

**STUDI KUALITATIF TINGKAT PENCEMARAN EMISI GAS
NO₂ DI WILAYAH KOTA PALEMBANG DENGAN *LICHEN*
SEBAGAI BIOINDIKATOR DAN SUMBANGANNYA
DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI SMA**

SKRIPSI

Oleh:

Tri Mardiani

NIM 06091381722065

Program Studi Pendidikan Biologi



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

**STUDI KUALITATIF TINGKAT PENCEMARAN EMISI GAS
NO₂ DI WILAYAH KOTA PALEMBANG DENGAN *LICHEN*
SEBAGAI BIOINDIKATOR DAN SUMBANGANNYA
DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI SMA**

SKRIPSI

Oleh

Tri Mardiani

NIM: 06091381722065

Program Studi Pendidikan Biologi

Mengesahkan:

Mengetahui

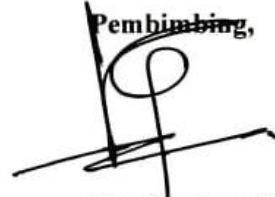
Koordinator Program Studi



Dr. Yenny Anwar, M.Pd.

NIP. 197910142003122002

Pembimbing,



Drs Khoiron Nazip, M.Si.

NIP. 196404231991021001



**STUDI KUALITATIF TINGKAT PENCEMARAN EMISI GAS
NO₂ DI WILAYAH KOTA PALEMBANG DENGAN *LICHEN*
SEBAGAI BIOINDIKATOR DAN SUMBANGANNYA
DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI SMA**

SKRIPSI

Oleh

Tri Mardiani

NIM: 06091381722065

Program Studi Pendidikan Biologi

Disetujui untuk diajukan dalam Ujian Akhir Program

Mengetahui

Koordinator Program Studi



Dr. Yenny Anwar, M.Pd.

NIP. 197910142003122002

Pembimbing,



Drs Khoiron Nazip, M.Si.

NIP. 196404231991021001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tri Mardiani

NIM : 06091381722065

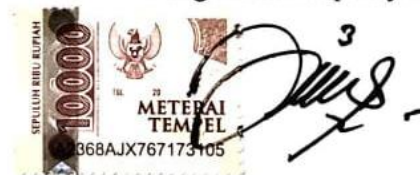
Program Studi : Pendidikan Biologi

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul “Studi Kualitatif Tingkat Pencemaran Emisi Gas NO₂ di Wilayah Kota Palembang dan Sumbangannya dalam Pembelajaran Biologi SMA” ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila di kemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

Palembang, 28 Maret 2022

Yang membuat pernyataan



Tri Mardiani

NIM 06091381722065

PRAKATA

Skripsi dengan judul “Studi Kualitatif Tingkat Pencemaran Emisi Gas NO₂ di Wilayah Kota Palembang dan Sumbangannya dalam Pembelajaran Biologi SMA” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam mewujudkan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak.

Oleh sebab itu, penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kelancaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian serta penulisan skripsi ini dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Khoiron Nazip, M.Si. selaku Pembimbing Skripsi yang telah sabar memberikan bimbingan dan arahan dalam proses penulisan skripsi dan kepada Ibu Dr. Meilinda, S.Pd., M.Pd. selaku dosen Penasehat Akademik (PA) sekaligus reviewer dan penguji yang telah memberikan saran-saran perbaikan baik dalam proses akademik dan penulisan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Dr. Hartono, M.A. selaku Dekan FKIP Unsri, Dr. Ismet, S.Pd., M.Si. sebagai Wakil Dekan Bidang Akademik; Drs. Ketang Wiyono, M.Si., Ph.D. sebagai Ketua Jurusan Pendidikan MIPA; Drs. Kodri Madang, M.Si., Ph.D. sebagai Sekretaris Jurusan Pendidikan MIPA; Dr. Yenny Anwar, M.Pd., sebagai Koordinator Program Studi Pendidikan Biologi, Drs. Didi Jaya Santri, M.Si., sebagai Kepala Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi; Kak Novran Kesuma sebagai Laboran Program Studi Pendidikan Biologi; dan Mba Kiki sebagai Staff Administrasi Program Studi Pendidikan Biologi yang telah bekerja dengan keras, serta jajaran dosen dan staff akademik yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, pendidikan, serta memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi ini.

Terima kasih kepada kedua orang tua, Ayah Hasan Rasid dan Ibu Mira yang senantiasa memberikan dukungan moral, materi, dan do’a yang tak henti untuk kesuksesan penulis. Kepada kakak-kakak penulis, Miranda Hasanah, S.T.; Khairu Nuzula, S.T., Dwiky Adhi Putra, S.Tr.T., dan adik penulis Muhammad Hanif Hasan

serta keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan disetiap langkah perjuangan penulis. Terima kasih kepada sahabat-sahabat yang sejak bangku SMA selalu kebersamai: Dendi Wijaya Putra Dira, S.Pd.; Monica Tri Utami, S.AP.; dan Septrianesa, S.T, kepada teman-teman seperjuanganku Prodi Biologi 2017: Dyah Ayu Gayatri, S.Pd., Astri Indah Lestari, S.Pd., Subkhi Pangestu Mukti, S.Pd., Mutiara Firsty Karima, Miftahul Jannah, S.Pd., Shintia Anggraini, S.Pd., Kadek Shinta Dewi, S.Pd.

Terimakasih tak lupa saya ucapkan kepada pihak Balai Konservasi Sumberdaya Alam (BKSDA), terkhusus Ibu Julita, Ibu Selly, Ibu Syarifah, Bapak Andriansyah, Kak Falen, dan Kak Andre yang telah membantu mensukseskan proses penelitian di kawasan Blok Pemanfaatan Pundi Kayu. Terimakasih kepada pihak Dinas Lingkungan dan Kebersihan (DLHK) Kota Palembang, terkhusus Ibu Nyimas Eviyani, Ibu Henny, Ibu Aci, dan Bapak Nazirin yang telah membantu memfasilitasi alat dalam proses penelitian ini.

Terimakasih kepada Kak Theo dan Mas Lana yang telah sabar dan berbaik hati membagikan ilmunya kepada penulis, dan tidak lupa terimakasih juga kepada teman-teman program studi Pendidikan Biologi angkatan 2017, kakak dan adik program studi Pendidikan Biologi, yang senantiasa membantu, memberikan semangat, dan motivasi, serta semua pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat ditulis satu persatu. Penulis sangat bersyukur karena dipertemukan dengan orang baik, terima kasih banyak kepada semua orang yang telah membantu dan menguatkan penulis, semoga keberkahan selalu menyertai kalian dan semoga semuanya selalu berada dalam lindungan Tuhan.

Banyak rintangan yang dihadapi, banyak keluhan yang dirasakan, banyak ucapan kurang berkenan dari manusia-manusia yang tidak tahu apa-apa. *Last but not least*, terimakasih banyak kepada diri sendiri yang telah berusaha untuk bertahan dan bekerja keras sampai di tahap ini, menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan tetap berada di lintasan, walaupun berjalan dengan perlahan, tidak berhenti. Terimakasih karena telah bertanggungjawab atas segala apa yang telah dimulai. Tri Mardiani, *I'm proud of being myself*. Tidak ada yang sia-sia selama kita mau belajar dan berusaha, kuncinya: "*Tetap santai, tenang, dan kuasai, semua ada jalan*".

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pembelajaran bidang studi Pendidikan Biologi dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Palembang, 28 Maret 2022
Penulis

Tri Mardiani

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SIDANG.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Profil Kota Palembang	7
2.2 Pencemaran Udara.....	8
2.3 Nitrogen Dioksida (NO ₂)	10
2.4 Baku Mutu Udara Ambien	11
2.5 Biomonitoring	12
2.6 Bioindikator.....	13
2.7 <i>Lichen</i> dan Peranannya Sebagai Bioindikator.....	13
2.8 Klasifikasi <i>Lichen</i>	15
2.9 Sumbangan dalam Pembelajaran Biologi	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20

3.2	Metode Penelitian.....	20
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	20
3.4	Populasi dan Sampel Penelitian	20
3.5	Prosedur Penelitian.....	21
3.5.1	Peninjauan dan Penentuan Stasiun Sampling.....	22
3.5.2	Metode Penentuan Stasiun Sampling	22
3.5.2.1	Metode Penghitungan Jumlah Kendaraan	23
3.5.2.2	Pengukuran Kadar NO ₂ di Udara	24
3.5.2.3	Metode Pengukuran Kadar NO ₂ di Udara	24
3.5.3	Penentuan Pohon Sampling.....	27
3.5.4	Pengambilan Data <i>Lichen</i>	27
3.5.5	Pengukuran Faktor Abiotik	27
3.5.6	Identifikasi Jenis <i>Lichen</i>	28
3.6	Teknik Analisis Data	28
3.6.1	Analisis Kadar NO ₂ di Udara Ambien	28
3.6.2	<i>Index of Atmospheric Purity</i> (IAP).....	29
3.7	Validasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Data Hasil Pengamatan pada <i>Lichen</i>	33
4.1.1	Hasil Identifikasi Jenis <i>Lichen</i>	33
4.1.2	Kehadiran, Jumlah Koloni, dan Luas Penutupan <i>Lichen</i>	39
4.1.3	Distribusi Jenis <i>Lichen</i> di Tiap Stasiun	39
4.2	Data Penghitungan Jumlah Kendaraan Bermotor di Tiap Stasiun.....	40
4.3	Data Abiotik Lingkungan di Tiap Stasiun.....	40
4.4	Tingkat Pencemaran Udara di Tiap Stasiun	41
4.4.1	<i>Index of Atmospheric Purity</i> (IAP).....	41
4.4.2	Hasil Pengukuran Kadar NO ₂ di Udara.....	42
4.5	Hubungan Antar Variabel Penelitian	42
4.5.1	Hubungan Jumlah Koloni <i>Lichen</i> terhadap Nilai IAP	42
4.5.2	Hubungan Kadar NO ₂ terhadap Jumlah Koloni <i>Lichen</i>	43
4.5.3	Hubungan Kadar NO ₂ terhadap Nilai IAP	44

4.5.4 Hubungan Kepadatan Jumlah Kendaraan terhadap Nilai IAP	45
4.5.5 Hubungan Kepadatan Jumlah Kendaraan terhadap Kadar NO ₂	46
4.6 Hasil Validasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	47
4.7 Pembahasan	48
4.8 Sumbangan Hasil Penelitian.....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Baku Mutu Udara Ambien.....	11
Tabel 2 Kategori Pengaruh Jumlah Kendaraan Bermotor	24
Tabel 3 Hasil Uji ANOVA pada Jumlah Kendaraan Bermotor.....	24
Tabel 4 Referensi Kunci Identifikasi Jenis <i>Lichen</i>	28
Tabel 5 <i>Index of Atmospheric Purity</i> (IAP)	30
Tabel 6 Rentang Indeks Skala Penutupan (C)	31
Tabel 7 Variasi Persetujuan di Antara Dua Ahli.....	31
Tabel 8 Interpretasi Nilai Koefisien Kappa	32
Tabel 9 Hasil Identifikasi Morfologi Jenis <i>Lichen</i>	33
Tabel 10 Klasifikasi Jenis <i>Lichen</i> yang Ditemukan.....	34
Tabel 11 Data Kehadiran, Jumlah Koloni dan Luas Penutupan <i>Lichen</i>	39
Tabel 12 Rata-rata Jumlah Kendaraan per Stasiun	40
Tabel 13 Parameter Abiotik Lingkungan per Stasiun	41
Tabel 14 Nilai Indeks Kemurnian Atmosfer (IAP) Tiap Stasiun.....	41
Tabel 15 Kadar NO ₂ di Udara per Stasiun	42
Tabel 16 Korelasi Jumlah Koloni <i>Lichen</i> terhadap Nilai IAP	42
Tabel 17 Korelasi Kadar NO ₂ terhadap Jumlah Koloni <i>Lichen</i>	43
Tabel 18 Korelasi Kadar NO ₂ terhadap Nilai IAP	44
Tabel 19 Korelasi Kepadatan Jumlah Kendaraan terhadap Nilai IAP.....	45
Tabel 20 Korelasi Kepadatan Jumlah Kendaraan terhadap Kadar NO ₂	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Peta Kota Palembang, Sumatera Selatan.....	7
Gambar 2 <i>Lepraria lobificans</i> Nyl.....	16
Gambar 3 <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.....	16
Gambar 5 <i>Parmelia</i> sp.	16
Gambar 5 <i>Xanthoria parietina</i>	16
Gambar 6 <i>Hypotrachyna</i>	17
Gambar 7 <i>Dirinaria applanata</i> (Fée) D.	17
Gambar 8 <i>Ramalina</i> sp.....	17
Gambar 9 <i>Usnea arizonica</i>	17
Gambar 10 <i>Squamarina cartilaginea</i> (With.) P.James.	18
Gambar 11 Diagram Alir Prosedur Penelitian	21
Gambar 12 Peta Lokasi Penelitian	22
Gambar 13 Rangkaian Peralatan Pengambilan Contoh Uji NO ₂	26
Gambar 14 Posisi dan Ukuran Plot pada Pohon Sampling	27
Gambar 15 <i>Dirinaria</i> sp.....	34
Gambar 16 <i>Graphis scripta</i>	34
Gambar 17 <i>Graphis</i> sp.	35
Gambar 18 <i>Canoparmelia</i> sp.	35
Gambar 19 <i>Ochrolechia</i> sp.	36
Gambar 20 <i>Lecanora</i> sp.	36
Gambar 21 <i>Lepraria incana</i>	37
Gambar 22 <i>Lepraria</i> sp.	37
Gambar 23 <i>Arthonia</i> sp.	38
Gambar 24 <i>Lecidella elaeochroma</i>	38
Gambar 25 Distribusi Jenis <i>Lichen</i> di Tiap Stasiun	40
Gambar 26 Hubungan Jumlah Koloni <i>Lichen</i> terhadap Nilai IAP	43
Gambar 27 Hubungan Kadar NO ₂ terhadap Jumlah Koloni <i>Lichen</i>	44
Gambar 28 Hubungan Kadar NO ₂ terhadap Nilai IAP	45
Gambar 29 Hubungan Kepadatan Jumlah Kendaraan terhadap Nilai IAP	46

Gambar 30 Hubungan Kepadatan Jumlah Kendaraan terhadap Kadar NO ₂	47
Gambar 31 Zona Distribusi <i>Lichen</i> pada Pohon	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Silabus Pembelajaran.....	63
Lampiran 2 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	66
Lampiran 3 Lembar Kerja Peserta Didik	70
Lampiran 4 Lembar Validasi LKPD	80
Lampiran 5 Rekapitulasi Penilaian Validasi LKPD	84
Lampiran 6 Analisis Statistik SPSS	85
Lampiran 7 Tabel Penghitungan Nilai <i>Index of Atmospheric Purity</i> (IAP).....	86
Lampiran 8 Surat Tugas Validator LKPD	88
Lampiran 9 SK Pembimbing Skripsi	89
Lampiran 10 Surat Izin Penelitian Laboratorium Pendidikan Biologi.....	91
Lampiran 11 Surat Izin Masuk Kawasan Konservasi (SIMAKSI).....	92
Lampiran 12 Surat Izin Kesbangpol Kota Palembang.....	93
Lampiran 13 Surat Izin Kesbangpol Provinsi Sumatera Selatan	94
Lampiran 14 Surat Keterangan Bebas Laboratorium.....	95
Lampiran 15 Surat Izin DLHK Kota Palembang.....	96
Lampiran 16 Surat Izin Dinas Pendidikan Provinsi Sumatera Selatan	97
Lampiran 17 Surat Tanda Selesai Penelitian DLHK Kota Palembang.....	98
Lampiran 18 Surat Tanda Selesai Penelitian BKSDA Provinsi Sumsel.....	99
Lampiran 19 Surat Tanda Uji Laboratorium DLHK Kota Palembang.....	100

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mendeskripsikan tingkat pencemaran udara oleh emisi gas buangan kendaraan bermotor di wilayah Kota Palembang. Penelitian dilakukan secara deskriptif dengan metode perhitungan *Index of Atmospheric Purity* (IAP). Parameter gas buangan kendaraan bermotor yang diukur yaitu kadar NO₂ di udara ambien. Area penelitian yang digunakan adalah tiga jalan di Kota Palembang dengan arus lalu lintas dan satu kawasan hutan konservasi sebagai kontrol, yang dibagi menjadi empat stasiun sampling. Penentuan stasiun sampling didasarkan atas perbedaan kepadatan lalu lintas per jam (kendaraan/jam/lajur). Sampel bioindikator yang digunakan dalam penelitian ini adalah golongan *lichen corticolous* yang menempel pada pohon. Pengambilan sampel NO₂ di udara dilakukan dengan metode *Passive Sampler* dan dianalisis secara spektrofotometri menggunakan metode *Griess Saltzman*. Hasil penelitian menunjukkan keempat stasiun sampling memiliki tingkat pencemaran udara yang berbeda yakni: stasiun 1 dengan tingkat pencemaran rendah (IAP = 38.15), stasiun 2 dengan tingkat pencemaran sedang (IAP = 25.71), stasiun 3 dengan tingkat pencemaran tinggi (IAP = 21.44), dan stasiun 4 dengan tingkat pencemaran tinggi (IAP = 17.13). Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber pembelajaran materi kontekstual dalam bentuk lembar kerja peserta didik (LKPD) non-eksperimen tentang peranan *lichen* sebagai bioindikator pencemaran udara pada KD 3.11 yaitu “Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab dan dampaknya bagi kehidupan”.

Kata kunci: Kendaraan Bermotor, Kadar NO₂, Bioindikator, *Lichen*, IAP

ABSTRACT

This study aims to determine and describe the level of air pollution caused by vehicle emissions in Palembang. This research was conducted descriptively using the Index of Atmospheric Purity (IAP) as a calculation method. The parameters of vehicle emissions that are being measured are NO₂ in the ambient air. The scope of research was three roads with traffic and one conservation forest area as a control, which is divided into four sampling stations. The determination of sampling stations is based on differences in traffic density per hour (vehicles/hour/lane). The bioindicator samples used in this study were corticolous lichens attached to the trees. The NO₂ sample is carried out by the Passive Sampler method and analyzed spectrophotometrically using the Griess Saltzman method. The results showed that the four sampling stations had different levels of pollution, etching being: station 1 with the lowest pollution level (IAP = 38.15), station 2 with a moderate level of pollution (IAP = 25.71), station 3 with a high level of pollution (IAP = 21.44), and station 4 with a high level of pollution (IAP = 17.13). The results of this study can be used as a source of learning contextual material in the form of non-experimental student worksheets (LKPD) about the role of lichen as a bioindicator of air pollution in basic competence 3.11, namely "Analyzing data on environmental changes, their causes and impacts on life".

Keywords: Vehicles, NO₂ Concentration, Bioindicator, Lichen, IAP

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara merupakan salah satu komponen abiotik yang sangat dibutuhkan bagi kelangsungan hidup manusia dan organisme lain, yang harus dijaga dan dipelihara kelestarian fungsinya (Peraturan Pemerintah RI Nomor 41 Tahun 1999). Manusia memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kualitas udara di lingkungan hidup, namun kualitas udara dapat menurun seiring dengan laju pertumbuhan ekonomi dan penduduk. Perubahan lingkungan seperti menurunnya kualitas udara umumnya disebabkan oleh karena adanya pencemaran udara.

Pencemaran udara didefinisikan sebagai masuknya satu atau lebih kontaminan atau polutan seperti debu, bau, gas, dan uap ke atmosfer dalam jumlah dan waktu tertentu yang dapat membahayakan kehidupan manusia dan organisme lainnya. Pencemaran udara dapat diakibatkan oleh sumber alami dan kegiatan manusia. Emisi gas buang kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber pencemar yang dihasilkan akibat kegiatan manusia, sedangkan letusan gunung berapi, kebakaran hutan pada musim kemarau, pembusukan atau proses dekomposisi merupakan sumber alami penyebab pencemaran udara (Dewata & Tarmizi, 2015). Pencemaran udara akibat kegiatan manusia memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap lingkungan, seperti aktivitas dengan kendaraan bermotor, kegiatan industri, dan kegiatan yang dapat menghasilkan gas buang, baik proses dekomposisi ataupun pembakaran (Ratnani, 2008).

Gas buangan yang berasal dari kendaraan bermotor seperti motor, mobil, truk pengangkut dan bus merupakan sumber utama penyebab pencemaran udara di wilayah perkotaan dengan polutan yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar pada mesin. Padatnya lalu lintas kendaraan bermotor yang berpotensi menghasilkan polutan dapat menyebabkan berbagai masalah pada pernapasan baik akut maupun kronis, yang disebabkan oleh polutan primer seperti partikulat debu ($PM_{2,5}$ dan PM_{10}), ozon (O_3), nitrogen dioksida (NO_2), sulfur dioksida (SO_2),

karbon monoksida (CO), timbal (Pb) dan lain-lain (WHO, 2011). Ada berbagai macam polutan yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, sebagai penelitian awal, studi ini hanya memfokuskan pada satu bagian polutan yaitu NO₂. Pemilihan jenis polutan ini berdasarkan argumen bahwa NO₂ adalah polutan primer yang diemisikan dari pembuangan kendaraan bermotor dengan dampak pada kesehatan manusia dan lingkungan yang telah terdokumentasikan (NEGTAP, 2001). NO₂ juga diketahui sebagai polutan yang konsentrasinya seringkali melebihi baku mutu standar kualitas udara di wilayah perkotaan (Driejana dkk., 2013). Penelitian Zulkifli (2011) di Kota Palembang menunjukkan hasil bahwa emisi gas buang dari kendaraan bermotor menjadi penyumbang polutan terbesar dalam pencemaran udara yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman seperti gangguan pada struktur, morfologi dan biokimia tanaman.

Hasil pemantauan kualitas udara ambien yang telah dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Palembang di beberapa persimpangan jalan di wilayah Kota Palembang pada periode bulan Agustus tahun 2021 menunjukkan bahwa parameter NO₂ di beberapa lokasi telah melampaui baku mutu udara ambien yang telah ditentukan dalam Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021. Tingginya konsentrasi NO₂ di udara dapat diasumsikan terjadi karena semakin padatnya aktivitas berkendara dengan kendaraan bermotor. Kota Palembang merupakan ibukota Provinsi Sumatera Selatan dengan peningkatan pertumbuhan penduduk sekitar 1,38% dari tahun 2010 – 2020. Sejalan dengan laju pertumbuhan penduduk Kota Palembang, maka pertumbuhan pada sektor transportasi pun akan semakin meningkat. Ditinjau dari volume kendaraan bermotor, tercatat bahwa jumlah kendaraan sepeda bermotor ada sebanyak 1.117.270 unit, mobil penumpang sebanyak 237.513 unit, truk sebanyak 90.940 unit dan bus sebanyak 1.333 unit (BPS Kota Palembang, 2021).

Berdasarkan dari data dan penjelasan di atas, dengan tingginya polutan yang terlepas ke udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor dan besarnya risiko yang ditimbulkan, maka kegiatan monitoring kualitas udara sangat diperlukan sebagai peringatan dini kondisi lingkungan dan pengendalian serta sebagai wujud pencegahan terjadinya pencemaran udara dalam skala yang lebih besar. Salah satu

teknik monitoring kualitas udara yang dapat diterapkan adalah biomonitoring dengan menggunakan organisme sebagai indikator (Fandani, 2017). Biomonitoring adalah teknik yang digunakan sebagai alternatif pemantauan kualitas udara yang dinilai lebih efisien (Agnan dkk., 2017). Biomonitoring dapat diartikan sebagai suatu teknik penggunaan respon makhluk hidup secara sistematis untuk mengevaluasi dan menilai perubahan kualitas lingkungan. Pemantauan kualitas udara dan perubahan lingkungan dapat diukur melalui penilaian pada kesehatan lingkungan dengan organisme sebagai bioindikator (Náray & Kudász, 2016).

Bioindikator merupakan komunitas organisme yang dapat digunakan untuk menentukan dan mengidentifikasi kualitas lingkungan (Conti & Checcetti, 2001). Bioindikator menunjukkan sensitivitas dan toleransi organisme terhadap kondisi lingkungan, sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai alat penilai kondisi lingkungan terutama kualitas udara (Husamah & Rahardjanto, 2019). Salah satu organisme yang dapat dijadikan sebagai bioindikator kualitas udara adalah *lichen*.

Lichen dapat berperan sebagai bioindikator, karena *lichen* mampu menanggapi perubahan lingkungan dengan merefleksikan perubahan keragaman, kelimpahan, morfologi, fisiologi, akumulasi polutan, dan lain-lain. *Lichen* sangat sensitif terhadap pencemaran udara, karena *lichen* tidak memiliki lapisan kutikula seperti pada tumbuhan lainnya, sehingga *lichen* akan langsung menyerap nutrisi dan polutan yang berasal dari atmosfer tanpa adanya proses seleksi. *Lichen* tidak memiliki cara untuk mengeluarkan polutan yang telah diserapnya, oleh karena itu perubahan warna pada talus *lichen* dapat mengindikasikan akumulasi polutan (Ahmadjian dkk., 1973). Sensitivitas *lichen* terhadap polutan inilah yang dapat menjadikan *lichen* berperan sebagai bioindikator (Murningsih & Mafazah, 2016).

Penelitian terkait telah dilakukan oleh Das, dkk (2013) dengan judul “*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*” yang memperlihatkan hasil bahwa jumlah jenis *lichen* yang ditemukan pada area penelitian memiliki korelasi positif terhadap nilai IAP, dimana jarak sumber polusi juga memiliki pengaruh terhadap nilai IAP. Adapun penelitian yang telah dilakukan oleh Fandani (2017) dengan mengukur tingkat pencemaran

udara di tiga stasiun di Kabupaten Jember menggunakan *lichen* sebagai bioindikator menunjukkan hasil bahwa tingkat pencemaran udara di ketiga stasiun memiliki nilai IAP (*Index of atmospheric purity*) yang bervariasi, perbedaan nilai tersebut dipengaruhi oleh adanya perbedaan tingkat kepadatan lalu lintas kendaraan bermotor yang menghasilkan gas buang. Penelitian terkait *lichen* sebagai bioindikator pencemaran udara dengan metode perhitungan IAP (*Index of Atmospheric Purity*) telah banyak dilakukan, namun penelitian terkait pengaruh NO₂ terhadap *lichen* epifit masih terbatas terutama di Kota Palembang, sehingga cukup sulit untuk menentukan apakah jenis *lichen* yang ditemukan termasuk ke dalam kategori *lichen* sensitif atau toleran terhadap NO₂. Salah satu penelitian terkait telah dilakukan oleh Fuentes (1998) yang berjudul “*The effect of air pollution from nitrogen dioxide (NO₂) on epiphytic lichens in Seville, Spain*” menunjukkan hasil bahwa pada zona penelitian dengan konsentrasi NO₂ yang tinggi didominasi oleh jenis *lichen* yang toleran seperti *Lepraria sp.*, sedangkan di zona dengan konsentrasi NO₂ yang lebih rendah didominasi oleh jenis *lichen* yang lebih sensitif seperti *Parmelia sp.* Adapun penelitian sejenis yang telah dilakukan oleh Frati, dkk (2005) dengan judul “*Effects of NO₂ and NH₃ from road traffics on epiphytic lichens*” yang menunjukkan bahwa keberagaman dan kelimpahan jenis *lichen* ditemukan terutama pada stasiun penelitian dengan konsentrasi NO₂ di bawah 40 µg/m³.

Ilmu pengetahuan khususnya ilmu biologi, berperan penting membentuk kesadaran dan kepedulian peserta didik agar senantiasa menjaga kelestarian lingkungan terutama menjaga kualitas udara di lingkungan hidup, dengan harapan dampak dari pencemaran udara dapat diminimalkan. Sesuai dengan Permendikbud Nomor 37 Tahun 2018, terdapat kompetensi dasar (KD) yang harus dicapai oleh peserta didik SMA kelas X pada mata pelajaran biologi, salah satunya KD 3.11 yaitu “Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab dan dampaknya bagi kehidupan”. Berdasarkan kompetensi dasar tersebut, peserta didik diharapkan mampu menganalisis suatu data perubahan lingkungan serta menganalisis dampaknya bagi kehidupan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sumber pembelajaran materi kontekstual yang disumbangkan dalam bentuk lembar kerja

peserta didik (LKPD) non-eksperimen tentang peranan *lichen* sebagai bioindikator pencemaran udara sesuai dengan kompetensi dasar (KD) 3.11.

Latar belakang yang telah diuraikan di atas menjadi hal yang mendorong peneliti sehingga tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Studi Kualitatif Tingkat Pencemaran Emisi Gas NO₂ di Wilayah Kota Palembang dengan *Lichen* sebagai Bioindikator dan Sumbangannya dalam Pembelajaran Biologi SMA”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana jenis dan sebaran *lichen* sebagai bioindikator pada tingkat pencemaran yang berbeda dengan metode perhitungan *index of atmospheric purity* (IAP)?
2. Bagaimana hubungan antara kadar NO₂ di udara terhadap nilai *index of atmospheric purity* (IAP)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui jenis dan sebaran *lichen* sebagai bioindikator pada tingkat pencemaran yang berbeda dengan metode perhitungan *index of atmospheric purity* (IAP).
2. Mengetahui dan mendeskripsikan hubungan antara kadar NO₂ di udara terhadap nilai *index of atmospheric purity* (IAP).

1.4 Batasan Masalah

Batasan penelitian diperlukan agar suatu penelitian menjadi lebih terarah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Pemilihan stasiun sampling didasarkan atas kehadiran koloni *lichen* di pohon dan kepadatan jumlah kendaraan bermotor;
2. Parameter abiotik yang diamati berupa suhu dan kelembaban udara;
3. Pohon sampling yang dipilih masing-masing 5 pohon per stasiun;

4. Sampel *lichen* yang digunakan adalah *lichen* epifit golongan *corticolous*;
5. Parameter data *lichen* yang diukur yaitu jumlah koloni dan luas penutupan *lichen* yang ditemukan di tiap pohon sampling;
6. Parameter kualitas udara yang diukur dengan alat adalah konsentrasi NO₂.
7. Tingkat pencemaran udara ditentukan berdasarkan indikator: nilai *index of atmospheric purity* (IAP) dan nilai kadar NO₂;

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah dan mengembangkan ilmu pengetahuan dalam bidang ilmu biologi khususnya tentang peranan *lichen* sebagai bioindikator pencemaran udara, serta bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) sebagai sumber referensi mendasar untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait dengan peranan *lichen* sebagai bioindikator pencemaran udara. Bagi bidang pendidikan, data hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber pembelajaran biologi SMA untuk kelas X materi kontekstual terkait perubahan kondisi lingkungan dan dampaknya bagi kehidupan sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD) 3.11.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnan, Y., Probst, A., & Séjalon-Delmas, N. (2017). Evaluation of lichen species resistance to atmospheric metal pollution by coupling diversity and bioaccumulation approaches: A new bioindication scale for French forested areas. *Ecological Indicators*. 27: 99–110.
- Ahmadjian, V. & Hale, M. E. (1973). *The Lichens*. New York: Academic Press.
- Asta, J., Erhardt, W., Ferretti, M., Fornasier, M.F., Kirschbaum, U., Nimis, P.L, Purvis, O.W., Pirintsos, S., Scheidegger, C., Van Haluwyn, C., & Wirth, F. (2002). Mapping lichen diversity as an indicator of environmental quality. *Monitoring with lichens monitoring lichens*. NATO Science Series.
- Badan Pusat Statistik Kota Palembang. (2021). *Kota Palembang Dalam Angka 2021*. Palembang: BPS Kota Palembang.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). SNI 19-7119.2-2005 Tentang cara uji kadar nitrogen dioksida (NO₂) dengan metode *Griess Saltzman* menggunakan spektrofotometer. Jakarta: BSN.
- Boonpragob, K. (2003). Using Lichens as Bioindicaor of Airpollution. (Online). http://www.pcd.go.th/count/airdl/FileName=31_LichenAcidDep. (Diakses pada 22 Maret 2022).
- Bungartz, F.R., Rosentrer, Nash. (2002). Field Guide to Common Epiphytic Macrolichens in Arizona. Arizona State University Lichen Herbarium. Arizona.
- Çelik, M. B & Kadi, I. (2007). The relation between meteorological factors and pollutants concentrations in Karabük City. *G. U. Journal of Science*. 20(4): 87–95.
- Cen, S. (2015). Biological monitoring of air pollutants and its influence on human beings. *The Open Biomedical Engineering Journal*. 9: 219–223.
- Conti, M. E. & Checcetti, G. (2001). A Biological monitoring: Lichens as bioindicators of air pollution assessment - A review. *Environmental Pollution*. 7491: 471–492.
- Darmayasa, I. G. O. (2013). Dampak NO_x terhadap lingkungan. *Kurva Teknik*. 2(1): 98–107.
- Das, P., Joshi, S., Rout, J., & Upreti, D. (2013). Lichen diversity for environmental stress study: Application of index of atmospheric purity (IAP) and mapping around a paper mill in Barak Valley. *Tropical Ecology*. 54: 355–364.

- Davies, L., Bates, J. W., Bell, J. N. B., James, P. W., & Purvis, O. W. (2006). Diversity and sensitivity of epiphytes to oxides of nitrogen in London. *Environmental Pollution*. 146: 299–310
- Dewata, I. & Tarmizi. (2015). *Kimia Lingkungan*. Padang: UNP Press Padang.
- Driejana & Handika, R. A. (2013). Polusi udara dalam rumah sekitar jalan raya: Intrusi NO₂ dari transportasi dan gangguan pernapasan pada penghuni rumah. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*. 10(2): 119–132.
- Fandani, S. T. (2017). Tingkat pencemaran udara di desa Silo dan desa Pace, kecamatan Silo, kabupaten Jember dengan menggunakan *lichen* sebagai bioindikator. *Berkala Saintek*. Jember: Universitas Jember.
- Fрати, L., Caprasecca, E., Santoni, S., Gaggi, C., Guttova, A., & Gaudino, S. (2005). Effects of NO₂ and NH₃ from road traffic on epiphytic lichens. *Environmental Pollution*. 142:58–64.
- Fuentes, J. M. C. & Rowe, J. G. (1998). The effect of pollution from nitrogen dioxide on epiphytic lichens in Seville, Spain. *Aerobiologia*. 241–247.
- Hidayati, M., Setyawati, T. R., & Murkalina. (2013). Kandungan sulfur dan klorofil thallus lichen *Parmelia sp.* dan *Graphis sp.* pada pohon peneduh jalan di Kecamatan Pontianak Utara. *Jurnal Protobiont*. 14: 12–27.
- Husamah & Rahardjanto, A. (2019). *Bioindikator (Teori dan Aplikasi dalam Biomonitoring)*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Hyvärinen, M. H. & Kauppi, M. P. (1992). Influence of stand age and structure on the epiphytic lichen vegetation in the Middle-Boreal forests of Finland. *The Lichenologist*. 24(2): 171.
- Ismail, M. H. (2020). Keanekaragaman jenis lichen epifit di kawasan Kota Surakarta, Jawa Tengah. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Johansson, Dick. (1974). *Ecology Of Vascular Epiphytes In West African Rain Forest*. Uppsala, Swedia: Uppsala University.
- Kuldeep, S. & Prodyut, B. (2015). Lichen as bio-indicator tool for assesment of climate and air pollution vulnerability: Review. *Int. Res. J. Environment Sci*. 4(12): 107–117.
- Kulshreshtha, P. (2019). Air Pollution: Sources, Impacts and controls: Effects of air pollution on human health. *CAB International*. 135–150. University of Delhi: India.

- LeBlanc, S. C. F. & 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.
- Mardiatmoko, G., Pietersz, J. H., & Boreel, A. (2014). *Ilmu Ukur Kayu dan Inventarisasi Hutan*. Ambon: Badan Penerbit Fakultas Pertanian Universitas Pattimura.
- Mariyanti, R., Mallobassang, S. N., & Ramlah, S. (2105). Studi karakteristik pohon inang anggrek di kawasan Cagar Alam Pangi Binangga Desa Sakina Jaya Kabupaten Parigi Muotong. *Warta Rimba*. 39–48.
- Mukono. (2008). *Tentang Dampak Pencemaran Udara*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Murningsih, M., & Mafazaa, H. (2016). Jenis-jenis lichen di kampus Undip Semarang. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*. 18(2): 20–29.
- Náray, M. & Kudász, F. (2016). Biological monitoring (biomonitoring). *Hungarian Institute of Occupational Health*. [https://oshwiki.eu/wiki/Biological_monitoring_\(monitoring\)](https://oshwiki.eu/wiki/Biological_monitoring_(monitoring)). (Diakses pada 23 Maret 2021).
- Nayaka, S. (2014). *Methods and Techniques in Collection, Preservation and Identification of Lichenes. Plant Taxonomy and Biosystematics - Classical and Modern Methods*. 101–128. New Delhi: New India Publishing Agency.
- NEGTA (National Expert Group on Transboundary Air Pollution). (2001). Transboundary air pollution: Acidification, eutrophication and ground-level ozone in the UK. CEH, Edinburgh.
- Noor, R. (2014). Penyusunan lembar kerja peserta didik (LKPD) biologi SMA melalui inventarisasi tumbuhan yang berpotensi atau sebagai pewarna alami di kota Metro. *Bioedukasi*. 5(2): 94–104.
- Pratiwi, M. E. (2006). Kajian lumut kerak sebagai bioindikator kualitas udara - studi kasus: kawasan industri Pulo Gadung, arboretum Cibubur dan tegakan mahoni Cikabayan. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ratnani, R. D. (2008). Teknik pengendalian pencemaran udara yang diakibatkan oleh partikel. *Momentum*. 4(2): 27–32.
- Republik Indonesia. (1999). Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 Tentang tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Jakarta.
- Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta.

- Rindiani, A. T. (2018). Penggunaan lichen sebagai bioindikator kualitas udara dan gangguan faal paru pada masyarakat di kawasan industri genteng: Studi di kawasan industri genteng desa Kalibagor kecamatan Situbondo kabupaten Situbondo. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Roziaty, E. (2016). Review: Kajian lichen: Morfologi, habitat, dan bioindikator kualitas udara ambien akibat polusi kendaraan bermotor. *Bioeksperimen*. 2(1): 54–66.
- Sánchez-Ccoyllo, O. R. & Andrade, M. de F. (2002). The influence of meteorological conditions on the behavior of pollutants concentrations in Sao Paulo, Brazil. *Environmental Pollution*. 116: 257–263
- Sari, M., Santi, D. N., & Cahaya, I. (2013). Analisis kadar CO dan NO₂ di udara dan keluhan gangguan saluran pernapasan pada pedagang kaki lima di pasar Sangkumpal Bonang Kota Padangsidempuan Tahun 2013. *Jurnal Universitas Sumatera Utara*.
- Saryantono, B. & Noviyana, H. (2017). Workshop pembuatan lembar kerja peserta didik (LKPD) pada guru-guru SMP N 2 Jati Agung. *Adiguna: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*. 2(1): 16–20.
- Sett, R. & Kundu, M. (2016). Epiphytic lichens: Their usefulness as bio-indicators of air pollution. *Donnish Journal of Research in Environmental Studies*. 3(3): 17–24.
- Shukla, V., Upreti, & Rajesh, B. (2014). *Lichen to Biomonitor The Environment*. 47–60. New Delhi: Springer.
- Silverside, A. J. (2012). Lichen thallus types (Online). <https://www.lichens.lastdragon.org/faq/licenthallustypes.html>. Diakses pada 2 Mei 2021.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sulaju, A. P., Hardwinarto, S., Boer, C., & Sunaryono. (2015). Identifikasi pohon inang epifit di hutan bekas tebangan pada dataran rendah daerah aliran sungai (DAS) Malinau. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*. 1–6.
- Suyono. (2014). *Pencemaran Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Thomas, L. (2011). Canaries in a coal mine: Using lichens to measure nitrogen pollution. *PNW Science Findings*. 1–6.
- Viera, A. J. & Garrett, J. M. (2005). Understanding interobserver agreement: The kappa statistic. *Family Medicine*. 37(5): 360–363.

- Weissman, L., Fraiber, M., Shine, L., Garty, J., & Hochman, A. (2006). Responses of antioxidants in the lichen *ramalina lacera* may serve as a warning nearly bioindication systems for detection of water pollution trees. *Fems. Microbiol. Ecol.* 58: 41–53.
- World Health Organization. (2011). Air quality guidelines - Second edition: Chapter 7.1: Nitrogen Dioxide. 1–33.
- Zulkifli, H. (2011). Kerusakan struktur, morfologi dan biokimia tanaman sebagai bioindikator penurunan kualitas udara perkotaan. *Majalah Ilmiah Sriwijaya.* 18(11): 623–633.