dalam Surat al-Fatihah ayat ke 3 bahwasannya bentuk kasih sayang Allah kepada makhluknya dengan memberikan kemampuan diri untuk menyesuaikan diri terhadap kondisi lingkungannya sehingga mampu untuk melangsungkan kehidupan. Tumbuhan yang subur menunjukkan bahwa tempat tumbuh tumbuhan tersebut tercukupi kandungan nutrisinya, karena suatu organisme akan ada pada suatu area yang faktor-faktor ekologiannya tersedia dan sesuai bagi kehidupannya. Allah SWT berfirman dalam surat al-A'raf ayat 58 sebagaimana berikut :

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبُثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكْدًا ۚ كَذَلِكَ نُصَرِّفُ  
 الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

*Artinya : “Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya Hanya tumbuh merana. Demikianlah kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (kami) bagi orang-orang yang bersyukur”.*

Segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT sudah dilengkapi dengan proporsi yang tepat. Semua makhluk hidup mengetahui apa yang sesungguhnya

menjadi makanannya serta bagaimana cara untuk mempertahankan hidup. Demikian juga dengan tumbuhan, tumbuh dan berkembang sesuai dengan fungsi yang dijalankannya. Tumbuhan sebagai makhluk-Nya juga diciptakan dengan proporsional, seperti struktur dari bentuk talus akan berbeda berdasarkan faktor abiotik seperti tingginya intensitas cahaya, suhu dan juga kelembaban serta kepadatan lalu lintas yang berbeda. Sehingga kualitas udara yang dimanfaatkan tumbuhan tersebut akan mempengaruhi terhadap perbedaan-perbedaan antar talus lumut kerak pada stasiun-stasiun pengamatan yang berbeda. Selain itu tumbuhan diciptakan memiliki system adaptasi agar dapat menghadapi lingkungan yang kurang mendukung bagi kehidupannya (Chodjim, 2000).

Manusia diharapkan menggunakan akalinya untuk berfikir dan mengkaji segala sesuatu yang ada di langit dan di bumi, karena tidak ada satupun ciptaan Allah SWT yang sia-sia. Sebagaimana tersirat dalam QS al-Imran ayat 190-191 :

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

*Artinya: "Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal.(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka".*

Sesungguhnya Allah telah memberikan anugrahnya kepada manusia dengan menciptakan berbagai kekayaan alam yang dapat dimanfaatkan oleh manusia. Pemanfaatan Lichenes yang digunakan sebagai Parameter pencemaran

udara merupakan ikhtiyar untuk memperoleh informasi dari tumbuhan yang diciptakan oleh Allah Yang Maha Penyayang, agar manusia dapat memahami kondisi Lingkungannya dengan melihat kekayaan alam ataupun keanekaan serta pertumbuhan Lichenes yang ada disekitarnya.

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa tumbuhan yang ada di muka bumi ini mempunyai manfaat masing-masing dalam memenuhi kemaslahatan hidup manusia. Salah satunya yaitu Lichenes yang mampu mengakumulasi Timbal (Pb) pada udara dalam waktu yang relatif cukup lama serta tidak diekskresikan keluar kembali, sehingga Lichenes bisa digunakan sebagai indikator untuk mengetahui kandungan Timbal (Pb) di udara sehingga kita bisa mengetahui lebih cepat terkait dengan kondisi lingkungan yang ada di sekitar kita. Maha suci Allah SWT, yang telah menciptakan segala sesuatu yang ada di muka bumi ini tidak ada yang sia-sia, semua bermanfaat bagi kesejahteraan umat manusia.

Allah SWT telah menciptakan segala isinya yang ada bumi ini dengan segala keseimbangannya. Tidak ada yang diciptakan dalam keadaan yang tidak seimbang. Allah SWT memerintahkan kepada manusia untuk tetap menjaga bumi dan segala isinya supaya keseimbangan dan kelestarian tetap terjaga. Sebagaimana firmanNya dalam surat al-A'raf ayat 85 sebagai berikut:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا ذَٰلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ إِن كُنتُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨٥﴾

Artinya :”Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi sesudah Tuhan memperbaikinya. yang demikian itu lebih baik bagimu jika betul-betul kamu orang-orang yang beriman” (QS.al-A'raf: 85).

Allah SWT menciptakan segala sesuatu di dunia ini sesuai dengan kebutuhan makhluk hidup. Parameter fisika kimia yang meliputi suhu,

kelembaban udara dan Intensitas cahaya menunjukkan bahwa masih mampu mendukung kehidupan Lichenes yang ditemukan. Meskipun sudah dalam jumlah penutupan sebagian besar sudah rendah karena pengaruh lingkungan yang sudah berubah akibat perubahan kualitas udara. Berdasarkan hal tersebut, maka kita sebagai generasi Ulul Albab patut terus melakukan penelitian untuk mengungkap kebesaran ilmu Allah SWT yang masih banyak belum kita ketahui.

Al-Qur'an telah menjelaskan tentang pengaruh lingkungan terhadap kehidupan makhluk hidup di bumi ini, baik peranan bagi manusia, hewan maupun bagi tumbuhan. Firman Allah SWT dalam surat al-Kahfi ayat 45 sebagai berikut:

وَأَضْرَبَ لَهُمْ مَثَلًا الْحَيَاةَ الدُّنْيَا كَمَا آءَأَنْزَلْنَاهُ مِنَ السَّمَآءِ فَاخْتَلَطَ بِهِ نَبَاتُ الْأَرْضِ فَأَصْبَحَ هَشِيمًا تَذْرُوهُ الرِّيْحُ ۗ وَكَانَ اللَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ مُّقْتَدِرًا ﴿٤٥﴾

*Artinya : "Dan berilah perumpamaan kepada mereka (manusia), kehidupan dunia sebagai air hujan yang kami turunkan dari langit, Maka menjadi subur karenanya tumbuh-tumbuhan di muka bumi, Kemudian tumbuh-tumbuhan itu menjadi kering yang diterbangkan oleh angin. dan adalah Allah, Maha Kuasa atas segala sesuatu"*

Ayat di atas secara tersirat menjelaskan tentang faktor lingkungan yaitu air hujan, karena hujan itu berasal dari uap yang naik dari bumi ke udara, kemudian turun ke bumi, kemudian kembali ke atas, dan dari atas kembali ke bumi dan Begitulah seterusnya. Keberadaan air hujan dan tinggi rendahnya curah hujan di suatu daerah juga akan mempengaruhi tinggi rendahnya kelembaban dan suhu lingkungan sekitar. Dalam kajian ekologi kelembaban merupakan faktor penting dalam kehidupan hewan dan pertumbuhan tanaman, yaitu yang mempengaruhi kerapatan dan pola distribusinya.