

TA/TL/2021/1294

TUGAS AKHIR

**ANALISIS *LICHEN* SEBAGAI BIOINDIKATOR POTENSI
PENCEMARAN TIMBAL DARI VOLUME KENDARAAN
PADA JALAN PROVINSI KOTA PAGAR ALAM SAMPAI
KABUPATEN LAHAT SUMATERA SELATAN**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



**RIZKY AKBAR MAULANI
16513083**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021**

TUGAS AKHIR
ANALISIS *LICHEN* SEBAGAI BIOINDIKATOR POTENSI
PENCEMARAN TIMBAL DARI VOLUME KENDARAAN
PADA JALAN PROVINSI KOTA PAGAR ALAM SAMPAI
KABUPATEN LAHAT SUMATERA SELATAN

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



RIZKY AKBAR MAULANI
16513083

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Fina Binazir Maziya, S.T.,M.T.
Tanggal: 27 April 2021

Dewi Wulandari, Ph.D.
Tanggal: 26 April 2021

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Eko Siswoyo, S.T., M.Sc. ES. Ph.D
Tanggal: 28 April 2021



HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS LICHEN SEBAGAI BIOINDIKATOR POTENSI
PENCEMARAN TIMBAL DARI VOLUME KENDARAAN
PADA JALAN PROVINSI KOTA PAGAR ALAM SAMPAI
KABUPATEN LAHAT SUMATERA SELATAN**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa

Tanggal : 27 April 2021

Disusun Oleh :

Rizky Akbar Maulani

16513083

Tim Penguji:

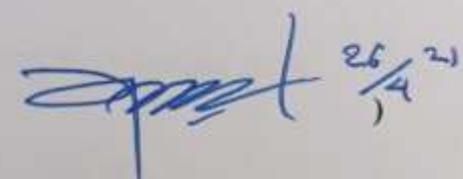
Fina Binazir Maziya, S.T.,M.T.

()

Dewi Wulandari, Ph.D.

()

Ir.Luqman Hakim, S.T., M.Si.

()

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya semata sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan proposal tugas akhir yang berjudul **LICHEN SEBAGAI BIOINDIKATOR POTENSI PENCEMARAN TIMBAL PADA JALAN PROVINSI PAGAR ALAM SAMPAI KABUPATEN LAHAT SUMATERA SELATAN**. Penyusunan proposal tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik bagi Mahasiswa Program S1, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan proposal ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, sehingga mengucapkan terimakasih kepada:

Allah SWT yang selalu memberikan kekuatan dan energi sehingga dapat menjalani dan menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

1. Kedua Orang tua atas Bantuan dan Dorongan yang selalu menyertai saya menyelesaikan Proposal ini.
2. Fina Binazir Maziya, S.T.,M.T. Selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam penyelesaian proposal ini.
3. Dewi Wulandari, Ph.D. Selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam penyelesaian proposal ini.
4. Sepupu Novia Sulystiani yang menjadi tempat bertukar pikiran
5. Kak Agus Selaku Panutan dan banyak membantu pada penelitian ini

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal ini masih banyak terdapat berbagai kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi menyempurnakan proposal ini. Penulis berharap semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi banyak orang.

Yogyakarta, 28 April 2021



Rizky Akbar Maulani

ABSTRAK

RIZKY AKBAR MAULANI. Analisis Lichen Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara Oleh Timbal Pada Jalan Provinsi Kota Pagar Alam Sampai Kabupaten Lahat Sumatera Selatan. Dibimbing oleh Fina Binazir Maziya, S.T.,M.T. dan Dewi Wulandari, Ph.D.

Lichen dianggap sebagai biomonitoring kualitas udara yang paling baik hal ini dikarenakan karakteristik fisiologis, morfologi dan anatominya. Disamping itu lichen juga dapat hidup di tempat yang ekstrim sekalipun. Tujuan penelitian ini ialah untuk Menganalisis pengaruh penggunaan lahan dan intensitas kendaraan dari hutan lindung Gunung Dempo di Kota Pagar Alam sampai daerah urban di Kabupaten Lahat terhadap Timbal (Pb) pada lichen. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jenis lichen, suhu, kelembapan, jumlah kendaraan dan penggunaan lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Konsentrasi Timbal pada lichen dipengaruhi oleh penggunaan lahan disekitarnya yang berasal dari aktivitas manusia, dan adanya sumber intensitas kendaraan menjadi faktor potensi pengaruh konsentrasi timbal pada lichen. Selain itu, perbedaan jenis lichen juga mempengaruhi konsentrasi timbal yang terakumulasi oleh tallus lichen yang paling sensitif terhadap pencemaran lingkungan. Ialah yang bertalus *Fruticosa* dan yang paling resisten *Crustose*.

Kata kunci: Lichen, Bioindikator Lichen, Pencemaran Udara, Timbal.

ABSTRACT

RIZKY AKBAR MAULANI. Lichen Analysis as Bioindicator of Air Pollution by Lead on Provincial Roads, City of Pagar Alam to Lahat Regency, South Sumatra. Supervised by Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. and Dewi Wulandari, Ph.D.

Lichen is considered the best air quality biomonitor because of its physiological, morphological and anatomical characteristics. Besides that, lichen can also live in extreme places. The purpose of this study was to analyze the influence of land use and vehicle instances from the protected forest of Mount Dempo in Pagar Alam City to urban areas in Lahat Regency on lead (Pb) in lichen. The parameters used in this study include the type of lichen, temperature, humidity, number of vehicles and land use. The results showed that the lead concentration in lichen was not influenced by distance but by the use of the surrounding land originating from human activities, and the intensity of the vehicle was a factor in the influence of lead concentration on lichen. In addition, different types of lichen also affect the concentration of lead accumulated by the thallus lichen which is the most sensitive to environmental pollution. It is Fruticosa- coated and the most resistant to Crustose.

Keywords: Lichen, Lichen Bioindicator, Air Pollution, Lead.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Ruang Lingkup.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pencemaran Udara.....	5
2.2. Bioindikator	5
2.2.1. Pengaplikasian Bioindikator.....	6
2.2.2. Tipe Bioindikator.....	6
2.3. Lichen	7
2.3.1. Morofologi Lichen / Lumut Kerak	8
2.3.2. Lichen sebagai Bioindikator.....	9
2.3.3. Manfaat Lichen.....	9
2.4. Timbal (Pb)	10
2.4.1. Timbal (Pb) Pada Gas Buangan Kendaraan Bermotor	10
2.4.2. Bahaya Timbal.....	11

2.5. Penelitian Sebelumnya	13
BAB III.....	15
METEDOLOGI PENELITIAN	15
3.	15
3.1. Prosedur Analisis Data	15
3.2. Jenis dan Desain Penelitian.....	16
3.3. Lokasi dan Waktu Penelitian	18
3.3.1. Kondisi umum kedua daerah menurut Badan Pusat Statistik 2019	18
3.4. Sampel Penelitian	19
3.4.1. Metode Sampling	19
3.4.2. Prosedur Pengambilan Sampel Lichen	20
3.5. Analisis Laboratorium	22
3.6. Pengolahan Data.....	23
BAB IV.....	25
HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Deskripsi Wilayah	25
4.2. Identifikasi Jenis Lichen	28
4.3. Analisis Kandungan Timbal pada Lichen.....	26
4.4. Analisis Intensitas kendaraan pada kandungan timbal lichen.....	28
4.5. Analisis Timbal pada Landuse	30
4.6. Analisis Suhu dan Kelembapan	32
BAB V	35
KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Tipe Bioindikator	6
Gambar 2 2 Morfologi Lumut Kerak (Sumber : http://gis.nasce.org/lichenland/html/meeting.html dalam Maharani, 2018)	8
Gambar 2 5 Alur Pejanaan Pb dalam lingkungan Sumber : http://mathusen.wordpress.com/2010/01/24 dalam (Gusnita, 2012)	11
Gambar 3 1 Gambar Prosedur Analisi Data	15
Gambar 3 2 Lokasi Pengambilan Sampel pada titik awal di Gunung Dempo Kota Pagar Alam sampai Kabupaten Lahat Sumatera Selatan	18
Gambar 3 3 Prosedur Pengambilan Sampel	20
Grafik 4 1 Kandungan Timbal (pb) pada jenis Lichen	27
Grafik 4 2 Hubungan Jumlah Kendaraan dengan kandungan Timbal pada Lichen	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Penelitian Sebelumnya.....	13
Tabel 4 1 Identifikasi Lichen dan titik penemuannya	28
Tabel 4 2 Intensitas Kendaraan pada tiap titik sampling dalam 1 menit.....	28
Tabel 4 3 Kandungan Timbal pada Spesies Lichen dan titik sampling	30
Tabel 4 4 Suhu dan Kelembapan pada setiap titik sampling	33





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Permasalahan lingkungan seharusnya diselesaikan dengan cepat dengan cara yang efektif karena menyangkut keselamatan, kesehatan, dan kehidupan manusia. Udara merupakan faktor yang vital bagi hidup manusia, namun dengan adanya pembangunan infrastruktur, industri dan peningkatan kendaraan pada suatu daerah, sehingga kualitas udara telah terpengaruh (**Gusnita, 2012**). Perubahan yang terjadi salah satunya disebabkan oleh kendaraan yang terus bertambah seiring pertambahan tahun, hal ini juga berbanding lurus dengan meningkatnya populasi penduduk, meningkatnya ekonomi masyarakat serta aktivitas kerja yang tinggi juga menjadi salah satu faktor bertambahnya jumlah kendaraan bermotor terutama pada daerah daerah yang berkembang baik dari segi perekonomian dan infrastrukturnya (**Sandri dkk, 2011**).

Pagar Alam adalah salah satu Kota berkembang di Sumatera Selatan yang letaknya kurang lebih 60 km dari Kabupaten Lahat. Dan memiliki jumlah kendaraan bermotor yang cukup tinggi yaitu sebanyak 29359 buah, mobil penumpang sebanyak 3214 buah, bus sebanyak 152 buah, dan truk sebanyak 604 buah (**Kota Pagar Alam dalam Angka 2019**). Lain halnya dengan Kabupaten Lahat yang dikenal sebagai salah satu daerah produksi batubara di Sumatera Selatan, hal ini menjadi salah satu faktor banyaknya kendaraan roda dua dengan jumlah 17574 buah, dan roda empat sebanyak 2264 buah, bus sebanyak 13 buah dan truk sebanyak 486 buah (**Kabupaten Lahat dalam Angka 2019**). Di setiap daerah pasti memiliki kawasan pencemaran udara salah satunya jalan yang menghubungkan daerah yang satu dengan yang lain, berkaitan dengan jalan pasti dilalui kendaraan bermotor ini dapat dikelompokkan sebagai sumber pencemar yang bergerak, sehingga penyebaran bahan pencemar yang diemisikan dan kendaraan bermotor memiliki pola penyebaran spasial yang meluas.

Kendaraan bermotor menghasilkan 85% dari seluruh pencemaran di udara yang terjadi hampir di tiap perkotaan (**Hasketh dkk dalam Saeful, 2010**). Salah satu bahan pencemar dari kendaraan bermotor ialah timbal sifatnya lunak dan berwarna coklat kehitaman, serta mudah dimurnikan dari pertambangan (**Titin, 2010**) di Indonesia setiap liter bensin yang biasanya di jual di pasaran mengandung 0,70 – 0,80 senyawa tetraetil dan tetrametil, ini artinya sebanyak 0,56 – 0,63 gram senyawa timbal akan dilepaskan ke atmosfer untuk setiap liter bensin yang di gunakan (**Saeful, 2010**)

Polutan serta logam berat yang berada pada atmosfer perlu ditindak lanjuti dengan dilakukan pencegahan terjadinya pencemaran udara serta dampak yang lebih serius, salah satu cara yaitu dengan dilakukannya pemantauan kualitas udara. Pemantauan kualitas udara ambien di Indonesia secara umum adalah dengan pemantauan secara langsung meliputi beberapa parameter seperti Co, SO_x, NO_x serta O₃, namun pemantauan tersebut memerlukan dana yang besar serta tenaga ahli, selain itu terbatasnya alat pemantauan kualitas udara (**PP 41/1999**) Cara yang lain yaitu dengan menggunakan tanaman sebagai bioindikator.

Berbicara tentang Bioindikator Lichen atau yang biasanya dikenal sebagai lumut kerak adalah hasil simbiosis mutualisme antara hifa jamur dengan alga dan juga merupakan salah satu tanaman yang sangat peka terhadap pencemaran udara yang berasal dari aktivitas manusia seperti gas – gas atau materi buangan yang berasal dari industri, kendaraan bermotor, ataupun berasal dari pertanian modern (**Handoko, 2015**).

Hal ini diperkuat dengan salah satu penelitian dengan judul “Hubungan Kandungan Timbal (Pb) Di Udara Dengan Pb Dalam Talus Lichen Xanthoparmelia Xanthofarinosa” yang di tulis oleh Mohammad Jamhari, yang dilakukan pada tahun 2011 di kota malang. Penelitian ini dilakukan dalam 20 titik sampel yang tersebar di kota malang didapatkan hasil hubungan positif dan tingkat korelasi antara Pb di udara dengan Pb dalam talus lichen X. Xanthofarinosa jadi pada penelitian ini dapat menjadi salah satu acuan bahwa lichen dapat menjadi bioindikator pencemaran Pb pada Jalan (**Jamhari, 2011**).

Mengingat bahayanya pencemaran udara oleh kendaraan bermotor maka perlu diukur konsentrasi Timbalnya dengan menggunakan bioindikator lichen agar dapat mengetahui tingkat pencemaran udara pada jalan provinsi Kota Pagar Alam hingga Kabupaten Lahat dan banyaknya konsentrasi Timbal tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah;

1. Adakah volume kendaraan dari hutan lindung Gunung Dempo di Kota Pagar Alam sampai dengan daerah urban di Kabupaten Lahat terhadap Timbal (Pb) pada lichen?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan jenis lichen terhadap konsentrasi Timbal (Pb)?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah;

1. Menganalisis pengaruh Intensitas kendaraan pada Hutan Lindung Gunung Dempo di Kota Pagar Alam sampai daerah urban di Kabupaten Lahat terhadap Timbal (Pb) Lichen.
2. Melakukan investigasi pengaruh perbedaaan jenis lichen terhadap konsentrasi Timbal (Pb)

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan keterampilan mahasiswa di lapangan, memperluas wawasan, dan menambah pengetahuan terutama tentang kualitas udara dan cara lain untuk mengetahui kualitas udara dengan bioindikator lichen.
2. Meningkatkan penggunaan lichen sebagai bioindikator alami untuk pemantauan kualitas udara khususnya pada pencemaran timbal.
3. Menganalisis karakteristik Lichen pada Jalan Provinsi Kota Pagar Alam hingga Kabupaten Lahat.

1.5. Ruang Lingkup

Pelaksanaan penelitian ini difokuskan pada:

1. Penggunaan Lahan ditiap titik sampling
2. Konsentrasi timbal pada tanaman lichen yang ditemukan
3. Identifikasi jenis lichen yang ditemukan
4. Pengaruh intensitas kendaraan, suhu dan kelembapan pada konsentrasi timbal di tanaman lichen



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pencemaran Udara

Udara merupakan faktor yang penting dalam hidup serta kehidupan. Biasanya pada era modern ini, sejalan dengan perkembangan pembangunan fisik kota dan pusat-pusat industri, serta berkembangnya transportasi maka, kualitas udara pun mengalami perubahan yang disebabkan oleh terjadinya pencemar (berbentuk gas – gas dan partikel kecil/aerosol) ke dalam udara dalam jumlah tertentu dan dalam jangka waktu yang cukup lama, sehingga dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan, dan tanaman (**BPLH DKI Jakarta, 2013**).

Salah satu masalah dalam pencemaran udara adalah emisi kendaraan bermotor dimana sebagian besar kendaraan bermotor ini menggunakan bahan bakar minyak (BBM) berupa Pertamina, Premium atau Solar yang mana mengandung timbal yang menyebabkan polusi cukup besar terhadap kualitas udara dan kesehatan (**Hariono, 2015**).

2.2. Bioindikator

Bioindikator diartikan dengan makhluk yang diamati penampakannya untuk dipakai sebagai petunjuk tentang keadaan lingkungan dan sumber daya pada suatu habitat, selain itu bioindikator mampu menggambarkan kualitas suatu lingkungan atau situasi ekologi (**Juliantara, 2011**). Bioindikator memandang bahwa kelompok organisme saling berkaitan, dimana kehadiran, ketidakhadiran, dan/atau tingkah lakunya sangat erat terkait dengan status lingkungan tertentu sehingga dapat digunakan sebagai indikator (**Winarni, 2016**).

Umumnya bioindikator adalah spesies yang bereaksi terhadap pengaruh yang dilakukan oleh manusia pada lingkungan. Bioindikator berguna dalam tiga situasi seperti berikut : 1) Dimana faktor -faktor lingkungan tidak dapat

diukur, semisal pada situasi dimana faktor lingkungan di masa lalu direkonstruksi seperti perubahan iklim ; 2) dimana faktor – faktor indikasi yang sulit diukur, semisal pestisida dan residunya atau racun kompleks yang mampu berinteraksi dan bereaksi secara kimia; dan 3) dimana faktor lingkungan mudah diukur namun sulit diinterpretasikan, semisal observasi mengenai perubahan lingkungan yang berpengaruh nyata pada kondisi ekologis (Martuti, 2013).

2.2.1. Pengaplikasian Bioindikator

Terdapat juga bioindikator berdasarkan perbedaan aplikasi yang terdiri dari 3 macam yaitu: 1) Indikator lingkungan: merupakan spesies atau kelompok spesies yang merespon gangguan lingkungan atau perubahan. 2) indikator ekologi: adalah suatu spesies yang diketahui sebagai organisme yang sensitif terhadap polusi, fragmentasi habitat atau tekanan lainnya. Respons indikator tersebut mewakili komunitas. 3) Indikator biodiversitas. Kelimpahan spesies dari takson indikator digunakan untuk mengindikasikan kelimpahan suatu spesies pada suatu lingkungan. Atau biasa disebut parameter terukur biodiversitas (Hardini, 2010).

2.2.2. Tipe Bioindikator

Berdasarkan pengaruh yang dapat dirasakan organisme, bioindikator dibagi menjadi empat seperti pada gambar



Gambar 2 1 Tipe Bioindikator

1. Bioindikator polusi. Bioindikator polusi merupakan spesies yang diketahui sensitif terhadap polusi atau mampu mendeteksi adanya polutan.

2. Bioindikator lingkungan. bioindikator lingkungan merupakan spesies atau kelompok spesies yang merespon secara prediktif terhadap gangguan atau berubahnya lingkungan (misalnya sentinel, detektor, penghisap, akumulator). Sistem indikator lingkungan adalah rangkaian indikator yang memiliki tujuan untuk mendiagnosis keadaan lingkungan untuk pembuatan kebijakan lingkungan.
3. Bioindikator ekologi. Bioindikator ekologi merupakan spesies yang diketahui sensitif terhadap fragmentasi habitat atau tekanan lainnya. Spesies ini mampu mendeteksi perubahan dalam lingkungan alami dan dampaknya. Tanggapan indikator yang mewakili komunitas.
4. Bioindikator keanekaragaman hayati. Kekayaan spesies dari takson indikator digunakan sebagai indikator untuk kekayaan spesies suatu komunitas. Namun, definisi tersebut telah diperluas menjadi “parameter keanekaragaman hayati yang terukur”, termasuk misalnya kekayaan spesies, endemisme, parameter genetik, parameter khusus populasi.

Berbagai jenis bioindikator dapat dijelaskan dari perpektif berbeda. Menurut tujuan bioindikasi, tiga jenis bioindikator dijelaskan perbedaannya, yaitu :

1. Indikator kepatuhan. Indikator kepatuhan, misalnya atribut populasi ikan diukur pada tingkat populasi, komunitas atau ekosistem, dan difokuskan pada isu – isu seperti keberlanjutan populasi atau masyarakat secara keseluruhan.
2. Indikator diagnostik. Indikator diagnostik dan peringatan dini diukur pada tingkat individu atau sub-organisme(biomarker).
3. Indikator peringatan dini. Indikator peringatan dini berfokus pada tanggapan cepat dan sensitif terhadap perubahan lingkungan. Akumulasi bioindikator contohnya (kerang, lumut) dibedakan dari efek toksik bioindikator, dengan efek yang dipelajari pada tingkat organisasi biologis yang berbeda (**Parmar dkk, 2016**).

2.3. Lichen

Lichen merupakan hasil dari simbiosis alga dan jamur. Sehingga menghasilkan keadaan fisiologi dan morfologi yang telah berubah dari keadaan semula yang sesuai dengan keadaan masing masing pembentuknya, lichen bahkan dapat hidup di lingkungan ekstrim namun juga peka terhadap

polusi hampir semua jenis lichen peka terhadap Sulfur Dioksida (SO₂) dan gas buangan kendaraan bermotor atau kawasan industri (**Handoko, 2015**).

Lumut kerak/lichen merupakan organisme yang memiliki kemampuan tumbuh yang terbilang lambat, namun lichen memiliki wilayah penyebaran yang luas, serta merupakan organisme Poikilohidrik yang berarti organisme yang dapat bertahan pada kondisi air yang sangat rendah (**Gupta, 2015**).

2.3.1. Morfologi Lichen / Lumut Kerak

Morfologi Lichen secara umum terdiri dari;



Gambar 2.2 Morfologi Lumut Kerak (Sumber : <http://gis.nasce.org/lichenland/html/meeting.html> dalam Maharani, 2018)

Pada angka 1 menunjukkan *apothecia*. *Apothecia* ini merupakan struktur yang menyerupai cakram yang terbuka atau berbentuk menyerupai cangkir fungsinya sebagai tempat *asci*. Angka 2 menunjukkan talus, yang fungsinya seperti daun pada lichen yakni tempat fotosintesis. ‘Daun’ yang melengkung dan menyebar dari pusat tubuh lumut kerak disebut lobus. Angka 3 menunjukkan rimpang (*rhizines*) strukturnya mirip seperti akar yang bisa digunakan lichen untuk mengaitkan diri ke substrat. Rhizines hanya berfungsi sebagai pengait dan tidak melakukan serapan hara seperti pada parasite atau tanaman lainnya. Angka 4 menunjukkan *isidia* dan *soredia* yakni struktur yang membuat talus terlihat berkerak atau berdebu dan sulit dibedakan tanpa pembesaran. *Isidia* umumnya kecil seperti tanduk atau tonjolan dari

permukaan talus untuk membentuk lumut baru. *Soredia* adalah hida *photobion* yang terlindungi yang 'meletus; dari talus di berbagai tempat, tujuan keduanya adalah reproduksi. Angka 5 menunjukkan *pycnidia* dan *perithecia* masing masing berfungsi melepaskan spora melalui lubang kecil (**Bhat, 2013**).

2.3.2. Lichen sebagai Bioindikator

Lichen dianggap sebagai biomonitoring yang paling baik ini karena karakteristik fisiologis, morfologi, dan anatomi spesifiknya. Perubahan kualitas udara dapat dideteksi oleh beberapa spesies lichen salah satunya *epiphytic* yang sensitif terhadap adanya pencemaran udara. Sangat penting untuk melakukan penilaian suatu daerah yang seharusnya memiliki cukup spesies lichen untuk memantau polusi udara. Lichen juga peka terhadap SO₂, H₂S dan Polutan lainnya seperti logam berat diantaranya Pb, Ni, Cu, Cr, dan Cd, untuk mendeteksi polusi udara, lumut biasanya digunakan sebagai indikator, karena kepekaan mereka terhadap berbagai faktor lingkungan, lumut dianggap sebagai biomonitor kualitas udara yang paling tepat selama kurang lebih 30 tahun terakhir (**Asif, 2018**). Manfaat Lichen

Lichen memiliki banyak manfaat yang umumnya dibagi menjadi 3 yang meliputi (**Giordani dan Brunialti, 2015**):

1. Menjadi Monitoring kualitas udara. Lichen memiliki sensitivitas yang cukup tinggi terhadap gas fitioksik (racun yang diproduksi oleh tanaman tingkat tinggi) ini yang mendasari penggunaan lichen untuk memantau efek pencemaran di atmosfer. Lichen sudah digunakan sebagai biomonitor jangka Panjang untuk pencemaran udara digunakan untuk survie skala kecil maupun skala besar. Survei yang menggunakan lichen sering digunakan untuk menggambarkan data pencemaran pada atmosfer dan untuk memperkirakan hubungannya dengan kesehatan manusia **Berryman dkk (2013)** dan lichen memiliki 2 karakteristik utama yang dapat mendasari penggunaan lichen sebagai bioindikator lingkungan yang pertama lichen tidak memiliki kutikula atau sel penjaga untuk mengatur pertukaran air, nutrisi, gas dan partikel dari lingkungan luar. Kondisi yang demikian ialah mekanisme adaptif lumut kerak yang memungkinkannya untuk mendapatkan nutrisi yang cukup dari proses presipitasi dan sumber lain dari atmosfer. Ini yang menyebabkan lichen tidak

dapat mencegah pemasukan zat ke dalam tubuhnya, sehingga elemen tubuh lichen akan menggambarkan kondisi kontaminan dari atmosfer. Yang kedua lichen tidak memiliki pembuluh angkut dan akar yang berarti ia tidak dipengaruhi oleh elemen tanah, tidak adanya interaksi antara lichen dan tanah ini menghilangkan faktor penentu jika ingin mengetahui indikator kualitas udara yang biasanya menggunakan tanaman berpembuluh.

2. Lichen dapat menjadi penyokong keberlanjutan hutan. Keanekaragamannya berhubungan dengan struktur dan dinamika hutan, pengelolaan hutan yang langsung atau tidak langsung, memengaruhi beberapa faktor lingkungan dan sangat berpengaruh terhadap penyebaran, pendirian, dan pemeliharaan spesies lichen.
3. Lichen dapat berfungsi sebagai Ekosistem. Khususnya lichen epifit yang dapat berperan dalam siklus air hutan, meningkatkan intersepsi tajuk presipitasi dan siklus nutrisi – hara. Lichen dalam siklus nutrisi menjadi bagian terpenting makanan di hutan. Lichen dapat mempengaruhi berhasilnya ekologis pada satwa hutan dengan bermacam cara seperti makrofauna yang bersarang pada tubuhnya atau sebagai makanan fauna.

2.4. Timbal (Pb)

Timbal atau biasa disebut juga sebagai logam Pb dalam susunan unsur merupakan logam berat yang sejatinya terdapat di lingkungan secara alami yang berasal dari dalam kerak bumi dan tersebar ke lingkungan dalam jumlah kecil melalui proses oleh alam (Ajeng dkk, 2013).

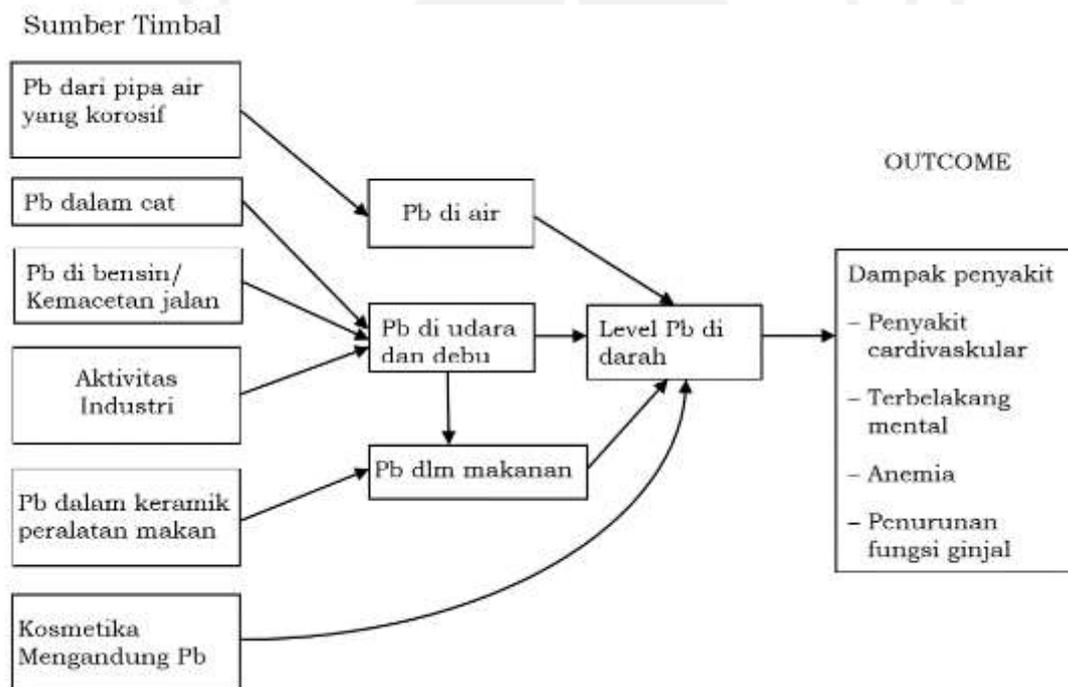
Batas atas timbal yang diperkenankan untuk laki – laki 40g/dL dan untuk perempuan yaitu 30g/dL (Hariono, 2015). Pengendalian pencemaran udara terdapat parameter logam berat timbal (Pb) yang telah diatur baku mutunya, dengan nilai baku mutu Pb tahunan di udara ambien yaitu $1\mu\text{g}/\text{m}^3$, dan $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk pengukuran 24 jam. Baku mutu tersebut dalam bentuk TSP yang ukuran partikulatnya $<100\mu\text{m}^3$ (PP 41/1999).

2.4.1. Timbal (Pb) Pada Gas Buangan Kendaraan Bermotor

Logam Pb yang terkandung dalam bensin sangat berbahaya, sebab pembakaran bensin akan mengemisikan 0,09 gram timbal dalam 1 km. efek yang ditimbulkan pun cukup serius salah satunya kemunduran IQ dan

kerusakan otak yang ditimbulkan dari emisi timbal ini. Pada orang dewasa umumnya saat keracunan timbal menyebabkan pusing, kehilangan selera, sakit kepala, anemia, sukar tidur, lemah, dan keguguran kandungan. Selain itu timbal berbahaya karena dapat mengakibatkan perubahan bentuk dan ukuran sel darah merah mengakibatkan tekanan darah tinggi (**Gustina, 2012**).

Emisi Pb ke udara biasanya dalam bentuk gas atau partikel sebagai hasil samping pembakaran yang kurang sempurna dalam mesin kendaraan bermotor. Kurang sempurnanya proses pembakaran dalam mesin kendaraan, maka semakin banyak jumlah Pb yang akan di emisikan ke udara. Senyawa yang terdapat dalam kendaraan yaitu $PbBrCl$, $PbBrCl \cdot 2PbO$, $PbCl_2$, $Pb(OH)Cl$, $PbBr_2$ dan $PbCO_3 \cdot 2PbO$, diantara senyawa tersebut $PbCO_3 \cdot PbO$ merupakan senyawa yang berbahaya bagi kesehatan (**Gusnita, 2012**).



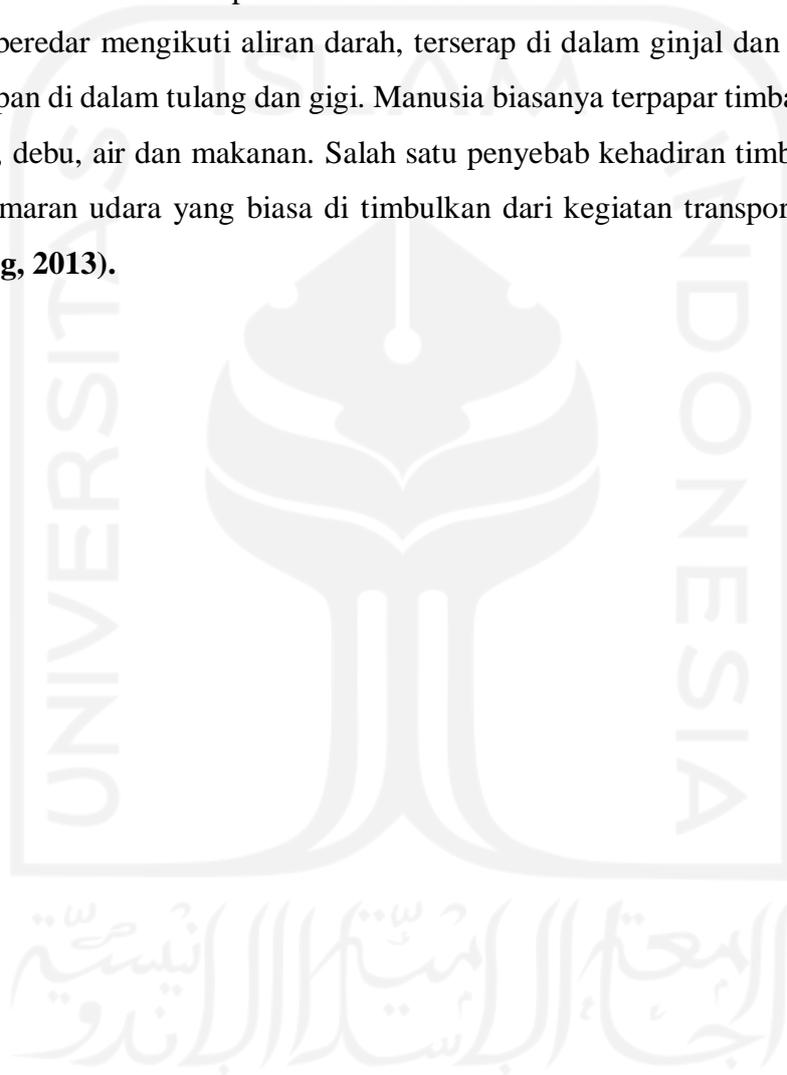
Gambar 2.3 Alur Pejanaan Pb dalam lingkungan Sumber : <http://mathusen.wordpress.com/2010/01/24> dalam (Gusnita, 2012)

2.4.2. Bahaya Timbal

Timbal dapat masuk kedalam aliran darah dengan cara oral dan inhalasi ini dapat menyebabkan hipertensi. Timbal dapat menyebabkan meningkatnya produksi reactive oxygen species (ROS). ROS ialah bentuk turunan dari Oksigen yang terjadi saat bereaksi dengan electron. Sumber utama ROS ialah dari hasil respirasi selular dan proses metabolisme. Selain itu, ROS juga dapat

berasal dari radiasi. ROS mempunyai peran yang krusial pada fisiologis manusia dan proses *patofisiologis*. ROS berperan dalam fungsi imun, *trioid*, kognitif dan modulasi sensor nutrient dan umur. Dalam kaitannya dengan kesehatan ROS, berhubungan dengan implikasi beberapa penyakit seperti cancer, penyakit kardiovaskuler (termasuk hipertensi), dan penyakit syaraf. **(Sigit dkk, 2015).**

Apabila timbal terhirup atau tertelan oleh manusia dan di dalam tubuh, ia akan beredar mengikuti aliran darah, terserap di dalam ginjal dan otak, dan disimpan di dalam tulang dan gigi. Manusia biasanya terpapar timbal melalui udara, debu, air dan makanan. Salah satu penyebab kehadiran timbal adalah pencemaran udara yang biasa di timbulkan dari kegiatan transportasi darat **(Ajeng, 2013).**



2.5. Penelitian Sebelumnya

Tabel 2 | Penelitian Sebelumnya

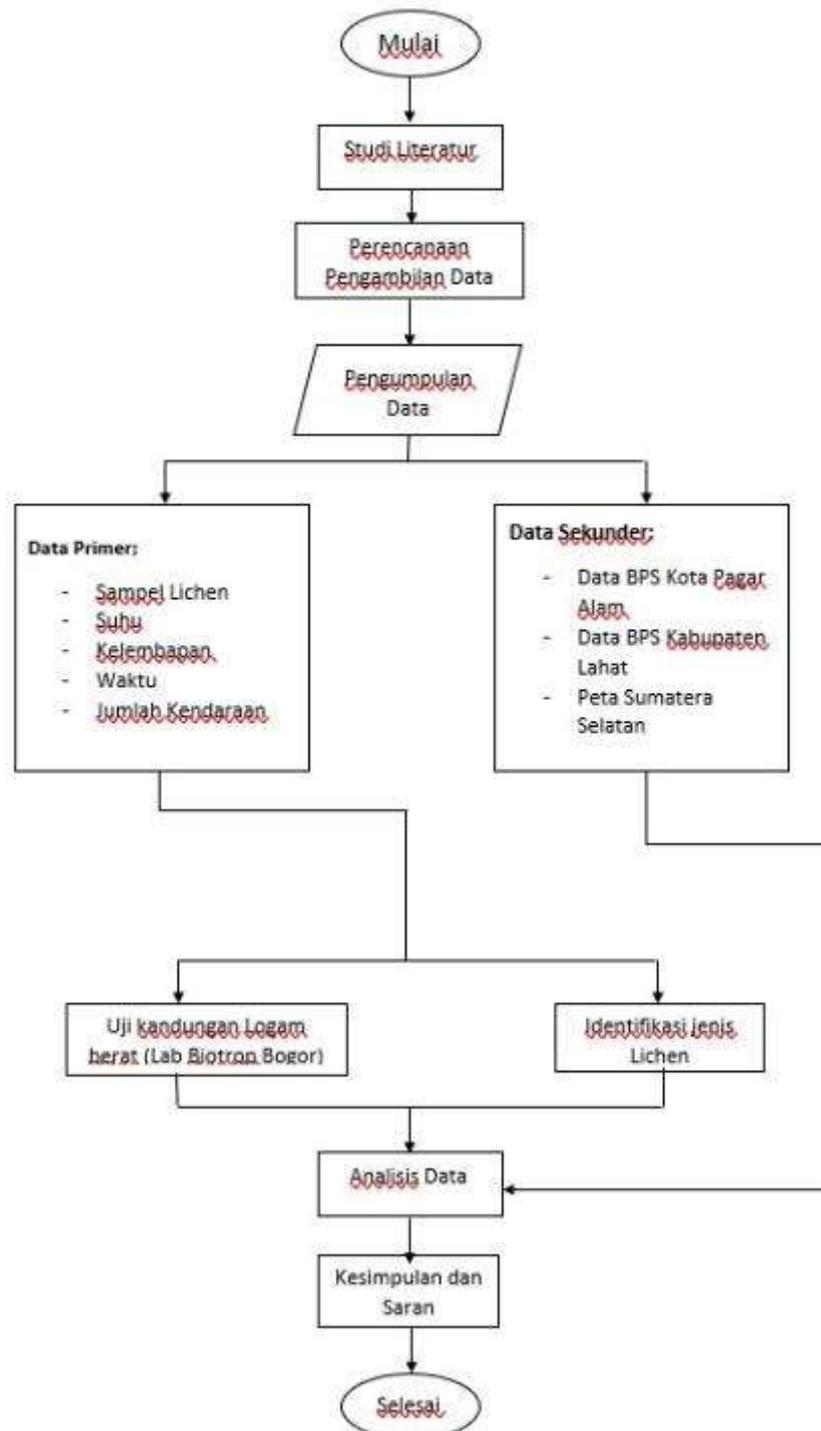
Nama	Judul	Hasil
Mohammad Jamhan	<p>HUBUNGAN KANDUNGAN TIMBAL (Pb) DI UDARA DENGAN Pb DALAM TALUS LICHEN <i>Xanthoparmelia xanthofarinosa</i></p>	<p>Dalam penelitian ini menguji kandungan Pb dengan bioindikator lichen X. <i>xanthofarinosa</i> dengan hasil Kandungan Pb di udara berhubungan positif dengan Pb yang terdapat dalam talus lichen X. <i>Xanthofarinosa</i>.</p>
Obiakor, M.O & Ezeonyejiaku, C.D	<p>Lichens as Bio-Identity Tool for Monitoring Atmospheric Heavy Metal Deposition in Industrial and Urban Environment</p>	<p>Dalam penelitian ini menguji lichen sebagai bioindikator untuk pemantauan atmosfer deposisi logam berat dengan hasil sejumlah besar logam berat dalam jumlah saat ini mempelajari tetapi konsentrasi Pb, Cr, Cu, dan Zn yang diperoleh jauh lebih rendah Pb dalam atmosfer adalah bahan bakar mobil, industri baterai dan penggunaannya dalam pestisida manufaktur. Dalam penelitian ini Pb terakumulasi dalam jumlah yang sangat sedikit di sampel lumut.</p>

<p>Tati Nasriyati, Murningsih, Sri Utami</p>	<p>Morfologi Talus Lichen Dirinaria Picta (Sw.) Schaer. Ex Clem pada Tingkat Kepadatan Lalu Lintas yang Berbeda di Kota Semarang</p>	<p>Dalam penelitian ini menguji lichen sebagai bioindikator dengan hasil Warna talus di lokasi padat kendaraan cenderung berwarna lebih gelap dibandingkan dengan warna talus yang berada di daerah lain, dengan tingkat kepadatan kendaraan yang rendah. bentuk talus cenderung membulat. lonjong, dan tidak beraturan mengikuti pola substrat. Luas penutupan terendah terdapat di lokasi yang memiliki kepadatan lalu lintas tertinggi</p>
--	--	---

BAB III

METEDOLOGI PENELITIAN

3.1. Prosedur Analisis Data



Gambar 3 1 Gambar Prosedur Analisis Data

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur dengan membaca jurnal dan topik yang mirip dari penelitian sebelumnya, kemudian memahami lichen secara umum. Setelah itu dilakukan pengumpulan data yang mana ada 2 data yang perlu dikumpulkan yaitu; data primer yang terdiri dari Sampel Lichen pada titik sampling, Suhu, Kelembapan dan kepadatan kendaraan pada tiap lokasi sampling. Data Sekunder yang terdiri dari data geografis dan data statistik pada lokasi sampling yaitu Kota Pagar Alam dan Kabupaten Lahat, serta peta lokasi sampling ini sebagai literatur bahan untuk melakukan analisis hasil agar lebih memahami kondisi lokasi sampling dan. Setelah didapatkan data primer dan sekunder dilakukan uji pada laboratorium berupa uji konstrasi logam berat pada sampel lichen dan identifikasi jenis lichen kemudian hasil datanya di analisis dengan statistik sehingga didapatkan hasil dalam bentuk yang lebih sederhana, dan memberikan kesimpulan dan saran.

3.2. Jenis dan Desain Penelitian

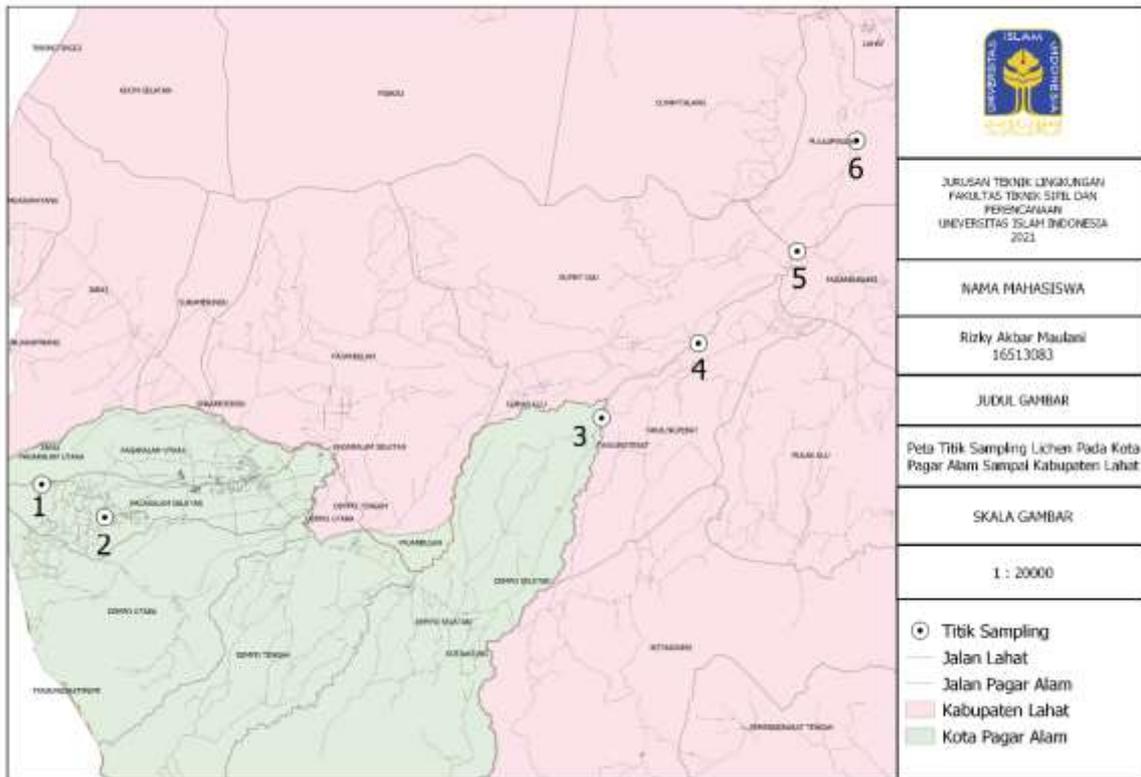
Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan menggunakan metode analisis kuantitatif. Untuk desain penelitian dimulai dari pengumpulan data sekunder terkait dengan kondisi geografis dari tempat sampling Kota Pagar Alam dan Kabupaten Lahat serta melihat Peta dan Data Badan Pusat Statistik agar dapat mengetahui jumlah kendaraan bermotor sebagai sumber pencemar timbal dan sumber pencemar timbal lain sehingga dapat menjadi bahan Analisis. Kemudian penulis melakukan pengumpulan data primer terkait dengan Pengambilan sampel lichen, suhu dan kelembapan pada ke 6 titik sampling, mencatat waktu kepadatan kendaraan dalam 1 menit pada tiap titik sampling dan kordinat sampling. Alasannya menetapkan 6 titik sampling yaitu untuk adanya variasi data pada Kota dan Kabupaten yang di lalui jalan Provinsi dengan landasan pada area yang memiliki kawasan Hutan Primer/ Sekunder, Daerah urban di pertengahan, dan daerah urban dekat perkotaan.

Alasan menetapkan 6 titik sampel ialah agar mendapat data yang bervariasi dan dianggap dapat mewakili area tersebut adapun titik sampel yang akan di ambil dengan target pada titik pertama ialah daerah yang tidak atau minim dari paparan timbal pada Kota Pagar Alam, titik sampling yang kedua ialah daerah yang memiliki sumber pencemar timbal yang tidak terlalu banyak

dan masih memiliki daerah hijau yang masih berada pada titik pertama di , Gunung Dempo tepatnya 10 m dari pintu rimba, Tugu Rimau sendiri adalah batas antara hutan lindung dan daerah pemukiman manusia, mengapa mengambil sampel pada titik ini dikarenakan mempertimbangkan kondisi Hutan Lindung Gunung Dempo lebih tepatnya di tugu rimau, yang masih terjaga dan diduga tidak ada asap dari kendaraan atau sumber pencemar timbal lainnya, dan dari tempat yang memang masih asri dan terjaga. Titik ke dua berada pada perkebunan teh yang tidak jauh dari titik pertama kurang lebih 5 km alasannya ialah pada daerah ini masih terdapat tanaman hijau dan sumber timbal pada daerah ini ada yaitu berupa kendaraan bermotor. Titik ke tiga berada jauh di ujung perbatasan antara Kota Pagar Alam dengan Kabupaten Lahat lebih tepatnya Jembatan Endikat yang sumber pencemar timbalnya tinggi karena dekat dengan area padat kendaraan dan jembatan endikat, titik ke Empat di Tanjung Tebat berada jauh dari titik ke tiga di area ini masih banyak pepohonan, perkampungan terdapat industry kayu dan persawahan, titik ke lima di Pagar Gunung berada pada lingkungan penduduk pada lokasi ini dianggap memiliki pencemar sedang dan titik terakhir diambil pada pulau pinang jalan sebelum masuk ke kota lahat jelas titik ini dianggap sebagai daerah yang banyak tercemar oleh timbal hasil kendaraan,

Dengan kordinat sampling pada titik:

- a) Titik 1 ($4^{\circ}01'44.89$ S & $103^{\circ}20'05,32''$ T)
- b) Titik 2 ($4^{\circ}02'31.18$ S & $103^{\circ}15'81,181''$ T)
- c) Titik 3 ($3^{\circ}99'40.77$ S & $103^{\circ}41'24,03''$ T)
- d) Titik 4 ($4^{\circ}125'32,7780$ S & $103^{\circ}43'94,090''$ T)
- e) Titik 5 ($3^{\circ}97'86,76$ S & $103^{\circ}43'34,43$ T),
- f) Titik 6 ($3^{\circ}125'33,4917$ S & $103^{\circ}42'23,98''$ T)



Gambar 3 2 Lokasi Pengambilan Sampel pada titik awal di Gunung Dempo Kota Pagar Alam sampai Kabupaten Lahat Sumatera Selatan.

3.3. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada sepanjang Jalan Provinsi Kota Pagar alam hingga Kabupaten Lahat, dengan titik awal pada Gunung Dempo hutan lindung hingga kota Lahat, waktu penelitian pada bulan Desember 2019 sampai dengan Agustus 2020.

3.3.1. Kondisi umum kedua daerah menurut Badan Pusat Statistik 2019

Kabupaten Lahat memiliki luas wilayah 436.184 Km² dan memiliki 24 Kecamatan serta 405.524 jiwa yang mana memiliki lajur transportasi yang lumayan padat tercatat ada 138 angkutan darat dan untuk kendaraan pribadi kendaraan roda empat berjumlah 2264, dan kendaraan roda dua berjumlah 17574 dan memiliki Panjang jalan kabupaten 1339,10 Km yang biasanya dilalui kendaraan bermotor, kendaraan umum (**Kabupaten Lahat dalam angka 2019**). Kota Pagar alam adalah salah satu Kota yang berada di Sumatera Selatan dengan luas daerah 633,66 km² dengan jumlah penduduk sebanyak

137.909 jiwa dan untuk transportasi darat kendaraan roda empat berjumlah 3214 dan kendaraan roda dua berjumlah 29359. Ini menandakan dari data tersebut memiliki jumlah sumber pencemar udara yang relatif tinggi dari banyaknya jumlah kendaraan bermotor dan banyaknya jumlah penduduk hal ini dapat menjadi bahan analisis karena kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber penghasil timbal sehingga data dari kedua daerah tersebut dapat dijadikan suatu dugaan bahwa kendaraan disana yang menyebabkan adanya pencemaran udara oleh timbal **Kota Pagar Alam dalam angka, (2019).**

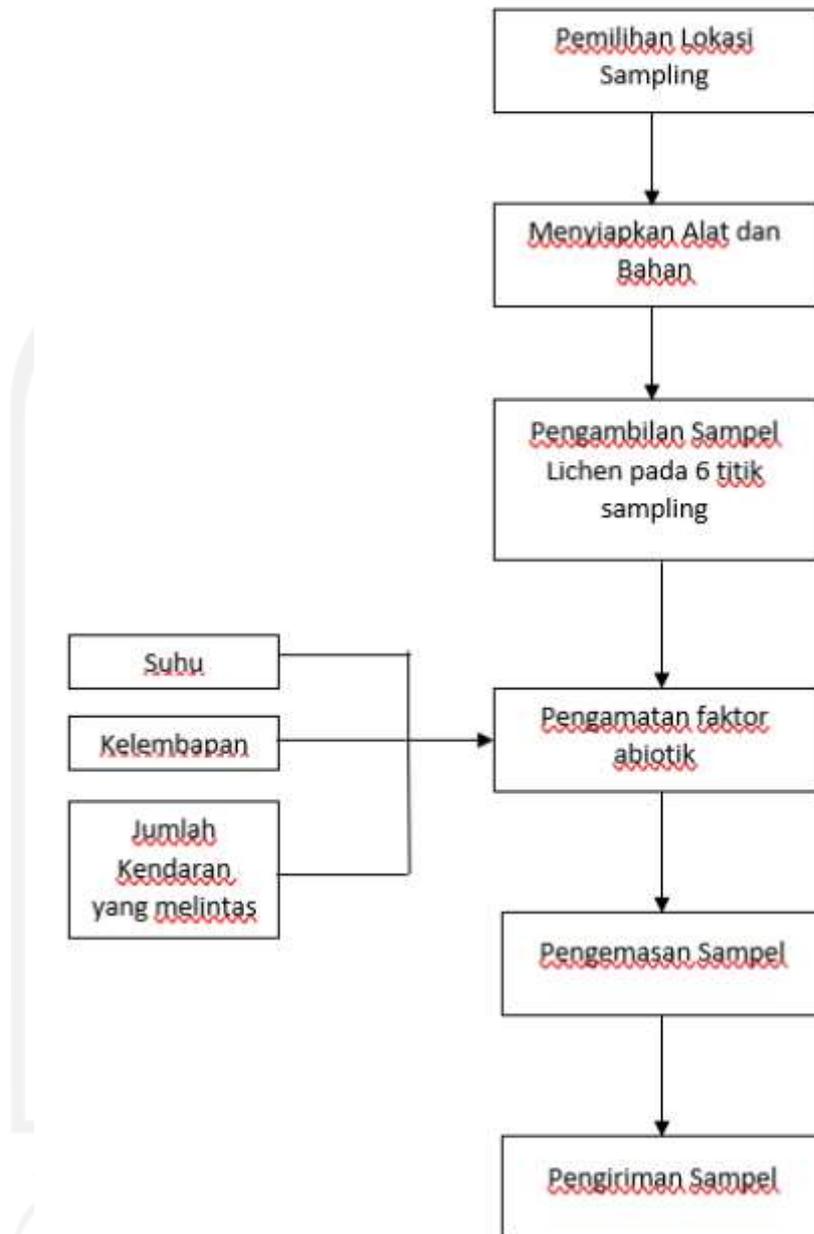
3.4. Sampel Penelitian

Sampel penelitian kali ini adalah Lichen yang berada pada 6 titik sampling. Cara pengambilan sampel yaitu dengan metode Jelajah (*cruise method*) pada kawasan pengambilan sampel pengambilan langsung dengan mengerik batang inang lichen tanpa merusak spesimen lichen kemudian menaruh sampel pada plastik lalu setelah kering menyimpan sampel dalam amplop dan menamai sampel **Eastu, dkk, (2018).**

3.4.1. Metode Sampling

Metode Penelitian Metode Jelajah (*cruise method*). Pengambilan sampel dengan Metode Purposive Sampling, Menurut Sugiyono adalah teknik penentuan yang mana metode dianggap mewakili seluruh komponen yang dianggap telah sesuai dengan kriteria – kriteria yang diterapkan berdasarkan tujuan penelitian atau permasalahan penelitian. Dalam penelitian ini digunakan Purposive sampling pada ke 6 titik samplingnya karena dianggap bisa mewakili daerah sekitarnya dan telah sesuai dengan kriteria yang ditetapkan yaitu pada 3 kondisi yang tidak tercemar oleh timbal, sedikit atau tercemar sedang, dan tercemar berat. **(Eastu, dkk,2018)**

3.4.2. Prosedur Pengambilan Sampel Lichen



Gambar 3.3 Prosedur Pengambilan Sampel

Pada prosedur pengambilan lichen ini merujuk pada beberapa penelitian yang sejenis seperti pada table 2.1 dan penelitian Identifikasi Jenis Lichen di Kawasan Objek Wisata Teluk Wang Sakti yang diteliti oleh Eastu Septine Andrea dan Rozana Zuhri, Leni pada tahun 2018.

Adapun Teknis dalam pengambilan sampel ini dilakukan dengan cara;

1. Pemilihan lokasi sampling dipilih dengan melihat adanya hutan lindung yang merupakan titik sampling 1 yang menjadi parameter titik dimana belum tercemar oleh timbal. Dan melihat adanya kabupaten penghasil batubara dan kedua kabupaten tersebut berdekatan.
2. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan diantaranya ialah alat : 1) Alat tulis, 2) Plastik Sampel ukuran 16 x 25cm, 3) Plastik zip ukuran 25x35 cm 2 buah, 4) Gunting 5) Kotak Sampel 6) Spidol 7) *Global Positioning System* (GPS), 8) Hygrometer 9) Kamera Mirrorless 10) Stopwatch
Adapun untuk bahan yaitu berupa 1) Sampel Lichen yang ada di pohon sekitar jalan Provinsi, Gunung Dempo Kota Pagar Alam sampai Kabupaten Lahat.
3. Pengambilan sampel lichen pada 6 titik sampling, mengapa dengan 6 titik sampling karena di asumsikan ke 6 titik tersebut mewakili 3 kondisi daerah yang akan di uji yaitu 1) Hutan Primer / daerah yang memiliki sumber pencemar timbal sangat sedikit atau tidak ada sama sekali atau juga berada pada hutan sekunder. 2) Daerah yang masih memiliki area hijau dan telah tercemar asap kendaraan namun hanya sedikit sampai dengan sedang dan yang terakhir 3) daerah urban yang telah tercemar asap kendaraan dan di lalui kendaraan cukup sering. Dengan ketiga kondisi tadi di Kota dan Kabupaten yang berbeda, sehingga dapat di ambil 6 titik sampling yang masih berada pada jalur jalan Provinsi penghubung kedua Kota dan Kabupaten tersebut. Pengambilan sampel juga mengacu dengan Jurnal **Nurjanah dkk, (2013)** di jurnal tersebut menggunakan metode pengerikan sampel lichen dari permukaan kulit batang pohon, bagian sampel yang diambil ialah tubuh lichen. Dengan sedikit modifikasi mengambil sampel lichen dalam radius 5m dari titik sisi jalan. Dan Pengambilan Gambar pada setiap jenis sampel dan lokasi sampling
4. Pengamatan faktor abiotik dilakukan saat berada di tiap tiap titik sampling dengan mengukur suhu dan kelembapan menggunakan Hygrometer dengan waktu 10 menit di tiap lokasi, ini berdasarkan Sumber dari **Septiyani dkk, (2018)** namun dalam jurnal tersebut waktunya hanya 5 menit, akan tetapi agar nilainya konstan maka di lebihkan waktunya. Dan untuk kepadatan lalu lintas di ukur selama 1 menit dan mencatat berapa banyak kendaraan yang lewat.

5. Pengemasan Sampel sendiri menggunakan Plastik sebagai penyimpanan sementara agar sampel tidak terkena hujan saat di lapangan namun saat dimasukkan kedalam kotak sampel, dimasukkan terlebih dahulu kedalam amplop dan disusun ini bertujuan agar sampel lichen tetap awet dan tidak membusuk ini juga bersumber dari Modul Pembuatan Spesimen Herbarium Kering dengan cara membersihkan specimen lichen dari berbagai kotoran kemudian ditata di atas kertas atau amplop dan ditutup dengan lembaran kertas di bawah dan di atasnya. **Sujadmiko, dkk, (2012)**
6. Pengiriman Sampel dilakukan dengan menggunakan jasa ekspedisi pengiriman barang dengan melabeli bahan mudah rusak serta dikemas kedap udara agar tidak ada kontaminan lain yang terserap oleh lichen dan dapat merusak kemurnian sampel.

3.5. Analisis Laboratorium

Menimbang 5g sampel lichen dan dimasukkan pada cawan porselen atau piala gelas Pyrex 100 ml, kemudian menambahkan dengan menggunakan batang pengaduk dan dibilas dengan etanol 95%. Menguapkan etanol diatas penangas air sambal diaduk sekali- sekali, kemudian dipanaskan diatas penangas listrik (menutup pialas gelas dengan kaca alroji). Memindahkan piala gelas ke dalam tanur dengan suhu 200°C dan secara bertahap menaikkan suhu sampai 500°C selama 2 jam dan diabukan sepanjang malam pada suhu 450-500°C. Mengangkat piala gelas dari tanur dan dibiarkan dingin. Apabila masih terdapat sisa karbon, setelah dingin ditambahkan 1 ml air dan 2 ml HNO₃ kemudian dikeringkan di atas penangas air. Dipanaskan lagi pada suhu 500°C selama 1 jam. Semua prosedur diulang sampai diperoleh abu yang berwarna putih, menambahkan 5 ml larutan HCl dan HNO₃ ke dalam abu melalui dinding gelas piala dan dipanaskan diatas penangas air sampai abu terlarut. Memindahkan larutan secara kuantitatif ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian mengimpitkan labu dengan air suling. Menyaring dengan laurtan saring, mengerjakan blanko denan menggunakan pereaksi yang sama. Membaca absobsi larutan standar, blanko dan lichen dengan menggunakan SSA pada Panjang Gelombang 283,3 nm untuk timbal. Membuat kurba kalibrasi dengan sumbu Y sebagai Absorbansi dan sumbu X sebagai konsentrasi (dalam ppm) serta menghitung kandungan logam dalam lichen (**Ihrom, 2015**).

Dalam Penelitian ini pada proses analisis labnya menggunakan alat spektrofotometer absorbs atom atau yang biasa di singkat (SAA/AAS) dengan prinsipnya energi secara eksklusif oleh atom dalam keadaan dasar dan berada pada bentuk gas. Dalam penelitian ini setelah sampel lichen selesai di ekstraksi dimasukkan kedalam SAA kemudian larutan tadi disedot ke dalam mesin menyala, dan akan berubah menjadi uap sesuai dengan spesi logam beberapa logam akan naik langsung ke tingkat energi eksitasi sedemikian rupa untuk memancarkan radiasi logam tertentu. Titik kritis dari atom logam dengan energi kuantum yang cukup besar dari suatu unsur tertentu akan tetap berada dalam keadaan dasar dan tidak teremisi. Atom tersebut yang akan menerima radiasi cahaya yang memiliki Panjang gelombang tertentu yang sesuai dengan atom logam. Singkatnya setelah sampel di ekstraksi dan di encerkan sampel dan larutan standar akan di hubungkan pada alat SAA, kemudian alat akan melakukan analisis larutan standar dan sampel tadi dan hasilnya akan keluar berupa angka dan kemudian mencatat hasilnya (**Hamzah, 2013**). **Namun karena adanya Pandemi COVID 19 dalam rangka mematuhi protokol kesehatan analisis penelitian ini dilakukan di Lab Luar Universitas Islam Indonesia yaitu laboratorium Seameo Biotrop Bogor.**

3.6. Pengolahan Data

Pengolahan data yang akan dilakukan yakni dengan membandingkan hasil penelitian dengan 6 titik sampling serta membandingkan antara kepadatan kendaraan, suhu, dan kelembapan dengan nilai logam berat yang terkandung. data hasil lab nanti akan di masukkan pada persamaan statistik Anova yang akan mendapatkan hasil lebih dari dua kelompok seperti perbandingan antara tiap lokasi sampling dengan kandungan logam berat yang ada pada setiap lokasi samplingnya, atau adanya perbandingan suhu, kandungan logam berat dengan kepadatan kendaraan pada setiap lokasi. Dalam pengolahan data ini menggunakan metode Statistik Anova yang mana adalah bentuk khusus dari analisis statistik yang banyak digunakan dalam penelitian eksperimen. Anova adalah data simple random dari populasi yang sama sehingga memiliki ekspektasi *mean* dan varians yang sama. Sebagai contoh penelitian ini memberi perlakuan terhadap sampel lichen yang sama. Hipotesis nol nya adalah semua perlakuan akan memiliki efek yang sama (**Marpaung, dkk, 2017**).

Adapun Variabel yang akan diteliti yaitu Variabel Bebasnya ialah intensitas kendaraan yang lewat atau bahan sumber pencemar timbal, variabel terikatnya ialah Lichen yang ditemukan pada titik sampling, dan variabel kontrolnya ialah daerah Hutan Lindung Gunung Dempo yang dianggap dapat mewakili area tanpa pencemar timbal. Adapun metode untuk identifikasi jenis lichen pada sampel yang telah di peroleh ialah menggunakan pedoman identifikasi lichen dari beberapa buku serta literatur yang ada.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Wilayah

Penelitian Ini dilakukan mencakup 2 wilayah yaitu Hutan Gunung Dempo di Kota Pagar Alam hingga Kabupaten Lahat dengan menetapkan 6 titik sampling di kedua daerah tersebut. 3 titik sampling terdapat di Kota Pagar Alam dan 3 titik sampling terdapat di wilayah Kabupaten Lahat. Dimulai dari Tugu Rimau Hutan Gunung Dempo di Kota Pagar Alam sampai Pulau Pinang sebelum perkotaan Kabupaten Lahat. Selama penelitian berlangsung, yaitu pada bulan Desember 2019 tercatat temperatur lingkungan yang paling rendah adalah 22°C dan suhu yang paling maksimum sebesar 35°C.

- a. Titik 1 merupakan Hutan Primer Gunung Dempo tepatnya di Tugu Rimau Kota Pagar Alam (4°01'44.89 S & 103°20'05,32" T)
- b. Titik 2 merupakan Kebun Teh Yang berada di Kota (4°02'31.18 S & 103°15'81,181" T)
- c. Titik 3 merupakan jembatan endikat penghubung dan perbatasan Kota Pagar Alam dan Kabupaten Lahat (3°99'40.77 S & 103°41'24,03" T)
- d. Titik 4 Tanjung Tebat merupakan Hutan Sekunder yang berada di Kabupaten Lahat yang tak jauh dari Jembatan (4°125'32,7780 S & 103 ° 43'94, 090" T)
- e. Titik 5 Pagar Gunung merupakan Perkampungan dan persawahan (3°97'86,76 S & 103°43'34,43 T),
- f. Titik 6 Pulau Pinang merupakan desa terakhir sebelum Kota Lahat (3° 125'33,4917 S & 103°42'23,98" T)

4.1.1. Tugu Rimau, Gunung Dempo, Pagar Alam Selatan (4°01'44.89 S & 103°20'05,32" T)

Tugu Rimau masuk di kelurahan Gunung Dempo Kecamatan Pagar Alam Selatan, Gunung Dempo ialah kawasan hutan lindung yang di bawah kewenangan Ditjen PHKA Kementerian Kehutanan Republik Indonesia yang berada di Kota Pagar Alam, Sumatera Selatan. Kawasan ini masuk dalam gugus bukit barisan yang

membentang dari utara sampai selatan pulau Sumatera, berada di ketinggian 1600-3159m dpl (**Ismaini, Dkk 2015**). Kecamatan Pagar Alam sendiri memiliki Angkutan penumpang 90 unit dan angkutan barang 275 unit dan ojek motor berjumlah 12967, Gunung Dempo selain hutan lindung juga di bawahnya di jadikan tempat wisata alam hal ini di dukung dengan jumlah hotel dan penginapan di daerah ini yang paling banyak dari kelurahan lain yaitu berjumlah 6. Dengan Industri rumah tangga sebanyak 5 unit.

4.1.2. Kebun Teh, Gunung Dempo, Pagar Alam Selatan (4°02'31.18 S & 103°15'81,181" T)

Kebun Teh Gunung Dempo ini masuk di kelurahan Gunung dempo Kecamatan Pagar Alam Selatan, Kebun teh ini berada pada ketinggian sekitar 1.520 m dpl. Merupakan daerah wisata dan edukasi. terdapat 90 unit angkutan penumpang, 275 unit angkutan barang dan 12967 unit ojek motor.

4.1.3. Jembatan Endikat (3°99'40.77 S & 103°41'24,03" T)

Lokasi ini masuk kedalam Kecamatan Dempo Selatan, Pagar Alam. Jembatan yang panjangnya kurang lebih 50 meter dan lebar 10 meter. Dengan jumlah kendaraan di Kecamatan Dempo Selatan ini ialah 73 unit angkutan barang, dan 160 unit angkutan penumpang angka ini didapat dari Kecamatan Dempo Selatan Dalam Angka 2018 hal ini berpotensi terus meningkat seiring bertambahnya waktu. Jembatan Endikat atau Lematang terletak di perbatasan Dempo Selatan, Kota Pagar Alam dengan daerah Pajar Bulan, Kabupaten Lahat dan setelah jembatan terdapat Likuan Endikat yang berupa Jalanan Berliku, Menanjak dan Berkelok.

4.1.4. Tanjung Tebat, Kabupaten Lahat (4°125'32,7780 S & 103 ° 43'94, 090" T)

Tanjung Tebat merupakan salah satu Kecamatan di Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Lahan pada daerah ini kebanyakan adalah perkebunan yang di dominasi oleh tanaman karet dengan luas tanam 629 ha, dan terdapat juga persawahan dengan luas panen 2320 ha. Dan terdapat juga 3 industri kayu dan 1 industri gerabah dan industri pembuatan makanan yang baru berskala kecil, dan memiliki Bengkel 20 unit. Merupakan daerah yang padat kendaraan karena lokasinya tidak jauh dari Jembatan Endikat.

4.1.5. Pagar Gunung, Kabupaten Lahat (3° 125'33,4917 S & 103°42'23,98" T)

Pagar Gunung adalah salah satu Kecamatan di Kabupaten Lahat. Wilayah yang cukup padat dengan kepadatan penduduk 12553 jiwa, memiliki area persawahan sebesar 1126 ha dan Perkebunan seluas 6223 ha memiliki angkutan darat 13 dengan penumpang angkutan darat sebanyak 104. Tidak terdapat industri lokasi ini namun terdapat aktivitas perdagangan yang besar terdapat 2 pasar tradisional, 5 toko, 147 warung dan 8 kedai makanan dan minuman. Juga terdapat 20 bengkel. Data diatas mengacu pada Kecamatan Pagar Gunung Dalam Angka 2018.

4.1.6. Pulau Pinang, Kabupaten Lahat (3° 125'33,4917 S & 103°42'23,98" T)

Pulau Pinang juga salah satu Kecamatan di Kabupaten Lahat dengan jumlah penduduk sebanyak 8661 jiwa, memiliki area perkebunan yang mendominasi dengan luas 1821 ha dan persawahan 452 ha. Memiliki 4 industri kayu dan 2 industri pakaian jadi serta 18 industri makanan dan minuman. Memiliki angkutan darat sebanyak 25 unit dengan penumpang Angkutan darat sebanyak 200.



Tugu Rimau, Gunung Dempo, Pagar Alam



Kebun Teh, Pagar Alam



Jembatan Endikat, Pagar Alam



Tanjung Tebat, Lahat



Pagar Gunung, Lahat



Pulau Pinang, Desa Terakhir, Lahat

Gambar 4 1 Kondisi Lingkungan pada tiap titik sampling

Dari peta diatas penelitian ini menggunakan 6 titik sampling dimana setiap titik di harapkan dapat mewakili daerah sekitarnya. Dimulai dari daerah yang di anggap paling tidak tercemar oleh Timbal sampai ke daerah yang di anggap memiliki konsentrasi Timbal yang besar.

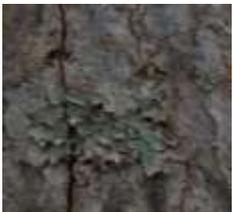
4.2. Identifikasi Jenis Lichen

Penelitian ini menggunakan Lichen sebagai Bioindikatornya. Sebenarnya Bioindikator lingkungan untuk mengukur kualitas udara ada beberapa seperti, Bryophyta, Pteridophyta, Lichen, dan Tumbuhan Tingkat Tinggi. Lichen dipilih karena lichen dapat hidup pada tempat ekstrim sekalipun, dan tanpa melakukan pengujian labolatorium dapat dilihat dari talus lichen jika semakin gelap maka terdapat pencemaran dalam daerah itu, karena lichen tidak memiliki kutikula atau sel penjaga seperti tumbuhan lainnya yang berguna untuk pertukaran air, nutrisi, gas dan partikel dari lingkungan luar, hal ini yang membuat lichen hanya menyerap nutrisi dari presipitasi dari secara langsung atmosfer. Lichen tidak dapat mencegah masuknya zat kontaminan kedalam tubuhnya sehingga hal ini yang mendeskripsikan lingkungan udara di sekitarnya. Kemudian lichen tidak memiliki pembuluh angkut dan akar hal ini yang membuat lichen tidak dipengaruhi oleh elemen tanah.

Lichen yang dijadikan sampel ialah Lichen yang berada di sekitar jalan Gunung Dempo (Tugu Rimau) Pagar Alam sampai ke Kabupaten Lahat. adapun jenis lichen yang didapat sebagai berikut ;

Tabel 4 1 Identifikasi Lichen dan titik penemuannya

No	Gambar	Famili	Spesies	Tipe Tallus	Warna Tallus	Titik Sampling					
						1	2	3	4	5	6
1		<i>Parmeliaceae</i>	<i>Lecanoromycetes</i>	Fruticose	Hijau	•					
2		<i>Physciaceae</i>	<i>Heterodermia speciosa</i>	Foliose	Hijau	•					
3		<i>Parmeliaceae</i>	<i>Parmotrema reticulatum</i>	Foliose	Hijau		•				
4		<i>Caliciaceae</i>	<i>Dirinaria picta</i>	Crustose	Hijau Pucat keabu -abuan			•			

No	Gambar	Famili	Spesies	Tipe Tallus	Warna Tallus	Titik Sampling					
						1	2	3	4	5	6
5		<i>Ramalinaceae</i>	<i>Ramalina fraxinea</i>	Foliose	Hijau gelap				•		
6		<i>Parmeliaceae</i>	<i>Canoparmelia aptata</i>	Foliose	Hijau Pucat dan mulai layu				•		
7		<i>Arthoniaceae</i>	<i>Cryptothecia striata</i>	Crustose	Hijau gelap					•	
8		<i>Arthoniaceae</i>	<i>Cryptothecia scripta</i>	Crustose	Hijau Pucat & abu abu						•

Ket • = Ditemukan

Berdasarkan hasil penelitian di atas ditemukan 8 jenis lichen yang berbeda pada ke 6 titik sampling. Pada titik sampling pertama Tugu Rimau terdapat 2 spesies lichen yaitu *Parmeliaceae* dan *Physciaceae* hal ini disebabkan karena lingkungannya masih terjaga sehingga dapat di jumpai lebih dari 1 jenis lichen, pada titik sampling 4 di Tanjung Tebat juga dapat di jumpai 2 spesies lichen yaitu *Ramalina fraxinea* dan *Canoparmelia aptata* pada lokasi ini sebenarnya tidak begitu asri seperti titik pertama, dan terdapat banyak kendaraan. ini berarti lichen di daerah tersebut cukup resisten terhadap pencemaran udara di daerah tersebut, pada titik 2,3,5, dan 6 hanya memiliki 1 jenis lichen, dikarenakan jenis lichen yang sangat sensitive dan faktor abiotik lainnya seperti suhu dan kelembapan yang menjadi faktor penentu.

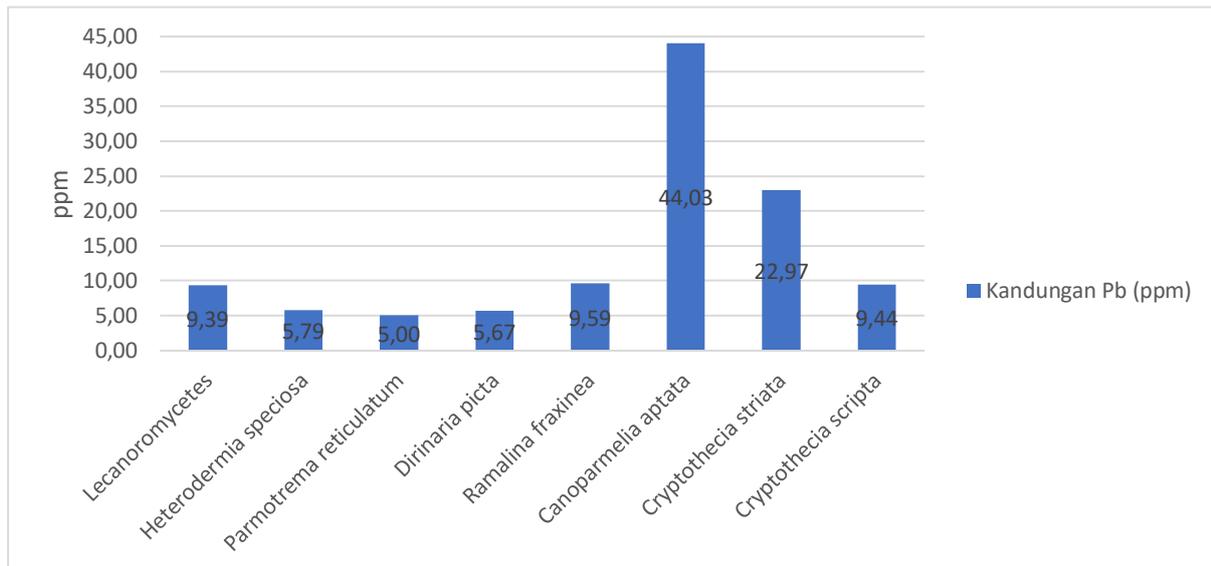
Berdasarkan hasil penelitian, pada titik sampling 1 terdapat 2 jenis lichen, pada titik 2 terdapat 1 jenis lichen, di titik 3 terdapa 1 jenis lichen, pada titik 4 terdapat 2 jenis lichen, pada titik 5 terdapat 1 jenis lichen, dan pada titik 6 terdapat 1 jenis lichen. disetiap titik sampling hanya ditemukan 1 atau 2 jenis lichen saja dikarenakan kemampuan adaptasi dari masing masing jenis lichen terhadap kondisi lingkungan di setiap titik tersebut. Dan bila dilihat lebih rinci di hutan primer dan sekunder yang terdapat di titik 1 dan 4 terdapat lebih dari 1 jenis lichen ini juga disebabkan karena jenis pohon yang lebih bervariasi. Berdasarkan Tabel diatas dapat dilihat terdapat 8 jenis lichen yang ditemukan pada penelitian ini dan memiliki jenis tallus Fruticose, foliose, dan crustose. Menurut (Damar, 2011) Fruticosa merupakan Lichen yang paling sensitif terhadap pencemaran udara dan merupakan jenis lichen yang akan pertama kali hilang ketika terpapar udara tercemar. Sedangkan tipe crusotse merupakan lichen yang paling resisten terhadap pencemaran udara yang terjadi.

4.3. Analisis Kandungan Timbal pada Lichen

Proses masuknya polutan kedalam lichen karena kebanyakan lichen melewati siklus pembasahan dan pengeringan selama sehari, ketika terhidrasi, nutrisi dan kontaminan diserap di seluruh permukaan lichen. Selama dehidrasi, nutrisi dan banyak kontaminan terkonsentrasi dengan diubah menjadi bentuk slow release, yaitu diserap ke dinding sel, tertutup di dalam organel atau mengkristal di antara sel- sel (Husamah, 2019). Kisaran penyerapan lichen terhadap pencemar udara cukup tinggi

yaitu $150\mu\text{gm}^{-3}$. Pada konsentrasi lebih dari $170\mu\text{gm}^{-3}$ tidak ada lagi jenis lichen yang dapat hidup (Chandra, 2015). Tingkat Efektivitas Lichen Karena sifat lichen yang sangat sensitif terhadap kualitas udara di sebuah lokasi ini terbukti melalui uji laboratorium yang telah dilakukan dan didapatkan hasil sebagai berikut;

Grafik 4 1 Kandungan Timbal (pb) pada jenis Lichen



Dari grafik dapat dilihat jika kandungan timbal paling banyak ada pada jenis lichen *Canoparmelia aptata* yang memiliki tipe thallus *foliose*, hal ini terjadi karena kapasitas Absorpsi Timbal pada setiap lichen tergantung jenis Talusnya, Permukaan thallus yang lebar dan luas menyebabkan lichen dengan tipe thallus seperti ini memiliki kontak yang lebih besar dengan polutan sehingga akumulasi polutan lebih efisien (Panjaitan dkk, 2014). Sedangkan kandungan timbal yang tekecil terdapat di lichen dengan spesies *Parmotrema reticulatum* yang juga memiliki tipe thallus *foliose*, hal ini dapat terjadi karena kondisi lingkunganlah pengaruh utama dari tinggi atau rendahnya suatu wilayah akan pencemaran lingkungan khususnya udara. Dalam hal ini tinggi atau rendahnya suatu zat pencemar dalam lichen sangat dipengaruhi oleh aktivitas aktivitas yang dilakukan manusia di sekitarnya. Mengapa lichen sangat sensitif terhadap polusi di udara, itu karena lichen tidak memiliki akar, dan menyerap banyak kebutuhan fotosintesisnya langsung dari udara dan memerlukan uap air disekitar mereka. Hal ini yang membuat lichen sangat sensitif terhadap polusi udara dan hujan asam juga karena lichen tidak memiliki cara untuk mengeluarkan polutan polutan yang telah diserap, bahan – bahan ini tetap berada di dalam sel lichen, hal ini yang dapat menjadi patokan bahwa didalam sel lichen pasti merekam kondisi

lingkungan di sekitar mereka (Husamah dkk, 2018). Selain dengan cara analisis kandungan pencemar dari uji lab kita juga dapat mengetahui lichen secara melihat morfologi talusnya lebih tepatnya melihat dari perubahan warna talus lichen tersebut, karena perbedaan morfologi yang menyebabkan kepekaan tinggi terhadap emisi. Jika dilihat dari tabel 4.1 didapati berbagai macam warna tallus lichen mulai dari warna hijau di titik pertama hingga hijau ke gelap dan hijau pucat pada titik 4 dan 5, semakin menggelapnya warna talus lichen menandakan semakin tinggi pula sumber pencemar yang ada di lokasi tersebut (Nasriyati, 2018).

4.4. Analisis Potensi Intensitas Kendaraan Pada Kandungan Timbal Lichen

Salah satu faktor pencemaran lingkungan ialah aktivitas manusia dibidang transportasi, berikut intensitas kendaraan dalam 1 menit di setiap titik sampling;

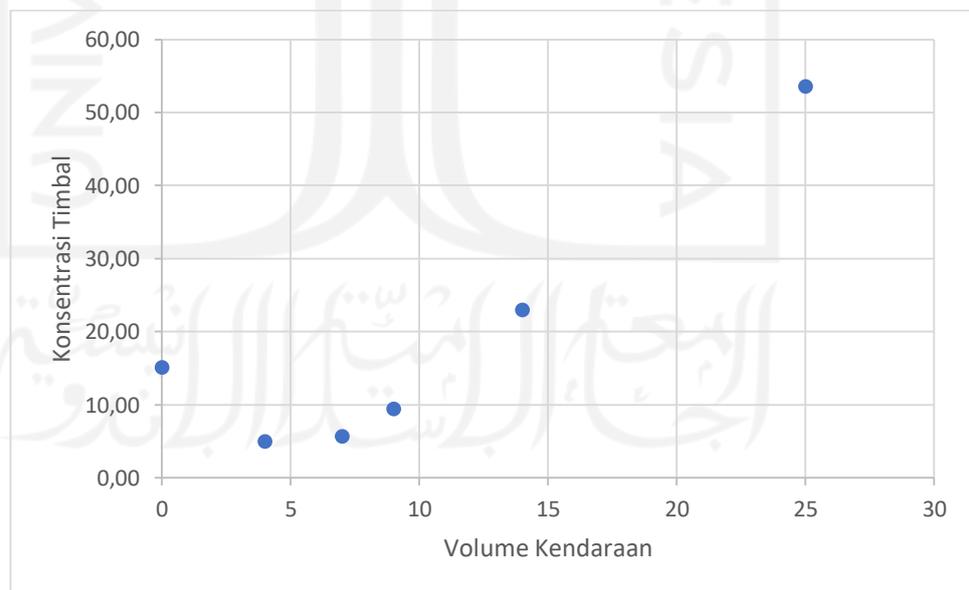
Tabel 4 2 Intensitas Kendaraan pada tiap titik sampling dalam 1 menit

No	Lokasi	Intensitas Kendaraan dalam 1 menit		Total
		Jumlah Kendaraan		
		Motor	Mobil	
1	Hutan Primer Gunung Dempo	0	0	0
2	Kebun Teh	2	2	4
3	Jembatan Endikat	3	4	7
4	Tanjung Tebat	10	15	25
5	Pagar Gunung	8	6	14
6	Pulau Pinang	5	4	9

Dari tabel diatas dapat dilihat kawasan padat lalu lintas berada pada lokasi Pagar Gunung dengan jumlah kendaraan 25 dan Tanjung Tebat dengan jumlah kendaraan 14, pada titik pertama yaitu pada lokasi Hutan Primer Gunung Dempo Pagar Alam jumlah kendaraan yang lewat ialah 0 namun kadar timbalnya masih ada sebesar 9,39 dan 5,79 ppm hal ini disebabkan karena wilayah tersebut dijadikan tempat wisata sebelum masuk Tugu Rimau hal ini yang menyebabkan banyaknya kendaraan di parkir di area ini pada jarak 1km dari area, selain itu juga terdapat faktor lain seperti arah angin, dan jarak pohon yang relatif dekat dengan jalan raya dan banyaknya kendaraan yang melewati kawasan ini sehingga emisi gas buangan kendaraan bermotor langsung menempel pada pohon di pinggir jalan, hal ini serupa dengan penelitian (Suhadiyah dkk, 2014) dalam penelitiannya menyatakan bahwa semakin dekat tanaman dengan sumber emisi maka Pb udara yang terabsorpsi semakin banyak. Banyaknya kendaraan menyebabkan udara di sekitar menjadi

tercemar dan banyak debu. Pencemaran udara di kawasan jalan dibuktikan pula dengan adanya konsentrasi timbal yang tinggi pada Lichen. Lichen-Lichen yang terdapat di kawasan jalan raya sangat terbatas, hanya Lichen tertentu yang dapat hidup pada lingkungan jalan raya yang padat kendaraan. Dan kawasan yang paling rendah tingkat lalu lintasnya ialah Gunung Dempo yang berjumlah 0 kendaraan namun hasil analisis laboratorium didapatkan hasil 9,39 ppm dan 5,79 ppm pada dua jenis sampel lichen hal ini di kemungkinan dari faktor destinasi wisata yang tidak jauh dari titik sampling dan banyak motor yang parkir kurang lebih 1 km dari area, Menurut Environment Project Agency, sekitar 25% logam berat timbal (Pb) tetap berada dalam mesin dan 75% lainnya mencemari udara sebagai asap knalpot. Hal ini seperti dielaskan dalam buku (**Gusnita, 2012**) emisi Timbal dari gas buangan tetap akan menimbulkan pencemaran udara dimanapun kendaraan itu berada, sebanyak 10% akan mencemari lokasi dalam radius kurang dari 100m, 5% akan mencemari lokasi dalam radius 20km, dan 35% lainnya terbawa ke atmosfer dalam jarak yang cukup jauh. Berarti salah satu faktor terdapatnya konsentrasi timbal pada daerah Hutan Gunung Dempo di Kota Pagar Alam, ialah akumulasi gas buangan kendaraan yang berada disekitarnya khususnya destinasi wisata pada daerah tersebut.

Grafik 4.2 Hubungan Jumlah Kendaraan dengan kandungan Timbal pada Lichen



Dari grafik 4.2 menunjukkan bahwa Faktor bervariasinya jenis koloni lichen salah satunya di pengaruhi oleh volume kendaraan dan hal ini dapat dilihat dari titik 1 yang memiliki 2 jenis koloni lichen, namun pada titik 4 yang mana kandungan timbalnya paling tinggi juga terdapat 2 jenis koloni, hal ini juga dipengaruhi oleh

adaptasi setiap jenis lichen yang berbeda -beda, khususnya terhadap level pencemaran yang tinggi, dan semakin tinggi tingkat polutan di suatu lokasi, maka jumlah koloni lichen semakin sedikit (**Laksono, 2016**)

4.5. Analisis Timbal pada Landuse

Analisis data Timbal pada Lichen dilakukan dengan pengujian Timbal dilabolatorium Seameo Biotrop Bogor dan didapatkan hasil sesuai berikut :

Tabel 4 3 Kandungan Timbal pada Spesies Lichen dan titik sampling

No	Lokasi Sampling	Spesies Lichen	Kandungan Pb (ppm)
1	Tugu Rimau, Pagar Alam	<i>Lecanoromycetes</i>	9,39
2		<i>Heterodermia speciosa</i>	5,79
3	Kebun Teh, Pagar Alam	<i>Parmotrema reticulatum</i>	5,00
4	Jembatan Endikat, Pagar Alam	<i>Dirinaria picta</i>	5,67
5	Tanjung Tebat, Lahat	<i>Ramalina fraxinea</i>	9,59
6		<i>Canoparmelia aptata</i>	44,03
7	Pagar Gunung	<i>Cryptothecia striata</i>	22,97
8	Pulau Pinang	<i>Cryptothecia scripta</i>	9,44

Lichen sangat sensitif terhadap polusi udara hal ini karena komponen penyusunnya berupa fungi dan alga, alga yang memiliki klorofil yang berperan untuk proses fotosintesis sedangkan fungi mengambil air dan mineral lainnya dari lingkungan, fungi berperan menyerap air dan mineral dari udara, proteksi dari perubahan fisik, suhu, dan intensitas sinar matahari, dengan begitu karena lichen menyerap zat zat dari udara maka komponen zat zat pencemar juga ikut terserap yang nanti akan terakumulasi pada sel lichen dan dapat menyebabkan perubahan warna talus pada lichen (**Aptroot dkk, 2014**).

Dari tabel 4.3 dapat dilihat jika kandungan timbal pada setiap titiknya berbeda dan juga beragam ini disebabkan perbedaan aktivitas manusia tiap titik yang merepresentasikan lingkungan di sekitarnya. Dapat dilihat pada titik 1 yang mana titik tersebut dimasukkan kepada kawasan Hutan Primer namun masih terdapat kandungan Timbal di dalam kedua jenis lichen yang berada di daerah tersebut yaitu sebesar 9,39 ppm dan 5,79 ppm hal ini dipengaruhi karena di titik 1 tersebut selain hutan primer sebelum hutan dijadikan tempat wisata jadi banyaknya pengunjung yang mengunjungi tempat tersebut dengan kendaraan menjadi salah satu sumber pencemar timbal di udara hal ini didukung dari penelitian hal ini didukung dengan

penelitian (**Warlan, 2015**). Yang menyebutkan bahwa pada daerah Gunung Dempo ini selain dijadikan sebagai Hutan Primer juga dijadikan sebagai objek wisata banyak wisatawan yang pergi kesana untuk berwisata alam, seperti berkemah mendaki gunung, berjalan kaki menikmati pemandangan kebun teh bertamasya/berekreasi atau hanya sekedar berkumpul. Dapat diasumsikan intensitas yang ada pada area ini cukup tinggi dikarenakan banyaknya potensi intensitas kendaraan yang berada di area ini dari banyaknya wisatawan dan aktivitas manusia disekitarnya.

Pada titik 2 didapatkan nilai timbal yang paling rendah yaitu sebesar 5,00 ppm hal ini disebabkan karena didaerah ini terdiri dari perkebunan teh yang berada pada ketinggian sekitar 1.520 mdpl. Pada daerah ini faktor penyebab konsentrasi timbalnya paling kecil ialah, potensi pencemaran oleh kendaraan sangat kecil karena hanya sebatas jalur lewat saja dan tidak ada industri atau sumber pencemar lain.

. Pada titik 3 didapatkan kandungan timbal sebesar 5,67 ppm. Menurut BPS Kecamatan Dempo Selatan memiliki 160 unit angkutan penumpang and 73 unit Angkutan barang dari konsentrasi didapat berarti cukup kecil hal ini dikarenakan jembatan hanya sebatas jalur transmigran dan potensi pencemar timbal di udara hanya pada asap kendaraan bermotor saja dikarenakan di daerah ini tidak terdapat pemukiman, industri, dan sumber pencemar timbal lainnya.

Di titik 4 didapati nilai timbal sebesar 9,59 ppm dan 44,03 ppm dilihat pada lokasi inilah konsentrasi timbal yang paling besar ditemukan, jika dilihat dari kondisi wilayah berdasarkan BPS Tanjung Tebat daerah ini terdiri dari kebun karet, pemukiman dan persawahan, memiliki 3 industri kayu dan 20 bengkel. Dari lokasi titik sampling yang tidak jauh dari jembatan terdapat bengkel tambal ban dengan radius 20m dan industri kayu di depannya. Menurut (**Adhani, dkk 2017**) sumber paparan timbal adalah cat kemudian baru, bensin, kosmetik, mainan, debu rumah tangga, tanah yang terkontaminasi, dan emisi industri. Jadi dapat diartikan konsentrasi tertinggi timbal pada kawasan ini dihasilkan karena aktivitas manusia berupa industri kayu mebel, kemudian bengkel, lalu asap kendaraan. Seringnya terjadi kemacetan pada area ini juga menjadi potensi pencemaran timbal di udara dikarenakan jembatan yang panjangnya 50 meter dan lebar 10 meter membuat kendaraan harus bergantian melewati jembatan, kemudian ada likuan endikat setelah jembatan yang membuat kendaraan perlu menanjak dengan jalanan yang tinggi dan

berliku membuat kendaraan di belakangnya berhenti kemudian jalan dengan perlahan, hal ini terjadi karena volume gas buangan emisi angkutan umum dan pribadi dengan pola berkendara dengan pola frekuensi jalan – berhenti seperti ini membutuhkan bahan bakar yang semakin besar dibandingkan dengan pola berkendara konstan (Muziansyah, 2015).

Dititik 5 didapati hasil Timbal 22,97 ppm Menurut BPS Tanjung Tebat ditempat ini memiliki 13 angkutan darat, terdapat juga aktivitas manusia berupa perkampungan, persawahan dan Perdagangan yang besar dilihat dari kondisi kawasan yang memiliki 5 pasar tradisional, 147 warung, dan 8 kedai makanan & minuman, juga terdapat 20 bengkel dari konsentrasi timbal lokasi ini merupakan titik tertinggi kedua hal ini dikarenakan banyaknya aktivitas perdagangan yang terjadi pada daerah ini titik sampling yang diambil juga berada di ruas jalan yang tidak jauh dari pasar, hanya berjarak 25 meter Hal ini yang menjadi salah satu potensi tingginya konsentrasi timbal pada area ini.

Dan dititik 6 didapati hasil timbal 9,44 ppm dari BPS Pulau Pinang terdapat 4 industri kayu, 25 angkutan darat, dekat dengan area tambang, pemukiman warga dan dekat dengan sungai lamatang. Potensi pencemar timbal pada titik ini ialah pada Aktivitas kendaran di sepanjang ruas jalan dan dari jarak yang tidak begitu jauh dari area tambang (Titin, 2010) mengatakan Senyawa Timbal banyak ditemukan dalam pertambangan seluruh dunia. Namun untuk industri kau kecil kemungkinan dikarenakan sangat jauh dari lokasi titik sampling.

Dari data didapatkan hasil kandungan timbal terendah terdapat di titik 2 dan yang tertinggi di lokasi 4. Ini berbanding terbalik dengan asumsi bahwa nilai timbal terkecil ada pada titik 1 dan nilai terbesarnya ada di titik 6. Hal ini terjadi karena beragamnya aktivitas manusia atau banyaknya volume aktivitas manusia yang mencemari udara.

4.6. Analisis Suhu dan Kelembapan

Selain karena Potensi polutan terdapat faktor lainnya yang menentukan banyak koloni lichen atau tumbuh kembangnya lichen pada suatu daerah diantaranya suhu dan kelembapan, dalam penelitian ini ditemukan suhu dan kelembapannya di setiap titik sampling dalam tabel berikut;

Tabel 4.4 Suhu dan Kelembapan pada setiap titik sampling

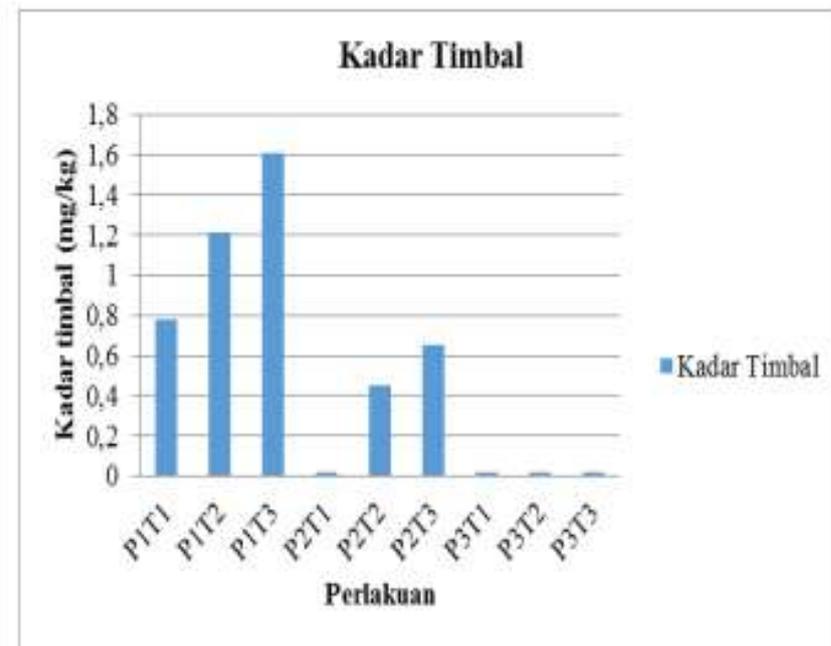
No	Titik Sampling	Jenis Lichen	Kandungan Pb (ppm)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)
1	Tugu Rimau, Pagar Alam	<i>Lecanoromycetes</i>	9,39	22	88
2		<i>Heterodermia speciosa</i>	5,79	22	88
3	Kebun Teh, Pagar Alam	<i>Parmotrema reticulatum</i>	5,00	26	82
4	Jembatan Tembikat, Pagar Alam	<i>Dirinaria picta</i>	5,67	26	52
5	Tanjung Tebat, Lahat	<i>Ramalina fraxinea</i>	9,59	35	70
6		<i>Canoparmelia aptata</i>	44,03	35	70
7	Pagar Gunung, Lahat	<i>Cryptothecia striata</i>	22,97	32	70
8	Pulau Pinang, Lahat	<i>Cryptothecia scripta</i>	9,44	32	80

Dari tabel 4.4 dapat dilihat jika suhu yang didapat berkisar antara 22 °C, 26 °C, 32°C dan 35°C di beberapa titik sampling memiliki suhu yang sama seperti pada titik sampling 2 dan ke 3 memiliki suhu yang sama yaitu 26°C dan suhu pada titik 5 dan 6 memiliki suhu yang sama yaitu 32°C, didapati juga suhu terendah ialah 22°C dan suhu tertinggi ialah 35°C. Adapun kelembapan pada penelitian ini berkisar antara 52, 70, 80, 82 dan 88. Pada titik pertama memiliki kelembapan yang paling tinggi karena kondisi lingkungan yang masih asri dan merupakan hutan primer pada titik ini jumlah lichen lebih dari satu dan memiliki jenis talus Fruticose yang merupakan tipe lichen sensitif yang berarti kadar timbal pada titik ini masih dapat diserap lichen dan belum sampai membunuh jenis ini sedangkan kelembapan yang paling rendah berada di titik sampling 3 yang mana lokasi tersebut ialah jembatan dan tidak banyak tumbuhan disekitarnya, banyak jenis lichen yang tidak tahan dengan kelembapan rendah seperti ini. Menurut (Hadiyati dkk, 2013) bahwa suhu optimal untuk pertumbuhan lichen ialah kurang dari 40°C, karena suhu diatas 40°C dapat merusak klorofil pada lichen, dan menyebabkan aktivitas fotosintesis dapat terganggu. Dan kelembapan yang optimal ialah 85% untuk dapat tumbuh dan berfotosintesis, jika kelembapan lebih dari itu akan mengurangi efektivitas fototsintesisnya sebesar 30 sampai 40 %. Umumnya lichen dapat tahan terhadap perubahan temperatur dan kekeringan, akan tetapi ada juga lichen yang tidak tahan, kematian lichen dan peningkatan dalam jumlah spesies dapat dijadikan peringatan dini akan kualitas udara yang sedang memburuk (Hardini, 2010).

Penelitian yang dilakukan oleh (Ihrom dkk, 2015) tentang Biomonitoring Pencemaran Udara Menggunakan Bioindikator Lichenes Di Kota Madiun dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa kepadatan lalu lintas dan jarak tanaman daengan jalan raya berpengaruh terhadap kadar timbal. Namun dalam penelitian ini tidak melihat faktor abiotik dari lichen itu sendiri seperti pengaruh suhu, kelembapan, Jenis lichen yang resisten dan yang sangat sensitif pada pencemaran

udara. Hasil penelitian ini didapat pada pengukuran tiga kawasan bahwa lichen dapat menyerap timbal dari udara, terdeteksinya timbal pada lichen berkaitan dengan jumlah timbal di udara dan struktur morfologi lichen yang kasar dan bersisik yang menyebabkan mudah melekat. Kadar timbal pada kawasan padat lalu lintas lebih tinggi dibandingkan kadar timbal di dua kawasan lainnya.

Grafik 4.3 hasil penelitian (Ihrom dkk, 2015) kadar timbal pada ketiga lokasi sampling



Pada penelitian (Ihrom dkk, 2015) ini lebih menekankan bahwa sumber utama pencemaran udara pada lichen berasal dari asap kendaraan bermotor, sedangkan pada penelitian ini asap kendaraan bermotor bukan menjadi satu satunya sumber pencemaran timbal di udara namun karena *landuse* atau penggunaan lahan dan aktivitas manusia disekitarnya seperti adanya industri – industri penghasil timbal dan adanya aktivitas manusia yang berpotensi meningkatkan emisi timbal secara terus menerus seperti area rekreasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis data dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Kandungan Timbal pada lichen dipengaruhi penggunaan lahan disekitarnya yang disebabkan oleh beragamnya aktivitas manusia, dan intensitas kendaraan menjadi potensi pengaruh konsentrasi timbal pada lichen.
2. Perbedaan jenis lichen dapat mempengaruhi konsentrasi timbal yang terakumulasi oleh talus lichen. hal ini karena tiap jenis lichen memiliki kapasitas Absorpsi Timbal yang berbeda yang dapat dilihat dari talusnya paling sensitif terhadap pencemaran lingkungan ialah lichen yang bertalus *Fruticosa* dan yang paling *resisten* terhadap pencemaran udara ialah *Crustose*.

5.2. Saran

Berikut adalah beberapa saran yang dapat diberikan antara lain :

1. Perlu dilakukan penelitian serupa pada di kota lain, baik yang lebih padat atau yang kurang padat dari lokasi penelitian saat ini, agar memperoleh informasi tentang lichen yang dikaitkan dengan pencemaran udara dengan cakupan yang lebih luas lagi.
2. Perlu dilakukan lagi kegiatan monitoring terhadap gunung dempo dan tugu rimau apakah masih menjadi hutan lindung primer atau telah bergeser fungsinya tidak hanya dari kondisi fisik hutan tapi lebih ke kandungan dari hutan tersebut apakah belum tercemar oleh aktivitas manusia yang dapat merubah peran hutan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Titin. 2010. Kontaminasi Logam Berat pada Makanan dan Dampaknya pada Kesehatan. *Jurnal Teknubunga Fakultas Teknik UNNES*. Semarang, 2(2).
- Aptroot, A., Diaz, J. A., Barcenas-Pena, A., Caceres, M. E., Fernando, L., & Dalforno, M.(2014). Rapid assessment of the diversity of “vehiculicolous” lichen on a thirty year old Ford Bronco Truck in Central Puerto Rico. *Fungi*, 22-27.
- Asif, N., Malik, M. F. dan Chaudhry, F. N. A. 2018. Review of on environmental pollution bioindicators. *Pollution*, 4(1), 111-118.
- Ajeng, A, Bayu., dan Putu, W. 2013.Penyisihan Logam Berat Timbal (Pb) Dengan Proses Fitoremediasi.Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Pembangunan Nasional (Veteran) Jatim, (5)2, 17.
- Bachrein, Saeful. 2010. Pendekatan Desa Membangun di Jawa Barat: Strategi dan Kebijakan Pembangunan Perdesaan. *Jawa Barat: Jurnal Analisis Kebijakan Pertanian*. 8(2). 133-149
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Lahat 2019. *Statistik Indonesia Tahun 2019*. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Kota Pagar Alam 2019. *Statistik Indonesia Tahun 2019*.Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. Udara Ambien, Penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara ambien. SNI No. 19-7119.6-2005. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Khusus Ibukota Jakarta. 2013. *Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah DKI Jakarta 2012*. BPLHD DKI, Jakarta
- Barryman, S., Straker, J., dan Straker,D. 2013. Using Lichens as Bioindycators Ofair Pollution Deposition Near Remote Mining Operations.
- Bhat, P. S., Sumesh N.D., M.D Subhash Chandran, dan T.V Ramachandra. 2013. *Lichen General Characteristics*.
- Chandra, R. H. 2015. Akumulasi Timbal (Pb) dan Keanekaragaman Jenis Lichenes Di Taman Kota Medan. Sumatera Utara. *BioLink* 2(1), 25.

- Damar, Susilaradeya. 2011. Lumut Kerak Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara. <http://www.bpkpenabur.or.id/en/node/4512>.diakses 4 september 2013.
- Giordani, P., dan Brunialti, G. 2015. Recent Advances in Lichenology: Sampling and Interpreting Lichen Diversity Data for Biomonitoring Purposes. India: Springer.
- Gupta, S., Roshni K., Omesh B., Himanshu R., Dalip K.U., Rajan K.G., dan Paeadeep K.S. 2015. Lichen as Bioindikator for Monitoring Environmental Status in Wastern Himalaya, India. *International Journal of Environment*, 5(2).
- Gusnita D. 2012. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Di Udara Dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal. *Berita Diargantara*, 13(3), 95- 101.
- Hardiyati, M., Setyawati, R. & Mukarlina. (2013). Kandungan Sulfur Dan Klorofil *Thallus* Lichen *Parmelia* sp. Dan *Graphis* Sp. Pada Pohon Peneduh Jalan Di Kecamatan Pontianak Utara. *Protobiont*.
- Handoko, A. 2015. Keanekaragaman Lichen (Lichens) Sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kawasan Asrama Internasional IPB. Tesis. IPB. Bogor
- Hardini, Y. 2010. Keanekaragaman Lichen di Denpasar Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara. Seminar Nasional Biologi Fakultas Biologi UGM (pp. 790-793). Jogjakarta: UGM Press.
- Hasnunidah, Neni. 2011. Fisiologi Tumbuhan. Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Hamzah.2013. Analisis Kimia Metode Spektrofotometer. Makassar. Alauddin University Press. H, 88-89.
- Husen Rahmat. 2010. <http://mathusen.wordpress.com/2010/01/24> (di akses pada 19 April)
- Husamah, H. & Hudha, A. M. (2018). Evaluasi implementasi prinsip ekowisata berbasis masyarakat dalam pengelolaan Clungup Mangrove Conservation Sumbermanjing Wetan, Malang. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(1), 86 -95.
- Ihrom Anikhotul, Ani Sulistyarsi. 2015. Biomonitoring Pencemaran Udara Menggunakan Bioindikator Lichenes Di Kota Madiun. *FPMIPA IKIP PGRI Madiun*. 2(2), 43-46.
- Juliantara, K. (2011). Lintah (*Hirudo medicinalis*) sebagai bioindikaotr pencemaran lingkungan perairan tawar. Retrieved from

[http://www.kompasiana.com/lintah_\(Hirudomedicinalis\)](http://www.kompasiana.com/lintah_(Hirudomedicinalis)) sebagai
Bioindikator_Pencemaran_Lingkungan_Perairan_Tawar.

- Laksono, Agung. 2016. Identifikasi Jenis *Lichen* Sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kampus Institut Agama Islam Negeri Raden Intan Lampung. *Skripsi*. Lampung: Institut Raden Intan.
- Maharani, N. 2018. Identifikasi Keanekaragaman Lumut Kerak (Liken) Pada Pohon Peneduh di Tiga Jalan Protokol Kota Jember serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer. *Skripsi*. MIPA, Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Jember.
- Marpaung, Lasmon, Junri., Sutrisno, Agung., Lumitang, Romels. 2017. Penerapan Metode Anova Untuk Analisis Sifat Mekanik Komposit Serabut Kelapa, 6(2), 156.
- Martuti, N.K.T. 2013. Peranan Tanaman terhadap Pencemaran Udara di Jalan Protokol Kota Semarang. *Biosaintifika*, 5(1).
- Muziansyah, D., Sulistyorini, & S. Sebayang, 2015. Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus : Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung) *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain* 3(1) : 57 -70.
- Nasriyati Tati, Murningsih, Sri Utami. 2018. Morfologi Talus Lichen *Dirinaria Picta* (Sw.) Schaer. Ex Clem pada Tingkat Kepadatan Lalu Lintas yang Berbeda di Kota Semarang. 7(4) hal 20-27
- Nurjanah Siti, Yousep Anitasari, Shofa Mubaidullah, dan Ahmad Bashri, 2013. Keragaman dan Kemampuan Lichen Menyerap Air Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kediri. 5- 051
- Obiakor, M.O., & Ezeonyejiaku, C. D. 2013. Heavy Metal Deposition in Industrial and Urban Environment. *American Journal of Life Science* 1(2), 59-66.
- Panjaitan, D.M., Fitmawati & Martina, A. (2014). Keanekaragaman Lichen Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara Di Kota Pekanbaru Provinsi Riau. Universitas Riau: Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Parmar, T.K., Rawtani, D. & Agrawal, Y. K. 2016. Bioindicators: the natural indikator of environmental pollution, *frontiers in Life Science*, 9(2), 110-118, DOI: 10.1080/21553769.2016.1162753.

- Praturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 4/PP/P.4/1999/ Tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
- Sandri, L, S., Jansen, F., Wallah, Steenie. 2011. Tingkat Pencemaran Udara Co Akibat Lalu Lintas Dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro, 1(2), 119-126.
- Septiyani, H., Syaifudin, Hj, Andjar, P. 2018. Kalibrator Hygrometer. Skripsi. Teknik Elektromedik, Politeknik Kesehatan Kemenkes, Surabaya.
- Sigit Tri Ambarwanto, Nurjazuli, Mursid Raharjo 2015. Hubungan Paparan Timbal Dalam Darah dengan Kejadian Hipertensi Pada Pekerja Industri Pengecoran Logam Di Ceper Klaten ,14(2).
- Sujadmiko, Heri., Sabbithah, Susarsi., Sulastri, S. 2012. Modul Koleksi Alga dan Lumut. Tangerang: Universitas Terbuka.
- Saeful BW. 2010. Spesiasi Logam Berat Pb dan Cr dengan Metode Ekstraksi dan Migrasinya Dengan Diffusive Gradient In Thin Film (DGT) Dari Sedimen Perairan Teluk Jakarta. Depok : Departemen Kimia UI.
- Tati Nasriyati, Murningsih, Sri Utami. 2018. Morfologi Talus Lichen Dirinaria Picta (Sw.) Schaer. Ex Clem pada Tingkat Kepadatan Lalu Lintas yang Berbeda di Kota Semarang,7(4), 20 -27.
- Winarni, I. 2016 Peran mikroba sebagai biomonitoring kualitas perairan tawar pada beberapa situ. In: Peran Matematika, Sains, dan Teknologi dalam Mendukung Gaya Hidup Perkotaan (Urban Lifestyle) yang Berkualitas. Tangerang Selatan. Universitas Terbuka.



LAMPIRAN



SEAMEO BIOTROP SERVICES LABORATORY

Jl. Raya Tajur Km. 6, Bogor, Indonesia
Phone : 62-251-8357175 Fax : 62-251-8357175
Website : <http://www.biotrop.org> email : services.lab@biotrop.org

Nomor Seri : 759/SP/XI/2020 Kepada : **RIZKY AKBAR MAULANA**
Serial Number To : Universitas Islam Indonesia
Tek. Lingkungn

Berkaitan dengan / *regarding to*

Surat/Permohonan Analisis Tanggal : - Nomor Order : 759/TT/IX/2020
Request Number
Letter/Analysis Request dated Halaman / Page : 1 dari/of 2
Tanggal penerbitan : 5 November 2020
Date of issue

Dengan hormat kami sampaikan hasil pengujian
Kindly be informed the result of testing

Contoh / *Sample (s)* : Tanaman Lichen

Untuk pengujian / *For analysis* : Pb

Keterangan contoh / *Description of sample* : Kemasan dalam amplop sebanyak 8 contoh,
No. contoh : 2105 s/d 2112

Diambil dari / *Taken from* : -

Oleh / *By* : Rizky Akbar M.

Tanggal penerimaan contoh / *date of sample recipient* : 13 Juli 2020

Tanggal pelaksanaan analisis / *date of analysis* : 8 Oktober s/d 5 November 2020

Pengambilan contoh / *Sampling* : -

Sebagai lampiran / *As the attachment*

Atas perhatian dan kerja samanya `diucapkan terimakasih/*Thank you for your attention and cooperation.*

Services Laboratory
SEAMEO BIOTROP

Manajer


Santi Ambarwati, MSi.
NIP. 196811252007012001

HASIL PENGUJIAN INI TIDAK UNTUK DIGANDAKAN DAN HANYA BERLAKU UNTUK CONTOH-CONTOH TERSEBUT DIATAS
PENGAMBIL CONTOH BERTANGGUNG JAWAB ATAS KEBENARAN TANDING BARANG



SEAMEO BIOTROP SERVICES LABORATORY

Jl. Raya Tajur Km. 6, Bogor, Indonesia
Phone : 62-251-8357175 Fax : 62-251-8357175
Website : <http://www.biotrop.org> email : services.lab@biotrop.org

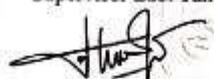
LAPORAN HASIL PENGUJIAN TEST RESULT

No. Order / Request Number : 759/TT/VII/2020
No. Contoh / Sample number : 2105 - 2112
Halaman / Page : 2 dari/of 2

No Sampel	Kode Sampel	Pb _{total}
		HNO ₃ -HClO ₄ AAS ppm
2105	A	9.39
2106	B	5.79
2107	C	5.00
2108	D	5.67
2109	E	9.59
2110	F	44.03
2111	G	22.97
2112	H	9.44

Keterangan :
- Jenis contoh = Tanaman

Bogor, 5 November 2020
Supervisor Lab. Tanah & Tanaman


Eko Purwiyanto
NIP. 19681203 199103 1001

HASIL PENGUJIAN INI TIDAK UNTUK DIGANDAKAN DAN HANYA BERLAKU UNTUK CONTOH-CONTOH TERSEBUT DIATAS
PENGAMBIL CONTOH BERTANGGUNG JAWAB ATAS KEBENARAN TANDING BARANG

