



# Mengenal Lichens

## Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kawasan Kota Medan

(KIM 1 Mabar, Taman Beringin dan T-Garden)

Damayani Panggabean, S.Pd.

Dr. Ashar Hasairin, M.Si.

Dr. Hasruddin, M.Pd.



# Mengenal Lichens

Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara  
di Kawasan Kota Medan

(KIM 1 Mabar, Taman Beringin dan T-Garden)

## UU 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

### Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

### Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- b. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

### Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

# **Mengenal Lichens Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara**

**(KIM 1 Mabar, Taman Beringin dan T-Garden)**

Penulis:

Damayani Panggabean, S.Pd.

Dr. Ashar Hasairin, M.Si.

Dr. Hasruddin, M.Pd.

Penerbit Yayasan Kita Menulis

**Mengenal *Lichens* Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara**  
(KIM 1 Mabar, Taman Beringin dan T-Garden)

Copyright © Yayasan Kita Menulis, 2020

Penulis:

Damayani Panggabean, S.Pd.

Dr. Ashar Hasairin, M.Si. Dr.

Hasruddin, M.Pd.

Editor: Alex Rikki

Desain Sampul: Tim Kreatif Kita Menulis Sampul:

[pngguru.com](http://pngguru.com)

Penerbit Yayasan Kita

Menulis Web: [kitamenulis.id](http://kitamenulis.id)

e-mail: [press@kitamenulis.id](mailto:press@kitamenulis.id) WA:

0821-6453-7176

Damayani Panggabean, Ashar Hasairin, dan Hasruddin  
Mengenal *Lichens* Sebagai Bioindikator Pencemaran  
Udara (KIM 1 Mabar, Taman Beringin dan T-Garden)

Yayasan Kita Menulis,  
2020 xii; 88 hlm; 16 x 23  
cm

ISBN: 978-623-6761-21-2

Cetakan 1, Oktober 2020

- I. Mengenal *Lichens* Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara (KIM 1 Mabar, Taman Beringin dan T-Garden)
- II. Yayasan Kita Menulis

Katalog Dalam Terbitan

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak maupun mengedarkan buku tanpa Ijin tertulis  
dari penerbit maupun penulis

---

## Kata Pengantar

---

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku dengan judul “Mengetahui *Lichens* Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kota Medan”. Buku ini dikembangkan berdasarkan penelitian tesis yang berjudul Pengembangan Buku Nonteks *Lichens* Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kota Medan.

Penyajian data dalam buku ini berdasarkan hasil riset mencakup morfologi *Lichens*, jenis *Lichens*, ukuran *Lichens*, kondisi tallus *Lichens*, suhu lingkungan, kelembaban lingkungan, intensitas cahaya, luas pohon, jenis pohon dan jumlah kendaraan (kendaraan roda empat, kendaraan roda tiga, dan kendaraan roda dua) di Kota Medan. Lokasi yang digunakan pada Kota Medan yakni mewakili wilayah tercemar cukup tinggi yakni Kawasan Industri Medan 1 Mabar, wilayah tercemar rendah yakni Taman Beringin dan wilayah tercemar sangat rendah yakni T-Garden.

Buku ini ditujukan sebagai bacaan bagi masyarakat umum dan mahasiswa. Dengan menggunakan buku ini penulis berharap pembaca dapat mengetahui lebih dalam dan menambah pengetahuan pembaca mengenai *Lichens* Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kota Medan.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku ini. Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak.

Medan, Mei 2020  
Penulis

---

# Daftar Isi

---

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR DIAGRAM	vii
<b>BAB 1</b>	
<b>PENDAHULUAN</b>	1
1.1. Morfologi <i>Lichens</i>	2
1.2. Anatomi <i>Lichens</i>	2
1.3. Habitat dan Penyebaran <i>Lichens</i>	3
1.4. Manfaat lain dari <i>Lichens</i>	4
<b>BAB 2</b>	
<b>JENIS LICHENS SEBAGAI BIOINDIKATOR</b>	
<b>PENCEMARAN UDARA</b>	5
2.1. <i>Lichens</i> Toleran	5
2.2. <i>Lichens</i> Internediet	5
2.3. <i>Lichens</i> Sensitif	6
2.4. <i>Lichens</i> Biomonitoring	6
2.5. Klasifikasi <i>Lichens</i>	6
<b>BAB 3</b>	
<b>BAHAN POLUTAN DI UDARA</b>	11
3.1. Polusi Udara Akibat Kendaraan Bermotor	13
3.2. Polusi Udara Akibat Industri	14
3.3. Jenis-jenis Polutan Pencemaran Udara	15
3.4. Dampak Pencemaran Udara	21
3.5. Usaha Mengurangi Tingkat Polusi Udara	27
<b>BAB 4</b>	
<b>KONDISI KUALITAS UDARA DI KOTA MEDAN</b>	28
4.1. Kategori Kualitas Udara	29
4.2. Data Normal Polutan	30
4.3. Hasil Kondisi Kualitas Udara di Kota Medan	31

## **BAB 5**

### **LICHENS SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN**

#### **UDARA DI KOTA MEDAN**

	35
5.1. <i>Lichens</i> Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di KIM 1 Medan	36
5.2. <i>Lichens</i> Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Taman Beringin	41
5.3. <i>Lichens</i> Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kawasan Industri Medan 1 Mabar	49
5.4. Daya serap spesies <i>Lichens</i> yang ditemukan	59
5.5. Keanekaragaman spesies <i>Lichens</i> di Kota Medan	62

<b>GLOSARIUM</b>	72
------------------	----

<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	78
-----------------------	----

<b>BIOGRAFI PENULIS</b>	81
-------------------------	----

---

## Daftar Gambar

---

Gambar 1. Anatomi <i>Lichens</i>	3
Gambar 2. <i>Lichens Crustose</i>	8
Gambar 3. <i>Lichens Foliose</i>	9
Gambar 4. <i>Lichens Fruticose</i>	9
Gambar 5. <i>Lichens Squamulose</i>	10
Gambar 6. <i>Lichens Saxicolous</i>	11
Gambar 7. <i>Lichens Corticolous</i>	12
Gambar 8. <i>Lichens Tericolous</i>	8
Gambar 9. Lapisan atmosfer	15
Gambar 10. Polusi udara dari kendaraan bermotor	16
Gambar 11. Pencemaran udara akibat industri	17
Gambar 12. Timbal (Pb)	18
Gambar 13. Unsur CO	19
Gambar 14. Unsur NO <sub>x</sub>	20
Gambar 15. Unsur SO <sub>x</sub>	21
Gambar 16. Unsur CFC	22
Gambar 17. Unsur CO <sub>2</sub>	22
Gambar 18. Unsur O <sub>3</sub>	23
Gambar 19. Unsur HC	24
Gambar 20. Unsur Cl	25
Gambar 21. ISPA	25
Gambar 22. Hujan Asam.	27
Gambar 23. Efek Rumah Kaca	29
Gambar 24. KIM 1 Mabar Medan	30
Gambar 25. <i>Lecanora thysanophara</i> pada KIM 1 Mabar Medan	37
Gambar 26. <i>Lepraria incana</i> pada KIM 1 Mabar Medan	44
Gambar 27. <i>Parmelia saxatilis</i> pada KIM 1 Mabar Medan	47
Gambar 28. Tugu Taman Beringin	48
Gambar 29. Suasana Taman Beringin	49
Gambar 30. <i>Lecanora thysanophara</i> pada Taman Beringin	50
Gambar 31. <i>Dirinaria applanata</i> pada Taman Beringin	50

Gambar 32. <i>Lepraria incana</i> pada Taman Beringin	53
Gambar 33. <i>Pertusaria amara</i> pada Taman Beringin	54
Gambar 34. <i>Dirinaria picta</i> pada Taman Beringin	55
Gambar 35. T-Garden	56
Gambar 36. <i>Dirinaria picta</i> pada T-Garden	57
Gambar 37. <i>Dirinaria applanata</i> pada T-Garden	58
Gambar 38. <i>Graphis scripta</i> pada T-Garden	61
Gambar 39. <i>Graphis elegans</i> pada T-Garden	62
Gambar 40. <i>Lepraria incana</i> pada T-Garden	63
Gambar 41. <i>Parmelia caperata</i> pada T-Garden	64
Gambar 42. <i>Parmotrema austrosinensis</i> pada T-Garden	65
Gambar 43. <i>Pertusaria amara</i> pada T-Garden	66

---

## Daftar Tabel

---

Tabel 1. Rentang Indeks Standar Pencemaran Udara	36
Tabel 2. Kondisi Kualitas Udara di Kota Medan	39
Tabel 3. Kriteria Wilayah	41
Tabel 4. Perwakilan setiap indikator wilayah	43
Tabel 5. Spesies <i>Lichens</i> yang terdapat pada KIM 1 Mabar Medan	46
Tabel 6. Klasifikasi <i>Lecanora thysanophara</i>	46
Tabel 7. Klasifikasi <i>Lepraria incana</i>	48
Tabel 8. Klasifikasi <i>Parmelia saxatilis</i>	49
Tabel 9. Spesies <i>Lichens</i> yang terdapat pada Taman Beringin	52
Tabel 10. Klasifikasi <i>Lecanora thysanophara</i>	53
Tabel 11. Klasifikasi <i>Dirinaria applanata</i>	54
Tabel 12. Klasifikasi <i>Lepraria incana</i>	55
Tabel 13. Klasifikasi <i>Pertusaria amara</i>	56
Tabel 14. Klasifikasi <i>Dirinaria picta</i>	57
Tabel 15. Spesies <i>Lichens</i> yang terdapat pada T-Garden	60
Tabel 16. Klasifikasi <i>Dirinaria picta</i>	61
Tabel 17. Klasifikasi <i>Dirinaria applanata</i>	62
Tabel 18. Klasifikasi <i>Graphis scripta</i>	63
Tabel 19. Klasifikasi <i>Graphis elegans</i>	64
Tabel 20. Klasifikasi <i>Lepraria incana</i>	65
Tabel 21. Klasifikasi <i>Parmelia caperata</i>	66
Tabel 22. Klasifikasi <i>Parmotrema austrosinensis</i>	67
Tabel 23. Klasifikasi <i>Pertusaria amara</i>	68
Tabel 24. <i>Lichens</i> yang ditemukan di sampel lokasi pada Kota Medan	69
Tabel 25. Perbedaan warna talus <i>Lichens</i>	70
Tabel 26. Indeks keanekaragaman <i>Lichens</i> di Kota Medan	72



## Daftar Diagram

---

Diagram 1. Daya serap <i>Lichens</i> terhadap Pb	70
Diagram 2. Perbedaan temuan <i>Lichens</i> pada tiga lokasi di Kota Medan	73



## Bab 1

# PENDAHULUAN

*Lichens* merupakan tumbuhan tingkat rendah yang termasuk dalam Divisio *Thallophyta* yang merupakan tumbuhan komposit dan perpaduan fisiologik dari dua makhluk yakni antara fungi dan alga. Dua organisme tersebut hidup berasosiasi satu sama lain, sehingga muncul sebagai satu organisme. Penyusun komponen fungi disebut *Mycobiont*, sedangkan penyusun komponen alga disebut *Phycobiont*.

*Lichens* membutuhkan air dan sinar matahari untuk tumbuh. Beberapa spesies dapat menyerap air hingga 20 kali berat tubuhnya. *Lichens* merupakan gabungan antara fungi dan alga sehingga secara morfologi dan fisiologi merupakan satu kesatuan. *Lichens* hidup secara epifit pada pohon-pohonan, di atas tanah terutama di daerah sekitar kutub utara, di atas batu cadas, di tepi pantai atau gunung-gunung yang tinggi. Tumbuhan ini tergolong tumbuhan perintis yang ikut berperan dalam pembentukan tanah. Tumbuhan ini bersifat endolitik karena dapat masuk pada bagian pinggir batu. Dalam hidupnya *Lichens* tidak memerlukan syarat hidup yang tinggi dan tahan terhadap kekurangan air dalam jangka waktu yang lama.

## 1.1. Morfologi *Lichens*

Klasifikasi *Lichens* berdasarkan komponen fungi terbagi menjadi tiga tipe, yaitu;

**(1) Ascolichens:** Pada tipe ini, komponen fungi yang membentuk *Lichens* yang berasal dari kelas *Ascomycetes*. Tipe ini terbagi dalam dua bagian yaitu, (a) *Gymnocarpae* yang memiliki tubuh buah berupa apotesium dengan struktur terbuka, contohnya *Parmelia*; (b) *Pyrenocarpae*, memiliki tubuh buah berupa peritesium dengan struktur tertutup, contohnya *Dermatocarpon*;

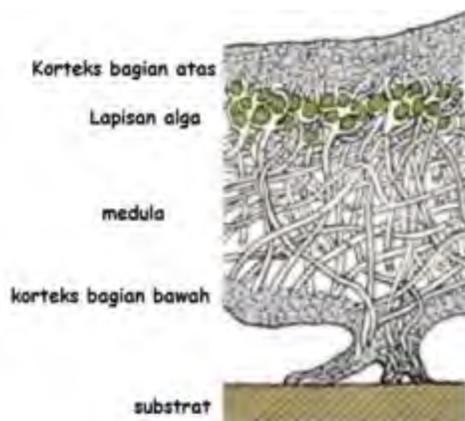
**(2) Basidiolichens:** Pada tipe ini, komponen fungi yang membentuk *Lichens* adalah dari kelas *Basidiomycetes*. *Basidiolichens* memiliki komponen alga yang termasuk dalam kelas *Myxophyceae*, berupa filamen (*Scytonema*) atau non-filamen (*Chroococcus*);

**(3) Lichens Imperfecti:** Pada tipe ini, komponen fungi yang membentuk *Lichens* adalah dari kelas *Deuteromycetous* dengan contoh antara lain *Cystocoleus*, *Lepraria*, *Leprocalon*, *Normandia*.

## 1.2. Anatomi *Lichens*

Struktur anatomi *Lichens* terdiri atas empat bagian, yakni:

- a. **Korteks atas:** berupa jalinan padat yang disebut *Pseudoparenchyma* dari hifa jamurnya. Sel ini saling mengisi dengan material yang berupa gelatin. Bagian ini tebal dan berguna untuk perlindungan.
- b. **Daerah Algae:** merupakan lapisan biru atau biru hijau yang terletak dibawah korteks atas. Bagian ini terdiri dari jalinan hifa yang longgar. Diantara hifa-hifa itu terdapat sel-sel hijau, yaitu *Gleocapsa*, *Nostoc*, *Rivularia*, dan *Chorella*. Lapisan talus untuk tempat fotosintesis disebut lapisan gonidial sebagai organ reproduksi.
- c. **Medulla:** terdiri dari lapisan hifa yang berjalanan membentuk suatu bagian tengah yang luas dan longgar.
- d. **Korteks Bawah:** lapisan ini terdiri dari struktur hifa yang sangat padat dan membentang secara vertikal terhadap permukaan talus atau sejajar dengan kulit bagian luar.



**Gambar 1.** Anatomi *Lichens*

### 1.3. Habitat dan Penyebaran *Lichens*

*Lichens* merupakan gabungan dua tanaman yang hidup bersama (bersimbiosis), yaitu antara fungi (jamur) dan yang berwarna hijau disebut ganggang (alga) sehingga secara morfologi dan fisiologi merupakan satu kesatuan. Ganggang membuat makanan untuk jamur. Sebab, warna hijau yang dimilikinya memungkinkan ganggang melakukan proses fotosintesis, memasak makanan. Sementara itu, tugas jamur adalah memberi perlindungan terhadap kekeringan.

*Lichens* adalah tanaman yang hebat. Berbeda dari lumut biasa yang tumbuh di tempat yang lembab, *Lichens* bisa tumbuh di tempat-tempat yang sulit, tempat yang sangat dingin dan kering. *Lichens* ini hidup secara epifit pada pohon-pohonan, tetapi dapat juga hidup di atas tanah, terutama di daerah sekitar kutub utara, di atas batu cadas, di tepi pantai dan juga di gunung-gunung yang tinggi.

Tumbuhan ini tergolong tumbuhan perintis yang ikut berperan dalam pembentukan tanah. Tumbuhan ini bersifat endolitik karena dapat masuk pada bagian pinggir batu. Dalam hidupnya *Lichens* tidak memerlukan syarat hidup yang tinggi dan tahan terhadap kekurangan air dalam jangka waktu yang lama.

*Lichens* dapat dijumpai secara luas di dataran rendah hingga ke dataran tinggi dari kutub utara hingga ke daerah tropis. Tumbuhan ini dapat tumbuh di berbagai permukaan tanah, benda, daun, batu, material bekas, besi tua, kulit kayu, pohon, di pinggir sungai maupun di tepi pantai.

Di dunia ini ada sekitar 20.000 spesies alga. Sebagian besar berada di daerah tropis sebagai wilayah dengan tingkat keragaman organisme yang tinggi. *Lichens* merupakan tumbuhan yang mampu hidup di daerah ekstrem

di permukaan bumi. Mereka dapat tumbuh di permukaan tanah, bebatuan, pepohonan bahkan permukaan-permukaan benda buatan manusia. Mereka ada di tempat yang jarang ada organisme yang mampu hidup di sana seperti puncak gunung, padang pasir, dan daerah kutub.

Di samping itu, *Lichens* seringkali tumbuh di pohon dan semak-semak sebagai epifit, mereka tidak mengambil makanan dari organisme yang ditemelinya akan tetapi mengambil makanan dari atmosfer. *Lichens* sangat beragam ukuran, warna dan bentuk. Mereka juga mampu berubah warna selama musim hujan ketika terbilas oleh air dan menghasilkan makanan.

#### 1.4. Manfaat lain dari *Lichens*

*Lichens* memiliki fungsi ekonomis dan fungsi ekologis. Fungsi ekonomis *Lichens* sebagai bahan makanan sebagai contoh: *Umbilicaria*, *Bryoria fremontii*, *Cladina stellaris*. Bahan tekstil sebagai contoh: *Parmelia sulcata*. Bahan dekorasi sebagai contoh: *Usnea*, *Xanthroparmelia sp.* Pertanian, sebagai contoh: *Cladonia*. bahan kosmetik (*Everina*, *Parmelia*, dan *Ramalina*), dan bahan obat-obatan (*Lobaria pulmonaria*, *Pamelia sulcata*, *Peltigera canina*). Pemanfaatan *Lichens* dalam bidang kesehatan khususnya bahan obat berhubungan dengan substansi yang terkandung di dalamnya. Substansi tersebut dimanfaatkan untuk antibiotik, antijamur, antivirus, antiinflamasi, analgesik, antipiretik, antiproliferatif dan efek sitotoksik.

Di suatu ekosistem, *Lichens* berperan sebagai *dekomposer* yang mampu mempertahankan persediaan nutrient organik yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Tanpa *dekomposer*, elemen-elemen penting bagi tumbuhan seperti karbon, nitrogen, dan unsur lainnya akan terakumulasi di dalam bangkai dan sampah organik sehingga *nutrient* organik tidak tersedia bagi tumbuhan. Kemampuan tumbuhan diatas substrat yang cukup beragam yaitudiper permukaan batang pohon, permukaan bebatuan dan tanah menjadikan *Lichens* sebagai salah satu *dekomposer*, jenis tumbuhan ini juga berperan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan.



## Bab 2

# JENIS LICHENS SEBAGAI BIOINDIKATOR

### 2.1. *Lichens* Toleran

*Lichens* toleran merupakan jenis *Lichens* sebagai Bioindikator toleran terhadap pencemaran udara. Jenis-jenis *Lichens* toleran dapat mengakumulasi polutan dalam jumlah tertentu sampai batas konsentrasi yang masih dapat di tolerir. Jenis-jenis yang bersifat toleran dapat digunakan sebagai indikator akumulasi untuk mendeteksi kadar bahan pencemar terutama yang terdapat di udara.

Contoh *Lichens* toleran adalah *Lecanora conizaeoides* yang termasuk dalam golongan Crustose, banyak ditemukan di daerah industri dan kepadatan lalu lintas yang tinggi. *Parmelia saxatilis* yang termasuk dalam golongan Foliose, banyak ditemukan di daerah industri dan kepadatan lalu lintas sedang. *Pyxine cocus* yang termasuk dalam golongan Crustose, banyak ditemukan di daerah industri sangat tinggi dan kepadatan lalu lintas sangat tinggi.

### 2.2. *Lichens* Intermediet

*Lichens* intermediet merupakan jenis *Lichens* sebagai Bioindikator peka terhadap pencemaran udara. Jenis-jenis *Lichens* intermediet kebanyakan ditemukan pada daerah dengan kondisi curah hujan lebih tinggi, kepadatan lalu lintas cukup tinggi dan tingkat pencemaran rendah.

Contoh *Lichens* intermediet adalah *Drinaria applanata* termasuk dalam golongan *Corticolous*, banyak ditemukan di daerah perkotaan dan di pedesaan dengan kepadatan lalu lintas cukup tinggi ke rendah. *Menegazzia terebrata* termasuk dalam golongan *Foliose*, banyak ditemukan di daerah perkotaan dengan kepadatan lalu lintas cukup tinggi. *Parmelia plumbea*

termasuk golongan *Foliose*, banyak ditemukan di daerah dengan kepadatan lalu lintas cukup tinggi.

### 2.3. *Lichens* Sensitif

*Lichens* sensitif merupakan *Lichens* sebagai Bioindikator pencemaran udara yang jaraknya jauh dari sumber pencemaran. *Lichens* sensitif ini ditemukan pada daerah yang memiliki tingkat pencemaran sangat rendah dan pada daerah yang tidak memiliki tingkat pencemaran (udara bagus dan tidak tercemar). Beberapa jenis *Lichens* sensitif jarang ditemukan pada daerah tercemar hal ini disebabkan karena *Lichens* sensitif sangat sensitif terhadap polutan di udara dan pengasaman di udara.

Contoh *Lichens* sensitif adalah *Graphis elegans* dan *Tryphethelium virens* termasuk golongan Crustose, banyak ditemukan pada daerah dengan tingkat pencemaran udara sangat rendah menuju tidak tercemar dan banyak ditemukan pada daerah tingkat lalu lintas sangat rendah. *Parmelia caperata* dan *Parmotrema austrosinensis* termasuk golongan Foliose banyak ditemukan pada daerah dengan tingkat pencemaran udara sangat rendah menuju tidak tercemar dan banyak ditemukan pada daerah tingkat lalu lintas sangat rendah.

### 2.4. *Lichens* Biomonotoring

*Lichens* biomonotoring merupakan *Lichens* kosmopolit, yang dapat hidup pada semua kriteria daerah, mulai dari daerah sangat tercemar, tercemar tinggi, tercemar cukup tinggi, tercemar rendah, tercemar cukup rendah, tercemar sangat rendah dan tidak tercemar. *Lichens* biomonotoring ini merupakan *Lichens* yang ideal sebagai Bioindikator pencemaran udara karena dapat hidup di segala tingkat tercemarnya udara, sangat toleran terhadap polusi, dan penyebaran *Lichens* ini luas.

Contoh dari *Lichens* biomonotoring adalah *Lepraria incana* dan *Pertusaria amara* termasuk dalam golongan Crustose dengan ciri-ciri morfologi hampir mendekati *Drinaria applanata*.

### 2.5. Klasifikasi *Lichens*

Berdasarkan bentuknya *Lichens* dibedakan atas 4 bentuk:

#### 1. Crustose

*Lichens Crustose* merupakan salah satu jenis *Lichens* yang memiliki talus yang umumnya berukuran kecil, datar, tipis dan selalu melekat di permukaan batu, kulit pohon atau di tanah. Sehingga jenis *Lichenes* ini

tidak mudah untuk dicabut tanpa merusak substratnya. Contoh: *Graphis scripta*, *Haematomma puniceum*, *Acarospora* atau *Pleopsidium*. Seperti terdapat pada Gambar 2 berikut ini:



**Gambar 2.** *Lichens Crustose*  
(Sumber: wikipedia.org)

## 2. *Foliose*

Jenis *Lichens Foliose* ini memiliki struktur seperti daun yang tersusun oleh lobus-lobus. *Lichens Foliose* relatif lebih longgar melekat pada substratnya. Ciri-ciri talusnya datar, lebar, banyak lekukan seperti daun yang mengkerut dan berputar. Habitat dari *Lichens* ini melekat pada batu, ranting, dan *rhizines*. *Rhizines* ini juga berfungsi sebagai alat untuk mengabsorpsi makanan. Contoh: *Xantoria*, *Peltigera*, *Parmelia* Seperti terdapat pada Gambar 3 berikut ini:



**Gambar 3.** *Lichens Foliose*  
(Sumber: wikipedia.org)

## 3. *Fruticose*

*Lichens Fruticose* memiliki talus berupa semak dan memiliki banyak cabang dengan bentuk seperti pita. Talus tumbuh tegak atau menggantung pada batu, daun-daunan atau cabang pohon. Tidak terdapat perbedaan

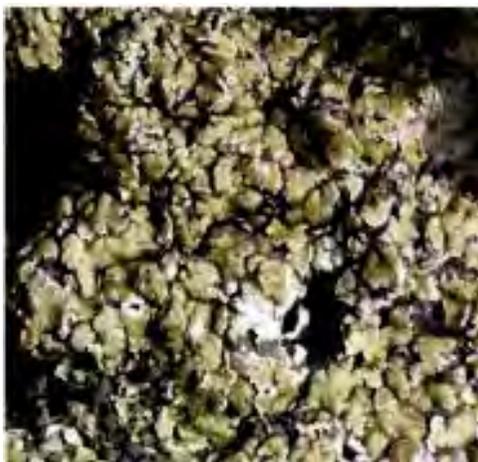
antara permukaan atas dan bawah. Contoh : *Usnea*, *Ramalina*, dan *Cladonia* Seperti terdapat pada Gambar 4 berikut ini:



**Gambar 4.** *Lichens Fruticose*  
(Sumber: wikipedia.org)

#### **4. Squamulose**

*Lichens* jenis *Squamulose* ini memiliki lobus-lobus seperti sisik, lobus ini disebut squamulus yang biasanya berukuran kecil dan saling bertindih serta saling memiliki struktur tubuh buah yang disebut *podetia*. Seperti terdapat pada Gambar 5 berikut ini:



**Gambar 5.** *Lichens Squamulose*  
(Sumber: wikipedia.org)

Berdasarkan habitatnya *Lichens* dapat dibagi menjadi tiga kategori:

### 1. *Saxicolous*

*Saxicolous* adalah salah satu jenis *Lichens* yang hidup di bebatuan. *Lichens* ini umumnya hidup menempel pada substrat yang padat dan di daerah dingin. Ciri dari banyaknya terdapat komunitas saxicolous adalah proporsi permukaan batuan yang tidak ditempati oleh *Lichens* lainnya dan ketika lichen yang bertalus (*Foliose*) mati, dan wilayah menjadi tersedia untuk kolonisasi. Contoh: *Ramalina farinacea*, *Acarospora ceruina*, *Basidia coprea*, *Aspicillia corcota*. Seperti terdapat pada Gambar 6 berikut ini:



**Gambar 6.** *Lichens Saxicolous*  
(Sumber: wikipedia.org)

### 2. *Corticolous*

*Corticolous* adalah jenis *Lichens* yang hidup pada kulit pohon. Jenis ini sangat terbatas pada daerah tropis dan subtropis, yang sebagian besar kondisi lingkungannya lembab. *Lichens* ini ditemukan hidup sebagai *epifit* pada *substrat* kulit pohon. *Lichens Corticolous* merupakan komponen penting ekosistem hutan sebagai organisme autotroph penyumbang biomassa dalam ekosistem tersebut serta peka terhadap perubahan lingkungan akibat pencemaran udara dan perubahan iklim. Contoh: *Graphis elegans*, *Usnea articulata*, *Usnea hirta*, *Usnea ceranita*. Seperti terdapat pada Gambar 7 berikut ini:



**Gambar. 7** *Lichens Corticolous*  
(Sumber: wikipedia.org)

### 3. *Terricolous*

*Lichens Tericolous* merupakan jenis *Lichens* terrestrial, yang hidup pada permukaan tanah. Tanaman jenis ini biasanya membentuk kerak tanah biologis (juga dikenal sebagai *microphytic, microbiotic* atau *cryptogamic crusts*). Hal ini terjadi di daerah yang luas dari rangeland kering dan semi-kering di kedua belahan Utara dan Selatan, di daerah yang tidak banyak berpasir dan berbatu. Contoh: *Cladonia ciliate, Peltigera canina, Leptogium britanicum*. Seperti terdapat pada Gambar 8 berikut ini:



**Gambar 8.** *Lichens Tericolous*  
(Sumber: wikipedia.org)



## **Bab 3**

# **BAHAN POLUTAN DI UDARA**

Polusi udara kota di beberapa kota besar di Indonesia telah sangat memprihatinkan. Beberapa hasil penelitian tentang polusi udara dengan segala resikonya telah dipublikasikan, termasuk resiko kanker darah. Namun, jarang disadari entah berapa ribu warga kota yang meninggal setiap tahunnya karena infeksi saluran pernapasan, asma, maupun kanker paru-paru akibat polusi udara kota. Meskipun sesekali telah turun hujan langit di kota-kota besar di Indonesia tidak biru lagi. Udara kota telah dipenuhi oleh jelaga dan gas-gas yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Diperkirakan dalam sepuluh tahun mendatang terjadi peningkatan jumlah penderita penyakit paru-paru dan saluran pernapasan. Bukan hanya infeksi saluran pernapasan akut yang kini menempati urutan pertama dalam pola penyakit diberbagai wilayah di Indonesia, tetapi juga meningkatnya jumlah penderita penyakit asma dan kanker paru-paru.

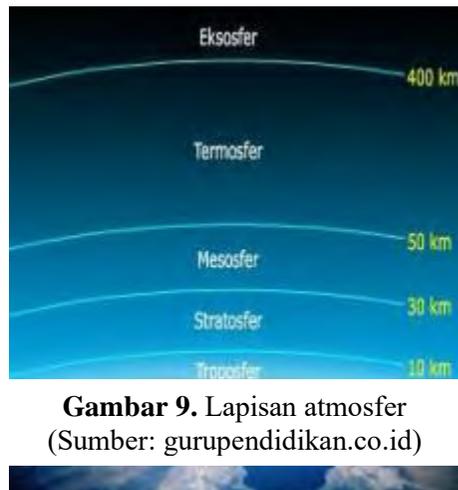
Di kota-kota besar, kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60-70%. Sedangkan kontribusi gas buang dari cerobong asap industri hanya berkisar 10-15%, sisanya berasal dari sumber pembakaran lain, misalnya dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan, dan lain-lain.

KOTA MEDAN PROPINSI SUMATERA UTARA	
ISPU	174
PARAMETER	CO
TANGGAL	2020-04-14 15:00:00
KRITERIA	TIDAK SEHAT

**Gambar 8.** Data pencemaran udara di Kota Medan  
(Sumber: menlhk.go.id)

Gas pencemar tersebut dalam kandungan tertentu dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan paru manusia atau hewan, tanaman, bangunan dan bahan lainnya. Perubahan kandungan bahan kimia dalam atmosfer bumi karena polusi udara akan dapat juga mengubah iklim lokal, regional, dan global, sehingga menaikkan jumlah radiasi sinar ultraviolet dari matahari ke permukaan bumi.

Sebagian besar udara dalam lapisan troposfer selalu berputar-putar dan terus bergerak, menjadi panas oleh sinar matahari, kemudian bergerak lagi diganti oleh udara dingin yang akan menjadi panas kembali, begitu seterusnya. Proses fisik tersebut menyebabkan terjadinya pergerakan udara dalam lapisan troposfer, dan merupakan faktor utama untuk mendeteksi iklim dan cuaca dipermukaan bumi. Di samping itu pergerakan udara tersebut juga dapat mendistribusikan bahan kimia pencemar dalam lapisan troposfer.



**Gambar 9.** Lapisan atmosfer  
(Sumber: gurupendidikan.co.id)

### 3.1. Polusi Udara Akibat Kendaraan Bermotor

Ada dua sumber utama yang berperan sebagai pencemar udara di daerah perkotaan, yaitu sumber bergerak dalam bentuk kendaraan bermotor dan sumber tidak bergerak dalam bentuk industri dan domestik. Namun, untuk kota-kota besar yang lalu lintasnya sangat padat, kendaraan bermotor merupakan sumber pencemar udara yang paling dominan. Terbatasnya sarana jalan raya dan terus meningkatnya jumlah kepemilikan kendaraan bermotor oleh warga kota menyebabkan terjadinya kemacetan di setiap ruas jalan, sehingga memperparah tingkat polusi udara perkotaan.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 menyebutkan bahwa pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi dan komponen lain ke dalam udara ambien oleh manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komposisi campuran gas tersebut tidak terlalu konstan. Kehadiran bahan zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu yang cukup lama akan dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan.

Semua kendaraan bermotor yang memakai bensin dan solar akan mengeluarkan gas Karbon Monoksida, Nitrogen Oksida, Belerang Dioksida, dan partikel-partikel lain dan sisa pembakarannya. Unsur-unsur ini bila mencapai kadar tertentu dapat menjadi racun bagi manusia dan hewan. Sebagai contoh, gas CO merupakan racun bagi fungsi-fungsi darah,  $\text{SO}_2$  dapat menimbulkan penyakit sistem pernapasan.



**Gambar 10.** Polusi udara dari kendaraan bermotor  
(Sumber: suara.com)

Kesadaran masyarakat akan pencemaran udara akibat gas buangan kendaraan bermotor seperti, mobil penumpang, truk, bus, lokomotif, kereta api, kapal terbang, kapal laut, sepeda motor, dan kendaraan roda tiga menjadi sumber dominan pencemaran udara di daerah perkotaan. Sarana transportasi yang menggunakan bahan bakar menghasilkan gas pencemar.



### 3.2. Polusi Udara Akibat Industri

Kegiatan industri saat ini menjadi sektor yang tidak dapat dipisahkan dalam pembangunan ekonomi suatu negara atau bahkan roda perekonomian dunia. Sektor industri telah memberikan kontribusi yang besar seperti pembukaan lapangan kerja dengan ditemukannya inovasi dalam bidang teknologi dan berbagai kontribusi lainnya baik dalam bidang ekonomi, politik dan sosial.

Kemajuan dalam bidang industri di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan ini memberikan berbagai dampak positif yaitu terbukanya lapangan kerja, membaiknya sarana transportasi dan komunikasi serta meningkatnya taraf sosial ekonomi masyarakat. Suatu kenyataan yang tidak dapat dihindari adalah perkembangan kegiatan industri secara umum juga merupakan sektor yang sangat potensial sebagai sumber pencemaran yang akan merugikan bagi kesehatan dan lingkungan.

Permasalahan lingkungan akibat aktivitas industri pada prinsipnya bervariasi antara tiap-tiap industri. Setiap industri memiliki proses, bahan baku, dan hasil produk yang berbeda. Kegiatan industri ini akan mengeluarkan sisa-sisa proses dalam bentuk zat-zat dan limbah dengan karakteristik tertentu yang dapat menjadi agen polutan lingkungan.



**Gambar 11.** Pencemaran udara akibat industri  
(Sumber: Seputarilmu.com)

Salah satu industri yang pertumbuhannya cukup tinggi di Indonesia adalah industri semen. Sifat dari produksi semen adalah membutuhkan energi dan penggunaan bahan baku alami yang besar, seperti: batu kapur (*limestone*), tanah liat (*clay and shale*), pasir silika (*silika sand*), gypsum dan pasir besi. Eksploitasi sumber daya alam ini berpotensi dalam terjadinya kerusakan lingkungan yang sangat besar, disamping itu melalui proses fisik dan kimia dalam pengolahan bahan baku cenderung menghasilkan polusi seperti: partikel, gas karbon monoksida (CO), gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), gas belerang oksida (SO<sub>2</sub>) dan uap air. Sesuai dengan jenis produksinya maka industri semen tidak lepas dari masalah polusi yang timbul terutama pada lingkungan yaitu polusi udara.

### 3.3. Jenis-jenis Polutan Pencemaran Udara

#### A. Timbal (Pb)

Logam timbal merupakan kelompok elemen utama pada grup karbon, dan termasuk logam berat yang secara alami terdapat di dalam kerak bumi. Timbal juga dapat berasal dari aktivitas manusia bahkan mampu mencapai jumlah 300 kali lebih banyak dibandingkan timbal alami. Pb dapat digunakan untuk melapisi logam agar tidak terjadi karat, dikarenakan karakteristik kimia dari timbal.

Pb sendiri dikenal sebagai timah hitam, logam Pb diperoleh melalui proses geologi, timbal terkonsentrasi dalam deposit bijih logam. Pada umumnya, timbal bergabung dengan Zn, Cu, dan As. Pb memiliki karakteristik kimia berupa titik lebur rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif.



**Gambar 12.** Timbal (Pb)  
(Sumber: Wikipedia)

Pencemaran yang ditimbulkan Pb berasal dari sumber alami maupun limbah hasil kegiatan manusia dengan jumlah yang terus meningkat di air, udara, dan darat. Timbal merupakan logam yang bersifat racun melalui konsumsi makanan, minuman, udara, air, serta debu yang tercemar Pb. Senyawa Pb sukar larut dalam air tetapi mudah larut dalam minyak atau lemak.

Pb dalam bensin akan bereaksi dengan oksigen dan bahan-bahan pengikat, selanjutnya dikeluarkan melalui sistem pembuangan dalam bentuk partikel. Partikel yang mengandung Pb akan diemisikan ke lingkungan, sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran udara oleh Pb. Hal ini terjadi pada proses pembakaran mesin yang menggunakan bahan bakar bensin akan dihasilkan gugus radikal bebas yang dapat menyebabkan letupan pada mesin, sehingga mengakibatkan menurunnya efisiensi mesin.

### B. Karbon Monoksida (CO)

Asap kendaraan merupakan sumber utama bagi Karbon Monoksida di berbagai daerah perkotaan. Formasi CO merupakan fungsi dari rasio kebutuhan udara dan bahan bakar dalam proses pembakaran di dalam ruang bakar mesin diesel. Pencampuran yang baik antara udara dan bahan bakar terutama yang terjadi pada mesin-mesin yang menggunakan Turbocharge merupakan salah satu strategi untuk meminimalkan emisi CO.



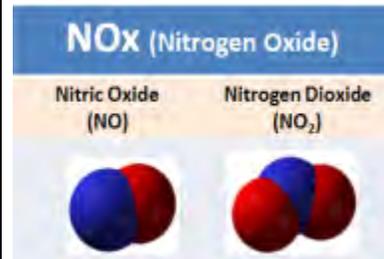
**Gambar 13.** Unsur CO  
(Sumber: Wikipedia)

CO yang meningkat diberbagai daerah perkotaan dapat mengakibatkan turunnya berat janin dan meningkatnya jumlah kematian bayi serta kerusakan otak.

### C. Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>)

NO<sub>2</sub> bersifat racun terutama terhadap paru. Kadar NO<sub>2</sub> yang lebih tinggi dari 100 ppm dapat mematikan sebagian besar binatang percobaan dan 90% dari kematian tersebut disebabkan oleh gejala pembengkakan paru (edema pulmonari). Kadar NO<sub>2</sub> sebesar 800 ppm akan mengakibatkan 100% kematian pada binatang-binatang yang diuji dalam waktu 29 menit atau kurang. Percobaan dengan pemakaian NO<sub>2</sub> dengan kadar 5 ppm selama 10 menit terhadap manusia mengakibatkan kesulitan dalam bernafas.

Nitrogen Oksida adalah kelompok gas di atmosfer, yang banyak dijumpai sebagai pencemar udara adalah gas nitrit oksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), disamping bentuk nitrogen lainnya. NO<sub>x</sub> dapat dihasilkan dari proses alami, seperti pencahayaan, kebakaran hutan, dan aktivitas mikroorganisme. Di daerah perkotaan, emisi NO<sub>x</sub> terutama berasal dari hasil pembakaran bahan bakar dan bahan organik lainnya. Baik sumber statik maupun sumber bergerak.

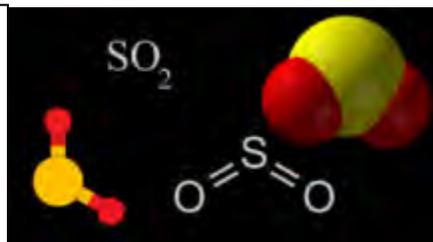


**Gambar 14.**Unsur NO<sub>x</sub>  
(Sumber: WordPress.com)

#### D. Belerang Oksida (SO<sub>x</sub>)

Pencemaran oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen sulfur bentuk gas yang tidak berwarna, yaitu sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dan Sulfur trioksida (SO<sub>3</sub>), yang keduanya disebut sulfur oksida (SO<sub>x</sub>). Pengaruh utama polutan SO<sub>x</sub> terhadap manusia adalah iritasi sistem pernafasan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa iritasi tenggorokan terjadi pada kadar SO<sub>2</sub> sebesar 5 ppm atau lebih, bahkan pada beberapa individu yang sensitif iritasi terjadi pada kadar 1-2 ppm. SO<sub>2</sub> dianggap pencemar yang berbahaya bagi kesehatan terutama terhadap orang tua dan penderita yang mengalami penyakit khronis pada sistem pernafasan kardiovaskular.

Belerang oksida terutama disebabkan oleh dua jenis gas belerang yang tidak berwarna, yaitu gas SO<sub>2</sub> yang berbau sangat tajam dan tidak dapat terbakar di udara dengan SO<sub>3</sub> yang tidak reaktif. Kedua jenis tersebut merupakan sumber pencemar yang melibatkan kegiatan manusia, yaitu dari proses pembakaran bahan bakar yang mengandung belerang, termasuk bahan bakar minyak yang ditambang dari daerah-daerah vulkanik, batu bara.



**Gambar 15.**Unsur SO<sub>x</sub>  
(Sumber: Weebly.com)

### E. Klorofluorokarbon (CFC)

CFC merupakan zat-zat yang tidak mudah terbakar dan tidak terlalu toksik. Satu buah molekul CFC memiliki masa hidup 50 hingga 100 tahun dalam atmosfer sebelum dihapuskan.



**Gambar 16.**Unsur CFC  
(Sumber: Wikipedia)

Chloro Fluoro karbon (juga disebut CFC) adalah gas terdiri dari tiga unsur Klor, Fluor dan Carbon. Mereka pernah digunakan secara luas sebagai pendingin dalam kulkas dan sebagai pendorong dalam kaleng aerosol. Saat itu ditemukan pada akhir 1970-an dan awal 1980-an bahwa CFC dari kulkas tua dan rusak dan kaleng aerosol tua secara bertahap menemukan jalan masuk ke bagian atas atmosfer di mana mereka merusak lapisan ozon.

Lapisan ozon melindungi Bumi dari radiasi berbahaya. Sebagai result kerusakan, lubang-lubang mulai muncul di lapisan ozon di atas Kutub Selatan setiap musim panas, semakin besar setiap tahun. Akhirnya penggunaan CFC dalam aerosol dan kulkas di larang. Bukan hanya terdapat di dalam kulkas atau kaleng aerosol CFC pun di temukan di dalam AC, asap pembakaran pabrik, kendaraan, dan hutan. Pada dasarnya CFC tidak berbahaya, tetapi karena pemakaiannya yang berlebih CFC dapat merusak lapisan ozon yang melindungi bumi dari radiasi matahari.

### F. Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Menurut Institut Nasional untuk Kesehatan dan Keamanan Kerja Amerika Serikat (NIOSH) karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) meskipun tidak bersifat racun dan tidak berdampak langsung pada kesehatan manusia. Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) bersifat beracun pada jantung dan menyebabkan menurunnya gaya kontraktil. Pada konsentrasi 3% berdasarkan volume di udara, karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) bersifat narkotik ringan dan menyebabkan peningkatan tekanan darah dan denyut nadi serta menurunkan daya dengar. Pada konsentrasi sekitar 5% berdasarkan volume, menyebabkan stimulasi pusat pernafasan, pusing-pusing, kebingungan, dan kesulitan pernafasan yang diikuti sakit kepala dan sesak nafas. Pada konsentrasi 8%,

menyebabkan sakit sakit kepala, keringatan, penglihatan buram, tremor, dan kehilangan kesadaran setelah paparan selama 5-10 menit.

Dalam proses terbentuknya karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) di udara, senyawa karbon (C) tereaksi dengan oksigen ( $\text{O}_2$ ) menggunakan energi sinar matahari kemudian terbentuklah gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Bila pembakaran karbon sempurna akan menghasilkan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) namun jika pembakaran karbon tidak sempurna karena kurangnya oksigen maka akan menghasilkan gas karbon monoksida ( $\text{CO}$ ) yang bersifat racun.



**Gambar 17.**Unsur  $\text{CO}_2$   
(Sumber: Wikipedia)

### G. Ozon ( $\text{O}_3$ )

Ozon merupakan salah satu zat pengoksidasi yang sangat kuat setelah fluor, oksigen dan oksigen fluorida ( $\text{OF}_2$ ).

Ozon merupakan bahan yang beracun. Gas ini sangat reaktif dan banyak digunakan untuk bahan pemucat (bleaching), penghilang bau, dan sterilisasi. Ozon terutama terbentuk dan terurai di daerah ekuator di mana terdapat hutan tropis yang cukup luas.



**Gambar 18.**Unsur  $\text{O}_3$   
(Sumber: 123RF.com)

Meskipun di alam terdapat dalam jumlah kecil tetapi lapisan ozon sangat berguna untuk melindungi bumi dari radiasi ultraviolet (UV-B). Ozon terbentuk di udara pada ketinggian 30km dimana radiasi UV matahari dengan panjang gelombang 242 nm secara perlahan memecah molekul oksigen ( $\text{O}_2$ ) menjadi atom oksigen, tergantung dari jumlah molekul  $\text{O}_2$  atom-atom oksigen secara cepat membentuk ozon. Ozon menyerap radiasi sinar matahari dengan kuat di daerah panjang gelombang 240-320 nm.

Ozon ( $\text{O}_3$ ) adalah molekul yang terdiri dari tiga atom oksigen yang berbentuk gas pada suhu kamar. Ikatan antar atom oksigen dalam molekul ozon ini agak lemah dibandingkan dengan molekul oksigen yang terdiri atas

dua atom ( $O_2$ ), sehingga salah satu dari ketiga atom oksigennya mudah lepas dan bereaksi dengan molekul yang lain.

#### H. Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon di udara akan bereaksi dengan bahan-bahan lain dan akan membentuk ikatan baru yang disebut *plycyclic aromatic* hidrocarbon (PAH) yang banyak dijumpai di daerah industri dan padat lalu lintas. Bila PAH ini masuk dalam paru-paru akan menimbulkan luka dan merangsang terbentuknya sel-sel kanker.



**Gambar 19.** Unsur HC  
(Sumber: Wikipedia)

#### I. Klorin (Cl)

Gas Klorin (Cl) adalah gas berwarna hijau dengan bau sangat menyengat. Berat jenis gas klorin 2,47 kali berat udara dan 20 kali berat gas hidrogen klorida yang toksik.

Gas klorin sangat terkenal sebagai gas beracun yang digunakan pada perang dunia ke-1. Selain bau yang menyengat gas klorin dapat menyebabkan iritasi pada mata saluran pernafasan. Apabila gas klorin masuk dalam jaringan paru-paru dan bereaksi dengan ion hidrogen akan dapat membentuk asam klorida yang bersifat sangat korosif dan menyebabkan iritasi dan peradangan.



**Gambar 20.** Unsur Cl  
(Sumber: Wikipedia)

## J. Partikulat Debu (TSP)

*Total Suspended Particulate (TSP)* adalah partikel-partikel zat padat yang disebabkan oleh kekuatan-kekuatan alami atau mekanis, seperti pengolahan, penghancuran, pelembutan, pengepakan yang cepat, peledakan dan lain-lain dari bahan-bahan organik maupun anorganik, misalnya batu, kayu, bijih logam, arang batu, butir-butir zat padat dan sebagainya. Pada umumnya debu berasal dari material berukuran kasar yang melayang di udara dan bersifat toksik bagi manusia.

Sumber TSP banyak dihasilkan dari kegiatan antropogenik seperti transportasi, industri, dan rumah tangga. Sumber dari kegiatan industri biasanya banyak berasal dari kegiatan pertambangan, cerobong asap pabrik, hasil pembakaran, dan industri semen. Partikulat yang berasal dari tungku industri bagian pengolahan menjadi penyumbang terbesar yaitu 51,27%. Sedangkan kegiatan industri semen berkontribusi terhadap total emisi partikulat dan menyumbang 5% pada emisi CO<sub>2</sub> global.

TSP yang berasal dari kegiatan antropogenik seperti industri memiliki tingkat toksisitas yang lebih tinggi dibanding yang berasal dari sumber alami. Pada industri semen, partikulat yang berukuran  $\leq 2,5$  pada umumnya mengandung bahan-bahan seperti trikalsium silikat, dikalsium silikat, beberapa bahan alumina, trikalsium aluminat, besi oksida dan sedikit heksavalen kromium. Paparan dari bahan-bahan tersebut telah terbukti memberikan dampak yang bersifat toksik bagi tubuh manusia, diantaranya menyebabkan iritasi pada mukosa lambung, mukosa paru-paru, gangguan kulit, gangguan pernapasan, dan kanker.

## 3.4. Dampak Pencemaran Udara

### A. Dampak Pencemaran Udara Bagi Kesehatan

Substansi pencemar yang terdapat di udara dapat masuk ke dalam tubuh melalui sistem pernapasan. Jauhnya penetrasi zat pencemar ke dalam tubuh bergantung kepada jenis pencemar. Partikulat berukuran besar dapat tertahan di saluran pernapasan bagian atas, sedangkan partikulat berukuran kecil dan gas dapat mencapai paru-paru. Dari paru-paru, zat pencemar diserap oleh sistem peredaran darah dan menyebar ke seluruh tubuh.

Dampak kesehatan yang paling umum dijumpai adalah ISPA (infeksi saluran pernapasan akut), termasuk di antaranya, asma, bronkitis, dan gangguan pernapasan lainnya. Beberapa zat pencemar dikategorikan sebagai toksik dan karsinogenik.



**Gambar 21. ISPA**  
(Sumber: Alodokter.com)

Berdasarkan sifat kimia dan perilakunya di lingkungan, dampak bahan pencemar yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor adalah:

- Bahan-bahan pencemar terutama yang mengganggu saluran pernapasan. Yang termasuk dalam golongan ini adalah sulfur oksida, partikulat, nitrogen oksida, ozon, karbon dioksida, karbon dioksida dan lain-lain
- Bahan-bahan pencemar yang menimbulkan pengaruh racun sistemik, seperti hidrokarbon monoksida, dan Pb (Timbal)
- Bahan-bahan pencemar yang dicurigai menimbulkan kanker seperti hidrokarbon
- Kondisi yang mengganggu kenyamanan seperti kebisingan, debu jalanan dan lain-lain

### B. Dampak Lainnya dari Pencemaran Udara

Tanaman yang tumbuh di daerah dengan tingkat pencemaran udara tinggi dapat terganggu pertumbuhannya dan rawan penyakit, antara lain klorosis, nekrosis, dan bintik hitam. Partikulat yang terdeposisi di permukaan tanaman dapat menghambat proses fotosintesis.

#### A. Hujan Asam

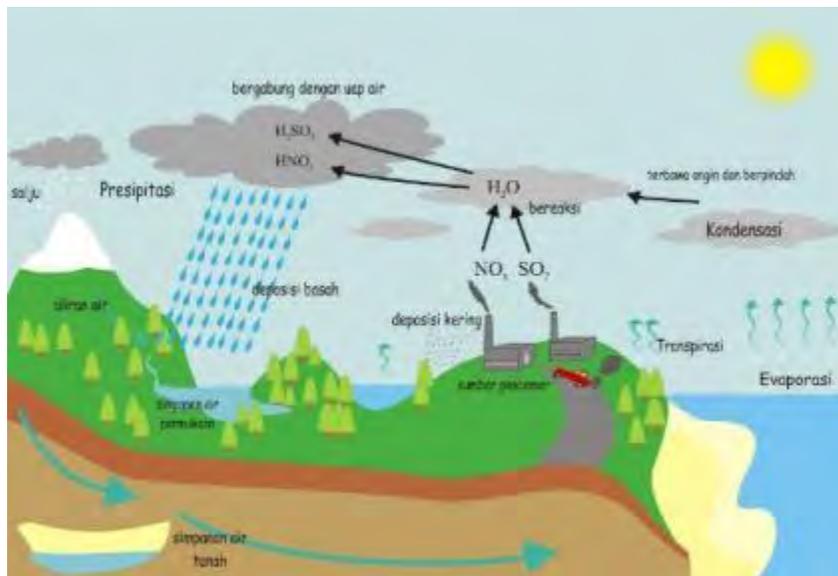
pH normal air hujan adalah 5,6 karena adanya  $\text{CO}_2$  di atmosfer. Pencemar udara seperti  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  bereaksi dengan air hujan membentuk asam dan menurunkan pH air hujan. Dampak dari hujan asam ini antara lain:

- ✓ Mempengaruhi kualitas air permukaan
- ✓ Merusak tanaman

- ✓ Melarutkan logam-logam berat yang terdapat dalam tanah sehingga mempengaruhi kualitas air tanah dan air permukaan
- ✓ Bersifat korosif sehingga merusak material dan bangunan

Proses terjadinya hujan asam melalui beberapa tahap yaitu:

1. Manusia dan segala aktivitasnya di permukaan bumi merupakan salah satu penyebab terjadinya hujan asam. Asap pabrik, asap kendaraan, asap pembakaran barang-barang bekas dan lain sebagainya memicu munculnya gas seperti karbondioksida, karbonmonoksida, sulfur dioksida dan hidrogen sulfur.
2. Sinar matahari menyebabkan terjadinya penguapan yang akan membawa ke empat gas tadi. Bumi juga mengalami penguapan yang sangat banyak karena berbagai sumber air di permukaannya.
3. Uap air yang naik ke langit tadi akan bertemu dengan gas-gas penyebab hujan asam. Gas yang berperan adalah karbondioksida dan karbon monoksida.
4. Pertemuan uap air dan gas karbondioksida dan karbon monoksida akan membentuk suatu asam yang lemah, sedangkan pertemuan uap air dan sulfur dioksida dan hydrogen sulfur akan menghasilkan asam yang bersifat kuat. Jika keempat zat tersebut dalam keadaan yang seimbang, hujan asam tidak akan terjadi.
5. Kandungan uap air dan gas tadi kemudian berkumpul menjadi awan dan bergerak menuju daratan.
6. Ketika sudah mengalami kejenuhan, awan ini akan menjatuhkan air dalam bentuk titik-titik air. Titik air inilah yang disebut dengan hujan. Sedangkan kandungan asam lemahnya pun ikut jatuh bersama air sehingga disebut hujan asam.



**Gambar 22.** Hujan Asam.  
(Sumber: Taklupa.com)

## B. Efek Rumah Kaca

Efek rumah kaca disebabkan oleh keberadaan  $\text{CO}_2$ , CFC, metana, ozon, dan  $\text{N}_2\text{O}$  di lapisan troposfer yang menyerap radiasi panas matahari yang dipantulkan oleh permukaan bumi. Akibatnya panas terperangkap dalam lapisan troposfer dan menimbulkan fenomena pemanasan global.

Dampak dari pemanasan global adalah:

- Pencairan es di kutub
- Perubahan iklim regional dan global
- Perubahan siklus hidup flora dan fauna



**Gambar 23.** Efek Rumah Kaca  
(Sumber: Studiobelajar.com)

### C. Kerusakan Lapisan Ozon

Mengenai lapisan- lapisan ozon, kita akan sangat dekat dengan tema mengenai penipisan lapisan ozon. Lapisan ozon yang melindungi Bumi kita semakin alam mengalami penipisan. Penipisan lapisan ozon ini merupakan suatu wujud dari kerusakan lapisan ozon. Lapisan ozon yang menipis akan mudah berlubang. Ketika lapisan ozon berlubang maka lapisan ozon tidak akan menjalankan fungsinya secara optimal. Akan banyak kerugian yang didapatkan ketika lapisan ozon yang kita miliki menipis, bahkan berlubang. Penipisan lapisan ozon tidak disebabkan oleh waktu, namun disebabkan oleh berbagai gas yang bisa menyebabkan penipisan pada lapisan ozon tersebut. Beberapa gas yang menyebabkan terjadinya penipisan lapisan ozon antara lain:

- Chlorofluorocarbon atau CFC
- Halons
- Karbon tetraklorida
- Bromida
- Senyawa klorin yang mengandung metil kloroform, dan lain sebagainya yang melepaskan klorin atau bromin ketika pecah.

Gas- gas penyebab terjadinya penipisan lapisan ozon tersebut dapat diproduksi melalui kegiatan sehari- hari maupun penggunaan berbagai alat tertentu, sehingga setiap hari akan terjadi usaha penipisan lapisan ozon. Karena setiap hari terjadi usaha penipisan lapisan ozon, maka secara otomatis hal ini akan membuat lapisan ozon semakin menipis.

Setelah kita mengetahui mengenai gas- gas yang menyebabkan terjadinya penipisan lapisan ozon, sekarang kita akan mengetahui tentang

apa saja yang menjadi penyebab penipisan lapisan ozon, yang meliputi aktivitas maupun penggunaan benda- benda tertentu. Beberapa aktivitas yang akan menyebabkan penipisan lapisan ozon antara lain:

### **1. Penggunaan kendaraan yang terlalu banyak**

Kendaraan sebagai alat transportasi akan menimbulkan asap sebagai bahan penyebab polusi udara. Asap- asap kendaraan akan menyumbangkan polusi udara yang mengandung berbagai macam gas merugikan yang akan menyebabkan penipisan lapisan ozon. Asap- asap kendaraan tersebut akan naik ke atas hingga kemudian menyebabkan memanasnya suhu Bumi. Hal ini lama- kelamaan akan menyebabkan penipisan lapisan ozon.

### **2. Penggundulan hutan**

Penggundulan hutan berarti mengurangi jumlah pohon yang berfungsi sebagai penetralisir udara yang ada di Bumi. Ketika hutan- hutan digunduli maka proses penetralisasi udara akan sulit dilakukan. Selain itu produksi karbon akan sulit dikendalikan, hal itu akan menyebabkan cepatnya proses penipisan lapisan ozon.

### **3. Banyaknya asap pabrik**

Tidak hanya asap kendaraan saja, asap pabrik juga akan menyebabkan terjadinya penipisan lapisan ozon. Asap pabrik juga mengandung gas- gas berbahaya yang menyebabkan suhu Bumi memanas dan akan menyebabkan penipisan pada lapisan ozon.

### **4. Penggunaan AC dan hair dryer secara besar- besaran**

AC dan hair dryer adalah 2 benda elektronik yang akan memproduksi banyak sekali gas CFC. Penggunaan benda tersebut akan memicu pemanasan suhu Bumi sehingga pada akhirnya akan menyebabkan tipisnya lapisan ozon.

### **5. Bahan- bahan rumah tangga yang mengandung zat berbahaya**

Bahan- bahan rumah tangga, seperti pembersih rumah tangga banyak yang mengandung bahan- bahan kimia. Bahan- bahan kimia ini akan menyumbang pencemar bagi udara yang pada akhirnya akan menyebabkan penipisan lapisan ozon.

## 6. Penggunaan pestisida yang berlebihan

Pestisida adalah cairan pembasmi hama yang biasa digunakan dalam pertanian. Pestisida ini mengandung berbagai bahan kimia yang akan menyebabkan penipisan pada lapisan ozon.

### 3.5. Usaha Mengurangi Tingkat Polusi Udara

Pencemaran udara di perkotaan di dominasi oleh transportasi kendaraan bermotor, sehingga usaha yang lebih efektif dalam mengurangi pencemaran udara di perkotaan adalah dengan memperkecil emisi gas buang dari kendaraan bermotor. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat polusi udara:

- a. Memaksimalkan pemakaian sepeda dan mengembangkan sistem angkutan massal
- b. Mengurangi kendaraan bermotor
- c. Mengubah mesin kendaraan bermotor menjadi memperkecil emisi gas buang dari kendaraan bermotor
- d. Menggunakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan
- e. Tidak membangun jalan-jalan baru
- f. Melakukan reboisasi
- g. Tidak membuang limbah pabrik sembarangan
- h. Sebelum kendaraan dipakai harus dilakukan uji emisi terlebih dahulu
- i. Mengurangi pemakaian AC. Jika harus memakai AC, gunakan AC yang ramah lingkungan



## **Bab 4**

# **KONDISI KUALITAS UDARA DI KOTA MEDAN**

Pencemaran udara dikenal sebagai masalah lingkungan yang terasosiasi dengan wilayah perkotaan di seluruh dunia. Berbagai program pemantauan telah digunakan untuk menentukan kualitas udara dengan menggeneralisasikan sejumlah data dari setiap konsentrasi polutan. Pencemaran udara juga menjadi salah satu indikator kualitas lingkungan yang berdampak pada kesehatan masyarakat dan mempengaruhi kualitas udara di wilayah tersebut.

Peningkatan yang paling signifikan dari penggunaan energi dan emisi GRK terjadi di kota metropolitan yang memiliki laju perkembangan populasi yang pesat dengan standar hidup dan tingkat kemakmuran lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah perdesaan atau kota yang lebih kecil.

Beberapa hal yang mampu mempengaruhi kualitas udara adalah jumlah penduduk, tingkat kepadatan lalu lintas, dan konsumsi bahan bakar minyak, serta luas ruang terbuka hijau. Kondisi tersebut yang membedakan satu kota dengan kota metropolitan yang lain. Atas dasar tersebut, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh korelasi antara status kualitas udara ambien dengan kondisi kota metropolitan di Indonesia.

#### 4.1. Kategori Kualitas Udara

Saat ini Indeks standar kualitas udara yang dipergunakan secara resmi di Indonesia adalah Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), hal ini sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: **KEP 45 / MENLH / 1997 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara**. Dalam keputusan tersebut yang dipergunakan sebagai bahan pertimbangan diantaranya: *“bahwa untuk memberikan kemudahan dari keseragaman informasi kualitas udara ambien kepada masyarakat di lokasi dan waktu tertentu serta sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan upaya-upaya pengendalian pencemaran udara perlu disusun Indeks Standar Pencemar Udara”*.

Indeks Standar Pencemar Udara adalah angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi kualitas udara ambien di lokasi dan waktu tertentu yang didasarkan kepada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya.

Indeks Standar Pencemar Udara ditetapkan dengan cara mengubah kadar pencemar udara yang terukur menjadi suatu angka yang tidak berdimensi. Rentang Indeks Standar Pencemar Udara dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Rentang Indeks Standar Pencemaran Udara

Kategori	Rentang	Penjelasan
Baik	0-50	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan dan nilai estetika.
Sedang	51-100	Tingkat kualitas udara yang tidak berpengaruh pada kesehatan manusia ataupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif dan nilai estetika
Tidak Sehat	101-199	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika
Sangat Tidak Sehat	200-299	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar

Berbahaya	300 - lebih	Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius
-----------	-------------	---

(Sumber: ISPU.pdf)

## 4.2. Data Normal Polutan dan Pengambilan Data untuk Polutan

Indikator yang dapat digunakan untuk mengetahui besarnya pencemaran udara dan kualitas udara adalah indeks standar pencemar udara (ISPU). Sesuai PP No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, ISPU merupakan nilai ukuran yang tidak mempunyai satuan untuk menggambarkan kondisi kualitas udara ambien pada lokasi dan waktu tertentu. Parameter yang digunakan untuk menghitung ISPU adalah partikulat berukuran kurang dari 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ), sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ), karbon monoksida (CO), oksidan dalam bentuk ozon ( $\text{O}_3$ ), dan nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ).

Selain dilihat dari kondisi *Lichens*, jumlah *Lichens* per pohon, padatnya pabrik dan padatnya kendaraan. Untuk menentukan wilayah tersebut tercemar maka dilihat juga rata-rata polutan yang ada di wilayah tersebut. Hal ini ditemukan dengan menghitung jumlah polutan per jamnya atau per 24 jam. Data normal untuk polutan ( $\text{O}_3$ , CO,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{SO}_2$ , dan  $\text{NO}_2$ ), dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini:

No.	Parameter	Waktu	Baku Mutu
1.	Aerosol ( $\text{PM}_{10}$ )	24 jam	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2.	Karbonmonoksida (CO)	1 jam	30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 jam	10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
3.	Ozon ( $\text{O}_3$ )	1 jam	235 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		1 tahun	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
4.	Sulfurdioksida ( $\text{SO}_3$ )	24 jam	365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		1 tahun	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
5.	Nitrogendioksida ( $\text{NO}_3$ )	1 jam	0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		1 tahun	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(Sumber: Jurnal Teknosains, 2017)

Kualitas udara pada umumnya dinilai dari konsentrasi parameter pencemaran udara yang terukur lebih tinggi atau lebih rendah dari nilai

---

Mengenal *Lichens* Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kota Medan

Baku Mutu Udara Ambien Nasional. Baku mutu udara adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemaran udara yang dapat ditanggung keberadaannya dalam udara ambien.

Udara ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfer (lapisan udara setebal 16 km dari permukaan bumi ) yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya.

### 4.3. Hasil Kondisi Kualitas Udara di Kota Medan

Kota Medan terletak di bagian utara Pulau Sumatera. Posisi koordinatnya adalah  $3^{\circ}35'LU$  dan  $98^{\circ}40'BT$ . Kota Medan berbatasan dengan Selat Malaka di sebelah utara dan Kabupaten Deli Serdang di sebelah barat, timur, dan utara. **Medan Sumatera** menjadi tempat yang strategis sebab berada di jalur pelayaran Selat Malaka. Dengan demikian, kota ini menjadi pintu gerbang kegiatan ekonomi domestik dan mancanegara yang melalui Selat Malaka.

Selain itu, Medan juga berbatasan dengan Kabupaten Deli Serdang dan juga beberapa daerah kaya sumber daya alam, mempengaruhi kemampuan Medan dalam hal ekonomi sehingga memiliki hubungan kerjasama yang saling memperkuat dengan daerah sekitarnya.

Luas Kota Medan adalah sekitar 26.510 hektar atau setara dengan 265,10 km<sup>2</sup>. Dengan kata lain, Kota Medan memiliki wilayah 3,6% dari keseluruhan Sumatera Utara. Kota Medan jika diperlihatkan secara topografinya cenderung miring ke utara. Kota ini berada pada 2,5 hingga 3,5 meter di atas permukaan laut.

Beberapa Sungai yang mengalir Kota Medan adalah Sungai Belawan, Sungai Badera, Sungai Sikambing, Sungai Putih, Sungai Babura, Sungai Deli, Sungai Sulang-Saling, Sungai Kera, dan Sungai Tuntungan. Pemerintah juga telah membuat kanal besar dengan nama Medan Kanal Timur agar dapat mencegah banjir di beberapa wilayah Kota Medan. **Menara Air Tirtanadi** adalah sebuah bangunan yang menjadi ikon Kota Medan.

Data ini diambil dari aplikasi Plume dan BMKG yang tersambung langsung dengan alat pengukur kualitas udara di setiap wilayah. Dari data ini maka diperoleh 3 kategori wilayah yakni; tercemar cukup tinggi, tercemar rendah dan tercemar sangat rendah. Data dan kriteria wilayah dapat dilihat pada dibawah ini:

**Tabel 3.** Kondisi Kualitas Udara di Kota Medan

No.	Wilayah yang telah di observasi	Keterangan kualitas udara	Polutan yang terkandung	Jumlah Polutan
1.	Taman Ahmad Yani	Tercemar Rendah (Kategori Sedang)	O <sub>3</sub> 98,25 CO 28,33 PM10 94,55 SO <sub>2</sub> 138 NO <sub>2</sub> 35,33	78,89
2.	Hutan HKBP Nomensen	Tercemar Rendah (Kategori Sedang)	O <sub>3</sub> 102,55 CO 25 PM10 19,66 SO <sub>2</sub> 98 NO <sub>2</sub> 29,42	54,92
3.	T-Garden	Tercemar Sangat Rendah (Kategori Baik)	O <sub>3</sub> 79 CO 15,67 PM10 10,33 SO <sub>2</sub> 57 NO <sub>2</sub> 33,33	39,66
4.	Taman Beringin	Tercemar Rendah (Kategori Sedang)	O <sub>3</sub> 102,25 CO 28,33 PM10 90,44 SO <sub>2</sub> 143 NO <sub>2</sub> 35,83	79,97
5.	Jalan Pasar Baru	Tercemar Sangat Rendah (Kategori Baik)	O <sub>3</sub> 79 CO 15,67 PM10 10,33 SO <sub>2</sub> 57 NO <sub>2</sub> 33,33	39,66
6.	Jalan Cempaka Pasar Tiga Pancur Batu	Tercemar Sangat Rendah (Kategori Baik)	O <sub>3</sub> 79 CO 15,67 PM10 10,33 SO <sub>2</sub> 57 NO <sub>2</sub> 33,33	39,66
7.	Jalan Merica Raya Pancur	Tercemar Sangat Rendah	O <sub>3</sub> 79 CO 15,67	39,66

*Mengenal Lichens Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kota Medan*

	Batu	(Kategori Baik)	PM10 10,33 SO <sub>2</sub> 57 NO <sub>2</sub> 33,33	
8.	Perumnas Simalingkar Ujung	Tercemar Rendah (Kategori Sedang)	O <sub>3</sub> 102,55 CO 25 PM10 19,66 SO <sub>2</sub> 98 NO <sub>2</sub> 29,42	54,92
9.	Terminal Amplas	Tercemar Cukup Tinggi (Kategori Tidak Sehat)	O <sub>3</sub> 77,16 CO 25,33 PM10 70 SO <sub>2</sub> 300 NO <sub>2</sub> 34,66	101,4
10.	Taman Teladan	Tercemar Rendah (Kategori Sedang)	O <sub>3</sub> 77,16 CO 25,33 PM10 25,25 SO <sub>2</sub> 218 NO <sub>2</sub> 20,21	73,19
11.	Jalan Bajak V Ujung	Tercemar Cukup Tinggi (Kategori Tidak Sehat)	O <sub>3</sub> 77,16 CO 25,33 PM10 70 SO <sub>2</sub> 300 NO <sub>2</sub> 34,66	101,4
12.	KIM 1 Medan daerah Mabar	Tercemar Cukup Tinggi (Kategori Tidak Sehat)	O <sub>3</sub> 150 CO 102 PM10 100 SO <sub>2</sub> 350 NO <sub>2</sub> 22,33	120,72

(Sumber: Hasil Observasi penulis)

**Tabel 4.** Kriteria Wilayah

No.	Wilayah	Jumlah Polutan	Keterangan	Kriteria
1.	Kawasan Industri Medan Mabar	120,72	Tercemar Cukup Tinggi	Kualitas Udara Tidak Sehat
2.	Taman Beringin	79,97	Tercemar Rendah	Kualitas Udara Sedang
3.	T-Garden	39,66	Tercemar Sangat Rendah	Kualitas Udara Baik

(Sumber: Hasil Observasi penulis)



## **Bab 5**

# **LICHENS SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN UDARA DI KOTA MEDAN**

*Lichens* dapat dijumpai diseluruh wilayah di Kota Medan, *Lichens* pada setiap wilayah berbeda satu dengan yang lainnya tergantung kondisi lingkungan bersih atau terkena limbah dan kondisi udara pada lingkungan. *Lichens* sebagai bioindikator dibagi menjadi 4 yakni *Lichens* toleran, *Lichens* sensitif, *Lichens* intermediet dan *Lichens* biomonitoring (dapat dilihat kembali pada BAB 2).

Berdasarkan kualitas udaranya wilayah dibedakan menjadi 5 bagian yakni; udara baik, udara sedang, udara tidak sehat, udara sangat tidak sehat dan udara berbahaya. Wilayah yang kualitas udaranya baik dengan jumlah polutan 0 disebut wilayah tidak tercemar, wilayah yang kualitas udaranya baik dengan jumlah polutan lebih besar dari 0 disebut wilayah tercemar sangat rendah, wilayah yang kualitas udaranya tidak sehat disebut wilayah tercemar cukup tinggi, wilayah yang kualitas udaranya sangat tidak sehat disebut wilayah tercemar tinggi dan wilayah yang kualitas udaranya berbahaya disebut wilayah tercemar sangat tinggi.

Hasil perhitungan polutan yang didapatkan kualitas udara Kota Medan ber kriteria udara tidak sehat yakni tercemar cukup tinggi. Pembagian wilayah dan hasil perhitungan (dapat dilihat kembali pada BAB 4).

Dari beberapa wilayah yang telah dihitung jumlah polutannya maka perwakilan dari setiap indikator wilayah, dilihat pada Tabel 5 dibawah ini:

**Tabel 5.** Perwakilan setiap indikator wilayah

Wilayah tercemar cukup tinggi atau kualitas udara tidak sehat	Wilayah tercemar rendah atau kualitas udara sedang	Wilayah tercemar sangat rendah atau kualitas udara baik
<b>KIM 1 Mabar Medan</b> yang berlokasi di Kelurahan Mabar, Medan Deli, Medan, Indonesia	<b>Taman Beringin</b> yang beralamat Jl. Jenderal Sudirman No.41 Anggrung Kec. Medan Polonia Kota Medan, Sumatera Utara.	<b>T-Garden</b> yang beralamat Jalan Jati Kesuma, Kec. Namorambe, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara.

### 5.1. **Lichens Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di KIM 1 Mabar**

**Kawasan Industri Medan** (disingkat **KIM**) adalah sebuah kawasan industri yang terletak di Kelurahan Mabar, Medan Deli, Medan, Indonesia dan sebagian di desa Saentis, Percut Sei Tuan, Deli Serdang. KIM yang mempunyai luas total sebesar 514 hektar dikelola oleh **PT. Kawasan Industri Medan**, sebuah BUMN. KIM berjarak sekitar 10 km dari pusat kota Medan dan sekitar 15 km dari Pelabuhan Belawan serta terletak dekat dengan pintu Tol Belmera. Sekitar 100 perusahaan menempati kawasan industri ini; sebagian besar di antaranya adalah perusahaan dalam negeri.



**Gambar 24.** KIM 1 Mabar Medan  
(Sumber: DNABerita)

PT Kawasan Industri Medan adalah sebuah BUMN yang bergerak di bidang jasa pengelolaan kawasan industri. Didirikan 7 Oktober 1988 dengan komposisi pemegang saham 60% Republik Indonesia, 30% Provinsi Sumatera Utara, dan 10% Kota Medan. Dengan luas lahan 514 ha KIM dibagi menjadi dua wilayah pengembangan yaitu KIM Tahap 1 dan KIM Tahap 2.

Dari hasil perhitungan jumlah polutan KIM 1 Mabar merupakan wilayah dengan **kualitas udara tidak sehat yakni 120,72 dengan spesifikasi O<sub>3</sub> 150, CO 102, PM<sub>10</sub> 100, SO<sub>2</sub> 350 dan NO<sub>2</sub> 22,3**. Daerah KIM 1 Mabar ini merupakan daerah industri, pabrik-pabrik sangat beroperasi disana. KIM 1 Mabar didominasi polutan CO, O<sub>3</sub> dan PM<sub>10</sub> (Partikulat-partikulat kecil).

Daerah ini memiliki **rata-rata suhu 2540 dan rata-rata kelembaban udara 44,92% dengan kategori terlalu kering**, yang diindikasikan tumbuhnya *Lichens* toleran, produksi ozon besar-besaran, banyaknya polusi udara, asma, dan bakteri. Data ini dihitung dengan rumus:

$$T = \frac{((2x T_{\text{pagi}}) + T_{\text{siang}} + T_{\text{sore}})}{4} \times 100\%$$

Daerah ini memiliki **rata-rata 1883 untuk kepadatan lalu lintas** dengan kualifikasi sangat padat. Data ini dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Pada wilayah KIM 1 Mabar Medan, hanya sedikit jumlah *Lichens* yang ditemukan dan hanya sedikit spesies *Lichens* yang ditemukan, umumnya *Lichens* pada daerah ini hanya ditemukan pada pohon pinang dan pohon pinang yang berada pada daerah ini juga memiliki diameter serta luas pohon yang tidak besar, **rata-rata diameter pohon yang diperoleh dari hasil perhitungan sebesar 42,4 dan rata-rata luas pohon yakni sebesar 532,5**. Data ini diperoleh dengan rumus:

Luas Batang Pohon = Keliling x Tinggi Pohon

Keliling Pohon =  $2 \times \pi \times r$

Keterangan:

$\pi = 3,14$

$r$  = Jari-jari batang pohon (diperoleh dari  $r = \frac{d}{2}$ )

$d$  = Diameter batang pohon

Berdasarkan faktor lingkungan pada daerah ini maka jenis-jenis *Lichens* yang ditemukan pada KIM 1 Mabar Medan dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini:

---

*Mengenal Lichens Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kota Medan*

**Tabel 6.** Spesies *Lichens* yang terdapat pada KIM 1 Mabar Medan

No.	Nama Spesies	Panjang Spesies (cm)	Lebar Spesies (cm)	Jumlah Spesies pada 10 pohon	Kondisi Talus	Terdapat Pada Pohon
1.	<i>Lecanora thysanophara</i>	4	3	80	Coklat kehitam-hitaman	Pinang ( <i>Areca catechu</i> )
2.	<i>Lepraria incana</i>	3	6	52	Coklat kehitam	Pinang ( <i>Areca catechu</i> )
3.	<i>Parmelia saxatilis</i>	7	5	54	Coklat kehitam	Pinang ( <i>Areca catechu</i> )

### 1. *Lecanora thysanophara*

*Lecanora thysanophara* termasuk kedalam famili lecanoraceae. Tipe talusnya Crostose. Warna talusnya kehijau-hijauan namun pada Kawasan Industri Medan 1 Mabar keadaan talus *Lecanora thysanophara* berwarna hijau tua kehitaman hal ini dikarenakan terlalu banyak polusi udara yang diserap oleh *Lecanora thysanophara*.

Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Lecanora thysanophara*, dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

**Tabel 7.** Klasifikasi *Lecanora thysanophara*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Lecanorales
Famili	Lecanaceae
Genus	Lecanora
Spesies	<i>Lecanora thysanophara</i>



**Gambar 25.** *Lecanora thysanophara* pada KIM 1 Mabar Medan  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

## 2. *Lepraria incana*

*Lepraria incana* termasuk kedalam famili Stereocaulaceae. Talusnya bertipe crustose dan bentuk talusnya cenderung membutat. Pada permukaan talusnya terdapat soredia atau butir-butir halus yang dapat dirasakan saat diraba. Warna dari *Lepraria incana* hijau keabuan dan dapat dijumpain pada kulit pohon yang masih hidup. Tidak memiliki medulla.

Namun pada Kawasan Industri Medan 1 Mabar keadaan talus *Lepraria incana* berwarna hijau tua kehitaman hal ini dikarenakan terlalu banyak polusi udara yang diserap oleh *Lepraria incana*.

Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Lepraria incana* dapat dilihat pada tabel 7 dibawah ini:

**Tabel 8.** Klasifikasi *Lepraria incana*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Lecanorales
Famili	Stereocaulaceae
Genus	Lepraria

Spesies	<i>Lepraria incana</i>
---------	------------------------



**Gambar 26.** *Lepraria incana* pada KIM 1 Mabar Medan (Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

### 3. *Parmelia saxatilis*

*Parmelia saxatilis* termasuk kedalam famili Parmeliaceae. Tipe talusnya foliose. Warna talusnya hijau keabuan. Berbentuk agak bulat dan melekat pada substrat pohon. Namun pada Kawasan Industri 1 Mabar Medan talus *Parmelia saxatilis* mengalami perubahan menjadi cokelat kehitaman diakibatkan polusi udara pada tempat tersebut

Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Parmelia saxatilis* dapat dilihat pada Tabel 9 dibawah ini:

**Tabel 9.** Klasifikasi *Parmelia saxatilis*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Lecanorales
Famili	Parmeliaceae
Genus	<i>Parmelia</i>
Spesies	<i>Parmelia saxatilis</i>



**Gambar 27.** *Parmelia saxatilis* pada KIM 1 Mabar Medan  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

## **5.2. Lichens Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Taman Beringin**

Hutan kota Medan, Taman Beringin Medan merupakan lokasi wisata sekaligus simbol dari sederet upaya berbagai pihak, untuk menghijaukan kegersangan di tengah padatnya wilayah perkotaan. Berlokasi di jalan Jendral Sudirman, Kelurahan Anggrung. Ruang terbuka hijau ini menawarkan destinasi alternatif berupa taman di seputaran kecamatan Polonia.



**Gambar 28.** Tugu Taman Beringin  
(Sumber: Sumutkota.com)

Hutan Kota ini benar-benar bersih dan ditata cantik layaknya hutan tropis. Lahan milik Pemko Medan itu ditanami aneka tumbuhan berakar. Seperti lantana, bambu hijau, palem, pandan kipas dan bunga-bunga hidup diantaranya tanaman keras yang menjadi ciri khas taman di Polonia tersebut yaitu pohon beringin.



**Gambar 29.** Suasana Taman Beringin  
(Sumber: Tribunnews.com)

Dibalik fungsinya yang kini sudah familiar sebagai objek wisata, hutan kota ini sejatinya punya sejarah mengesankan. Hal itu bermula ketika konsul Amerika Serikat untuk Sumatera Utara membawa rombongan dari negaranya ke Medan.

Usai melakukan beberapa kerjasama di berbagai bidang seperti kebudayaan dan ekonomi dengan Pemko Medan kala itu, maka ditetapkanlah bahwa Taman Beringin sebagai bukti persahabatan.

Dari hasil perhitungan jumlah polutan pada Taman Beringin merupakan wilayah dengan **kualitas udara sedang yakni 79,97 dengan spesifikasi O<sub>3</sub> 102,25, CO 28,33, PM<sub>10</sub> 90,44, SO<sub>2</sub> 143 dan NO<sub>2</sub> 35,83**. Daerah Taman Beringin ini merupakan daerah padat kendaraan dikarenakan merupakan titik tengah lalu lintas. Taman Beringin didominasi polutan SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> dan PM<sub>10</sub> (Partikulat-partikulat kecil).

Daerah ini memiliki **rata-rata suhu 2511 dan rata-rata kelembaban udara 65% dengan kategori ideal**, yang diindikasikan tumbuhnya jamur, *Lichens* toleran, *Lichens* intermediet, kutu, bakteri, dan jamur. Data ini dihitung dengan rumus:

$$T = \frac{((2x T_{\text{pagi}}) + T_{\text{siang}} + T_{\text{sore}})}{4} \times 100\%$$

**Daerah ini memiliki rata-rata 163,20 untuk kepadatan lalu lintas dengan kualifikasi sangat padat.** Data ini dihitung dengan rumus:

---

*Mengenal Lichens Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kota Medan*

$$Q = \frac{N}{T}$$

Pada wilayah Taman Beringin, cukup banyak *Lichens* yang ditemukan, umumnya *Lichens* pada daerah ini hanya ditemukan pada pohon pinang dan pohon pinang yang berada pada daerah ini juga memiliki diameter serta luas pohon yang besar, **rata-rata diameter pohon yang diperoleh dari hasil perhitungan sebesar 118,8 dan rata-rata luas pohon yakni sebesar 1796**. Data ini diperoleh dengan rumus:

Luas Batang Pohon = Keliling x Tinggi Pohon

Keliling Pohon =  $2 \times \pi \times r$

Keterangan:

$\pi = 3,14$

$r$  = Jari-jari batang pohon (diperoleh dari  $r = \frac{d}{2}$ )

$d$  = Diameter batang pohon

Berdasarkan faktor lingkungan pada daerah ini maka jenis-jenis *Lichens* yang ditemukan pada Taman Beringin dapat dilihat pada Tabel 10 dibawah ini:

**Tabel 10.** Spesies *Lichens* yang terdapat pada Taman Beringin

No.	Nama Spesies	Panjang Spesies (cm)	Lebar Spesies (cm)	Jumlah Spesies pada 10 pohon	Kondisi Talus	Terdapat Pada Pohon
1.	<i>Lecanora thysanophara</i>	6	4	40	Hijau tua kehitam-hitaman	Pinang ( <i>Areca catechu</i> )
2.	<i>Drinaria applanata</i>	3	2	49	Hijau tua kehitam-hitaman	Pinang ( <i>Areca catechu</i> )
3.	<i>Lepraria incana</i>	6	5	80	Hijau tua kehitam-hitaman	Pinang ( <i>Areca catechu</i> )
4.	<i>Pertusaria amara</i>	5	4	50	Hijau tua kehitam-hitaman	Pinang ( <i>Areca catechu</i> )

Mengenal *Lichens* Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kota Medan

5.	<i>Drinaria picta</i>	6	5	90	Hijau tua kehitam-hitaman	Pinang ( <i>Areca catechu</i> )
----	-----------------------	---	---	----	---------------------------	---------------------------------

### 1. *Lecanora thysanophara*

*Lecanora thysanophara* termasuk kedalam famili lecanoraceae. Tipe talusnya Crostose. Warna talusnya kehijau-hijauan namun pada Taman Beringin keadaan talus *Lecanora thysanophara* berwarna hijau tua kecokelatan hal ini dikarenakan terlalu banyak polusi udara yang diserap oleh *Lecanora thysanophara*.

Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Lecanora thysanophara*, dapat dilihat pada Tabel 11 berikut:

**Tabel 11.** Klasifikasi *Lecanora thysanophara*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Lecanorales
Famili	Lecanaceae
Genus	Lecanora
Spesies	<i>Lecanora thysanophara</i>



**Gambar 30.** *Lecanora thysanophara* pada Taman Beringin  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

## 2. *Dirinaria applanata*

*Dirinaria applanata* merupakan *Lichens* dengan tipe talus *foliose* (seperti lembaran daun). Talusnya melekat erat pada substrat. Lobus tidak beraturan, berdekatan, berlipat-lipat dan memanjang. Permukaan talus berwarna abu-abu putih atau abu-abu kebiruan. Pada bagian talus terdapat *soredia* yang berwarna keputihan dan medulla berwarna kuning. Namun pada Taman Beringin talus *Dirinaria applanata* mengalami perubahan menjadi kehitaman dikarenakan banyak menyerap polusi udara.

Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Dirinaria applanata*, dapat dilihat pada Tabel 12 berikut:

**Tabel 12.** Klasifikasi *Dirinaria applanata*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Teloschistales
Famili	Caliciaceae
Genus	<i>Dirinaria</i>
Spesies	<i>Dirinaria applanata</i>



**Gambar 31.** *Dirinaria applanata* pada Taman Beringin  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

### 3. *Lepraria incana*

*Lepraria incana* termasuk kedalam famili Stereocaulaceae. Talusnya bertipe crustose dan bentuk talusnya cenderung membutat. Pada permukaan talusnya terdapat soredia atau butir-butir halus yang dapat dirasakan saat diraba. Warna dari *Lepraria incana* hijau keabuan dan dapat dijumpain pada kulit pohon yang masih hidup. Tidak memiliki medulla. Namun pada Taman Beringin talus *Lepraria incana* mengalami perubahan menjadi kehitaman dikarenakan banyak menyerap polusi udara.

Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Lepraria incana* dapat dilihat pada Tabel 13 dibawah ini:

**Tabel 13.** Klasifikasi *Lepraria incana*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Lecanorales
Famili	Stereocaulaceae
Genus	<i>Lepraria</i>
Spesies	<i>Lepraria incana</i>



**Gambar 32.** *Lepraria incana*  
pada Taman Beringin  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

#### 4. *Pertusaria amara*

Tipe talus *crustose*, talus berwarna hijau tua, permukaan talus kasar, talus seperti bertepung, *Lichens* dengan kulit berkulit, memiliki lubang kecil tempat spora. *Lichens* ini umumnya bernama *Lichens* kulit. *Pertusaria amara* termasuk dalam famili Pertusariaceae. Namun pada Taman Beringin talus *Pertusaria amara* mengalami perubahan menjadi kehitaman dikarenakan banyak menyerap polusi udara.

Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Pertusaria amara* dapat dilihat pada Tabel 14 dibawah ini:

**Tabel 14.** Klasifikasi *Pertusaria amara*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Pertusariales
Famili	Pertusariaceae
Genus	Pertusaria
Spesies	<i>Pertusaria amara</i>



**Gambar 33.** *Pertusaria amara*  
pada Taman Beringin  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

### 5. *Dirinaria picta*

*Dirinaria picta* adalah *Lichens* dengan tipe talus *foliose*, lobus rata, membentuk koloni bersebelahan, pertumbuhan tidak membujur panjang, dan pertumbuhan tumpang tindih. Permukaan atas berwarna abu-abu kebiruan, dengan Soralia laminal, bentuk bulat menyerupai kepala. Memiliki medulla berwarna putih. Hidup pada kulit kayu atau batu. Namun pada Taman Beringin talus *Dirinaria picta* mengalami perubahan menjadi kehitaman dikarenakan banyak menyerap polusi udara.

Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Dirinaria picta* dapat dilihat pada Tabel 15 dibawah ini:

**Tabel 15.** Klasifikasi *Dirinaria picta*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Teloschistales
Famili	Caliciaceae
Genus	<i>Dirinaria</i>
Spesies	<i>Dirinaria picta</i>



**Gambar 34.** *Dirinaria picta* pada Taman Beringin  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

### 5.3. *Lichens* Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di T-Garden

T-Garden memiliki taman seluas 26 hektar. Jika rindu dan ingin berada pada suasana Bali yang sarat akan arsitektur vernacular dimana tradisi Hindu Bali dan Jawa Kuno berbaur di dalamnya, maka datang saja ke T-Garden yang memuat elemen desain serta harmoni alam ala Pulau Dewata.

Seperti filosofi yang biasa dijumpai di rumah-rumah Bali, ornamen serta patung tradisional bercat hitam dan coklat bata tampak menghiasi seluruh bangunan. Bak memakai konsep Tri Mandala, disini juga terdapat angkul-angkul (gapura jalan masuk) dan bale-bale.

Harmoni budaya Bali yang kental di T-Garden merupakan daya tarik tersendiri yang membuat tempat wisata di Namo Rambe ini menarik animo pengunjung. Lokasi ini berada di Jalan Jati Kesuma, Kecamatan Namo Rambe, Deli Serdang.



**Gambar 35.** T-Garden  
(Sumber: [explorwisata.com](http://explorwisata.com))

Dari hasil perhitungan jumlah polutan pada T-Garden merupakan wilayah dengan **kualitas udara baik yakni 39,66 dengan spesifikasi  $O_3$  79, CO 15,67,  $PM_{10}$  10,33,  $SO_2$  57 dan  $NO_2$  33,33**. Daerah T-Garden ini jauh dari lalu lintas dan daerahnya adem.

Daerah ini memiliki **rata-rata suhu 2149 dengan suhu paling tinggi 30°C dan rata-rata kelembaban udara 77% dengan kategori**

**terlalu lembab**, yang diindikasikan tumbuhnya jamur, *Lichens*, kutu, bakteri, dan jamur. Data ini dihitung dengan rumus:

$$T = \frac{((2x T_{\text{pagi}}) + T_{\text{siang}} + T_{\text{sore}})}{4} \times 100\%$$

Daerah ini memiliki **rata-rata 4,55 untuk kepadatan lalu lintas dengan kualifikasi sangat tidak padat**. Data ini dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Pada wilayah T-Garden, banyak *Lichens* yang ditemukan, umumnya *Lichens* pada daerah ini hanya ditemukan pada beberapa pohon yakni pohon kamboja, kelapa, mangga, mahoni, dan cemara dengan **rata-rata semua pohon yakni, 1004**. Dengan luas pohon kamboja 405,06, luas pohon kelapa 758,31, luas pohon mangga 1548, luas pohon mahoni 1318,8 dan luas cemara 439,6. Data ini diperoleh dengan rumus:

Luas Batang Pohon = Keliling x Tinggi Pohon

Keliling Pohon =  $2 \times \pi \times r$

Keterangan:

$\pi = 3,14$

$r$  = Jari-jari batang pohon (diperoleh dari  $r = \frac{d}{2}$ )

$d$  = Diameter batang pohon

Berdasarkan faktor lingkungan pada daerah ini maka jenis-jenis *Lichens* yang ditemukan pada T-Garden dapat dilihat pada Tabel 16 dibawah ini:

**Tabel 16.** Spesies *Lichens* yang terdapat pada T-Garden

No.	Nama Spesies	Panjang Spesies (cm)	Lebar Spesies (cm)	Jumlah Spesies pada 10 pohon	Kondisi Talus	Terdapat Pada Pohon
1.	<i>Dirinaria picta</i>	6	4	35	Abu-abu kebiruan	Kamboja putih ( <i>Plumeria alba</i> ) Mangga ( <i>Mangifera indica</i> )
2.	<i>Dirinaria applanata</i>	7	9	36	Abu-abu	Mangga ( <i>Mangifera</i> )

					kebiruan	<i>a indica</i> ) dan Kelapa ( <i>Cocos nucifera</i> )
3.	<i>Graphis scripta</i>	3	0,5	55	Putih keabu-abuan	Mangga ( <i>Mangifera indica</i> )
4.	<i>Graphis elegans</i>	1	0,2	50	Putih keabu-abuan	Mangga ( <i>Mangifera indica</i> )
5.	<i>Lepraria incana</i>	5	3	16	Hijau kebuhan	Kelapa ( <i>Cocos nucifera</i> )
6.	<i>Parmelia caperata</i>	7	8	18	Keabu-abuan	Mangga ( <i>Mangifera indica</i> )
7.	<i>Parmotrema austrosinensis</i>	7	4	40	Hijau tua kehitan	Mahoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> )
8.	<i>Pertusaria amara</i>	9	4	49	Hijau tua	Cemara ( <i>Allocasuarina littoralis</i> ) dan Mahoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> )

#### 1. *Dirinaria picta*

*Dirinaria picta* adalah *Lichens* dengan tipe talus *foliose*, lobus rata, membentuk koloni bersebelahan, pertumbuhan tidak membujur panjang, dan pertumbuhan tumpang tindih. Permukaan atas berwarna abu-abu kebiruan, dengan Soralia laminal, bentuk bulat menyerupai kepala. Memiliki medulla berwarna putih. Hidup pada kulit kayu atau batu.

Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Dirinaria picta* dapat dilihat pada Tabel 17 dibawah ini:

**Tabel 17.** Klasifikasi *Dirinaria picta*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Teloschistales
Famili	Caliciaceae
Genus	Dirinaria
Spesies	<i>Dirinaria picta</i>



**Gambar 36.** *Dirinaria picta* pada T-Garden  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

## 2. *Dirinaria applanata*

*Dirinaria applanata* merupakan *Lichens* dengan tipe talus *foliose* (seperti lembaran daun). Talusnya melekat erat pada substrat. Lobus tidak beraturan, berdekatan, berlipat-lipat dan memanjang. Permukaan talus berwarna abu-abu putih atau abu-abu kebiruan. Pada bagian talus terdapat *soredia* yang berwarna keputihan dan medulla berwarna kuning.

Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Dirinaria applanata*, dapat dilihat pada Tabel 18 berikut:

**Tabel 18.** Klasifikasi *Dirinaria applanata*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Teloschistales
Famili	Caliciaceae
Genus	Dirinaria
Spesies	<i>Dirinaria applanata</i>



**Gambar 37.** *Dirinaria applanata* pada T-Garden  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

### 3. *Graphis scripta*

*Graphis scripta* merupakan jenis lichenes yang memiliki talus berbentuk *crustose* dan berwarna putih ke abu-abuan. Jenis ini memiliki apothecia yang termodifikasi yang disebut Lirellae, berbentuk memanjang, melengkung, bercabang, berwarna hitam dan tekstur lebih tipis. *Graphis scripta* memiliki tipe talus *crustose*.

Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Graphis scripta* dapat dilihat pada Tabel 19 dibawah ini:

**Tabel 19.** Klasifikasi *Graphis scripta*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Ostropales
Famili	Graphidaceae
Genus	Graphis
Spesies	<i>Graphis scripta</i>

**Gambar 38.** *Graphis scripta* pada T-Garden  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

#### 4. *Graphis elegans*

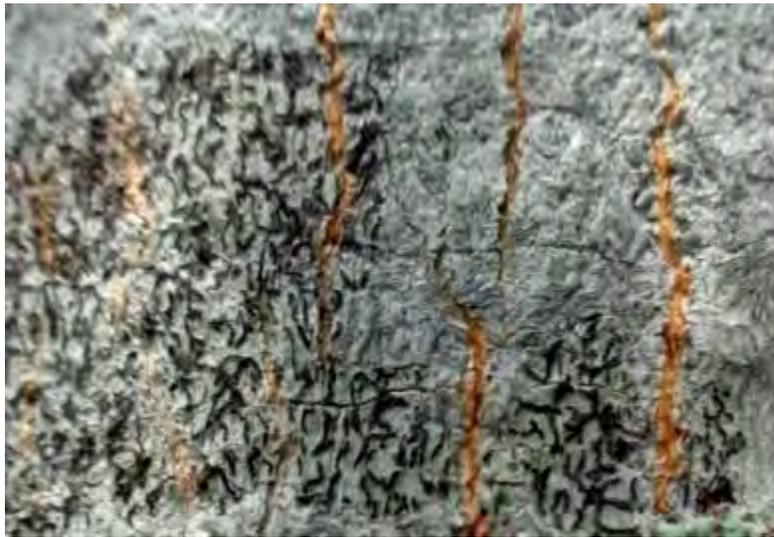
*Graphis elegans* memiliki optimum cukup distinkt untuk debit spora pada pH 5-6. *Lichenes* elegans bersifat bulat, granular, putih, apothecia tenggelam, pendek, lurus, jarang bercabang, tepi perithecium beralur membujur, dan tekstur lebih tebal. *Graphis elegans* memiliki tipe talus *crustose*.

Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Graphis elegans* dapat dilihat pada Tabel 20 dibawah ini:

**Tabel 20.** Klasifikasi *Graphis elegans*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Ostropales
Famili	Graphidaceae

Genus	Graphis
Spesies	<i>Graphis elegans</i>



**Gambar 39.** *Graphis elegans* pada T-Garden  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

#### 5. *Lepraria incana*

*Lepraria incana* termasuk kedalam famili Stereocaulaceae. Talusnya bertipe crustose dan bentuk talusnya cenderung membutat. Pada permukaan talusnya terdapat soredia atau butir-butir halus yang dapat dirasakan saat diraba. Warna dari *Lepraria incana* hijau keabuan dan dapat dijumpain pada kulit pohon yang masih hidup. *Lepraria incana* ini tidak memiliki medulla. Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Lepraria incana* dapat dilihat pada tabel 21 dibawah ini:

**Tabel 21.** Klasifikasi *Lepraria incana*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Lecanorales
Famili	Stereocaulaceae
Genus	Lepraria
Spesies	<i>Lepraria incana</i>



**Gambar 40.** *Lepraria incana* pada T-Garden  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

#### 6. *Parmelia caperata*

*Parmelia caperata* termasuk kedalam famili Parmeliaceae. Tipe talusnya foliose. Talusnya bembulat bergerigi dengan warna talus keabu-abuan. Lichenes ini tumbuh subur pada tegakan pohon yang masih hidup. Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Parmelia caperata* dapat dilihat pada Tabel 22 dibawah ini:

**Tabel 22.** Klasifikasi *Parmelia caperata*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Lecanorales
Famili	Parmeliaceae
Genus	<i>Parmelia</i>
Spesies	<i>Parmelia caperata</i>



**Gambar 41.** *Parmelia caperata* pada T-Garden  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

#### 7. *Parmotrema austrosinensis*

*Parmotrema austrosinensis* adalah *lichen* tipe talus *foliose*, sering disebut *leafy lichen*. Permukaan talus yang luas menyebabkan *lichen* ini memiliki kontak yang lebih besar dengan polutan sehingga akumulasi polutan lebih efisien. Talus berbentuk menyerupai daun yang tersusun oleh lobus-lobus berwarna hijau keabu-abuan. Talus kompak, kadang-kadang adanya penutup berserabut pada bagian bawah atau sisi atas. Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Parmotrema austrosinensis* dapat dilihat pada tabel 23 dibawah ini:

**Tabel 23.** Klasifikasi *Parmotrema austrosinensis*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Lecanorales
Famili	Parmeliaceae
Genus	Parmotrema
Spesies	<i>Parmotrema austrosinensis</i>



**Gambar 42.** *Parmotrema austrosinensis* pada T-Garden  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

#### 8. *Pertusaria amara*

Tipe talus *crustose*, talus berwarna hijau tua, permukaan talus kasar, talus seperti bertepung, *Lichens* dengan kulit berkulit, memiliki lubang kecil tempat spora. *Lichens* ini umumnya bernama *Lichens* kutil. *Pertusaria amara* termasuk dalam famili Pertusariaceae. Adapun klasifikasi atau sistematika dari *Pertusaria amara* dapat dilihat pada tabel 24 dibawah ini:

**Tabel 24.** Klasifikasi *Pertusaria amara*

Kingdom	Fungi
Divisi	Ascomycota
Kelas	Lecanoromycetes
Ordo	Pertusariales
Famili	Pertusariaceae
Genus	Pertusaria
Spesies	<i>Pertusaria amara</i>



**Gambar 43.** *Pertusaria amara* pada T-Garden  
(Sumber: Foto dari penelitian penulis sendiri)

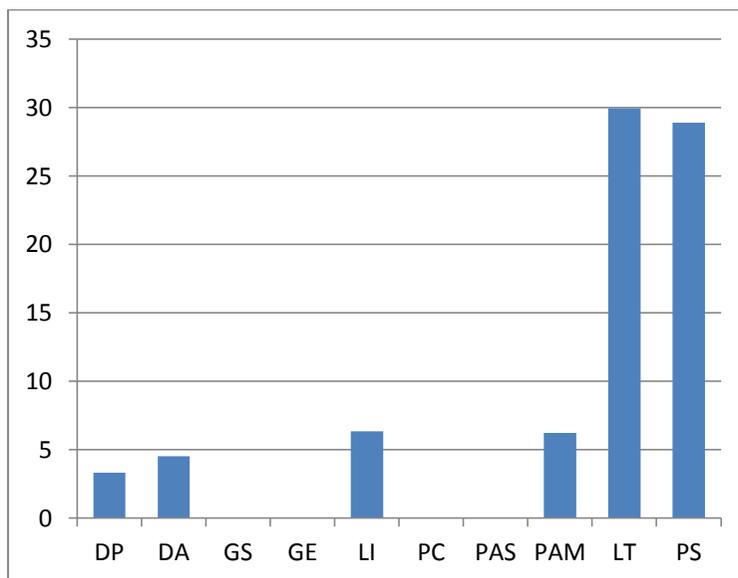
#### **5.4. Daya serap spesies *Lichens* yang ditemukan**

Setiap kehidupan memiliki batasannya masing-masing, baik kehidupan hewan, tumbuhan bahkan manusia. Begitupun *Lichens*, *Lichens* sebagai bioindikator terdiri dari 4 pembagian yakni: *Lichens* toleran, *Lichens* sensitif, *Lichens* intermediet dan *Lichens* biomonotoring (dapat dilihat kembali pada BAB 2). Data ini diperoleh dari beberapa sumber penelitian terdahulu.

Dari data dibawah ini diperoleh bahwa *Parmelia saxatilis* dengan daya serap 21,37 ppm. Hal ini dikarenakan *Parmelia saxatilis* merupakan salah satu spesies dari *Lichens* toleran yang dapat bertahan didaerah dengan keadaan tercemar cukup tinggi dan tercemar tinggi serta dapat menyerap Pb terbanyak dari spesies yang ditemukan pada ketiga lokasi di Kota Medan. Adapun *Lichens* yang ditemukan pada Kota Medan dapat dilihat pada tabel 25, yakni:

**Tabel 25.** *Lichens* yang ditemukan di sampel lokasi pada Kota Medan

No.	Nama Spesies <i>Lichens</i>	Jenis <i>Lichens</i>	Daya serap Pb (ppm)
1.	<i>Dirinaria picta</i>	Intermediet	3,3
2.	<i>Dirinaria applanata</i>	Intermediet	4,5
3.	<i>Graphis scripta</i>	Sensitif	0
4.	<i>Graphis elegans</i>	Sensitif	0
5.	<i>Lepraria incana</i>	Biomonitoring	6,34
6.	<i>Parmelia caperata</i>	Sensitif	0
7.	<i>Parmotrema austrosinensis</i>	Sensitif	0
8.	<i>Pertusaria amara</i>	Biomonitoring	6,22
9.	<i>Lecanora thysanophara</i>	Toleran	5,23
10.	<i>Parmelia saxatilis</i>	Toleran	21,37

**Diagram 1.** Daya serap *Lichens* terhadap Pb

Daya serap *Lichens* dan kualitas udara di wilayah juga mempengaruhi warna talus *Lichens*, perbedaan talus *Lichens* dapat dilihat pada Tabel 26 berikut:

**Tabel 26.** Perbedaan warna talus *Lichens*

No.	Nama Spesies <i>Lichens</i>	LT	KIM1	TB	TG
1.	<i>Dirinaria picta</i>	Abu-abu kebiruan	-	Hijau tua Kehitaman	Abu-abu kebiruan
2.	<i>Dirinaria applanata</i>	Abu-abu kebiruan	-	Hijau tua Kehitaman	Abu-abu kebiruan
3.	<i>Graphis scripta</i>	Putih keabu-abuan	-	-	Putih keabu-abuan
4.	<i>Graphis elegans</i>	Putih keabu-abuan	-	-	Putih keabu-abuan
5.	<i>Lepraria incana</i>	Hijau kebuahan	Hitam	Hijau tua Kehitaman	Hijau kebuahan
6.	<i>Parmelia caperata</i>	Keabu-abuan	-	-	Keabu-abuan
7.	<i>Parmotrema austrosinensis</i>	Hijau keabu-abuan	-	Hijau tua Kehitaman	Hijau tua kehitan
8.	<i>Pertusaria amara</i>	Hijau tua	-	-	Hijau tua
9.	<i>Lecanora thysanophara</i>	Hijau keabu-	Hitam	Hijau tua Kehit	-

Mengenal *Lichens* Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kota Medan

		abu n		aman	
10.	<i>Parmelia saxatilis</i>	Hijau keab u- abu n	Hitam	-	-

Keterangan:

LT : Literatur

TB : Taman Beringin

KIM1 : Kawasan Industri Medan 1

TG : T-Garden

## 5.5. Keanekaragaman spesies *Lichens* di Kota Medan

Keanekaragaman hayati merupakan hal yang penting bagi kehidupan. Keanekaragaman hayati berperan sebagai indikator dari sistem ekologi dan sarana untuk mengetahui adanya perubahan spesies. Keanekaragaman hayati juga mencakup kekayaan spesies dan kompleksitas ekosistem sehingga dapat memengaruhi komunitas organisme, perkembangan dan stabilitas ekosistem.

Untuk mengetahui keanekaragaman *Lichens* dengan menggunakan rumus Indeks Keanekaragaman Shannon Weiner, yaitu:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

Keterangan:

$H'$  = Indeks keanekaragaman

$P_i$  =  $n_i/N$ , perbandingan antara jumlah individu spesies ke-i dengan jumlah total individu.

$n_i$  = jumlah individu spesies Ke-i

$N$  = Jumlah total individu

Dengan kriteria:

$H' < 1$  = Keanekaragaman rendah

$1 < H' < 3$  = Keanekaragaman sedang

$H' > 3$  = Keanekaragaman tinggi.

Indeks keanekaragaman *Lichens* di KIM 1 Mabur dapat dilihat pada Tabel 27 dibawah ini:

**Tabel 27.** Indeks keanekaragaman *Lichens* di Kota Medan

No.	Nama Spesies	Ni	Pi(Ni/N)	LnNi/N	Pi*LnNi/N
1.	<i>Dirinaria picta</i>	0	0	0	0
2.	<i>Dirinaria applanata</i>	0	0	0	0
3.	<i>Graphis scripta</i>	0	0	0	0
4.	<i>Graphis elegans</i>	0	0	0	0
5.	<i>Lepraria incana</i>	52	0,27957	-1,27450296	0,356312654
6.	<i>Parmelia caperata</i>	0	0	0	0
7.	<i>Parmotrema austrosinensis</i>	0	0	0	0
8.	<i>Pertusaria amara</i>	0	0	0	0
9.	<i>Lecanora thysanophara</i>	80	0,430108	0,84372004	0,362890339
10.	<i>Parmelia saxatilis</i>	54	0,290323	-1,23676263	0,359060118
	<b>Jumlah Total (N)</b>	186			
	<b>H'</b>		<b>1,078263</b>		

Indeks keanekaragaman *Lichens* di Taman Beringin dapat dilihat pada Tabel 28 dibawah ini:

**Tabel 28.** Indeks keanekaragaman *Lichens* di Taman Beringin

No.	Nama Spesies	Ni	Pi(Ni/N)	LnNi/N	Pi*LnNi/N
1.	<i>Dirinaria picta</i>	90	0,291262	-1,23353	-0,35928105
2.	<i>Dirinaria applanata</i>	49	0,158576	-1,84152	0,292021126
3.	<i>Graphis scripta</i>	0	0	0	0
4.	<i>Graphis elegans</i>	0	0	0	0
5.	<i>Lepraria incana</i>	80	0,2589	-1,35131	0,349854924
6.	<i>Parmelia caperata</i>	0	0	0	0
7.	<i>Parmotrema</i>	0	0	0	0

Mengenal *Lichens* Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kota Medan

	<i>austrosinensis</i>				
8.	<i>Pertusaria amara</i>	50	0,161812	-1,82132	-0,294711694
9.	<i>Lecanora thysanophara</i>	40	0,12945	-2,04446	0,264655252
10.	<i>Parmelia saxatilis</i>	0	0	0	0
	<b>Jumlah Total (N)</b>	309			
	<b>H'</b>		<b>1,560524</b>		

Indeks keanekaragaman *Lichens* di T-Garden dapat dilihat pada Tabel 29 dibawah ini:

**Tabel 29.** Indeks keanekaragaman *Lichens* di T-Garden

No.	Nama Spesies	Ni	Pi(Ni/N)	LnNi/N	Pi*LnNi/N
1.	<i>Dirinaria picta</i>	35	0,117057	-2,1451	-0,251098137
2.	<i>Dirinaria applanata</i>	36	0,120401	-2,11692	0,254880558
3.	<i>Graphis scripta</i>	55	0,183946	-1,69311	-0,31144171
4.	<i>Graphis elegans</i>	50	0,167224	-1,78842	0,299066985
5.	<i>Lepraria incana</i>	16	0,053512	-2,92785	-0,156674507
6.	<i>Parmelia caperata</i>	18	0,060201	-2,81007	0,169168203
7.	<i>Parmotrema austrosinensis</i>	40	0,133779	-2,01156	0,269105568
8.	<i>Pertusaria amara</i>	49	0,16388	-1,80862	0,296396456
9.	<i>Lecanora thysanophara</i>	0	0	0	0
10.	<i>Parmelia saxatilis</i>	0	0	0	0
	<b>Jumlah Total (N)</b>	299			
	<b>H'</b>		<b>2,007832</b>		

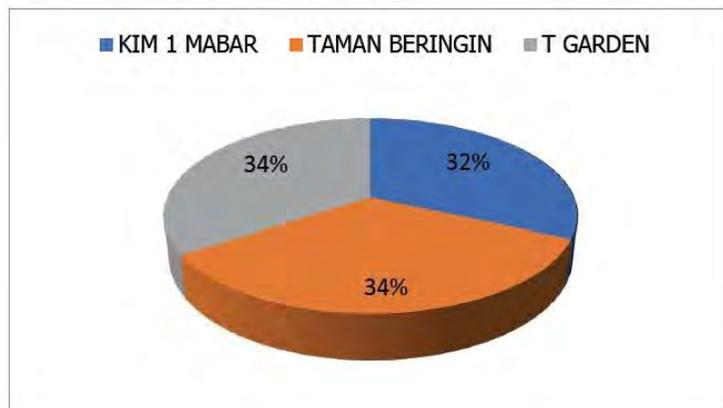
Berdasarkan hasil keanekaragaman yang diperoleh bahwa keanekaragaman *Lichens* pada KIM 1 Mabar paling rendah dengan nilai **H'** sebesar **1,078263** dan keanekaragaman *Lichens* pada T-

---

Mengenal *Lichens* Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kota Medan

Garden paling tinggi dengan nilai  $H'$  sebesar **2,007832**, sedangkan untuk hasil keanekaragaman *Lichens* pada Taman Beringin berada diantara KIM 1 Mabar dan T-Garden dengan nilai  $H'$  sebesar **1,560524**. Maka dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman *Lichens* di kawasan kota Medan yang diperoleh adalah kriteria sedang yakni  $1 < H' < 3$ .

Pada kawasan di kota Medan dengan tingkat pencemaran pada wilayah tersebut yakni pada KIM 1 Mabar kualitas udara tidak sehat kategori tercemar cukup tinggi dengan jumlah polutan yang terkandung sebesar 120,72 dan keanekaragaman *Lichens* **1,078263**, pada Taman Beringin kualitas udara sedang kategori tercemar rendah dengan jumlah polutan yang terkandung sebesar 79,97 dan keanekaragaman *Lichens* **1,560524**, sedangkan pada T-Garden kualitas udara baik kategori tercemar sangat rendah dengan jumlah polutan yang terkandung sebesar 39,66 dan keanekaragaman *Lichens* **2,007832**. Dapat disimpulkan bahwa hubungan kualitas udara pada suatu lokasi dengan keanekaragaman *Lichens*, yakni: semakin tercemar suatu wilayah maka semakin rendah keanekaragaman *Lichens*.



**Diagram 2.** Perbedaan temuan *Lichens* pada tiga lokasi di Kota Medan

---

## Glosarium

---

### ★ A

AC	: Air Conditioner, memproduksi gas CFC
Aerosol	: Partikel kecil yang tertahan di udara
Alga	: Protista yang bersifat fotoautotrof
Apotesium	: Tubuh buah pada <i>Lichens</i>
As	: Arsen (Komponen timbal (Pb))
Ascolichens	: Komponen fungi yang membentuk <i>Lichens</i> ascomycetes
Ascomycetes	: Jamur yang reproduksinya secara askospora
Atmosfer	: Lapisan gas di udara yang melingkupi planet
Autotrof	: Organisme yang bisa menghasilkan makanan sendiri

### ★ B

Basidiolichens	: Komponen fungi membentuk <i>Lichens</i> bisidiomycetes
Belerang Oksida	: Jenis polutan berasal dari asap pabrik
Biomassa	: Bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik
Biomonitoring	: <i>Lichens</i> yang ada disegala situasi kondisi udara

### ★ C

Cephalodia	: Pertumbuhan lanjutan dari talus
CFC	: (Chlorofluorocarbon) Gas yang dihasilkan AC
Chorella	: Ganggang hijau bersel tunggal yang hidup di air tawar
Cl	: Khlor, gas polutan sebagai gas beracun
CO	: Karbonmonoksida
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksida

---

## Glosarium

---

Corticolous	: <i>Lichens</i> peka terhadap iklim dan pencemaran udara
Crustose	: <i>Lichens</i> dengan talus kecil, datar dan tipis
Cu	: Tembaga
Cyphellae	: Rongga bulat terdapat pada korteks bawah <i>Lichens</i>

### ★ D

Dekomposer	: Pengurai organisme yang telah mati
Divisio	: Klasifikasi untuk fungi

### ★ E

Epifit	: Tumbuhan yang melekat kesubstrat namun tidak parasit
Ekosistem	: Hubungan timbal balik makhluk hidup di satu wilayah
Endolitik	: Sifat <i>Lichens</i> yang dapat masuk pada pinggir batu

### ★ F

Foliose	: <i>Lichens</i> dengan talus seperti daun
Fisiologi	: Cabang ilmu berlangsungnya sistem kehidupan
Fructiose	: <i>Lichens</i> dengan talus berupa semak dan bercabang

### ★ G

Gas Pencemar	: Gas yang mencemari udara
Global	: Mendunia
Gonidial	: Alat reproduksi <i>Lichens</i>

---

## Glosarium

---

### ★ H

Habitat	: Tempat hidup suatu organisme
HC	: Hidrokarbon, berasal dari industri dan asap kendaraan
Heteromerous	: Perpaduan sel alga terbatas dan jamur membentuk talus
Hifa	: Komponen fungsi berbentuk seperti benang
Homoimerus	: Sel alga dan hifa yang tersebar merata pada talus

### ★ I

Iklim	: Perubahan cuaca selama periode waktu yang lebih lama
Imperfecti	: Komponen fungsi <i>Deuteromycetous</i> membentuk <i>Lichens</i>
Industri	: Pabrik-pabrik
Intermediet	: Jenis <i>Lichens</i> yang peka terhadap pencemaran udara
Isidia	: Tonjolan pada korteks talus <i>Lichens</i>
ISPA	: Infeksi Saluran Pernapasan Akut
ISPU	: Indeks Standar Pencemar Udara

### ★ K

Kanker	: Penyakit dimana sel tumbuh secara abnormal
Komponen	: Penyusun
Korosif	: Substansi yang menyebabkan benda hancur

---

## Glosarium

---

### ★ **L**

Lichens	: Organisme simbiosis alga dan jamur
Lobula	: Lanjutan talus berupa ruang berbentuk piramid
Lokal	: Daerah

### ★ **M**

Medulla	: Lapisan tengah <i>Lichens</i> terdiri dari hifa-hifa
Morfologi	: Bentuk Luar
Mycobiont	: Penyusun komponen jamur (Fungi)

### ★ **N**

NO <sub>x</sub>	: Nitrogen Oksida
-----------------	-------------------

### ★ **O**

Organisme	: Makhluk Hidup
O <sub>3</sub>	: Ozone
Ozon	: Lapisan yang menyelimuti planet

### ★ **P**

Pb	: Timbal, berasal dari pabrik-pabrik
Pencemaran Udara	: Udara yang mengandung gas-gas tercemar
Peritesium	: Tubuh buah dengan struktur tertutup
pH	: Kadar basa dan asam

---

## Glosarium

---

Phycobiont	: Penyusun komponen alga
Plume	: Aplikasi yang terhubung ke alat penghitung polutan
Podetia	: Tubuh buah yang saling bertindih
Polusi	: Pencemaran lingkungan oleh zat pencemar
Polutan	: Zat pencemar
Pseudoparenchyma	: Jalinan padat di korteks atas <i>Lichens</i>

### ★ R

Regional	: Wilayah
Rhizines	: Untaian hifa yang berwarna kehitaman

### ★ S

Saxicolous	: <i>Lichens</i> yang hidup di bebatuan
Sensitif	: <i>Lichens</i> yang sensitif terhadap zat pencemar
Simbiosis	: Hubungan timbal balik antara makhluk hidup
SO <sub>x</sub>	: Belerang Oksida
Soredia	: Gumpalan sangat kecil berselubung di hifa
Squamulose	: <i>Lichens</i> yang memiliki lobus-lobus seperti sisik
Substrat	: Tempat hidup organisme epifit dan parasit

### ★ T

Tericolous	: <i>Lichens</i> terrestrial, yang hidup pada permukaan tanah
Talus	: Komponen penyusun <i>Lichens</i> untuk tumbuh dan berkembang biak

---

## Glosarium

---

Toleran : *Lichens* yang tahan hidup di daerah tercemar sangat tinggi  
Troposfer : Lapisan gas yang menyelubungi planet  
TSP : Total partikulat-partikulat kecil dari debu



Ultraviolet : Gelombang pendek dari sinar matahari

---

## Daftar Pustaka

---

- Al-Thani, R., Al-Meri, H., (2011), Study of Some Lichens of Qatar, *Atlas Journal of Biology*, 1(3): 41-46.
- Anna, M., Marek., (2014), Bioindicator as Challenge in Modern Environmental Protection, *Journal Ecol Chem Eng*, 21(4): 577-591.
- Behxhet, M., Hajdari, A., Lokos, L., Krasniqi, Z., (2013), Lichens Diversity Value And Heavy Metal Concentrations In Mosses Around The Lignite Power Plants 'Kosova', *Applied Ecology And Environmental Research*, 11(1): 43-52.
- Campbell, N, A., J, B, Reece., (2010), *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 3*, Erlangga, Jakarta.
- Cen, S., (2015), Biological Monitoring of Air Pollutans and Its Influence on Human Beings, *Journal Open Biomedical Enginerring*, 9(1): 219-223.
- Conti, M., Cecchetti, G., (2000), Biological Monitoring : Lichens As Bioindicators Of Air Pollution Assessment - A Review, *Journal Environmentall Pollution*, 114(3): 471-492.
- Gregory, L., Smith, Baker, T., (2003), *Lichenes as Bioindicator*, Environmental Sciene, New York.
- Halcomb, M., (2010), *Lichens*. The University of Tennessee Extension, Nashville.

- Handoko, A., Tohir, R., Sutirno, Y., (2017), Keanekaragaman Lumut Kerak (*Lichens*) Sebagai Bioindikator Kualitas Udara Di Kawasan Asrama Internasional IPB, *Jurnal Sumber Daya Hayati*, 4(2): 1-7.
- Hasairin, A., (2016), *Bahan Ajar: Lichen Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara*, Unimed Press, Medan.
- Hasairin, A., Muslim, (2018), Eksplorasi Lichene Pada Tegakan Pohon di Area Taman Margasatwa (Medan Zoo) Simalingkar Medan Sumatera Utara, *Jurnal Biosains*, 4(3): 145-153.
- Hasairin, A., Pasaribu, N., Sudirman, L., Widhiastuti, R., (2015), Accumulation of Lead (Pb) in The Talus *Lichenes* Contained in Mahogany Tree Stands of Roadside of Medan City, *Journal Environment and Pollution*, 4(1): 19-28.
- Kimball, J., (2010), *Biologi Jilid 3*, Erlangga, Jakarta.
- Kuldeep., Srivastava., Bhattacharya, P., (2015), Lichen as a Bio-Indicator Tool For Assessment Of Climate And Air Pollution Vulnerability: Review, *International Research Journal Of Environment Sciences*, 4(12): 107-117.
- Nash, T., (2008), *Lichens Biology Second Edition*, Cambridge University Press, New York.
- Nurjanah, S., (2016), *Keragaman dan Kemampuan Lichen Menyerap Air sebagai Bioindikator Pencemaran Udara*, Prima Putra Pratama, Kediri.
- Rasyidah., (2018), Kelimpahan Lumut Kerak (*Lichens*) Sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kawasan Perkotaan Kota Medan, *Klorofil*, 1(4): 88-92.
- Ridhowati, S., (2013), *Mengenal Pencemaran Ragam Logam*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

- Rindita., Sudirman, L., Koesmaryono, Y., (2015), Air Quality Bioindicator Using the Population of Epiphytic Macro *Lichens* in Bogor City West Java, *Hayati Journal of Biosciences*, 22(2): 52-59.
- Ristic, S., Kosanic, M., Rankovic, B., Stamenkovic, S., (2017), Lichens As Biological Indicators Of Air Quality In The Urban Area Of Kuršumlija (Southern Serbia), *Kragujevac*, 39(6): 165-175.
- Riyadi, S., (1982), *Pencemaran Udara*, Usaha Nasional, Surabaya.
- Tjitrosoepomo, G., (2011), *Taksonomi Tumbuhan Tingkat Rendah*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Valina, Y., Widiani, N., Laksono, A., (2018), Identification of *Lichens* as An Air Quality Bio-Indicator in The State Islamic Institute Raden Intan Lampung, *Journal of Physics*, 4(2): 1-5.
- Yurnaliza., (2002), *Lichens (Karakteristik, Klasifikasi, dan Kegunaan)*, Universitas Sumatera Utara, Medan.

---

## Biografi Penulis

---

**Damayani Pangabean, S.Pd.** Lahir di Medan pada tanggal 06 Nopember 1995. Pendidikan dasar ditempuh mulai tahun 2001 hingga tahun 2007 di SD Negeri 060923 Medan. Pada tahun 2007 melanjutkan Pendidikan Menengah Pertama di SMP Negeri 15 Medan hingga tahun 2010. Kemudian, pada tahun 2010 melanjutkan Pendidikan Menengah Atas di SMA Negeri 10 Medan hingga tahun 2013.



Pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikannya di Universitas Negeri Medan Jurusan Pendidikan Biologi. Penulis memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada tahun 2017. Setelah menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S-1), penulis melanjutkan Pendidikan Strata Dua (S-2) pada tahun 2018 dengan jurusan yang diemban yakni Pendidikan Biologi. Penulis memperoleh gelar Magister Pendidikan pada tahun 2021, Program Pascasarjana di Universitas Negeri Medan

---

## Biografi Penulis

---

**Dr. Ashar Hasairin, M.Si.** Lahir di Padangsidimpuan tanggal 14 Juni 1963. Beliau memperoleh gelar Sarjana Doktorandus (Drs) atau Sarjana Pendidikan (S.Pd) dari IKIP Medan pada tahun 1987. Kemudian memperoleh gelar Magister Sains (S-2) jurusan Biologi Konsentrasi Taksonomi Tumbuhan dari Institut Pertanian Bogor pada tahun 1994.



Selanjutnya beliau menyelesaikan Pendidikan S-3 (Doktor) dalam bidang Program Biologi dari Universitas Sumatera Utara dan memperoleh gelar Doktor pada tahun 2016. Beliau pernah mengajar di berbagai SMA di Medan. Pada tahun 1990 beliau diangkat sebagai staf dosen tetap di Jurusan Biologi Universitas Negeri Medan hingga saat ini. Beliau aktif dalam mengikuti seminar, pelatihan, pengabdian dan penelitian. Beliau juga pernah menjadi Ketua Peneliti diantaranya: DCRG-URGE, Hibah Bersaing (HB), Fundamental Research (FR), Dosen Mudah (DM), JICA Heds Project, PHKI dan lainnya. Selain itu beliau juga aktif dalam penulisan jurnal ilmiah nasional maupun internasional dan penulisan buku ajar di Perguruan Tinggi.

---

## Biografi Penulis

---

**Dr. Hasruddin, M.Pd.** Lahir di Kisaran tanggal 24 April 1964.

Beliau memperoleh gelar Sarjana Doktorandus (Drs) atau Sarjana Pendidikan (S.Pd) dari IKIP Medan pada tahun 1988. Kemudian memperoleh gelar Magister Pendidikan (S-2) jurusan Pendidikan Biologi dari IKIP Malang pada tahun 1995.



Selanjutnya beliau menyelesaikan Pendidikan S-3 (Doktor) dalam bidang Pendidikan Biologi dari Universitas Malang dan memperoleh gelar Doktor pada tahun 2005. Sejak tahun 1989 hingga saat ini menjadi dosen atau staf pengajar di Jurusan Biologi FMIPA dan Program Pascasarjana Universitas Negeri Medan. Sejak tahun 2013 hingga saat ini beliau ditetapkan menjadi Ketua Jurusan S-1 Biologi Universitas Negeri Medan. Beliau aktif melakukan penelitian baik di bidang pendidikan maupun biologi, dan hasil-hasil penelitian beliau juga telah dipublikasikan dalam jurnal ilmiah nasional dan internasional.



# Mengenal Lichens

## Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kawasan Kota Medan

(KIM 1 Mabar, Taman Beringin dan T-Garden)

Buku ini ditujukan sebagai bacaan bagi masyarakat umum dan mahasiswa. Dengan menggunakan buku ini penulis berharap pembaca dapat mengenal lebih dalam dan menambah pengetahuan pembaca mengenai Lichens Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kota Medan.

Penyajian data dalam buku ini berdasarkan hasil riset mencakup morfologi Lichens, jenis Lichens, ukuran Lichens, kondisi tallus Lichens, suhu lingkungan, kelembaban lingkungan, intensitas cahaya, luas pohon, jenis pohon dan jumlah kendaraan (kendaraan roda empat, kendaraan roda tiga, dan kendaraan roda dua) di Kota Medan. Lokasi yang digunakan pada Kota Medan yakni mewakili wilayah tercemar cukup tinggi yakni Kawasan Industri Medan 1 Mabar, wilayah tercemar rendah yakni Taman Beringin dan wilayah tercemar sangat rendah yakni T-Garden.



YAYASAN KITA MENULIS  
press@kitamenulis.id  
www.kitamenulis.id

ISBN 978-623-6761-21-2



9 786236 761212