



**TINGKAT PENCEMARAN UDARA DI DESA SILO DAN DESA PACE,
KECAMATAN SILO, KABUPATEN JEMBER DENGAN MENGGUNAKAN
LICHEN SEBAGAI BIOINDIKATOR**

SKRIPSI

Oleh

Septian Theo Fandani

NIM 121810401058

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

2018



**TINGKAT PENCEMARAN UDARA DI DESA SILO DAN DESA PACE,
KECAMATAN SILO, KABUPATEN JEMBER DENGAN
MENGUNAKAN *LICHEN* SEBAGAI BIOINDIKATOR**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Biologi (S1) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Septian Theo Fandani

NIM 121810401058

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Segala puji milik Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Ibunda Nining dan Ayahanda Erfan yang tiada henti mendoakan, memberi semangat, dan mencurahkan kasih sayang;
2. Adikku Tessa yang tiada henti memberikan doa dan semangat;
3. Nenekku Roesmini yang terus dan terus memberikan doa juga motivasi;
4. Para kerabat dan saudara yang tiada henti memberikan doa dan motivasi;
5. Guru-guru dan dosen yang telah memberikan dan menularkan ilmunya dengan ikhlas;
6. Almamater Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

“Belajarlah dari masa lalu, hidup untuk hari ini, dan berharap untuk hari esok” *

“Berharap untuk yang terbaik, berencana untuk yang terburuk”



* www.kutipkata.com/pengarang/albert-einstein/albert-einstein-006/

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Septian Theo Fandani

NIM : 121810401058

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Tingkat Pencemaran Udara di Desa Silo dan Desa Pace, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember dengan Menggunakan Lichen sebagai Bioindikator” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan yang saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 4 Januari 2018.

Yang menyatakan,

Septian Theo Fandani

NIM 121810401058

SKRIPSI

**TINGKAT PENCEMARAN UDARA DI DESA SILO DAN DESA PACE,
KECAMATAN SILO, KABUPATEN JEMBER DENGAN
MENGUNAKAN *LICHEN* SEBAGAI BIOINDIKATOR**

Oleh:

Septian Theo Fandani

NIM 121810401058

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Rendy Setiawan, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Tingkat Pencemaran Udara di Desa Silo dan Desa Pace, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember dengan Menggunakan Lichen sebagai Bioindikator” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc., Ph.D.
NIP 196501081990032002

Anggota 1,

Dr. Retno Wimbaningrum, M.Si.
NIP 196605171993022001

Sekretaris,

Rendy Setiawan, S.Si., M.Si.
NIP 198806272015041001

Anggota 2,

Dra. Dwi Setyati, M.Si.
NIP 196404171991032001

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.

NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Tingkat Pencemaran Udara di Desa Silo dan Desa Pace, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember dengan Menggunakan Lichen sebagai Bioindikator; Septian Theo Fandani, 121810401058; 2017; 26 halaman; Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Udara dikatakan tercemar apabila polutan yang terkandung dalam udara sudah melebihi ambang batas yang ditetapkan. Hal ini karena pencemaran udara berdampak pada kualitas lingkungan, untuk itu kegiatan monitoring perlu dilakukan untuk mengevaluasi kualitas udara di suatu tempat atau lingkungan. Monitoring kualitas udara dapat dilakukan dengan bioindikator khususnya *lichen*, karena organisme tersebut merupakan bioakumulator yang baik dan mudah beradaptasi terhadap berbagai kondisi lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan tingkat pencemaran udara di Desa Silo dan Desa Pace.

Penelitian ini dilakukan di tiga stasiun yaitu stasiun 1 (Desa Silo), stasiun 2 (Desa Pace), dan Stasiun 3 (Perkebunan Pace). Sepuluh pohon di dengan masing-masing stasiun dipilih sebagai sampel penelitian. Pengambilan sampel dilakukan dengan meletakkan tiga plot berukuran $10 \times 10 \text{ cm}^2$ secara vertikal di batang pohon setinggi kurang lebih satu meter dari permukaan tanah. Plot tersebut diletakkan pada sisi depan dan kedua sisi samping pohon yang tersampling. Jumlah *lichen* yang ditemukan di lapang kemudian dianalisa menggunakan rumus IAP (*Index of Atmospheric Purify*) yang dihitung berdasarkan jumlah dan penutupan koloni *lichen*.

Hasil analisis IAP menunjukkan bahwa stasiun yang dikategorikan tercemar berat adalah stasiun 1 dengan nilai IAP sebesar 10,58. Sebaliknya, stasiun 3 dikategorikan tidak tercemar dengan nilai IAP sebesar 30,84. Kondisi ini disebabkan oleh banyaknya kendaraan yang melintas di tiap stasiun, karena jumlah kendaraan berbanding lurus dengan jumlah polutan tetapi berbanding terbalik terhadap jumlah *lichen*. Berturut-turut jumlah kendaraan yang melewati stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3 adalah 2.530 smp/jam/lajur, 1.239 smp/jam/lajur, dan 290 smp/jam/lajur. Berdasarkan hasil tersebut, disarankan bagi pembentuk kebijakan

melakukan penanaman pohon sebagai *filter* debu dan polutan sekaligus untuk mengurangi gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di lokasi dengan nilai IAP terendah. Perlu dilakukan pula kegiatan monitoring terhadap Desa Pace dan perkebunan Pace yang tergolong rendah tingkat pencemaran udaranya.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Tingkat Pencemaran Udara di Desa Silo dan Desa Pace, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember Dengan Menggunakan Lichen Sebagai Bioindikator”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik langsung maupun tidak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Rendy Setiawan, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan arahan, nasihat, bimbingan, masukan, serta motivasi demi terselesainya skripsi ini;
2. Dr. Retno Wimbaningrum, M.Si. selaku Dosen Penguji I dan Dra. Dwi Setyati, M.Si. selaku Dosen Penguji II atas segala masukan dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Dr. rer. nat. Kartika Senjarini dan Esti Utarti, S.P., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberi arahan, bimbingan, nasihat, masukan, dan motivasi selama menjadi mahasiswa;
4. Dosen-dosen yang saya hormati atas nasihat, bimbingan, dan ilmu yang telah diberikan selama menjadi mahasiswa;
5. Laboratorium Kriptogram Tumbuhan Rendah, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong dan ibu Florentina Indah Windadri selaku peneliti Lab. Kriptogram tumbuhan rendah yang telah banyak membantu selama proses identifikasi;
6. Seluruh rekan-rekan dari Biozva 2012, Kombi ekologi “Evergreen”, sahabat Aunurofiqi dan Zahro, serta secara khusus Nurmalita, dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari berbagai pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kebaikan.

Jember, 4 Januari 2018

Penulis



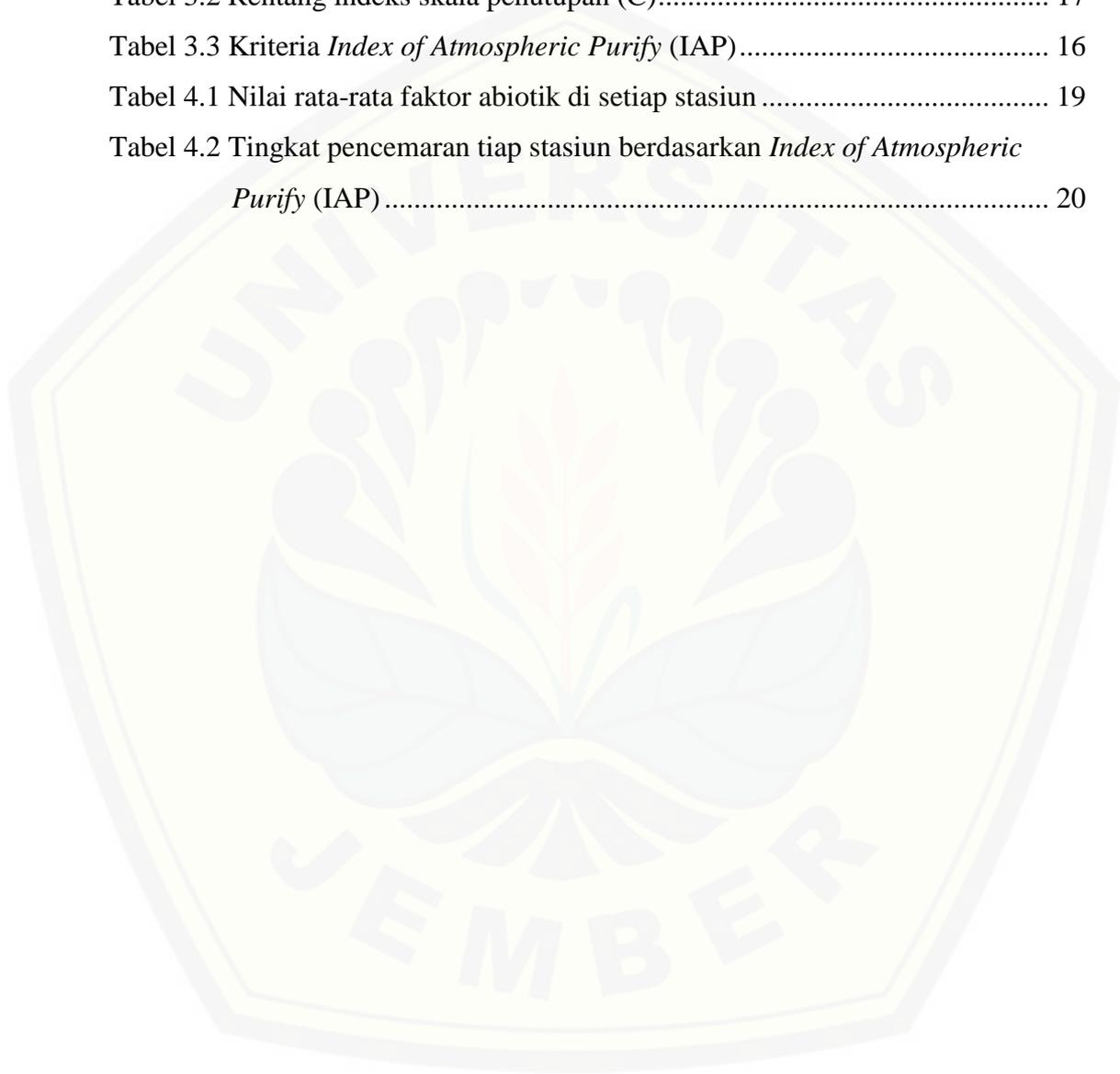
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Profil Kecamatan Silo	4
2.2 Jenis pencemar udara	5
2.3 Biologi <i>Lichen</i>	6
2.3.1 Morfologi <i>lichen</i>	6
2.3.2 <i>Lichen</i> sebagai bioindikator	8
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	11
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Prosedur Penelitian.....	12
3.3.1 <i>Pre-survey</i>	12

3.3.2 Pengukuran faktor lingkungan abiotik.....	13
3.3.3 Pengambilan sampel <i>lichen</i>	14
3.3.4 Identifikasi sampel <i>lichen</i>	15
3.4 Analisis data	15
3.4.1 Analisa data biotik.....	15
3.4.2 Kondisi lingkungan abiotik.....	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Kondisi Lingkungan Abiotik	18
4.2 Tingkat Pencemaran berdasarkan Nilai IAP	20
BAB 5. PENUTUP	22
5.1 Kesimpulan	22
5.2 Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	27

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori pengaruh jumlah kendaraan terhadap lingkungan	5
Tabel 3.1 Hasil pengambilan parameter abiotik	13
Tabel 3.2 Rentang indeks skala penutupan (C).....	17
Tabel 3.3 Kriteria <i>Index of Atmospheric Purify</i> (IAP).....	16
Tabel 4.1 Nilai rata-rata faktor abiotik di setiap stasiun	19
Tabel 4.2 Tingkat pencemaran tiap stasiun berdasarkan <i>Index of Atmospheric Purify</i> (IAP)	20



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapisan morfologi <i>lichen</i>	7
Gambar 2.2 Jenis talus <i>lichen</i>	7
Gambar 2.3 Penentuan koloni <i>lichen</i>	10
Gambar 3.1 Lokasi stasiun penelitian di Kecamatan Silo, Kabupaten Jember.....	11
Gambar 3.2 Skema teknik pengambilan data lingkungan abiotik.....	13
Gambar 3.3 Posisi plot pada pohon dan ukurannya saat pengambilan sampel <i>lichen</i>	14
Gambar 4.1 Kondisi kerapatan kanopi tiap stasiun.....	19
Gambar 4.2 Grafik perbandingan nilai Q dan f serta efeknya terhadap nilai IAP	21

DAFTAR LAMPIRAN

1. Jumlah Kendaraan Yang Melewati Jalan Di Tiap Stasiun.....	27
2. Hasil Identifikasi LIPI.....	28



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara merupakan campuran gas yang terdiri dari sekitar 78% Nitrogen, 20% Oksigen, 0,93% Argon, 0,03% Karbon Dioksida (CO₂) dan sebagian kecil sisanya terdiri dari Neon (Ne), Helium (He), Metana (CH₄) dan Hidrogen (H₂) (Tjasyono, 2006). Udara tergolong bersih dan dapat mendukung kehidupan makhluk hidup apabila proporsinya tidak berubah secara signifikan. Namun sebaliknya, udara tergolong tercemar jika terjadi perubahan proporsi dan melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh PERMENLH tahun 2010, serta menyebabkan gangguan pada kesehatan dan lingkungan.

Perubahan komposisi atmosfer terjadi karena adanya zat pencemar yang terlepas ke udara. Zat pencemar tersebut dapat berasal dari aktivitas alam antara lain aktivitas vulkanik, pembusukan sampah tumbuhan, dan partikulat yang terbawa angin. Zat pencemar juga dapat berasal dari aktivitas manusia yaitu dari kegiatan industri, pembuangan limbah ke lingkungan, pembakaran sampah rumah tangga, dan gas buang kendaraan bermotor (Fardiaz, 1992). Budiyo (2001) menyatakan bahwa secara global, kegiatan transportasi mempunyai kontribusi yang besar bagi pencemaran udara yaitu menyumbang 44% *total suspended particulate* (TSP), 89% hidrokarbon, 100% plumbum (Pb) dan 73% nitrogen oksida (NO_x). Zulkifli (2011) menyebutkan bahwa emisi gas buang kendaraan berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Hal ini karena polutan seperti hidrokarbon dan NO_x berdampak besar pada kesehatan wanita hamil, orang berusia lanjut, serta orang-orang yang memiliki riwayat penyakit paru-paru dan saluran pernafasan menahun. Selain itu, polutan tersebut juga memberikan dampak fatal berupa kecacatan pada bayi yang baru lahir (Milliken, 2009).

Kecamatan Silo merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Jember yang dilalui jalan provinsi lintas selatan. Jalan yang melewati Desa Silo ini dilintasi oleh ±2.500 kendaraan bermotor per jam terutama saat hari kerja. Hal ini mengakibatkan jumlah polutan yang masuk ke dalam atmosfer sangat tinggi yaitu sekitar 551,3 g/menit (PERMENLH, 2010). Kendaraan yang melintas di jalan ini tidak hanya

berasal dari Kecamatan Silo saja melainkan juga dari Kota Jember ke Kota Banyuwangi dan sebaliknya.

Kegiatan monitoring kualitas udara secara intensif perlu dilakukan agar polutan yang masuk ke atmosfer dapat dikendalikan, mengingat besarnya bahaya dan dampak polutan yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor atau sumber emisi udara lainnya. Salah satu cara monitoring yang dapat diimplementasikan adalah dengan menggunakan organisme indikator misalnya *lichen*. *Lichen* (lumut kerak) adalah organisme simbiotik yang terdiri dari organisme jamur yang bisa disebut *mycobiont* dan organisme fotosintetik yang disebut *photobiont*. Menurut Hardini (2010), *lichen* (lumut kerak) dapat dijadikan indikator yang baik untuk memantau perubahan kondisi dan kualitas udara pada suatu daerah yang tercemar. Hal ini karena *lichen* merupakan akumulator dari beberapa jenis polutan logam berat di udara bebas dan bersifat adaptif terhadap perubahan kondisi udara di sekitarnya. Roziaty (2016) menambahkan bahwa *lichen* juga sangat peka terhadap polutan sehingga keberadaannya sangat tergantung pada tingkat cemaran lingkungannya.

Analisa tingkat pencemaran udara menggunakan *lichen* telah banyak dilakukan di beberapa daerah, seperti penelitian yang dilakukan di Kecamatan Kota Tengah, Gorontalo (Usuli *et al*, 2014), kota Palembang (Zulkifli, 2011), dan di Universitas Udayana (UNUD), Denpasar (Hardini, 2010). Sementara itu, penelitian yang berkaitan dengan analisa tingkat pencemaran udara menggunakan *lichen* di Kecamatan Silo belum pernah dilakukan. Berdasarkan uraian, perlu dilakukan analisa tingkat pencemaran udara dengan menggunakan *lichen* di Kecamatan Silo.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, rumusan masalah yang muncul adalah bagaimana tingkat pencemaran udara di Desa Silo dan Desa Pace, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember berdasarkan indikator *lichen*?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang muncul, penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat pencemaran udara di Desa Silo dan Desa Pace, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember dengan menggunakan *lichen* sebagai bioindikator.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Pengambilan data lingkungan dilakukan di jalan raya provinsi, jalan desa, dan jalan perkebunan di Kecamatan Silo yang didasarkan pada tingkat kepadatan kendaraan di jalan-jalan tersebut.
- b. Stasiun penelitian berada di dua desa, yaitu Desa Silo dan Desa Pace.
- c. Parameter yang digunakan adalah IAP (*Index of atmospheric purity*), frekuensi penutupan, skala penutupan, dan indeks ekologis.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagi ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), dapat menambah pengetahuan tentang efektifitas penggunaan *lichen* sebagai bioindikator.
- b. Bagi masyarakat, dapat meningkatkan kesadaran terhadap pencemaran.
- c. Bagi pemerintah, dapat dijadikan evaluasi untuk menyusun kebijakan peraturan daerah tentang pengelolaan lingkungan khususnya di area Kecamatan Silo.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Profil Kecamatan Silo

Kecamatan Silo merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Jember yang mempunyai luas 30.998 ha atau 9,41% wilayah kabupaten (329.334 ha). Lahan di Kecamatan Silo sebagian besar adalah lahan hutan (81,15%), kemudian perkebunan kopi robusta (7,25%) dan penggunaan lain (sawah, perkebunan swasta, perumahan, jalan, dan lain-lain) sebesar 11,61%. Kecamatan Silo terdiri dari sembilan desa yaitu Desa Mulyorejo, Desa Pace, Desa Garahan, Desa Harjomulyo, Desa Karangharjo, Desa Silo, Desa Sempolan, Desa Sumberjati, dan Desa Sidomulyo. Kecamatan Silo berbatasan dengan Kecamatan Ledokombo di sebelah utara, Kabupaten Banyuwangi di sebelah timur, Kecamatan Tempurejo di sebelah selatan, dan Kecamatan Mayang di sebelah selatan (BPS Jember, 2010).

Jumlah penduduk di Kecamatan Silo pada tahun 2000 (94.558 jiwa) sampai tahun 2010 (103.757 jiwa) mengalami peningkatan jumlah penduduk sebesar 0,97% sehingga dapat diambil estimasi jumlah penduduk pada tahun 2017 sebanyak 104.462 jiwa (BPS Jember, 2010). Peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan penggunaan kendaraan bermotor semakin banyak. Semakin banyak jumlah kendaraan bermotor berarti semakin tinggi beban jalan, kemacetan, dan polutan yang dikeluarkan oleh hasil pembakaran bensin dan solar. Kondisi tersebut masih ditambah dengan jumlah kendaraan dari luar kota yang melintasi Kecamatan Silo terutama melewati jalur selatan ke arah Banyuwangi.

Berdasarkan *pre-survey* yang telah dilakukan, diketahui bahwa rata-rata kendaraan yang melewati Kecamatan Silo sebanyak 2.530 kendaraan per jam, Desa Pace sebanyak 1.239 kendaraan per jam, dan kendaraan yang melewati perkebunan Pace sebanyak 290 kendaraan per jam. Jumlah tersebut meliputi semua kendaraan bermesin, baik mesin diesel maupun mesin bensin dengan jumlah terbanyak kendaraan roda dua (77,3%).

2.2 Jenis pencemar udara

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat polutan ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga melampaui baku mutu udara yang telah ditetapkan oleh menteri lingkungan hidup (PERMENLH, 2010). Hal yang sama juga disebutkan oleh Holgate *et al* (1999) bahwa zat polutan adalah segala sesuatu yang masuk ke atmosfer baik secara langsung maupun hasil reaksi kimia antara gas atmosfer dengan polutan, misalnya gas ozon. Berdasarkan pengertian tersebut, terdapat beberapa komponen yang termasuk bahan pencemar yang diemisikan oleh kendaraan bermesin. Komponen bahan pencemar yang dimaksud antara lain adalah karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), hidrokarbon (HC), sulfur dioksida (SO_x), timbal (Pb), dan partikulat (TSP) seperti debu dan jelaga (Fardiaz, 1992; Daly & Paolo, 2007).

Keberadaan bahan pencemar yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor di udara belum sampai menimbulkan pencemaran, jika jumlah kendaraan yang melewati badan jalan belum melewati ambang batas yang telah ditetapkan dan masih dalam kategori baik yaitu dibawah 1.500smp¹/jam/lajur (Tabel 2.1). Pengendalian dan pengamatan tingkat polusi udara telah distandarisasi oleh pemerintah dengan mengeluarkan standar baku mutu emisi gas buang kendaraan yang tertulis pada PERMENHUB no. 14 tahun 2006.

Tabel 2.1 Kategori pengaruh jumlah kendaraan terhadap lingkungan

Kategori	Jumlah (smp/jam/lajur)
Sangat baik	≤1.000
Baik	1.001 - 1.500
Sedang	1.501 - 1.800
Buruk	1.801 - 2.000
Sangat buruk	>2.000

Sumber: PERMENHUB no. 14, 2006.

¹ Satuan Mobil Penumpang

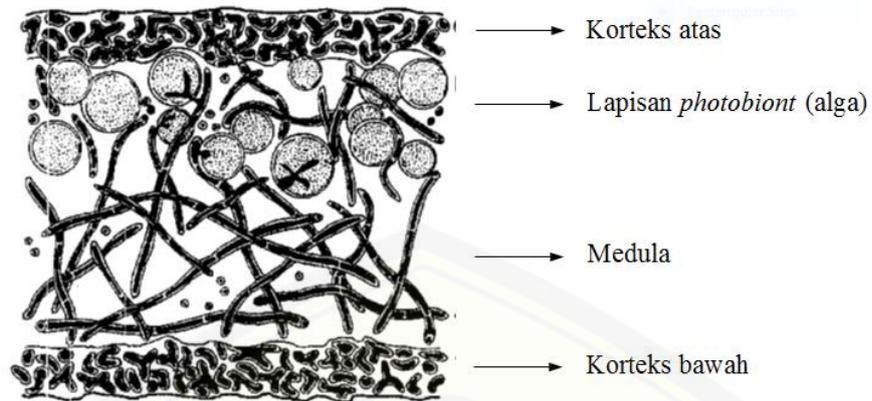
2.3 Biologi *Lichen*

2.3.1 Morfologi *lichen*

Lichen (lumut kerak) adalah organisme simbiotik yang terdiri dari organisme jamur yang bisa disebut *mycobiont* dan organisme fotosintetik yang disebut *photobiont*. Organisme *mycobiont* umumnya berasal dari kelas Ascomycetes dan Basidiomycetes, sedangkan organisme *photobiont* biasanya merupakan divisi *Chyanophyceae* atau *Chlorophyta* (Pandey & Trivendi, 1977; Nash, 2008). Simbiosis yang terjadi pada *lichen* merupakan simbiosis mutualisme, sehingga *mycobiont* mendapat keuntungan dari *photobiont* dan sebaliknya. *Mycobiont* mendapat nutrisi berupa hasil fotosintesis dari *photobiont*, sedangkan *photobiont* mendapat tempat hidup yang sesuai di lapisan medulla *mycobiont* (Kett *et al*, 2005).

Secara umum, morfologi *lichen* dicirikan dengan talus yang berwarna hijau, abu-abu sampai coklat. Warna tersebut tergantung pada kondisi kelembaban lingkungan, karena saat basah hifa *lichen* cenderung transparan sehingga alga di bawahnya dapat terlihat. Sebaliknya pada saat lingkungan kering, hifa bertekstur seperti gelatin dan keruh sehingga alga tidak dapat terlihat. Warna-warna lain seperti merah, biru, dan kuning disebabkan oleh lapisan pigmen spesial dalam lapisan korteks (Ahmadjian, 1973).

Bagian-bagian *lichen* secara umum terdiri atas tiga yaitu lapisan *photobiont*, medula, dan korteks. Lapisan *photobiont* terletak pada bagian talus, tepatnya di bagian yang jaringan hifanya longgar dan pada posisi yang masih dapat tertembus cahaya matahari. Lapisan medula berada di antara korteks, berisi jaringan hifa yang longgar dan ditempati *photobiont*. Lapisan ini juga berfungsi sebagai tempat cadangan air dan penyimpan makanan. Lapisan korteks terletak di permukaan atas talus dan pada beberapa *lichen* juga terdapat pada permukaan bawah, biasanya memiliki pigmen. Lapisan ini berfungsi sebagai pelindung dan fungsinya dapat disamakan dengan lapisan epidermis pada daun (Gambar 2.1) (Ahmadjian, 1973; Roziaty, 2016).



Gambar 2.1 Lapisan morfologi *lichen* (Sumber: Paracer dan Vernon, 2000)

Berdasarkan keberagaman talusnya, *lichen* dibagi menjadi empat yaitu talus *crustose*, talus *foliose*, talus *fructiose*, dan talus *squamulose* (Gambar 2.2).



(a)



(b)



(c)



(d)

(a) talus *crustose*; (b) talus *foliose*; (c) talus *fructiose*; (d) talus *squamulose*

Gambar 2.2 Jenis talus *lichen* (Sumber: Silverside, 2012)

Talus jenis *crustose* berbentuk lembaran tipis dengan permukaan rata, memiliki ukuran yang bervariasi, melekat langsung pada substrat karena tidak

adanya korteks bawah, dan memiliki permukaan yang agak heksagonal yang disebut *aerole*. Talus *foliose* lebar, kasar, dan bertingkat, terdapat perbedaan warna gelap terang antara permukaan atas dan bawah talus serta tepi talus cenderung menggulung ke atas. Talus *fructiose* berbentuk silinder atau pita dengan cabang yang tersusun tidak teratur dan bagian dasarnya berbentuk cakram bertingkat. Talus *squamulose* berbentuk seperti *crustose* tetapi permukaannya tersusun oleh banyak cuping (*lobes*) tanpa *rizin* dan dengan bagian tepi terangkat (Ahmadjian, 1973; Pratiwi, 2006).

2.3.2 *Lichen* sebagai bioindikator

Organisme yang memberikan informasi tentang kualitas lingkungan disebut bioindikator, sedangkan organisme yang memberikan informasi tentang aspek-aspek kuantitatif dari kualitas lingkungan disebut biomonitor. Berdasarkan jenis data yang dapat diambil, biomonitor selalu bisa dijadikan bioindikator, tetapi bioindikator belum tentu dapat memenuhi persyaratan sebagai biomonitor (Markert *et al*, 2003).

Lichen, dalam hal ini bisa dijadikan bioindikator karena dapat menunjukkan perubahan morfologi seperti perubahan warna talus, serta sangat sensitif terhadap keberadaan beberapa polutan seperti sulfur, nitrogen oksida, dan sulfur dioksida bahkan pada konsentrasi yang rendah (Shukla *et al*, 2014). Menurut Garty (2001), kepekaan *lichen* yang tinggi terhadap polutan disebabkan oleh tidak adanya kutikula atau epidermis dan sistem akar sejati, sehingga polutan dapat terserap ke dalam talus bersamaan dengan nutrisi yang dibutuhkan *lichen* dan akan sering ditemukan di lingkungan yang sedikit bahkan tidak berpolutan.

Talus *fructiose* adalah jenis talus *lichen* yang paling sensitif terhadap polutan, disusul talus *crustose* dan *foliose* yang masih memiliki toleransi lebih tinggi terhadap polutan (Roziaty, 2016). Bentuk talus yang silinder dan bercabang, tipe talus *foliose* memiliki luas permukaan yang lebih besar daripada jenis talus lain, dan membuatnya lebih sensitif terhadap ada tidaknya polutan di lingkungan dibanding dengan kedua talus lain yang berbentuk lembaran.

Markert (1994) menyebutkan bahwa ada dua cara dalam mengambil data dari bioindikator yaitu biomonitoring aktif dan pasif, hal ini didasarkan pada sumber bioindikatornya. Biomonitoring aktif adalah ketika bioindikator ditanam di dalam laboratorium dan dipaparkan polutan selama beberapa waktu, sedangkan jika bioindikator diambil langsung dari lingkungan dan dilakukan analisa disebut biomonitoring pasif.

Pemilihan metode didasari pada kepentingan peneliti, karena setiap metode memiliki hasil akhir yang berbeda. Biomonitoring pasif menggunakan organisme indikator yang langsung berada di lingkungan berpolutan, sehingga pada dasarnya metode ini membandingkan secara langsung keadaan organisme indikator dengan lingkungannya (Fränzel, 2003). Berbeda dengan biomonitoring aktif, metode ini mengkondisikan organisme indikator agar terpapar polutan selama beberapa waktu didalam laboratorium, sehingga metode ini lebih menekankan pada dampak polutan terhadap perubahan organisme indikator, baik itu secara anatomi maupun morfologi (Weiss *et al*, 2003). Menurut Fränzel (2003), *lichen* dapat digunakan dalam metode biomonitoring pasif maupun aktif, karena organisme ini dapat menunjukkan perubahan secara morfologi maupun anatominya serta dapat menunjukkan tingkat polutan jika dilakukan analisa terhadap lapisan medula talus *lichen*.

Tingkat pencemaran atau polusi dikarenakan adanya polutan dapat diukur dengan menggunakan perhitungan IAP atau *Index of Atmospheric Purify* (Indeks Kemurnian Atmosfer - IKA). IAP merupakan analisis kuantitatif dengan menggunakan perhitungan matematika dan digunakan untuk mengevaluasi tingkat polusi yang mempengaruhi *lichen* (Das *et al*, 2013). Perhitungan ini sering digunakan untuk mengumpulkan informasi tentang toleransi *lichen* terhadap polusi dan variasi kelimpahan spasialnya (LeBlanc *et al*, 1970).

Mengingat *lichen* adalah jaringan yang terbentuk dari dua individu (*mycobiont* dan *photobiont*), maka koloni dianggap sebagai satuan pengukuran dalam menghitung jumlah individu *lichen*. Satu koloni *lichen* ditentukan berdasarkan satu lingkaran pertumbuhan talus, mulai dari titik tengah yang ditandai dengan penebalan atau keberadaan soredia sampai ke bagian tepi talus yang

ditandai dengan warna yang lebih muda atau pucat dari pusat dan tidak memiliki soredia (Gambar 2.3) (Ahmadjian, 1973)



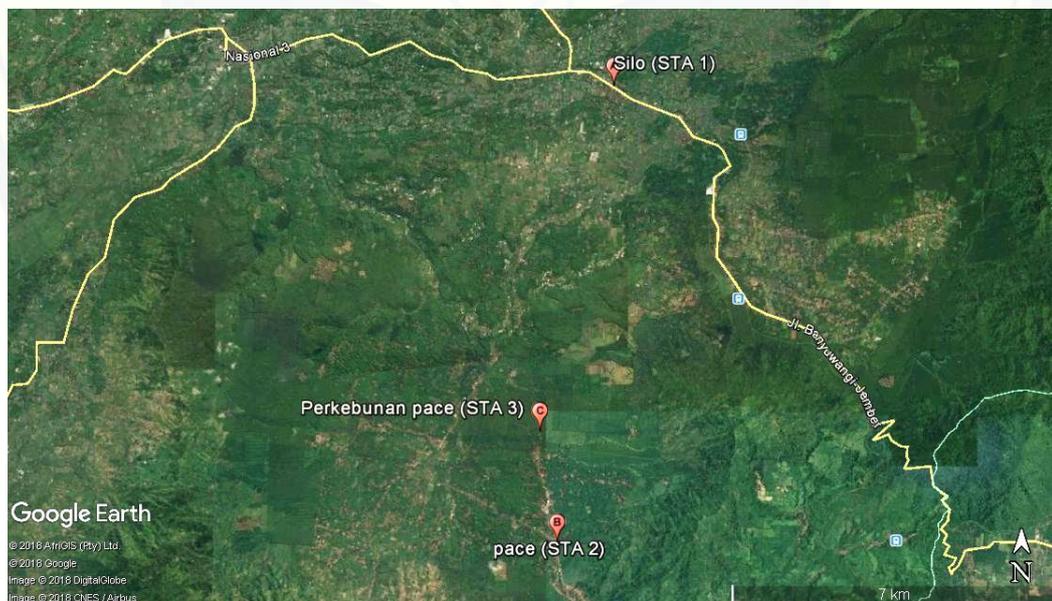
Gambar 2.3 Penentuan koloni *lichen*

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel *lichen* dan data abiotik dilakukan selama bulan Januari sampai bulan Maret 2017 di tiga stasiun berbeda di dua desa di Kecamatan Silo, dengan asumsi stasiun-stasiun tersebut mewakili tingkat pencemaran yang tinggi, sedang, dan rendah. Asumsi ini didasari pada jenis jalan dan banyaknya kendaraan yang melewati jalan tersebut. Ketiga stasiun tersebut adalah:

- a. Stasiun 1 merupakan persimpangan jalan sebelah timur pasar Sempolan, Desa Sempolan ($8^{\circ}10'58.91''S$ & $113^{\circ}52'16.28''T$) dengan area penelitian sepanjang 500 meter.
- b. Stasiun 2 merupakan persimpangan jalan sebelah utara pasar Pace ($8^{\circ}16'22.06''S$ & $113^{\circ}51'35.87''T$) dengan area penelitian sepanjang 500 meter (Gambar 3.1).
- c. Stasiun 3 berada satu kilometer dari jalan masuk perkebunan Pace, Desa Pace ($8^{\circ}15'3.36''S$ & $113^{\circ}51'23.68''T$) dengan area penelitian sepanjang 500 meter.



Gambar 3.1 Lokasi stasiun penelitian di Kecamatan Silo, Kabupaten Jember (Sumber: Google Earth, 2016)

Analisis data abiotik dilakukan di Laboratorium Ekologi, Fakultas MIPA, Universitas Jember sedangkan untuk identifikasi spesies, semua sampel dikirim ke Laboratorium Kriptogram Tumbuhan Rendah, Puslit Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong, Bogor.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain tiga buah plot 10 cm², *cutter*, *lup*, penggaris 30 cm, pita ukur 100 cm, alat tulis, GPS GARMIN Etrex 10, Google Earth, kamera digital Sony DSC-W730, *luxmeter* LUTRON LX-107, *thermo-hygrometer* V&A VA8010, mikroskop Nikon Eclipse-E100, dan Optilab® *microscope camera*. Bahan yang digunakan adalah kantung plastik *ziplock*, label, dan selotip.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 *Pre-survey*

Kegiatan *pre-survey* meliputi perhitungan jumlah kendaraan yang melewati ketiga stasiun, penentuan jenis dan jumlah pohon sebagai area sampling, serta jarak rata-rata pohon tersebut terhadap badan jalan di ketiga lokasi penelitian. Perhitungan jumlah kendaraan dilakukan di tiap stasiun dengan menghitung kendaraan yang melintas pada hari Sabtu, Senin, dan Rabu pada tiga waktu yang berbeda yakni pagi, siang, dan sore. Jumlah kendaraan yang didapat kemudian di rata-rata dan di estimasi jumlahnya selama satu minggu. Kriteria pohon yang dipilih merupakan pohon berkayu dengan keliling batang lebih dari 40 cm dan berjarak paling dekat dengan badan jalan seperti pada Gambar 3.2. Berdasarkan hasil *pre-survey*, terdapat tiga jenis pohon yang masuk ke dalam kriteria untuk penelitian, yaitu pohon mangga (*Mangifera indica*), pohon karet (*Hevea brasiliensis*), dan pohon rambutan (*Nephelium lappaceum*). Pohon-pohon tersebut berjarak sekitar dua sampai lima meter dengan badan jalan, berkulit kayu, dan memiliki keliling batang diatas 40 cm.

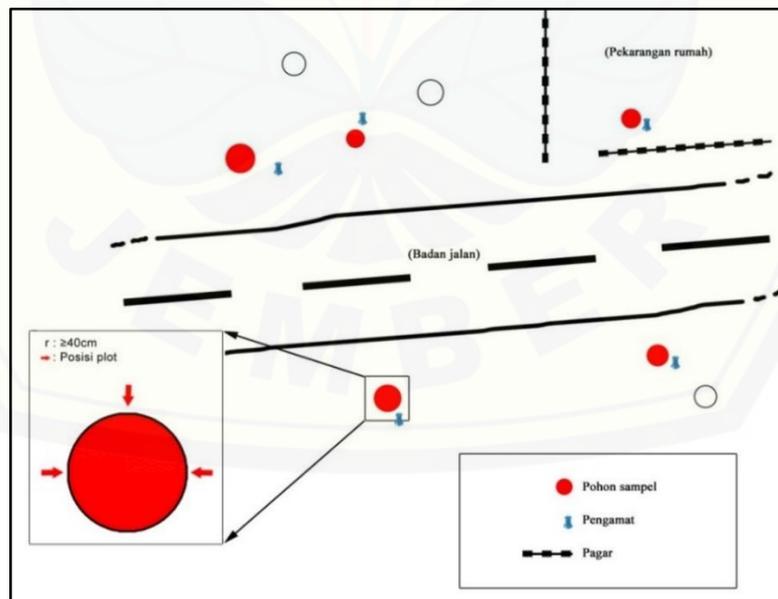
3.3.2 Pengukuran faktor lingkungan abiotik

Faktor lingkungan abiotik yang diukur meliputi intensitas cahaya, temperatur, dan kelembaban udara. Intensitas cahaya diukur dengan menggunakan *luxmeter*. Temperatur dan kelembaban udara diukur menggunakan *thermo-hygrometer*. Pengukuran faktor lingkungan abiotik dilakukan didekat pohon yang diamati pada ketinggian sekitar satu meter dari permukaan tanah dengan jarak lima puluh sentimeter dari pohon. Pengukuran ini dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan pada 10 pohon pada setiap stasiun (Gambar 3.2). Data pengamatan faktor abiotik dicatat dalam Tabel 3.1.

Pengambilan data abiotik dilakukan pada waktu yang terpisah dikarenakan keterbatasan alat, yaitu stasiun 1 pada jam 07.00 - 08.00WIB, stasiun 2 pada jam 08.30 - 09.30WIB, dan stasiun 3 pada jam 10.00 - 10.30WIB (Patil, 2014).

Tabel 3.1 Tabel pencatatan parameter abiotik

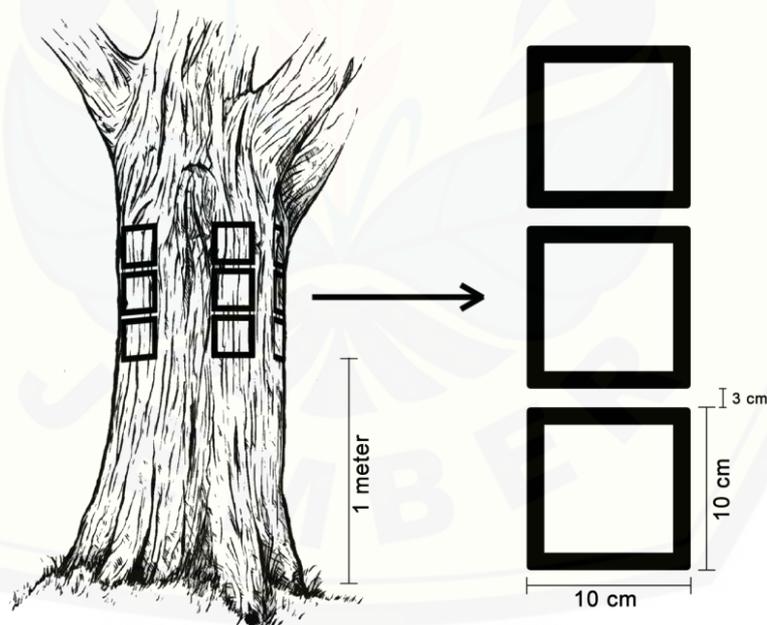
Stasiun	Faktor abiotik		
	Intensitas cahaya (<i>lux</i>)	Temperatur (°C)	Kelembaban udara (%)
1			
2			
3			



Gambar 3.2 Skema teknik pengambilan data lingkungan abiotik

3.3.3 Pengambilan sampel *lichen*

Pengambilan sampel dilakukan dengan meletakkan tiga plot berukuran 10×10 cm² secara vertikal di batang pohon setinggi kurang lebih satu meter dari permukaan tanah. Plot tersebut diletakkan pada sisi depan dan kedua sisi samping pohon yang tersampling (Gambar 3.3). Semua organisme epifit (*lichen*, lumut, paku) yang masuk ke dalam plot dicatat, dihitung jumlah koloninya, kemudian difoto untuk dihitung luas penutupan *lichen* yang ada dalam plot. Pengambilan sampel *lichen* dilakukan dengan cara mengelupas substrat *lichen* (kulit batang) dengan menggunakan *cutter*, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik *ziplock* dan diberi label. Sampel *lichen* diambil dua kali per jenis talus di setiap pohon karena laju pertumbuhan *lichen* yang sangat lambat (Ahmadjian, 1973), kemudian semua sampel dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi lebih lanjut. Penentuan koordinat lokasi dilakukan dengan menggunakan GPS yang disinkronisasikan dengan aplikasi *Google Earth*.



Gambar 3.3 Posisi plot pada pohon dan ukurannya saat pengambilan sampel *lichen*

3.3.4 Identifikasi sampel *lichen*

Identifikasi *lichen* dibagi menjadi dua macam, yaitu identifikasi makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi makroskopis dilakukan dengan cara mengamati karakteristik morfologi *lichen* seperti warna, bentuk talus, dan ada tidaknya organ tambahan seperti *rizhine* (Ahmadjian, 1973). Identifikasi mikroskopis dilakukan dengan bantuan mikroskop yang sudah dipasang Optilab dengan perbesaran 40 kali. Karakteristik yang diamati adalah anatomi *lichen* dan ada tidaknya organ reproduksi, yang digunakan untuk memastikan jenis *lichen*. Identifikasi sampai tingkat spesies dilakukan dengan membawa sampel *lichen* ke Laboratorium Kriptogram Tumbuhan Rendah, Puslit Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong, Bogor.

3.4 Analisis data

3.4.1 Analisa data biotik

Data biotik hasil pengukuran lapang selanjutnya digunakan untuk melakukan analisa tingkat pencemaran yaitu *Index of Atmospheric Purify* atau IAP (rumus 3.1, Das *et al*, 2013) sebagai berikut:

$$IAP = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n (Q_i \times f_i) \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan

n : Total jumlah jenis *lichen*

f : Frekuensi penutupan ($f \times C$)

Q : Indeks ekologis

IAP digunakan untuk mengevaluasi level pencemaran pada suatu tempat dan kriteria dari indeks kemurnian atmosfer dapat ditentukan berdasarkan nilai yang tertera pada Tabel 3.3 di bawah. Sebagaimana telah dijelaskan pada tinjauan pustaka, total jumlah *lichen* dihitung berdasarkan koloni. Koloni ini ditentukan berdasarkan jumlah lingkaran jaringan yang terbentuk (satu lingkaran utuh mewakili satu koloni).

Tabel 3.3 Kriteria *Index of Atmospheric Purify* (IAP)

Tingkatan pencemaran	Kriteria	Keterangan
Level A	$0 \leq IAP \leq 12,5$	Polusi sangat tinggi
Level B	$12,5 < IAP \leq 25$	Polusi tinggi
Level C	$25 < IAP \leq 37,5$	Polusi sedang
Level D	$37,5 < IAP \leq 50$	Polusi rendah
Level E	$IAP > 50$	Polusi sangat rendah

Sumber: Conti dan Cechetti (2001).

Nilai IAP ditentukan dengan menjumlahkan hasil kali antara nilai indeks ekologis (Q) dengan nilai frekuensi penutupan (f) setiap spesies *lichen*. Nilai Q menunjukkan tingkat toleransi *lichen* pada tiap stasiun, sehingga juga dapat menunjukkan jumlah rata-rata *lichen* di suatu tempat (LeBlanc *et al*, 1970). Nilai ini dapat dicari dengan membagi jumlah *lichen* dengan tempat ditemukannya *lichen* tersebut (rumus 3.2).

$$Q = \frac{\text{jumlah spesies } i \text{ ditemukan}}{\text{jumlah pohon ditemukannya spesies } i} \quad (3.2)$$

Nilai frekuensi penutupan (f) pada perhitungan IAP merupakan hasil kali antara nilai frekuensi (f) dengan indeks skala penutupan (C), nilai ini menunjukkan besar kecilnya luas lingkaran *lichen* di pohon. Frekuensi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus 3.3 (Kainde *et al*, 2011), sedangkan indeks skala penutupan dapat dicari dengan menggunakan rumus 3.3.

$$f_i = \frac{\text{Jumlah plot ditemukannya spesies } i}{\text{Jumlah seluruh plot}} \dots\dots\dots(3.3)$$

Indeks skala penutupan (C) digunakan untuk menentukan skala penutupan jenis *lichen* yang ditampilkan dalam bentuk indeks dari satu sampai lima. Indeks tersebut memiliki rentang seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.2 di bawah ini dan persen penutupan dapat dihitung dengan rumus 3.4 sebagai berikut (LeBlanc *et al*, 1970).

$$C = \frac{\text{luas tutupan lichen spesies } i}{\text{luas seluruh plot}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

Dengan

C : Indeks skala penutupan

Tabel 3.2 Rentang indeks skala penutupan (C)

Indeks	Rentang	Keterangan
1	< 1%	Langka, sangat sedikit di pohon
2	1% - 20%	Sangat jarang, hanya ada sedikit di pohon
3	21% - 50%	Jarang, hanya ada beberapa di pohon
4	51% - 70%	Banyak, ada beberapa di pohon
5	71% - 100%	Sangat banyak, ada di setiap pohon

Sumber: Hyvärinen (1992)

3.4.2 Kondisi lingkungan abiotik

Semua data abiotik yang berupa temperatur, kelembaban, dan intensitas cahaya dianalisis secara deskriptif kualitatif, yaitu metode yang mendeskripsikan tentang kondisi lingkungan di semua stasiun berdasarkan data yang telah didapatkan. Data yang dimaksud adalah angka rata-rata suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil dari perhitungan IAP menunjukkan bahwa tingkat pencemaran udara di Desa Silo lebih tinggi daripada di Desa Pace dan perkebunan Pace. Hal ini dikarenakan Desa Silo memiliki nilai IAP yang lebih rendah (10,58) dibandingkan dengan di dua stasiun lainnya (nilai IAP 30,84 dan 81,28). Tingginya pencemaran udara tersebut disebabkan oleh tingginya volume kendaraan bermotor yang melewati jalan di Desa Silo (2.530 smp/jam/lajur).

5.2 Saran

Khusus untuk lokasi dengan nilai IAP terendah, disarankan bagi pembentuk kebijakan melakukan penanaman pohon sebagai *filter* debu dan polutan sekaligus untuk mengurangi gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Perlu dilakukan pula kegiatan monitoring terhadap Desa Pace dan perkebunan Pace yang tergolong rendah tingkat pencemaran udaranya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadjian, A. dan Mason, E. H. 1973. *The Lichens*. New York: Academic Press.
- Attanayaka, A. N. P. M. dan Wijeyaratne, S. C. 2013. Corticolous Lichen Diversity, A Potential Indicator For Monitoring Air Pollution In Tropics. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*. 41 (2): 131-140.
- Budiyono, A. 2001. Pencemaran Udara: Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan. *Berita Dirgantara*. 1 (2): 21-27.
- BPS Jember. 2010. *Kabupaten Jember Dalam Angka*. Jember: Kantor Statistik Kabupaten Jember.
- Conti, M. E. dan Cechetti, G. 2001. Biological Monitoring: Lichen as Bioindicator of Air Pollution Assessment - a review. *Environmental Pollution*. 114 (2001): 471-492.
- Daly, A. dan Paolo, Z. 2007. *An Introduction to Air Pollution - Definition, Classification, and History*. California: The EnviroComp Institute.
- Das, P., S. Joshi, J. Rout, dan D. K. Upreti. 2013. Lichen diversity for environmental stress study: Application of index of atmospheric purity (IAP) and mapping around a paper mill in Barak Valley, Assam, northeast India. *Tropical Ecology*. 54 (3): 355-364.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fauth, J. E., Brian, I. C., dan Joseph, B. S. 1989. Elevational Patterns of Species Richness, Evenness, and Abundance of the Costa Rican Leaf-Litter Herpetofauna. *Biotropica*. 21 (2): 178-185.
- Fränzel, O. 2003. Bioindicators and Environment Stress Assessment. *Trace Metal and Other Contaminants in The Environment*. 6 (2): 41-84.
- Garty, J. 2001. Biomonitoring atmospheric heavy metals with lichens: theory and application. *Crit Rev Plant Sci*. 20 (4): 309-371.
- Google™ Earth. 2016. *Kabupaten Jember*. [aplikasi]. [Diakses pada 9 September 2016].
- Hadiyati, M., Setyawati T. R. dan Mukarlina. 2013. Kandungan Sulfur dan Klorofil Thallus *Lichen Parmelia* sp. dan *Graphis* sp. Pada Pohon Peneduh Jalan di Kecamatan Pontianak Utara. *Jurnal Protobiont 2013*. 2 (1): 12-17.

- Hardini, Y. 2010. *Keanekaragaman Lumut kerak di Denpasar Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara*. <http://limnologi.lipi.go.id/katalog/index.php/searchkatalog/byId/476>. [Diakses pada 29 Februari 2016].
- Holgate, S. T., Jonathan, M. S., Hillel, S. K. dan Robert, L. M. 1999. *Air Pollution and Health*. London: Academic Press.
- Hyvärinen, M. Halonen dan P. Kauppi, M. 1992. Influence of Stand Age and Structure on The Epiphytic Lichen Vegetation in The Middle-Boreal Forests of Finland. *The Lichenologist*. 24 (2): 165-180.
- Kainde, R. P., S. P. Ratag, J. S. Tasirin, dan D. Faryanti. 2011. Analisis vegetasi hutan lindung gunung tumpa. *Eugenia*. 17 (3): 224-235.
- Kett, A., Dong, S., Andrachuck, H. dan Craig, B. 2005. *Learning with Lichens : Using Epiphytic Lichens as Bioindicators of Air Pollution*. USA: Brook University.
- KEPKABAPEDAL. 1997. *Keputusan Kepala Bapedal Nomor 107 Tahun 1997 tentang Perhitungan Dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara*. <http://pusdaling.jatimprov.go.id/peraturan/pusdakum/keputusan-kepala-bapedal/file/673-keputusan-kepala-bapedal-nomor-107-tahun-1997-tentang-perhitungan-dan-pelaporan-serta-informasi-indeks-standar-pencemar-udara.html>. [Diakses pada 7 Desember 2016].
- Laksono, A. 2016. *Identifikasi Jenis Lichen Sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kampus Institut Agama Islam Negeri Raden Intan Lampung*. <http://repository.radenintan.ac.id/209/>. [Diakses pada 7 Juni 2017].
- LeBlanc, S. C. F. dan Sloover, J. D. 1970. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. *Canadian Journal of Bot.* 48: 1485-1496.
- Markert, B. A. 1994. *Environmental Sampling for Trace Analysis*. Weinheim: VCH-Publisher.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. New Jersey: Princeton University Press.
- Markert, B. A., Anton, M. B. dan Harald, G. Z. 2003. Definitions, Strategies and Principles for Bioindication/Biomonitoring of The Environment. *Trace Metal and Other Contaminants in The Environment*. 6 (1): 3-39.
- Milliken, M. 2009. *Brazil's Polluted Valley of Death Grows Greener*. <http://www.theglobeandmail.com/news/world/brazils-polluted-valley-of-death-grows-greener/article4165937>. [Diakses pada 20 Maret 2016].

- Nash, H. T., 2008, *Lichen Biology 2nd edition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pandey, S. N. dan Trivendi, P. S. 1977. *A Text Book of Botany (Algae, Fungi, Bacteria, Hycoplasma, Viruses, Lichens and Elementary Plant Pathology)*. New delhi: Vikas.
- Paracer, S. dan Vernon, A. 2000. *Symbiosis: An Introduction to Biological Associations 2nd edition*. New york: Oxford University Press, inc.
- Patil, G. P. 2014. Composite sampling. *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*. 1 (1): 1-6.
- PERMENHUB. 2006. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan*. Jakarta: MENHUB.
- PERMENLH. 2010. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah*. Jakarta: MENLH.
- Pratiwi, M. E. 2006. *Kajian Lumut Kerak Sebagai Bioindikator Kualitas Udara - Studi Kasus: Kawasan Industri Pulo Gadung, Arboretum Cibubur, dan Tegakan Mahoni Cikabayan*. Bogor: IPB Press.
- Pryanka, A. 2014. *Keanekaragaman Lumut Kerak Tiga Taman Kota di Jakarta Selatan Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara*. Bogor: IPB Press.
- Roziaty, E. 2016. Kajian *Lichen*: Morfologi, Habitat, dan Bioindikator Kualitas Udara Ambien Akibat Polusi Kendaraan Bermotor. *Bioeksperimen*. 1 (2): 54-66.
- Santosa, Y., Eko, P. R. dan Dede, A. R. 2008. Studi Keanekaragaman Mamalia Pada Beberapa Tipe Habitat di Stasiun Penelitian Pondok Ambung Taman Nasional Tanjung Puting Kalimantan Tengah. *Media Konservasi*. 13 (3): 1-7.
- Setiadi, D. 2005. Keanekaragaman Spesies Tingkat Pohon di Taman Wisata Alam Ruteng, Nusa Tenggara Timur. *Biodiversitas*. 6 (2): 118-122.
- Shukla, V., D. K. Upreti, dan Bajpai, R. 2014. *Lichen to Biomonitor the Environment*. India: Springer.
- Silverside, A. J. 2012. *Lichen Thallus Types*. <http://www.lichens.lastdragon.org/faq/lichenthallustypes.html>. [Diakses pada 9 September 2016].
- Tjasyono, B. 2006. *Meteorologi Indonesia I : Karakteristik dan Sirkulasi Atmosfer*. Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika.

Usuli, Y., Wirnangsih, D. U. dan Dewi, W. K. B. 2014. *Lumut Kerak Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara*. <http://eprints.ung.ac.id/id/5108>. [Diakses pada 3 Maret 2016].

Weiss, P., Ivo, O. Richard, Ö. dan Johann, W. 2003. Higher Plants as Accumulative Bioindicators. *Trace Metal and Other Contaminants in The Environment*. 6 (13): 465-500.

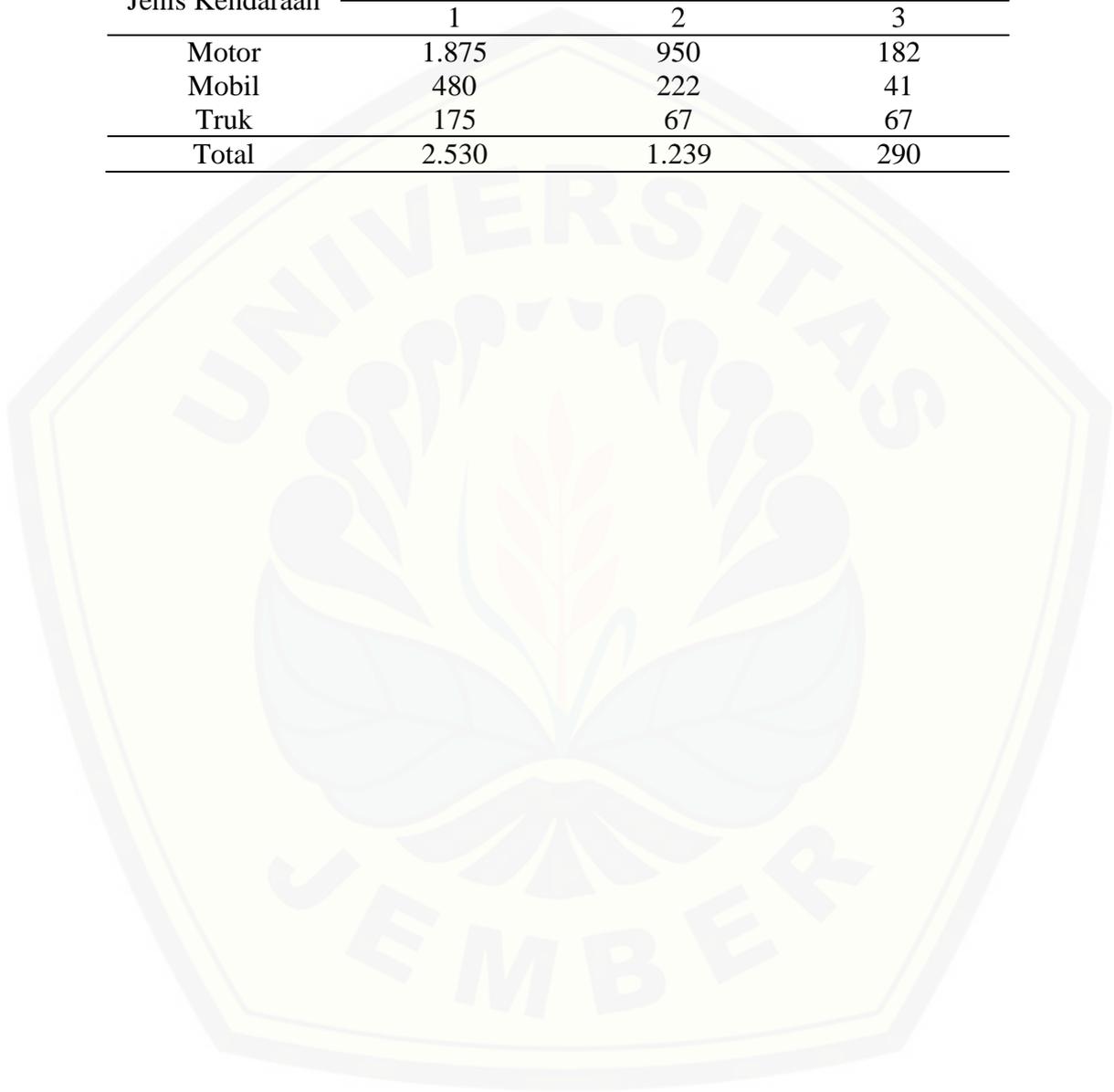
Zulkifli, H. 2011. Kerusakan Struktur, Morfologi, dan Biokimia Tanaman Sebagai Bioindikator Penurunan Kualitas Udara Perkotaan. *Majalah Ilmiah Sriwijaya*. 11 (18): 623-633.



LAMPIRAN

1. Jumlah Kendaraan Yang Melewati Jalan Di Tiap Stasiun

Jenis Kendaraan	Stasiun		
	1	2	3
Motor	1.875	950	182
Mobil	480	222	41
Truk	175	67	67
Total	2.530	1.239	290



2. Hasil Identifikasi LIPI



LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
(INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCES)
PUSAT PENELITIAN BIOLOGI
(RESEARCH CENTER FOR BIOLOGY)

Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta - Bogor KM. 46 Cibinong 16911
 Telp. (+62 21) 87907636 - 87907604, Fax. 87907612
 Website: www.biologi.lipi.go.id



Cibinong, 31 Maret 2017

Nomor : 80/IPH.1.01/II.07/III/2017
 Lampiran : -
 Perihal : Hasil identifikasi/determinasi Tumbuhan

Kepada Yth.
 Bpk./Ibu/Sdr(i). **Septian Theo Fandani**
 NIM : 121810401058
 Mhs. Univ. Jember
 Fak. MIPA
 Jl. Kalimantan No.37
 Kampus Bumi Tegal Boto
 Kotak Pos 159 Jember
 68121

Dengan hormat,

Bersama ini kami sampaikan hasil identifikasi/determinasi tumbuhan yang Saudara kirimkan ke "Herbarium Bogoriense", Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi-LIPI Bogor, adalah sebagai berikut :

No.	No. Kol.	Jenis	Suku
1	Sp 5	<i>Pyrenula</i> sp.	Pyrenulaceae
2	Sp 9	<i>Leiorreuma</i> cf. <i>sericeum</i> (Eschw.) Staiger	Graphidaceae
3	Sp 11	<i>Lecanorarupicola</i> (L.) Zahlbr.	Lecanoraceae
4	Sp 12	<i>Pertusariamultipuncta</i> (Turner) Nyl.	Pertusariaceae
5	Sp 22	<i>Dyplolabiaafzelii</i> (Ach.) A. Massal.	Graphidaceae

Demikian, semoga berguna bagi Saudara.

Kepala Bidang Botani
 Pusat Penelitian Biologi-LIPI,

Dr. Joeni Setijo Rahajoe
 NIP. 196706241993032004

C:\Users\windows 7\Desktop\dokumen lia\Ident 2017\Septian Theo Fandani.doc\FIW-FIW

Page 1 of 1