

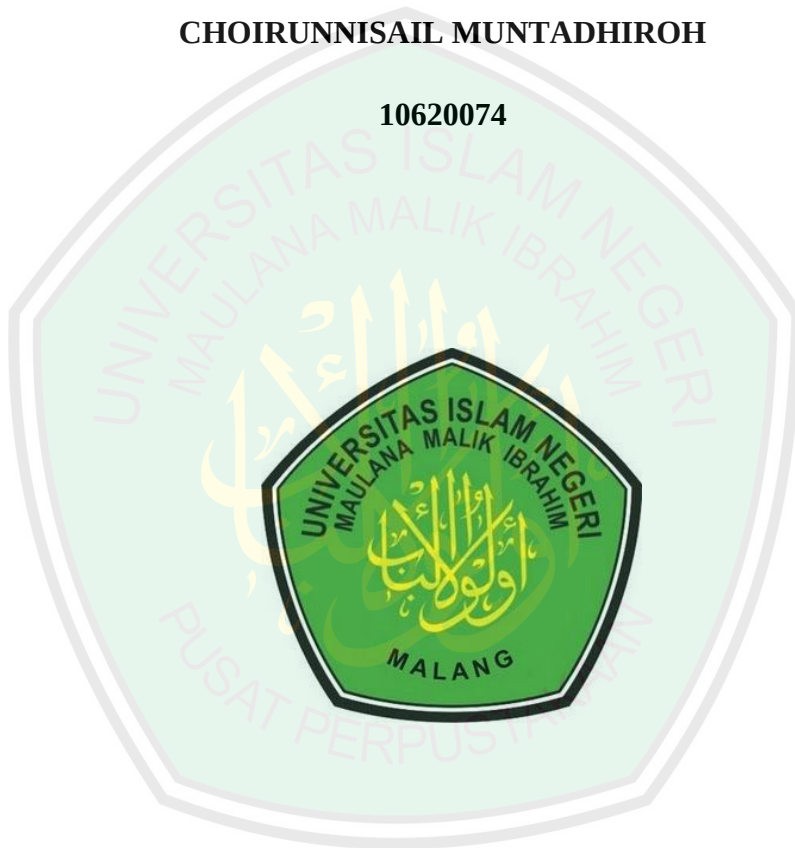
Karakteristik Anatomi dan Potensi Daun Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.) di Ruas Jalan Kota Malang sebagai Akumulator Logam Berat Timbal (Pb)

SKRIPSI

Oleh:

CHOIRUNNISAIL MUNTADHIROH

10620074



JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG**

2015

Karakteristik Anatomi Daun dan Potensi Daun Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.) di Ruas Jalan Kota Malang sebagai Akumulator Logam Berat Timbal (Pb)

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana (S.Si)**

**OLEH:
CHOIRUNNISAIL MUNTADHIROH
NIM. 10620074**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2015**

**KARAKTERISTIK ANATOMI DAN POTENSI DAUN
TREMBESI (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.) DI RUAS JALAN KOTA
MALANG SEBAGAI AKUMULATOR LOGAM BERAT TIMBAL
(Pb)**

SKRIPSI

Oleh:

**CHOIRUNNISAIL MUNTADHIROH
NIM 10620074**

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I,



Ruri Siti Resmisari, M.Si
NIP. 2014 0201 2423

Dosen Pembimbing II,



Ach. Nashiehuddin, M.A
NIP. 19730705 2000311 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

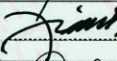
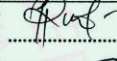
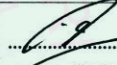
**KARAKTERISTIK ANATOMI DAN POTENSI DAUN
TREMBESI (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.) DI RUAS JALAN KOTA
MALANG SEBAGAI AKUMULATOR LOGAM BERAT TIMBAL
(Pb)**

SKRIPSI

Oleh:

**CHOIRUNNISAIL MUNTADHIROH
NIM 10620074**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal : 13 Juli 2015

Penguji Utama	<u>Dwi Suheriyanto, M.P</u> NIP. 19740325 200312 1 001	
Ketua Penguji	<u>Dr. Evika Sandi Savitri, M.P</u> NIP. 19741018 200312 2 002	
Sekretaris Penguji	<u>Ruri Siti Resmisari, M.Si</u> NIPT. 2014 0201 2423	
Anggota Penguji	<u>Ach.Nashichuddin, M.A</u> NIP. 197307052000311 002	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Biologi

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

MOTTO

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

“Niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(Q.S Al-Mujadila : 11)

**“KEMENANGAN HANYA MILIK ORANG-ORANG
YANG BERJUANG”**

Jadikan kepedihan masa lalu sebagai pelajaran menuju yang lebih baik, awali dengan niat dari hati untuk mengakhiri kepedihan

**“MASA DEPAN ADALAH MILIK MEREKA YANG
BERJUANG MEWUJUDKAN MIMPI-MIMPI INDAH
MEREKA”**

Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah

~ Zikir Fikir dan Amal Sholeh ~



"Seandainya semua pohon yang ada di bumi dijadikan pena, dan lautan dijadikan tinta, ditambah lagi tujuh lautan sesudah itu, maka belum akan habislah kalimat-kalimat Allah yang akan dituliskan, sesungguhnya Allah Maha perkasa lagi Maha bijaksana".

(QS. Lukman: 27)

Cahaya Tanpa Rupa

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang- Mu telah memberikan kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta, Atas kerunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya karya sederhana ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW.

*Kupersembahkan karya sederhana ini kepada kalian,
orang-orang terhebat yang mewarnai hidupku*

Ayahanda dan Ibunda Yang Tercinta

*Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terimakasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kacil ini kepada Ayah dan Ibu yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang akan mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga ini langkah awal untuk membuat Ayah dan ibu bahagia, karna kusadari selama ini belum bisa berbuat yang lebih, untuk Ibu dan Ayahku yang selalu membuatku termotivasi, selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehatiku menjadi lebih baik
Terimakasih Ayah.. Terimakasih Ibu..*

Adik-adikku Tersayang

My Little Angel-Ku (MYFTA dan INN), tiada yang paling mengharukan saat kumpul bersama kalian, saat semuanya pulang dan bercanda tawa, walaupun sering bertengkar tapi, hal itu selalu menjadi warna yang tak akan bisa tergantikan dan menjadi semangat buatku. Mbak dilahirkan lebih dulu dari kalian untuk jadi panutan dek.

maaf, belum bisa menjadi panutan baik seutuhnya, tapi selalu berusaha yang terbaik untuk kalian.. Kuliah dan sekolahnya yg rajin...kelak jadilah wanita terhebat dan tercantik yg Ayah Ibu impikan.
Kalian luar biasa !!!

Seluruh Dosen pengajar dijurusan Biologi

Terimakasih banyak untuk ilmu, didikan dan pengalaman yg sangat berarti yg beliau semua berikan kepada kami. Khususnya untuk Ibu "Ruri Siti Resmisari, M.Si" dan Bpk "Ach. Nashichuddin, M.A", selaku dosen pembimbing tugas akhirku, dan juga "Ibu Dr. Fvika Sadi Savitri, M.P" selaku dosen waliku, terimakasih banyak atas bantuan, nasehat dan dorongan sehingga karya sederhana ini terselesaikan.
Semoga selamanya menjadi ilmu yang bermanfaat dan barokah.

Pengasuh serta Guru-guruku

Jak lupa untuk para pahlawanku dari Yayasan Ponpes "Roudlotul Muta'allimin" khusus keluarga besar "K.H Sa'dullah Baharudin Yusuf", dan Keluarga besar "PJPDU Al-Fadhli" Malang. Berkat gemblengan, bimbingan dan arahan beliau semua, (aku) yang serba seadanya bisa seperti ini. Semoga Allah selalu melindungi dan meninggikan derajat beliau didunia dan akhirat.

Amin ya Rabbal Alamin.

Sahabat-sahabatku

Seperantauan dan serahim dari perut "PJPDU Al-Fadhli" (mbk elma, mbk afif vlova, mbk Iva Rohmatin, mbk Mega Puspita, Atina, Zulfa dan Umiati)

dan spesial buat Dek Htesty, Dek Afif dan Dek Ulda", yang selalu bersedia

menyalurkan pundak ketika lelah menghampiri, memberi nasihat disaat malas menerpa, memberikan fasilitas kendaraan. Terimakasih yang takkan pernah habis untuk kalian yang telah menciptakan sebuah cerita denganku dikota Malang.

Semangat dan Sukses sahabat..

Buat Adik-adik angkat-Ku di PJPDU Al-Fadhli (Nailul Hidayah, Le'in, Yua, Rierien, Yun, Uyun, Ella, Zuhai, Muslikhatun, Firda, dan Maya) Maaf atas kesalahan yang pernah melukai perasaan kalian,

terimakasih atas bantuan, doa, nasehat, hiburan, dan semangat yang kalian berikan selama ini. Selamat Berjuang Yaa Adek-adek Ku Sayang..

Jeman kerjaku Bagus Setiawan S.Si.. Alhamdulillah akhirnya selesai juga dan aq bisa menyusul kamu untuk menyandang gelar S.Si ini, Buat "Dinda Khotim Sakhi sekalian" Kalian teman sekaligus keluarga yang bersama-sama melewati pelajaran dalam lika liku Jugas akhir, dan terus menyemangati aku. Aku tak akan melupakan semua yang telah kalian berikan selama ini. semoga keakraban diantara kita selalu terjaga..

Atamiin

Jak lupa teman-teman "BIOLOGI 2010" khususnya "kelas B" kalian teman luar biasa, perkuliahan hambar rasanya jika tanpa kalian, pasti tidak ada yang akan dikenang, tidak ada yang diceritakan di masa depan. Ku ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya.

Makhluk Ciptaan Allah S.W.J

Secangkir Madu untukmu "Zainurrofiq" yang memberikan semburat warna dalam menyelesaikan coretan Akhir perkuliahan ini.

Janpamu dan mereka semua tugas akhir ini akan terasa seribu kali lebih berat untuk diselesaikan.

Terimakasih atas semua kebaikannya

Semoga Allah S.W.J memberi yang terbaik .

.....



**SURAT PERNYATAAN
ORISINIL PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :Choirunnisail Muntadhiroh
NIM :10620074
Jurusan : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Karakteristik Anatomi dan Potensi Daun Trembesi (*Albizia saman* (Jacq).
Merr) di Ruas Jalan Kota Malang sebagai Akumulator Logam Berat Timbal (Pb).

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, serta diproses sesuai aturan yang berlaku.

Malang, 13 Juli 2015

Yang membuat pernyataan,



Choirunnisail Muntadhiroh

NIM. 10620074

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Karakteristik Anatomi dan Potensi Daun Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.)" di Ruas Jalan Kota Malang sebagai Akumulator Logam Berat Timbal (Pb) ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terimakasih seiring doa dan harapan *jazakumullahhsanaljaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Drh. Hj. Bayyinatul Muchtaramah, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Rusi Siti Resmisari, M.Si, selaku dosen pembimbing Jurusan Biologi yang telah sabar memberikan bimbingan, arahan dan memberikan waktu untuk membimbing penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.

5. Ach. Nashichuddin, M.A., selaku dosen pembimbing integrasi sains dan agama yang memberikan arahan serta pandangan sains dari perspektif Islam sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.
6. Dr. Evika Sandi Savitri M.P., selaku dosen wali yang telah membimbing dan mengarahkan perjalanan panjang selama di jurusan biologi.
7. Dwi Suheriyanto, M.P dan Dr. Evika Sandi Savitri, M.P., selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan saran dan sabar ketika membimbing penulis disaat mengerjakan refisian.
8. Kedua orang tua penulis Bapak Choiril Anam dan Ibu Suniyah tercinta yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, motivasi dan dorongan semangat kepada penulis selama ini.
9. Segenap sivitas akademika Jurusan Biologi, terutama seluruh Bapak dan Ibu dosen, terimakasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
10. Seluruh teman-teman biologi angkatan 2010 yang berjuang bersama-sama untuk mencapai kesuksesan yang diimpikan.

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas bantuan dan pemikirannya. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini Bisa memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya serta menambah khasanah ilmu pengetahuan. *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Malang, 01 Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGANTAR	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
HALAMAN MOTTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
المخلص.....	xx
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat penelitian.....	7
1.5 Batasan Masalah.....	7
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Trembesi.....	9
2.1.1 Taksonomi Trembesi	9
2.1.2 Deskripsi	9
2.1.3 Morfologi.....	10
2.1.4 Habitus.....	11
2.2 Udara	12
2.2.1 Kualitas Udara	13
2.2.2 Pencemaran Udara.....	14
2.2.3 Sumber Pencemaran Udara	14
2.3 Timbal (Pb).....	17
2.3.1 Sifat Kimia Timbal (Pb).....	18
2.3.2 Sifat Fisika Timbal (Pb)	19
2.4 Proses Perpindahan Partikel Logam Berat pada Daun Tanaman.....	19

2.5 Stomata.....	21
2.6 Klorofil.....	23
2.7 Kota Malang.....	24
2.8 Kerusakan Lingkungan dalam Pandangan Islam	25

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian.....	29
3.2 Waktu dan tempat	29
3.3 Alat dan Bahan.....	29
3.3.1 Alat.....	29
3.3.2 Bahan	30
3.4 Prosedur Penelitian.....	30
3.4.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel	30
3.4.2 Penghitungan Kepadatan Lalu Lintas	31
3.5 Pengamatan Sampel Daun	31
3.5.1 Karakteristik Stomata.....	31
3.5.2 Analisis Kandungan Klorofil	33
3.5.3 Analisis Kandungan Timbal (Pb).....	33
3.6 Analisis Data	33

BaB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kepadatan Lalu Lintas di Ruas Jalan Kota Malang.....	35
4.2. Karakteristik Stomata Daun Trembesi di Ruas Jalan Kota Malang.....	36
4.2.1 Ukuran Stomata Daun Trembesi.....	36
4.2.2 Kerapatan Stomata Daun Trembesi.....	38
4.3. Kandungan Klorofil Daun Trembesi di Ruas Jalan Kota Malang	41
4.4. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) yang Terserap dalam Daun Trembesi Pohon Pelindung Jalan di Ruas Jalan Kota Malang	43
4.5. Korelasi Anatomi Daun (Karakteristik Stomata dan Kadar Klorofil) terhadap Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb).....	46
4.5.1 Korelasi Jumlah Kendaraan dan Kadar Pb dalam Daun Trembesi .	46
4.5.2 Korelasi Kandungan Pb dan Kandungan Klorofil pada Daun Trembesi	48
4.5.3 Pengaruh Pb terhadap Ukuran dan Kerapatan Stomata Daun Trembesi	49
4.6 Kajian Keagamaan	50

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Morfologi Daun Trembesi (<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.)	10
Gambar 2.2 Perpindahan Logam Berat pada Daun Tanaman.....	20
Gambar 4.1 Grafik Kandungan Klorofil Daun Trembesi di Ruas Jalan Kota Malang.....	41



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Udara Bersih dan Kering	13
Tabel 2.3 Standart Mutu Buah Naga	17
Tabel 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel.....	30
Tabel 4.1 Jumlah Kendaraan yang Melintas di Ruas Jaan Kota Malang	35
Tabel 4.2 Ukuran Stomata Daun Trembesi (<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.).....	37
Tabel 4.3 Kerapatan Stomata Daun Trembesi (<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.)	39
Tabel 4.4 Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Daun Trembesi di Ruas Jalan Kota Malang	44



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Kerja Penelitian	61
Lampiran 2. Tabel ANAVA.....	64
2a. ANAVA Ukuran Stomata dan Kerapatan Stomata Daun Trembesi	64
2b. ANAVA Kandungan Klorofil	65
2c. ANAVA Korelasi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb)	65
Lampiran 6 Perhitungan Klorofil Total.....	66
Lampiran 7 Gambar Pengamatan.....	81
Lampiran 10 Bukti Hasil Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb).....	84
Lampiran 12 Bukti Konsultasi	86



ABSTRAK

Muntadhiroh, Choirunnisail. 2015. Karakteristik Anatomi dan Potensi Daun Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.) di Ruas Jalan Kota Malang Sebagai Akumulator Logam Berat Timbal (Pb). Skripsi Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: Ruri Siti Resmisari, M.Si dan Ach.Nashichuddin, M.A

Kata Kunci: Stomata, Kadar Klorofil, Daun Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.), Logam berat Timbal (Pb)

Udara merupakan faktor yang penting dalam kehidupan, namun dengan meningkatnya pembangunan fisik dan pusat-pusat industri, kualitas udara telah mengalami perubahan. Salah satu contoh dari pencemaran udara yang dapat memicu terjadinya perubahan kualitas udara yaitu meningkatnya jumlah kendaraan bermotor serta gas buangan berbahaya yang dikeluarkan oleh kendaraan tersebut seperti senyawa timbal (Pb). Logam berat timbal (Pb) jika di keluarkan secara berlebihan maka akan membahayakan untuk manusia dan tumbuhan. Logam berat timbal (Pb) ini masuk ke dalam daun melalui stomata. Jumlah konsentrasi logam berat timbal (Pb) yang masuk ke dalam daun dipengaruhi oleh ukuran dan kerapatan stomata daun itu sendiri, dan jika konsentrasi timbal (Pb) pada daun meningkat maka hubungannya dengan kadar klorofil pada daun yang akan menurun, hal ini menunjukkan bahwa stomata, kadar klorofil mempunyai hubungan yang erat dengan jumlah konsentrasi timbal (Pb) yang masuk ke dalam daun.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik stomata dan kadar klorofil, serta kandungan logam berat timbal (Pb) yang terserap dalam daun Trembesi *Albizia saman* (Jacq.) Merr. sebagai pohon pelindung jalan di Kota Malang. Kandungan logam berat timbal (Pb) dianalisis dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS), Data hasil penelitian dianalisis dengan ANAVA dan analisis korelasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran stomata daun di ruas jalan Kota Malang termasuk dalam ukuran kurang panjang, Jl. Joyosuko Metro memiliki ukuran stomata yang paling panjang yaitu 17,62 cm, sedangkan Jl. Sungkono memiliki ukuran stomata yang pendek yaitu panjang 15,37 cm. Hasil dari kerapatan stomata daun, Jl. Gadang memiliki kerapatan tertinggi kerapatan atas 193,630/mm² kerapatan bawah 395,159/mm², sedangkan Jl. Ahmad Yani memiliki kerapatan stomata yang rendah yaitu kerapatan atas 101,911/mm² dan kerapatan bawah 280,255/mm². Hasil analisis kandungan klorofil daun Trembesi berkisar antara 8,570 – 10,253 ppm. Kandungan logam berat timbal (Pb) tertinggi terdapat pada Jl. Joyosuko Metro yaitu 0,601 ppm, dan kandungan logam berat timbal (Pb) terendah terdapat pada Jl. Tlogo Mas sebesar 0,283 ppm.

ABSTRACT

Muntadhiroh, Choirunnisail. 2015. The characteristics of Anatomy and Potential Leaf Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.) on the Roads of Malang As Accumulators of heavy metals lead (Pb). Thesis Department of biology, Faculty of science and technology, Uinen Maulana Malik Ibrahim was unfortunate. Supervisor: Ruri Siti Resmisari, M.Si and Ach. Nashichuddin, M.A.

Keywords: Stomata, the levels of Chlorophyll, leaves Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.), heavy metals lead (Pb)

Air is an important factor in life, but with the increasing physical development and industrial centers, air quality has undergone a change. One example of air pollution that can trigger the onset of changes in air quality that is the increasing number of motor vehicles as well as hazardous waste gas emitted by vehicles such as compounds of lead (Pb). Heavy metals lead (Pb) if issued is excessive it will be harmful for humans and plants. Heavy metals lead (Pb) was entered into the leaf through stomata. The amount of concentration of heavy metals lead (Pb) that goes into the leaf is affected by the size and density of stomata of the leaves themselves, and if the concentration of lead (Pb) in leaves increased so has to do with the levels of the chlorophyll in the leaves that will decrease, it is shown that stomata, chlorophyll levels have close links with a number of lead (Pb) concentration in the leaves.

The purpose of this research is to know the characteristics of the stomata and chlorophyll levels, as well as the content of the heavy metals lead (Pb) are absorbed in the leaves of *Albizia Trembesi saman* (Jacq.) Merr. as a protective tree road in the city of Malang. The content of heavy metals lead (Pb) analyzed by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), Data research results are analyzed with the correlation analysis and ANAVA.

The results showed that the size of stomata in the leaf Street Malang toll road included in the size less the length, JL. Joyosuko Metro has a size of stomata most long 17,62 cm, while JL. Sungkono has a size of stomata are short length i.e. 15,37 cm. Result of the stmata leaf density, JL. Gadang features highest density density over 193,630/mm² density under 395,159/mm², while JL. Ahmad Yani have stomata density i.e. low density over 101,911/mm² and the lower-density 280,255/mm². The results of the analysis of chlorophyll content of leaf Trembesi ranged between 8,570 – 10,253 ppm. The content of heavy metals lead (Pb) highest found on JL. Metro Joyosuko i.e. 0,601 ppm, and the content of the heavy metals lead (Pb) the lowest there is Tlogo on JL. Mas of 0,283 ppm.

الملخص

مونتاديروه، تشويرونيسيل. 2015. خصائص التشريح واحتمال نبات تريمبيسي (البيزيا سامان (جاكق.) مير). على "الطرق مالانغ كبطاريات" من المعادن الثقيلة الرصاص (Pb). قسم البيولوجيا، كلية العلوم والتكنولوجيا، أطروحة أوينين مولانا إبراهيم مالك المؤسف. المشرف: روري ستي ريسميساري و M.Si ومنظمة العمل ضد الجوع. ناشيتشودين، م..

الكلمات الرئيسية: الثغور، مستويات الكلوروفيل، يترك تريمبيسي (البيزيا سامان (جاكق.) Merr)، المعادن الثقيلة الرصاص (Pb)

الهواء عامل مهم في الحياة، ولكن مع تزايد التنمية المادية والمراكز الصناعية، شهدت جودة الهواء تغيير. مثال واحد لتلوث الهواء التي يمكن أن تؤدي إلى حدوث تغييرات في نوعية الهواء التي هي زيادة عدد المركبات الآلية، فضلا عن النفايات الخطرة الغازات المنبعثة من المركبات مثل مركبات الرصاص (Pb). المعادن الثقيلة الرصاص (Pb) إذا صدر مفرط سيكون من الضار للإنسان والنبات. وقد أبرم المعادن الثقيلة الرصاص (Pb) ورقة عن طريق الثغور. كمية تركيز المعادن الثقيلة الرصاص (Pb) الذي يذهب إلى النبات يتأثر حجم وكثافة من الثغور ليرتفع أنفسهم، وإذا كان تركيز الرصاص (Pb) في أوراق زيادة حتى القيام به مع مستويات الكلوروفيل في الأوراق التي سوف تنخفض، ويتضح أن الثغور، مستويات الكلوروفيل صلات وثيقة مع عدد من تركيز الرصاص (Pb) في الأوراق.

والغرض من هذا البحث هو معرفة خصائص الثغور ومستويات الكلوروفيل، وكذلك محتوى المعادن الثقيلة الرصاص (Pb) يتم امتصاصها في أوراق تريمبيسي البيزيا سامان (جاكق.) مير. كطريق شجرة واقية في مدينة مالانغ. محتوى الثقيلة المعادن الرصاص (Pb) تم تحليلها بجهاز المطياف الضوئي الامتصاص الذري (العاص)، يتم تحليل نتائج البحث البيانات مع تحليل الارتباط وعناية.

وأظهرت النتائج أن حجم الثغور في أوراق الطريق حصيلة "مالانغ شارع" المدرجة في الحجم أقل الطول، مترو جويوسوكو "جي." يبلغ حجم سم الثغور 17,62 طويل آخر، بينما سونجكونو جي. يبلغ حجم الثغور مدة قصيرة 15,37 أي سم. نتيجة لكثافة ليف ستماتا، جادانج جي. يتميز بأعلى كثافة كثافة أكثر كثافة mm²/193,630 تحت mm²/395,159، بينما ياني Ahmad "جي." الثغور الكثافة أي منخفضة الكثافة أكثر من mm²/101,911 وانخفاض الكثافة mm²/280,255. نتائج تحليل محتوى الكلوروفيل من أوراق تريمبيسي تراوحت بين 8,570-10,253 جزء في المليون. المحتوى من المعادن الثقيلة الرصاص (Pb) أعلى العثور على "جويوسوكو مترو جي." أي 0,601 جزء في المليون، ومحتوى المعادن الثقيلة الرصاص (Pb) أدنى هناك تلوجو في "ماس جي." 0,283 جزء في المليون.

ABSTRAK

Muntadhiroh, Choirunnisail. 2015. Karakteristik Anatomi dan Potensi Daun Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.) di Ruas Jalan Kota Malang Sebagai Akumulator Logam Berat Timbal (Pb). Skripsi Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: Ruri Siti Resmisari, M.Si dan Ach.Nashichuddin, M.A

Kata Kunci: Stomata, Kadar Klorofil, Daun Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.), Logam berat Timbal (Pb)

Udara merupakan faktor yang penting dalam kehidupan, namun dengan meningkatnya pembangunan fisik dan pusat-pusat industri, kualitas udara telah mengalami perubahan. Salah satu contoh dari pencemaran udara yang dapat memicu terjadinya perubahan kualitas udara yaitu meningkatnya jumlah kendaraan bermotor serta gas buangan berbahaya yang dikeluarkan oleh kendaraan tersebut seperti senyawa timbal (Pb). Logam berat timbal (Pb) jika di keluarkan secara berlebihan maka akan membahayakan untuk manusia dan tumbuhan. Logam berat timbal (Pb) ini masuk ke dalam daun melalui stomata. Jumlah konsentrasi logam berat timbal (Pb) yang masuk ke dalam daun dipengaruhi oleh ukuran dan kerapatan stomata daun itu sendiri, dan jika konsentrasi timbal (Pb) pada daun meningkat maka hubungannya dengan kadar klorofil pada daun yang akan menurun, hal ini menunjukkan bahwa stomata, kadar klorofil mempunyai hubungan yang erat dengan jumlah konsentrasi timbal (Pb) yang masuk ke dalam daun.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik stomata dan kadar klorofil, serta kandungan logam berat timbal (Pb) yang terserap dalam daun Trembesi *Albizia saman* (Jacq.) Merr. sebagai pohon pelindung jalan di Kota Malang. Kandungan logam berat timbal (Pb) dianalisis dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS), Data hasil penelitian dianalisis dengan ANAVA dan analisis korelasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran stomata daun di ruas jalan Kota Malang termasuk dalam ukuran kurang panjang, Jl. Joyosuko Metro memiliki ukuran stomata yang paling panjang yaitu 17,62 cm, sedangkan Jl. Sungkono memiliki ukuran stomata yang pendek yaitu panjang 15,37 cm. Hasil dari kerapatan stomata daun, Jl. Gadang memiliki kerapatan tertinggi kerapatan atas 193,630/mm² kerapatan bawah 395,159/mm², sedangkan Jl. Ahmad Yani memiliki kerapatan stomata yang rendah yaitu kerapatan atas 101,911/mm² dan kerapatan bawah 280,255/mm². Hasil analisis kandungan klorofil daun Trembesi berkisar antara 8,570 – 10,253 ppm. Kandungan logam berat timbal (Pb) tertinggi terdapat pada Jl. Joyosuko Metro yaitu 0,601 ppm, dan kandungan logam berat timbal (Pb) terendah terdapat pada Jl. Tlogo Mas sebesar 0,283 ppm.

ABSTRACT

Muntadhiroh, Choirunnisail. 2015. The characteristics of Anatomy and Potential Leaf Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.) on the Roads of Malang As Accumulators of heavy metals lead (Pb). Thesis Department of biology, Faculty of science and technology, Uinen Maulana Malik Ibrahim was unfortunate. Supervisor: Ruri Siti Resmisari, M.Si and Ach. Nashichuddin, M.A.

Keywords: Stomata, the levels of Chlorophyll, leaves Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.), heavy metals lead (Pb)

Air is an important factor in life, but with the increasing physical development and industrial centers, air quality has undergone a change. One example of air pollution that can trigger the onset of changes in air quality that is the increasing number of motor vehicles as well as hazardous waste gas emitted by vehicles such as compounds of lead (Pb). Heavy metals lead (Pb) if issued is excessive it will be harmful for humans and plants. Heavy metals lead (Pb) was entered into the leaf through stomata. The amount of concentration of heavy metals lead (Pb) that goes into the leaf is affected by the size and density of stomata of the leaves themselves, and if the concentration of lead (Pb) in leaves increased so has to do with the levels of the chlorophyll in the leaves that will decrease, it is shown that stomata, chlorophyll levels have close links with a number of lead (Pb) concentration in the leaves.

The purpose of this research is to know the characteristics of the stomata and chlorophyll levels, as well as the content of the heavy metals lead (Pb) are absorbed in the leaves of *Albizia Trembesi saman* (Jacq.) Merr. as a protective tree road in the city of Malang. The content of heavy metals lead (Pb) analyzed by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), Data research results are analyzed with the correlation analysis and ANAVA.

The results showed that the size of stomata in the leaf Street Malang toll road included in the size less the length, JL. Joyosuko Metro has a size of stomata most long 17,62 cm, while JL. Sungkono has a size of stomata are short length i.e. 15,37 cm. Result of the stmata leaf density, JL. Gadang features highest density density over 193,630/mm² density under 395,159/mm², while JL. Ahmad Yani have stomata density i.e. low density over 101,911/mm² and the lower-density 280,255/mm². The results of the analysis of chlorophyll content of leaf Trembesi ranged between 8,570 – 10,253 ppm. The content of heavy metals lead (Pb) highest found on JL. Metro Joyosuko i.e. 0,601 ppm, and the content of the heavy metals lead (Pb) the lowest there is Tlogo on JL. Mas of 0,283 ppm.

الملخص

مونتاديروه، تشويرونيسيل. 2015. خصائص التشريح واحتمال نبات تريمبيسي (البيزيا سامان (جاكق.) مير). على "الطرق مالانغ كبطاريات" من المعادن الثقيلة الرصاص (Pb). قسم البيولوجيا، كلية العلوم والتكنولوجيا، أطروحة أويتين مولانا إبراهيم مالك المؤسف. المشرف: روري ستي ريسميساري و M.Si ومنظمة العمل ضد الجوع. ناشيتشودين، م..

الكلمات الرئيسية: الثغور، مستويات الكلوروفيل، يترك تريمبيسي (البيزيا سامان (جاكق.) Merr)، المعادن الثقيلة الرصاص (Pb)

الهواء عامل مهم في الحياة، ولكن مع تزايد التنمية المادية والمراكز الصناعية، شهدت جودة الهواء تغيير. مثال واحد لتلوث الهواء التي يمكن أن تؤدي إلى حدوث تغييرات في نوعية الهواء التي هي زيادة عدد المركبات الآلية، فضلا عن النفايات الخطرة الغازات المنبعثة من المركبات مثل مركبات الرصاص (Pb). المعادن الثقيلة الرصاص (Pb) إذا صدر مفرط سيكون من الضار للإنسان والنبات. وقد أبرم المعادن الثقيلة الرصاص (Pb) ورقة عن طريق الثغور. كمية تركيز المعادن الثقيلة الرصاص (Pb) الذي يذهب إلى النبات يتأثر حجم وكثافة من الثغور ليرتفع أنفسهم، وإذا كان تركيز الرصاص (Pb) في أوراق زيادة حتى القيام به مع مستويات الكلوروفيل في الأوراق التي سوف تنخفض، ويتضح أن الثغور، مستويات الكلوروفيل صلات وثيقة مع عدد من تركيز الرصاص (Pb) في الأوراق.

والغرض من هذا البحث هو معرفة خصائص الثغور ومستويات الكلوروفيل، وكذلك محتوى المعادن الثقيلة الرصاص (Pb) يتم امتصاصها في أوراق تريمبيسي البيزيا سامان (جاكق.) مير. كطريق شجرة واقية في مدينة مالانغ. محتوى الثقيلة المعادن الرصاص (Pb) تم تحليلها بجهاز المطياف الضوئي الامتصاص الذري (العاص)، يتم تحليل نتائج البحث البيانات مع تحليل الارتباط وعناية.

وأظهرت النتائج أن حجم الثغور في أوراق الطريق حصيلة "مالانغ شارع" المدرجة في الحجم أقل الطول، مترو جويوسوكو "جي." يبلغ حجم سم الثغور 17,62 طويل آخر، بينما سونجكونو جي. يبلغ حجم الثغور مدة قصيرة 15,37 أي سم. نتيجة لكثافة ليف ستماتا، جادانج جي. يتميز بأعلى كثافة كثافة أكثر كثافة mm²/193,630 تحت mm²/395,159، بينما ياني Ahmad "جي." الثغور الكثافة أي منخفضة الكثافة أكثر من mm²/101,911 وانخفاض الكثافة mm²/280,255. نتائج تحليل محتوى الكلوروفيل من أوراق تريمبيسي تراوحت بين 8,570-10,253 جزء في المليون. المحتوى من المعادن الثقيلة الرصاص (Pb) أعلى العثور على "جويوسوكو مترو جي." أي 0,601 جزء في المليون، ومحتوى المعادن الثقيلة الرصاص (Pb) أدنى هناك تلوجو في "ماس جي." 0,283 جزء في المليون.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Udara merupakan faktor yang penting dalam kehidupan, namun dengan meningkatnya pembangunan fisik dan pusat-pusat industri, kualitas udara telah mengalami perubahan. Udara yang dulunya segar, kini kering dan kotor. Hal ini apabila tidak segera ditanggulangi, perubahan tersebut dapat membahayakan kesehatan manusia, kehidupan hewan serta tumbuhan (Soedomo, 2001).

Faktor penyebab terjadinya perubahan kualitas udara adalah akibat campur tangan manusia. Hal ini dijelaskan dalam Al-qur'an surat Ar-ruum ayat 41 :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”. (QS. Ar-Ruum : 30 ayat : 41).

Menurut Tafsir Al-Misbah (2002), ayat tersebut menjelaskan bahwa telah nampak kerusakan yang terjadi di daratan dan lautan yang diakibatkan oleh campur tangan manusia. Ayat ini sesuai dengan perkembangan zaman sekarang ini. Kerusakan yang terjadi di daratan adalah akibat dari perbuatan manusia, seperti asap dari zat-zat pembakar, minyak tanah, bensin, solar dan sebagainya. Bagaimana bahaya dari asap-asap pabrik yang besar bersamaan dengan asap

kendaraan yang digunakan manusia untuk bepergian kemana-mana. Udara kotor yang telah dihisap setiap saat, sehingga paru-paru manusia penuh dengan kotoran.

Kerusakan yang terjadi dilautan seperti air laut yang tercemar karena air tangki yang besar membawa bahan bakar (minyak tanah ataupun bensin) yang dibuang kelaut. Demikian pula air dari pabrik-pabrik kimia yang mengalir melalui sungai menuju lautan, lama kelamaan semakin banyak, sehingga air laut penuh dengan racun yang mengakibatkan ikan mati.

Berbagai macam kerusakan lingkungan yang dilakukan oleh manusia yang tanpa sadar mereka telah merugikan dirinya sendiri dan terlebih lagi untuk lingkungan sekitar. Berikut adalah beberapa contoh kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh ulah manusia seperti pencemaran lingkungan yang berdasarkan jenisnya pencemaran dibagi menjadi empat yaitu pencemaran suara, pencemaran tanah, pencemaran air dan pencemaran udara (Soedomo, 2001).

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor serta gas-gas buangan kendaraan yang dikeluarkan oleh kendaraan tersebut termasuk dalam salah satu contoh dari pencemaran udara yang dapat memicu terjadinya perubahan kualitas udara, serta empat jenis bahan pencemar yang berasal dari asap kendaraan yang dapat merusak kualitas udara, yaitu karbon monoksida, senyawa organik, nitrogen oksida serta senyawa timbal (Pb) (Sari, 2010).

Kota Malang merupakan salah satu kota besar di Indonesia. Jumlah transportasi di Kota Malang ini terus mengalami peningkatan. Peningkatan transportasi di Kota Malang menurut data Dinas Perhubungan Kota Malang setiap tahunnya mencapai 13% (Zainuddin, 2012). Bulan Juli 2013 jumlah kendaraan

yang masuk kota Malang mencapai 900 sepeda motor dan 200 kendaraan roda empat pada tiap minggunya (Rahmat, 2013).

Peningkatan asap kendaraan bermotor merupakan salah satu parameter telah terjadinya pencemaran udara, sehingga suhu udara dapat meningkat seperti di Kota Malang suhu meningkat yaitu berkisar $0,5-0,7^{\circ}\text{C}$, hal ini dapat dirasakan oleh masyarakat yang tinggal di Kota Malang (Zainuddin, 2012). Asap kendaraan yang dikeluarkan melalui cerobong-cerobong itu mengandung zat pencemar seperti karbon monoksida, senyawa organik, nitrogen oksida, senyawa Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) diantara zat-zat pencemar tersebut yang ada dalam asap kendaraan zat yang paling berbahaya adalah Timbal (Pb) (Hidayah, 2009).

Konsentrasi Pb yang dihasilkan secara berlebihan oleh alat transportasi dapat menimbulkan berbagai masalah yang cukup penting bagi kehidupan baik itu pada hewan, tumbuhan dan yang paling penting berpengaruh pada kesehatan manusia (Widowati, 2008). Adanya Pb di dalam tubuh manusia dapat menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin (Hb) (Inayah, 2010).

Hubungan antara bahan pencemaran yang dapat merusak kualitas udara dengan penyakit pada pernafasan yang menyerang manusia sangat erat, penyakit pernafasan yang disebabkan oleh Pb dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan tubuh. Masalah yang disebabkan karena senyawa Pb, yaitu dapat memberikan efek racun terhadap banyak fungsi organ yang terdapat dalam tubuh (Hidayah, 2009).

Pencemaraan udara yang disebabkan oleh timbal (Pb) tidak dapat dibiarkan begitu saja, salah satu solusi untuk menangani penemaraan udara ini yaitu menggunakan pohon pelindung. Pohon pelindung ini adalah pohon-pohon besar yang tumbuh di pinggir jalan. Pohon pelindung jalan ini berfungsi sebagai keindahan jalan dan juga sebagai penyerap partikel-partikel pencemaran udara (Suryowinoto, 1997).

Pencemaran berupa logam berat yang diemisikan ke udara akan berbentuk partikel-partikel kecil yang berasal dari pemuaian suhu tinggi. Hal ini mengakibatkan partikel tersebut terbawa oleh angin. Masuknya partikel timbal (Pb) pada daun itu melalui stomata, dan sifat perpindahannya di udara itu bergantung pada sifat fisik dan kimia yang dimiliki logam tersebut. Apabila konsentrasi timbal (Pb) yang diserap semakin banyak maka bisa merusak kandungan klorofil yang dimiliki oleh daun itu sendiri (Agustiana, 2008).

Dahlan (2003) menyatakan bahwasannya pohon pelindung jalan tersebut menyerap partikel logam pada salah satu bagian yang paling peka yaitu pada daun, partikel itu akan menempel pada bagian daun tersebut, dan partikel tersebut akan terserap ke dalam ruang stomata daun. Ada juga yang menempel pada kulit pohon, cabang, dan ranting.

Jumlah konsentrasi logam berat timbal (Pb) yang masuk ke dalam daun dipengaruhi oleh ukuran dan kerapatan stomata daun itu sendiri, dan jika konsentrasi timbal (Pb) pada daun meningkat maka hubungannya dengan kadar klorofil pada daun yang akan menurun, hal ini menunjukkan bahwa stomata, kadar klorofil mempunyai hubungan yang erat dengan jumlah konsentrasi timbal

(Pb) yang masuk ke dalam daun (Agustiana, 2008). Hal ini juga sesuai dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hidayah (2009) yang menjelaskan bahwa, beberapa tanaman yang ditanam di pinggir jalan di kota besar mengakumulasi partikel pencemar seperti Timbal (Pb) di daunnya.

Karliansyah (1999) juga menjelaskan bahwa, tumbuhan sangat efektif sebagai akumulator pencemaran udara, oleh karenanya tumbuhan terutama bagian daun adalah bagian yang paling peka terhadap pencemaran udara, namun hal ini seringkali tidak tampak secara morfologis. Deteksi dapat dilakukan melalui pengamatan reaksi fisiologis biokimia, ekologi dan analisis di udara.

Pohon pelindung jalan ini memiliki berbagai jenis dan juga memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menyerap logam berat atau partikel-partikel gas lainnya, jenis pohon pelindung jalan bermacam-macam diantaranya Pohon Mahoni dengan kemampuan menyerap Pb sebanyak 0,038 – 2,281 $\mu\text{g/g}$ (Sembiring, 2006), dan Pohon Trembesi menyerap sebanyak 0,2530 – 1,20 $\mu\text{g/g}$ (Dahlan, 2003).

Pohon Trembesi adalah salah satu dari jenis pohon pelindung jalan yang berpotensi baik dalam penyerapan partikel udara. Pohon Trembesi adalah spesies pohon berbunga dalam keluarga kacang polong. Tumbuhan ini berasal dari Amerika tropik namun sekarang tersebar di seluruh daerah tropika. Menurut penelitian Dahlan (2003) Pohon Trembesi juga memiliki potensi yang baik dalam menyerap timbal (Pb). Pohon tersebut juga merupakan pohon pelindung yang banyak tumbuh di ruas jalan kota Malang.

Pemerintah Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang berupaya mengoptimalkan pohon peneduh di ruas jalan yang salah satunya yaitu pohon Trembesi sebagai sarana untuk menanggulangi pencemaraan yang ada di Kota Malang (Balai Lingkungan Hidup, 2013) .

Berdasarkan paparan diatas, maka penelitian ini penting dilakukan dengan judul “**Karakteristik Anatomi dan Potensi Daun Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.) di Ruas Jalan Kota Malang sebagai Akumulator Logam Berat Timbal (Pb)**”. Karena upaya penyerapan logam melalui daun pohon peneduh dipinggir jalan bermanfaat untuk mengurangi emisi pencemaran logam yang dihasilkan oleh berbagai macam kendaraan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah karakteristik stomata dan kadar klorofil daun Trembesi *Albizia saman* (Jacq.) Merr. sebagai pohon pelindung jalan di Kota Malang?
2. Berapakah kandungan logam berat timbal (Pb) yang terserap dalam daun Trembesi *Albizia saman* (Jacq.) Merr. sebagai pohon pelindung jalan di Kota Malang?
3. Bagaimanakah korelasi antara logam berat timbal (Pb) dengan Stomata dan kandungan klorofil pada daun Trembesi *Albizia saman* (Jacq.) Merr.?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik stomata dan kadar klorofil daun Trembesi *Albizia saman* (Jacq.) Merr. sebagai pohon pelindung jalan di Kota Malang.
2. Untuk mengetahui kandungan logam berat timbal (Pb) yang terserap dalam daun Trembesi *Albizia saman* (Jacq.) Merr. sebagai pohon pelindung jalan di Kota Malang.
3. Untuk mengetahui korelasi antara logam berat timbal (Pb) dengan Stomata dan kandungan klorofil pada daun Trembesi *Albizia saman* (Jacq.) Merr.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Mendapatkan informasi tentang konsentrasi logam berat timbal (Pb) yang berasal dari asap kendaraan bermotor yang terserap oleh pohon Trembesi yang merupakan pohon pelindung jalan di Kota Malang.
2. Memberikan rekomendasi kepada Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) terkait jumlah dan jenis pohon peneduh yang berpotensi besar dalam menyerap zat-zat pencemar yang berbahaya.
3. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang kemampuan Trembesi dalam menyerap timbal (Pb) yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor yang ada di ruas jalan Kota Malang.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Jenis tanaman pelindung jalan yang digunakan antara lain : Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.)
2. Pengambilan sampel dilakukan di daerah Malang :
 - a. Stasiun I kategori padat dan sangat macet ($\pm 3000 - 5000$) kendaraan
 - b. Stasiun II kategori padat dan sering macet ($\pm 2500 - 3500$) kendaraan
 - c. Stasiun III kategori padat merayap ($\pm 2000 - 3000$) kendaraan
 - d. Stasiun IV daerah kategori kepadatan sedang ($\pm 1500 - 1800$) kendaraan
 - e. Stasiun V daerah kategori kepadatan rendah ($\pm 50 - 100$) kendaraan
3. Parameter penelitian ini adalah jumlah kendaraan, ukuran stomata, kerapatan stomata, kadar klorofil, dan kandungan logam berat timbal (Pb).
4. Sampel yang digunakan adalah daun Trembesi yang diambil dari bagian ibu tangkai daun pangkal pertama dari cabang anak daun.
5. Metode analisis kandungan logam berat timbal (Pb) pada daun dilakukan berdasarkan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)
6. Metode analisis data menggunakan ANOVA dan Analisis Korelasi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.)

2.1.1 Taksonomi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.)

Trembesi adalah spesies pohon berbunga dalam keluarga kacang polong. Tumbuhan ini berasal dari Amerika tropik namun sekarang tersebar di seluruh daerah tropika. Di beberapa tempat bahkan dianggap mengganggu karena tajuknya menghambat tumbuhan lain untuk berkembang (Suryowinoto, 1997). Klasifikasi tanaman Trembesi menurut Cronquist (1981) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Classis : Magnoliopsida

Ordo : Fabales

Familia : Fabaceae

Genus : Albizia

Species : *Albizia saman* (Jacq.) Merr.

2.1.2 Deskripsi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.)

Tanaman trembesi termasuk famili Fabaceae merupakan tumbuhan pohon besar, tinggi, dengan tajuk yang sangat melebar. Tumbuhan ini pernah populer sebagai tumbuhan peneduh. Pohon ini mempunyai beberapa julukan nama seperti Saman, Pohon Hujan, dan ditempatkan dalam genus Samanea (Dahlan, 2003).

Perakarannya yang sangat meluas membuatnya kurang populer karena dapat merusak jalan dan bangunan di sekitarnya. Namanya berasal dari air yang sering menetes dari tajuknya karena kemampuannya menyerap air tanah yang kuat serta kotoran dari tonggeret yang tinggal di pohon (Suryowinoto, 1997).

Daun trembesi ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Daun Trembesi

2.1.3 Morfologi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.)

a) Pohon

Albizia saman dapat mencapai ketinggian rata-rata 30-40 m, lingkaran pohon sekitar 4,5 m dan mahkota pohon mencapai 40-60 m. Bentuk batangnya tidak beraturan kadang bengkok, menggelembung besar. Daunnya majemuk mempunyai panjang tangkai sekitar 7-15 cm. Sedangkan pada pohon yang sudah tua berwarna kecokelatan dan permukaan kulit sangat kasar dan terkelupas (Dahlan, 2003).

b) Daun

Daunnya melipat pada cuaca hujan dan di malam hari, sehingga pohon ini juga di namakan Pohon pukul 5. Kulit pohon hujan ini berwarna abu-abu kecokelatan pada pohon muda yang masih halus. Sedangkan lebar daunnya sekitar

4-5 cm berwarna hijau tua, pada permukaan daun bagian bawah memiliki beludru, kalau di pegang terasa lembut (Dwidjoseputro, 1994).

c) Bunga

Pohon hujan berbunga pada bulan Mei dan Juni. Bunga berwarna putih dan bercak merah muda pada bagian bulu atasnya. Panjang bunga mencapai 10 cm dari pangkala bunga hingga ujung bulu bunga. Tabung mahkota berukuran 3,7 cm dan memiliki kurang lebih 20-30 benang sari yang panjangnya sekitar 3-5 cm. Bunga menghasilkan nektar untuk menarik serangga guna berlangsungnya penyerbukan (Lakitan, 2007).

d) Buah

Buah pohon hujan bentuknya panjang lurus agak melengkung, mempunyai panjang sekitar 10-20 cm, mempunyai lebar 1,5 - 2 cm dan tebal sekitar 0,6 cm. Buahnya berwarna cokelat kehitam-hitaman ketika buah tersebut masak. Bijinya tertanam dalam daging berwarna cokelat kemerahan sangat lengket dan manis berisi sekitar 5 - 25 biji dengan panjang 1,3 cm (Tjitrosomo, 1983).

2.1.4 Habitus (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.)

Ki hujan, pohon hujan, atau trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.) merupakan tumbuhan pohon besar, tinggi, dengan tajuk yang sangat melebar. Tumbuhan ini pernah populer sebagai tumbuhan peneduh. Perakarannya yang sangat meluas membuatnya kurang populer karena dapat merusak jalan dan bangunan di sekitarnya. Namanya berasal dari air yang sering menetes dari tajuknya karena kemampuannya menyerap air tanah yang kuat serta kotoran dari

tonggeret yang tinggal di pohon. Di beberapa tempat bahkan dianggap mengganggu karena tajuknya menghambat tumbuhan lain untuk berkembang. Tingginya mencapai 25 meter, berbentuk melebar seperti payung (canopy), pohon yang masuk dalam sub famili Mimosaceae dan famili Fabaceae ini biasa ditanam sebagai tumbuhan pembawa keteduhan (Suryowinoto, 1997).

Daun pohon ini unik bisa mengerut di saat-saat tertentu, yaitu 1,5 jam sebelum matahari terbenam dan akan kembali mekar saat esok paginya setelah matahari terbit. Jika hujan datang, daun-daunnya kembali menguncup. Bentuk dahannya kecil kecil seperti dahan putri malu. Daun ini tumbuh melebar seperti pohon beringin, tetapi tidak simetris alias tidak seimbang. Bijinya mirip dengan biji kedelai, hanya warna cokelatunya lebih gelap. Bunganya menyerupai bulu-bulu halus yang ujungnya berwarna kuning, sementara pada dasar bunga berwarna merah. Buahnya memanjang, berwarna hitam kala masak dan biasa gugur ketika sehabis matang dalam keadaan terpecah. Setiap panjang tangkainya berukuran 7-10 sentimeter (Lakitan, 2007).

2.2 Udara

Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi dan komponen campuran gas tersebut tidak selalu konstan. Udara juga merupakan atmosfer yang berada di sekeliling bumi yang fungsinya sangat penting bagi kehidupan manusia di dunia ini. Dalam udara terdapat oksigen untuk bernafas, karbondioksida untuk proses fotosintesis oleh klorofil daun dan ozon untuk menahan sinar ultraviolet (Fardiaz, 1992).

Udara (dalam meteorology disebut atmosfer) adalah merupakan pencampuran mekanis dari gas-gas (bukan pencampuran kimia). Udara alami (natural air) selain terdiri dari uap air juga mengandung campuran partikel padat dan cair yang halus yang disebut aerosol (Siregar, 2005).

2.2.1 Kualitas Udara

Wardhana (2004) menjelaskan bahwa, kualitas udara yang akan dihirup oleh hewan dan manusia harus udara yang bersih. Di bawah ini terdapat komposisi udara bersih dan kering.

Tabel 2.1 Komposisi Udara Bersih dan Kering

Komponen	Simbol	Persen Volume
Nitrogen	N ₂	78,08
Oksigen	O ₂	20,94
Karbondioksida	CO ₂	0.033
Neon	Ne	0,00182
Helium	He	0,00052
Metana	CH ₄	0,00015
Krypton	Kr	0,00011
Hydrogen	H ₂	0,00005
Nitrogen Oksida	N ₂ O	0,00005
Xenon	Xe	0,000009

(Sumber : Hidayah, 2009).

Udara itu merupakan gas, tidak berbau, tidak berwarna maupun berasa. Akan tetapi udara yang benar-benar bersih sulit diperoleh, terutama di kota besar yang banyak terdapat industri dan padat lalu lintas. Kerusakan lingkungan dan kehidupan manusia. Kerusakan lingkungan berarti berkurangnya daya dukung alam terhadap kehidupan yang selanjutnya akan mengurangi kualitas udara.

2.2.2 Pencemaran udara

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (KEPMEN KLH) No.Kep. 02/Men – KLH/1988, yang dimaksudkan pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke udara dan atau berubahnya tatanan udara oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga kualitas udara turun hingga ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Siregar (2005) mengatakan, bahwa sumber pencemaran udara yang utama adalah berasal dari transportasi terutama kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar yang mengandung zat pencemar 60% dari pencemar yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon, sumber pencemaran lainnya adalah pembakaran, proses industri, pembuangan limbah dan lain-lain.

2.2.3 Sumber Pencemaran Udara

Sumber pencemaran udara yang utama adalah berasal dari transportasi terutama kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar yang mengandung zat pencemar, 60% dari pencemar yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon (Fardiaz, 1992). Sumber-sumber pencemaran lainnya adalah pembakaran, proses industri, pembuangan limbah dan lain-lain.

Pencemaran udara yang lazim dijumpai dalam jumlah yang dapat diamati pada berbagai tempat khususnya di kota-kota menurut Siregar (2005) antara lain adalah :

a. Nitrogen Oksida (Nox)

Nitrogen Oksida (Nox) yaitu senyawa jenis gas yang terdapat di udara bebas, sebagian besar berupa gas nitrit oksida (NO) dan nitrogen oksida (NO₂) serta berbagai jenis oksida dalam jumlah yang sedikit. Gas NO tidak berwarna dan tidak berbau, sedangkan gas NO₂ berwarna coklat kemerahan, berbau tidak sedap dan cukup menyengat. Berbagai jenis Nox dapat dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar minyak (BBM) dan bahan bakar (BB) fosil lainnya pada suhu tinggi, yang dibuang ke lingkungan melalui cerobong asap pabrik-pabrik di kawasan pertanian dapat merusak hasil panen.

b. Belerang Oksida (SOx)

Belerang oksida adalah senyawa gas berbau tak sedap, yang banyak dijumpai di kawasan industri yang menggunakan batubara dan kerkas sebagai bahan bakar dari sumber energi utamanya. Belerang oksida juga merupakan salah satu bentuk gas hasil kegiatan vulkanik, erupsi gunung berapi, sumber gas belerang alami (sulfatar), sumber air panas dan uap panas alami (fumarol). Oksida-oksida ini merupakan penyebab utama karat karena ia sangat reaktif terhadap berbagai jenis logam (membentuk senyawa logam sulfida). Ia juga mengganggu kesehatan, khususnya indra penglihatan dan selaput lendir sekitar saluran pernapasan (hidung, kerongkongan dan lambung). Di kawasan pertanian, gas-gas belerang oksida ini dapat merusak hasil panen.

c. Partikel-partikel

Partikel-partikel berasal dari asap (terutama hasil pembakaran kayu, sampah, batubara, dan bahan bakar minyak yang membentuk jelaga) dan dapat pula partikel-partikel debu halus dan agak kasar yang berasal dari kegiatan alami manusia. Sifat terpenting partikel ini adalah ukurannya, yang berkisar antara 0,0002 mikron hingga 500 mikron.

Pencemaran oleh partikel dapat menimbulkan beberapa permasalahan, antara lain adalah sebagai berikut :

1. Mengganggu kesehatan manusia dan lingkungan
2. Mempunyai daya pencemar udara yang luas penyebarannya dan tinggi seperti Be, Pb, Cr, Hg, Ni, dan Mn
3. Partikel dapat menyerap gas sehingga dapat mempertinggi efek bahaya dari komponen tersebut

d. Logam Berat

Menurut Palar (2004), istilah logam biasanya diberikan kepada semua unsur-unsur kimia dengan ketentuan atau kaidah-kaidah tertentu. Unsur ini dalam kondisi suhu kamar, tidak selalu berbentuk padat melainkan ada yang berbentuk cair. Logam berat merupakan golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam yang lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berkaitan dengan masuk ke dalam tubuh organisme hidup logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup, bila masuk ke dalam tubuh dalam jumlah berlebihan akan menimbulkan pengaruh-pengaruh buruk terhadap fungsi fisiologis tubuh.

Pencemaran logam berat terhadap alam lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia. Pada awalnya digunakannya logam sebagai alat, belum diketahui pengaruh pencemaran terhadap lingkungan dan pada tingkat tertentu dapat mengganggu kesehatan manusia. Logam yang dapat menyebabkan keracunan adalah jenis logam berat saja.

2.3 Timbal (Pb)

Pengertian Timbal (Pb) adalah logam lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat, memiliki titik lebur rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif, sehingga bisa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Timbal (Pb) merupakan jenis logam berat yang bersifat toksik apabila terakumulasi oleh tubuh, konsentrasi Pb di udara dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Asap yang berasal dari cerobong pabrik sampai pada knalpot kendaraan telah melepaskan Pb ke udara (Palar, 2004).

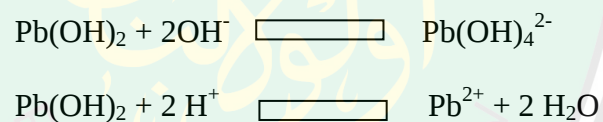
Bahan aditif yang biasanya dimasukkan ke dalam bahan bakar kendaraan bermotor pada umumnya terdiri dari 62% tetraetil-Pb, 18% tetraetilklorida, 18% tetraetilbromida dan sekitar 2% campuran tambahan dari bahan-bahan yang lain. Jumlah senyawa Pb yang jauh lebih besar dibandingkan dengan senyawa-senyawa lain dan tidak terbakar musnahnya dalam peristiwa pembakaran pada mesin menyebabkan jumlah Pb yang dibuang ke udara melalui asap pembuangan kendaraan menjadi tinggi. Melalui buangan mesin tersebut unsur Pb terlepas ke udara, sebagian diantaranya akan terbentuk partikel di udara bebas dengan unsur-

unsur lain, sedangkan sebagian lainnya akan menempel dan diserap oleh daun tumbuh-tumbuhan yang ada di sepanjang jalan (Palar, 2004).

Logam berat Pb termasuk salah satu golongan logam berat non-esensial sehingga jika masuk ke dalam tubuh organisme hidup akan dapat bersifat racun. Logam berat Pb selain berpengaruh terhadap tumbuhan, berpengaruh juga terhadap manusia salah satunya dapat menyebabkan iritasi terhadap mata, gangguan pernafasan khususnya kerusakan pada paru-paru, dan lain-lain (Zahroh, 2006).

2.3.1 Sifat Kimia Timbal (Pb)

Timbal dalam air berbilangan oksida +2, tahan terhadap korosi dengan gugus alkil dapat membentuk senyawa tetra alkil timbal. Bentuk hidroksilnya dapat dilihat pada reaksi di bawah ini :



Pemanfaatan timbal dapat sebagai campuran logam, senyawa timbal anorganik maupun organik. Logam timbal dapat digunakan untuk protektif pada radiasi sinar X dan radiasi atom (Lili, 2006).

Timbal (Pb) merupakan logam yang tahan terhadap peristiwa korosi atau karat, mempunyai kerapatan yang lebih besar dibandingkan logam-logam biasa, kecuali emas dan merkuri, merupakan logam yang lunak sehingga dapat dipotong dengan menggunakan pisau atau dengan tangan dan dapat dibentuk dengan mudah. Walaupun bersifat lunak dan lentur, timbal sangat rapuh dan mengkerut

pada pendinginan, sulit larut dalam air dingin, air panas, dan air asam. Timbal dapat larut dalam asam nitrit, asam asetat, dan asam sulfat pekat (Palar, 2004).

2.3.2 Sifat Fisika Timbal (Pb)

Timbal sering juga disebut sebagai timah hitam atau plumbum, logam ini disimbolkan dengan Pb. Timbal pada tabel periodik unsur kimia termasuk dalam kelompok logam golongan IV-A. Timbal mempunyai nomor atom (NA) 82 dan berat atom (BA) 207,2 merupakan suatu logam berat berwarna kelabu kebiruan dengan titik leleh 327°C dan titik didih 1.725°C . Pada suhu $550\text{-}600^{\circ}\text{C}$ Timbal menguap dan membentuk oksigen dalam udara lalu membentuk timbal oksida (Lili, 2006).

2.4 Proses Perpindahan Partikel Logam Berat Pada Daun Tanaman

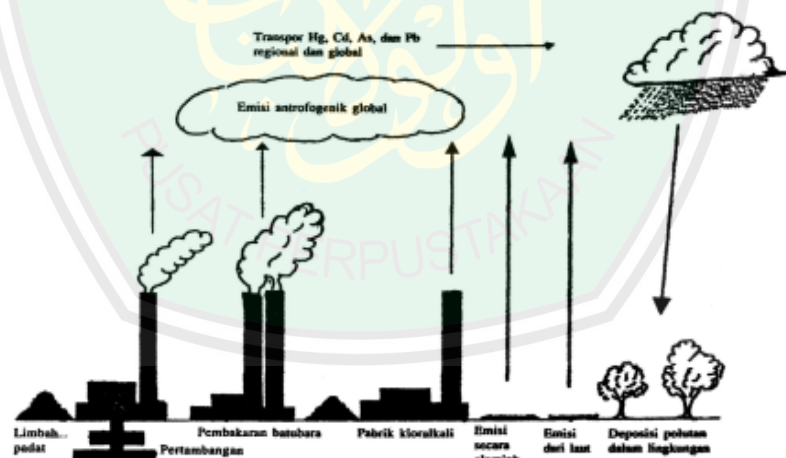
Sumber logam di udara yang berasal dari proses industri itu disebabkan digunakannya logam tersebut pada suhu tinggi. Logam yang diemisikan ke udara berbentuk partikel-partikel kecil yang disebabkan oleh pemuaian dengan suhu tinggi, hal ini mengakibatkan partikel logam tersebut terbawa angin. Sifat logam tersebut dalam perpindahannya di udara bergantung pada sifat fisik dan kimia yang dimiliki logam tersebut, ukuran partikel yang berbentuk, kondisi cuaca, perubahan angin, dan kecepatan angin. Logam berat yang terbentuk partikel bebas sebagian akan menempel pada tumbuhan salah satunya pada bagian daun (Inayah, 2010).

Dahlan (1989) mengemukakan bahwa partikel Pb yang diemisikan oleh kendaraan bermotor mempunyai diameter antara $0.004 - 4\ \mu\text{m}$. Partikel yang besar akan cepat jatuh kebawah, sedangkan partikel yang lebih kecil akan lebih

lama melayang-layang di udara dan akan jatuh ke bumi dan permukaan daun. Lebih lanjut, Dahlan (1989) menyatakan partikel yang menempel pada permukaan daun berasal dari 3 proses, yakni :

1. Sedimentasi akibat gaya gravitasi yang menyebabkan menumpuknya partikel pada permukaan daun bagian atas.
2. Pengendapan partikel oleh proses tumbuhan dimana semakin banyak benda yang menghalangi jalannya angin maka akan semakin banyak endapan yang ada.
3. Pengendapan yang berhubungan dengan hujan dimana hujan dapat mencuci partikel dari udara dan akan membersihkan debu yang berdiameter lebih kecil lagi.

Gambar dibawah ini menjelaskan proses terjadinya perpindahan logam berat menuju tumbuhan (Darmono, 2001).



Gambar 2.5 Perpindahan Logam Berat Pada Daun

Menurut Kozak dan Sudarmo dalam Purnomohadi (1995), ada dua bentuk emisi dari unsur atau senyawa pencemar udara yaitu :

- 1) Pencemar udara primer (primary air pollution), yaitu emisi unsur-unsur pencemar udara langsung ke atmosfer dari sumber-sumber diam maupun

bergerak. Pencemar udara primer ini mempunyai waktu paruh di atmosfer yang tinggi pula, misalnya CO, CO₂, NO₂, SO₂, CFC, Cl₂, partikel debu.

2) Pencemar udara sekunder (secondary air pollution), yaitu emisi pencemar udara dari hasil proses fisik dan kimia di atmosfer dalam bentuk fotokimia (photochemistry) yang umumnya bersifat reaktif dan mengalami transformasi fisika – kimia menjadi unsur senyawa. Bentuknya pun berbeda atau berubah dari saat diemisikan hingga setelah ada di atmosfer, misalnya ozon (O₃), aldehida, hujan asam, dan sebagainya (Hidayah, 2009).

Berdasarkan sebaran ruangan, sumber pencemaran dapat dikelompokkan menjadi sumber titik, sumber wilayah, dan sumber garis. Sementara menurut sumber pencemarannya, emisi pencemar udara dapat dikelompokkan menjadi sumber diam dan sumber bergerak. Sumber diam biasanya berupa kegiatan industri rumah tangga (pemukiman), tetapi sementara pakar menganggap permukaan sebagai pencemar udara non titik (non-point sources). Sumber bergerak terutama berupa kendaraan bermotor, yang berkaitan dengan transportasi.

2.5 Stomata

Stomata merupakan lubang-lubang yang terdapat pada epidermis yang masing-masing dibatasi oleh dua buah sel-sel penutup. Sel penutup adalah sel-sel epidermis yang telah mengalami perubahan bentuk dan fungsi. Fungsi sel penutup sebagai pengatur besarnya lubang-lubang yang ada diantaranya. Stomata umumnya terdapat pada bagian-bagian tumbuhan yang berwarna hijau terutama pada daun. Pada organ akar atau bagian yang lain yang tidak berwarna hijau, stomata tidak

terdapat di organ tersebut. Pada daun-daun yang berwarna hijau stomata akan terdapat pada kedua permukaannya, atau kemungkinan hanya pada satu permukaan saja (bagian bawah) (Sutrian, 2004).

Pada daun Divisi Dicotyledonae mengandung 1.000-100.000 stomata pada tiap cm^2 -nya. Kondisi anatomis dari stomata membentuk deretan, tampak menunjukkan suatu kesatuan, adapun sel-sel mesofil seakan-akan mengitari posisi ruang-ruang dan membentuk saluran antar sel di bawahnya. Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kerja stomata adalah cahaya dan air. Faktor air dapat memicu kerja stomata dalam membuka dan menutup. Sel penutup, apabila terdapat banyak air maka akan melembung dan stomata pun terbuka dan sebaliknya. Tegangan turgor yang bertambah dalam sel-sel penutup dikarenakan air di sekitar sel penutup terhisap di dalamnya menyebabkan terbukanya stomata. Faktor cahaya sangat penting dalam kerja stomata, pada siang hari stomata akan terbuka dan sebaliknya (Sutrian, 2004).

Stomata terdapat pada semua bagian tumbuhan di atas tanah, tetapi paling banyak ditemukan pada daun. Jumlah stomata beragam pada daun tumbuhan yang sama dan juga daerah daun yang sama. Pada beberapa jenis tumbuhan, jumlah stomata berkisar antara beberapa ribu per cm^2 . Pada umumnya stomata lebih banyak terdapat pada permukaan bawah daripada permukaan atas daun, bahkan pada beberapa tumbuhan, stomata tidak terdapat pada permukaan bawah daun (Zahroh, 2006).

Menurut Kimball, (1983) menjelaskan bahwa, pada sebagian besar tumbuhan, stomata lebih banyak di permukaan bawah daun dibandingkan dengan

permukaan atas. Adaptasi ini akan meminimumkan kehilangan air yang terjadi lebih cepat melalui stomata pada bagian atas suatu daun yang terkena matahari, ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Zahroh (2006), bahwa jumlah kerapatan stomata di bawah permukaan daun itu lebih tinggi dibandingkan di atas daun pada jenis tumbuhan peneduh jalan, sehingga semakin tinggi jumlah kerapatan stomata, semakin tinggi pula potensi menyerap logam berat atau partikel di udara.

2.6 Klorofil

Tumbuhan menangkap cahaya yang menggunakan pigmen yang disebut klorofil, pigmen inilah yang memberi warna hijau pada tumbuhan. Kloroplas mengandung pigmen yang disebut klorofil. Klorofil inilah yang menyerap cahaya yang akan digunakan dalam proses fotosintesis meskipun seluruh bagian dalam tumbuhan yang berwarna hijau mengandung kloroplas, namun sebagian besar energi dihasilkan di daun. Di dalam daun terdapat lapisan sel yang disebut mesofil yang mengandung setengah juta kloroplas setiap milimeter perseginya (Kimball, 1983).

Klorofil terdapat sebagai butir-butir hijau di dalam kloroplas. Sedangkan butir-butir yang terkandung di dalamnya disebut grana. Pada tanaman tinggi ada 2 macam klorofil yaitu (Dwidjoseputro, 1994):

Klorofil-*a* : $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ (berwarna hijau-tua)

Klorofil-*b* : $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ (berwarna hijau-muda)

Sifat klorofil dapat larut dalam etanol, alkohol, eter, aseton, bensol, dan kloroform. Menurut Sutrian (2004) klorofil umumnya berwarna hijau kebiruan atau kekuningan, apabila telah mengurai biasanya tampak merah. Menurut

Kimball (1983) menyatakan bahwa hijaunya klorofil yang terdapat di kloroplas akan memberikan warna hijau kepada jaringan tumbuhan yang terkena cahaya. Peranan penting klorofil-*a* dalam fotosintesis diuraikan bahwa klorofil-*a* memainkan pada kedua fotosistem. Klorofil-*b* menjala satu reaksi cahaya dan klorofil-*a* menjalankan reaksi lainnya dan bekerjasama dalam fotosintesis. Selain itu klorofil-*a* menangkap dan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dan merupakan pusat reaksi klorofil-*a* fotosintesis (P 680 dan P 700 nm). Menurut Dwijoseputro (1994) faktor-faktor yang berpengaruh kepada pembentukan klorofil: gen, cahaya, oksigen, karbohidrat, unsur hara, air, dan temperatur.

Kloroplas sel tumbuhan adalah struktur memipih dengan panjang rata-rata 7 μm dan lebar 3 – 4 μm . Masing-masing dibatasi sepasang membran luar yang halus. Batas luar ini melingkupi matriks fluida yang dinamakan stomata dan suatu system membran yang meluas. Membran dalam ini terlipat berpasangan yang disebut lamella (Kimball, 1983).

2.7 Kota Malang

Kota Malang adalah sebuah kota di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kota ini berada di dataran tinggi yang cukup sejuk, terletak 90 km sebelah selatan Kota Surabaya, dan wilayahnya dikelilingi oleh Kabupaten Malang. Malang merupakan kota terbesar kedua di Jawa Timur setelah Surabaya, dan mendapat sebutan kota pelajar. Kota Malang mempunyai banyak ruas jalan, diantaranya ada beberapa ruas jalan yang mengalami tingkat kepadatan lalu lintas yang cukup tinggi misalnya Jl A.Yani, Jl Letjend Sutoyo, Jl MT. Haryono. Faktor yang

menyebabkan kepadatan itu terjadi karena meningkatnya sarana transportasi yang digunakan oleh masyarakat Kota Malang.

Transportasi di Kota Malang terus mengalami peningkatan, Dinas Perhubungan Kota Malang memperkirakan jumlah kendaraan roda dua pada 2012 sebanyak 1.213.451 unit, kondisi ini diperkirakan akan terus mengalami peningkatan sebesar 13% setiap tahunnya (Zainuddin, 2012), bahkan Hamzah (2013) melaporkan bahwa pada bulan Juli 2013 jumlah kendaraan yang masuk kota Malang mencapai 900 sepeda motor dan 200 kendaraan roda empat pada tiap minggunya.



Gambar 2.6 Peta Kota Malang

2.8 Kerusakan Lingkungan Dalam Pandangan Islam

Setiap aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya pasti mempengaruhi lingkungan. Hal tersebut telah ditanyakan oleh para malaikat kepada Allah saat malaikat bertanya mengapa Allah menciptakan manusia sebagai

kholifah di muka bumi padahal manusia itu akan membuat kerusakan dimuka bumi. pernyataan ini terdapat dalam surat Al -Baqoroh ayat 30, yaitu:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰٓئِكَةِ اِنِّىْ جَاعِلٌ فِى الْاَرْضِ خَلِيْفَةً ۚ قَالُوْۤا اَتَجْعَلُ فِىْهَا مَنْ يُّفْسِدُ
فِىْهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَآءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ اِنِّىْۤ اَعْلَمُ مَا لَا

تَعْلَمُوْنَ ﴿٣٠﴾

Artinya “Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat: "Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi". Mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui". (QS. Surat Al-baqoroh ayat 30).

Menurut Tafsir Al-Aisar (2007) bahwasannya, *Khalifah* berarti pengganti, yaitu pengganti dari jenis makhluk yang lain, atau pengganti, dalam arti makhluk yang diberi wewenang oleh Allah agar melaksanakan perintahNya di muka bumi. *Tasbih* berarti menyucikan Allah dengan meniadakan sifat-sifat yang tidak layak bagi Allah. *Taqdis*, berarti menyucikan Allah dengan menetapkan sifat-sifat kesempurnaan bagi Allah. *Al-‘Alim* berarti yang maha mengetahui segala sesuatu.

Dalam ayat tersebut Allah menjelaskan ketetapanNya untuk menciptakan manusia dan menjadikannya sebagai khalifah di muka bumi. Allah SWT berfirman : “*Inni ja’ilun fi al-ardh khalifah.*” (“Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi).” Ketika hal itu disampaikan kepada para malaikat, para malaikat itu bertanya kepada Tuhan : “Apakah Engkau akan menjadikan di muka bumi orang yang akan membuat kerusakan dan menumpahkan darah? Sedangkan kami, para malaikat, adalah makhluk yang

senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan memahsucikan Engkau? Para malaikat itu bertanya mengapa Allah menjadikan manusia sebagai khalifah, karena mereka mengira bahwa manusia yang diciptakan Allah sebagai khalifah itu akan membuat kerusakan di muka bumi dan menumpahkan darah (Shihab, 2002).

Tafsir Fi Zhilalil Qur'an (2004) menjelaskan bahwa, berdasarkan pengalaman mereka sebelum terciptanya manusia di mana ada makhluk yang berlaku demikian atau bisa juga berdasar asumsi bahwa karena yang akan ditugaskan menjadi khalifah bukan malaikat maka pasti makhluk itu berbeda dengan mereka yang selalu bertasbih dan menyucikan Allah. Maka Allah berfirman menjawab pertanyaan malaikat itu dengan firmanNya : “Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui.” Artinya, di balik ketetapan Allah menciptakan manusia sebagai khalifah itu ada hikmah yang tersembunyi. Allah mengetahui hikmah itu sedangkan para malaikat tidak mengetahuinya (Quthb, 2004).

Lingkungan memiliki daya lenting berupa kemampuan untuk kembali ke keadaan semula setelah diintervensi. Lingkungan dapat kembali ke keadaan keseimbangan apabila terjadi intervensi, namun tingkat pengembaliannya memerlukan banyak waktu. Kecepatan intervensi manusia sendiri tergantung dari tingkat kebutuhan dan keinginannya. Salah satu kerusakan lingkungan yang akhir-akhir ini terjadi yakni pencemaran udara (Mahir, 2006).

Pencemaran udara merupakan masalah yang cukup penting. Salah satu faktor yang mempengaruhi pencemaran udara adalah karena ulah manusia. Al

Qur'an menjawab perdebatan faktor penyebab pencemaran udara melalui surat Asy Syura ayat 27 yang berbunyi :

وَلَوْ بَسَطَ اللَّهُ الرِّزْقَ لِعِبَادِهِ لَبَغَوْا فِي الْأَرْضِ وَلَكِنْ يُنْزِلُ بِقَدَرٍ مَّا يَشَاءُ إِنَّهُ بِعِبَادِهِ خَبِيرٌ بَصِيرٌ ﴿٢٧﴾

Artinya “Dan sekiranya Allah melapangkan rezeki kepada hamba-hambaNya, niscaya mereka akan berbuat melampaui batas di bumi, tetapi Dia menurunkan dengan ukuran yang Dia kehendaki. Sungguh, Dia Maha Teliti terhadap (keadaan) hamba-hambaNya, Maha Melihat”. (QS. Asy-Syura : 42 ayat : 27).

Al-Qurthubi (2008) menjelaskan bahwa “niscaya mereka akan berbuat melampaui batas di bumi” maksud dari kalimat itu adalah penyebab kerusakan bumi itu adalah ulah manusia itu sendiri yang melampaui batas (berlebih-lebihan).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah deskripsi kuantitatif. Analisis data kuantitatif antara lain menghitung jumlah kendaraan, mengamati ukuran stomata, menghitung kerapatan stomata, analisis kadar klorofil daun dan analisis kandungan logam berat timbal (Pb).

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian karakteristik anatomi dan potensi daun Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.) di ruas jalan kota Malang sebagai akumulator logam berat timbal (Pb) dilaksanakan pada bulan Mei sampai Desember 2014 di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Malang, Laboratorium Ekologi dan Sumber Daya Alam Hayati dan Laboratorium Optik Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gunting tanaman, timbangan analitik, tabung reaksi, labu ukur, kertas saring, alu dan mortar, blender, oven, pipet, spektrofotometer, mikroskop komputer, alat tulis dan *tally sheet*, *handtally counter*.

3.3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel daun, HNO_3 pekat (65%), aquades, kutek bening, acetone 80%, larutan sodium tartrate, potassium iodide, kuvet kantong plastik, kertas label.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Penentuan lokasi pengambilan sampel melalui observasi. Tujuannya adalah untuk menentukan lokasi penelitian, keberadaan pohon, serta melihat keadaan dan kepadatan jalan. Lokasi atau jalan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kriteria antara lain jalan sangat macet, macet, jalan padat merayap, jalan kepadatan sedang, jalan kepadatan rendah. Penelitian ini menggunakan 5 lokasi atau jalan yang berbeda berdasarkan kriteria penelitian ini. Setiap lokasi dilakukan pengambilan 3 sampel pohon Trembesi dengan ukuran yang sama. Ketentuan pohon yang akan diambil sebagai sampel penelitian seperti diameter batang lebih dari 15 cm, diameter tajuk trembesi minimal 3 meter. Berikut jalan yang digunakan dalam penelitian:

Tabel 3.4 Lokasi Pengambilan Sampel

No.	Jalan	Kriteria Volume Kendaraan
1	Jl Ahmad Yani	Sangat macet
2	Jl Gadang	Macet
3	Jl Tlogomas	Padat merayap
4	Jl Sungkono	Kepadatan sedang
5	Jl Joyosuko Metro	Kepadatan rendah

3.4.2 Penghitungan Kepadatan Lalu Lintas

Penghitungan kepadatan lalu lintas bertujuan untuk mengetahui jumlah kendaraan yang melintas di jalan tersebut. Selain itu, jumlah kendaraan dapat menggambarkan kondisi Pb di udara. Penghitungan kepadatan lalu lintas tiap jalan dilakukan sebanyak 2 kali dalam satu minggu, pada hari sibuk (Selasa) dan hari libur (Minggu). Setiap hari Selasa dan Minggu dilakukan 2 kali penghitungan pada pukul 07.30 WIB dan 16.00 WIB. Jadi pada setiap jalan dilakukan penghitungan jumlah kendaraan sebanyak empat kali.

Penghitungan jumlah kendaraan dilakukan pada kedua arah jalan. Jumlah kendaraan yang melintas dihitung dengan menggunakan alat *handtally counter* terhadap semua jenis kendaraan bermotor.

3.5 Pengamatan Sampel Daun

Pengambilan sampel dilakukan dengan memilih 2 pohon trembesi, dari setiap pohon diambil sampel daun untuk dianalisis. Daun trembesi yang digunakan sebagai sampel yaitu ibu tangkai daun pangkal pertama dari cabang. Daun yang diambil adalah yang terletak pada lapisan tajuk paling bawah karena bagian tersebut paling dekat dengan sumber emisi. Selain itu daun yang diambil terletak pada ruas ke 3-5 yang sudah membentuk daun yang sempurna, dan yang berwarna hijau tua.

3.5.1 Karakteristik Stomata

1. Sampel diambil dan dipilih daun yang terkena cahaya matahari langsung dan telah membuka sempurna

2. Permukaan atas dan bawah diolesi dengan gum arab dengan menggunakan kuas dan dibiarkan hingga kering
3. Cetakan stomata dari gum arab diambil dari daun dan diamati dengan menggunakan mikroskop cahaya pada perbesaran 400x, kemudian dilakukan perhitungan terhadap :

a. Ukuran Stomata

Untuk mengetahui panjang dan lebar stomata menggunakan lensa objektif dan lensa okuler.

Ukuran stomata diklasifikasikan menjadi :

- a) Ukuran kurang panjang ($< 20 \mu\text{m}$)
- b) Ukuran panjang ($20 - 25 \mu\text{m}$)
- c) Ukuran sangat panjang ($> 25 \mu\text{m}$) (Hidayah, 2009)

b. Kerapatan Stomata

$$\text{Rata-rata stomata (rerata } Sa) = \frac{Sa_1 + Sa_2 + Sa_3 + \dots + Sa_n}{n}$$

Keterangan : Sa_1 : Jumlah stomata bidang pandang ke 1

Sa_2 : Jumlah stomata bidang pandang ke 2

Sa_3 : Jumlah stomata bidang pandang ke 3

Sa_n : Jumlah stomata bidang pandang ke n

LBP : Luas bidang pandang (mm^2)

$$\text{Kerapatan Stomata (Kan)} = \frac{\text{rerata } Sa}{\text{LBP}}$$

3.5.2 Analisis Kandungan Klorofil

Daun Trembesi yang diambil yang terletak pada ruas ke 3-5 yang sudah mengalami pembentukan yang sempurna dan daunnya dipilih yang berwarna hijau tua. Daun Trembesi ditimbang sebanyak 3 gr dan kemudian dihaluskan, sambil ditambahkan aceton sebanyak 10 ml sambil digiling dan diaduk agar pigmennya larut, kemudian larutan tersebut dimasukkan dalam Erlenmeyer kecil. Kemudian larutan tersebut disaring menggunakan kertas saring whatman dan larutan yang telah disaring diambil 1 ml dan ditambahkan aceton sebanyak 10 ml. Selanjutnya larutan tersebut diambil lagi 1ml dan ditambahkan aceton lagi sebanyak 10 ml. Larutan terakhir tersebut dimasukkan ke dalam spektrofotometer dan diamati absorpsi cahayanya pada panjang gelombang 645, 646, dan 663 nm.

3.5.3 Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb)

Proses destruksi sampel pada tumbuhan adalah sebagai berikut (Hidayah, 2009) :

Sampel tumbuhan yang telah diambil dari lokasi pengamatan dicuci untuk menghilangkan debu yang melekat pada organ tumbuhan, kemudian dioven pada suhu 80°C selama 48 jam. Setelah kering sampel dihaluskan hingga menjadi serbuk. Sampel tumbuhan dihaluskan menggunakan blender, kemudian ditimbang sebanyak 2 – 4 gram. Setelah itu dimasukkan ke dalam furnace oven pada suhu 450°C selama 12 jam sampai menjadi abu yang berwarna putih. Abu sampel kemudian didestruksi secara kimia, untuk dianalisis kandungan timbal (Pb).

3.6 Analisis Data

Untuk mengetahui kemampuan penyerapan timbal (Pb) oleh Trembesi maka dilakukan uji ANOVA (*Analyses of Variance*) terhadap konsentrasi Pb daun

dari kelima lokasi yang berbeda. Sedangkan untuk mengamati pengaruh Pb terhadap daun tersebut, yang ditinjau dari kadar klorofil, karakteristik stomata dan kepadatan lalu lintas, maka dilakukan regresi linier dengan melihat nilai koefisien korelasi antara konsentrasi Pb pada daun dengan keempat parameter tersebut.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kepadatan Lalu Lintas di Ruas Jalan Kota Malang

Emisi gas buang kendaraan bermotor juga cenderung membuat kondisi tanah dan air menjadi asam. Pengalaman di negara maju membuktikan bahwa kondisi seperti ini dapat menyebabkan terlepasnya ikatan tanah atau sedimen dengan beberapa mineral atau logam, sehingga logam tersebut dapat mencemari lingkungan (Inayah, 2010).

Jumlah kendaraan yang melintas di beberapa ruas jalan di Kota Malang memiliki tingkat kepadatan yang berbeda-beda, mulai dari yang kepadatannya tinggi sampai kepadatan yang rendah. Hasil perhitungan kepadatan kendaraan bermotor disajikan dalam tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Jumlah kendaraan yang melintas di ruas jalan di Kota Malang

Lokasi	Rata-rata Pagi-Sore	
	Masuk	Keluar
Jl. Ahmad Yani	5812	4832
Jl. Tlogomas	3474	2629
Jl. Gadang	2903	2883
Jl. Sungkono	1811	1785
Jl. Joyosuko Metro	± 100	

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah kendaraan pada keempat lokasi Tabel 1 terlihat bahwa Jl. Ahmad Yani memiliki tingkat kepadatan lalu lintas yang paling tinggi berkisar 4832 – 5812 kendaraan, sedangkan Jl. Joyosuko Metro memiliki tingkat kepadatan yang rendah yaitu sekitar ± 100 kendaraan. Jl. Ahmad Yani merupakan jalan utama yang menghubungkan kawasan perindustrian, pertokoan, dan pendidikan.

Jl. Ahmad Yani dilalui beberapa trayek angkutan kota, hal ini yang menjadi penyebab bahwa Jl. Ahmad Yani memiliki tingkat kepadatan yang sangat tinggi, sedangkan Jl. Joyosuko Metro terletak pada kawasan lahan sawah dan kawasan perumahan sehingga jarang dilewati oleh kendaraan, dan hal ini yang menyebabkan Jl. Joyosuko Metro memiliki tingkat kepadatan lalu lintas yang rendah.

Tingkat kepadatan lalu lintas (jumlah kendaraan) akan menggambarkan tingkat pencemaran Pb di udara, karena semakin tinggi kepadatan lalu lintas pada suatu daerah maka semakin besar emisi Pb yang dilepaskan ke udara di daerah tersebut. Sumber pencemar utama Pb diudara berasal dari asap yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor, karena Pb ditambahkan pada bensin sebagai anti letup (Inayah, 2010).

Jenis bahan bakar pencemar yang dikeluarkan oleh mesin dengan bahan bakar bensin maupun bahan bakar solar sebenarnya sama saja, hanya berbeda proporsinya karena perbedaan cara operasi mesin. Secara visual selalu terlihat asap dari knalpot kendaraan bermotor dengan bahan bakar solar, yang umumnya tidak terlihat pada kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin (Siregar, 2005).

4.2 Karakteristik Stomata daun Trembesi di Ruas Jalan Kota Malang

4.2.1 Ukuran Stomata daun Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.)

Stomata merupakan alat istimewa pada tumbuhan, yang merupakan modifikasi beberapa sel epidermis daun, baik epidermis permukaan atas maupun bawah daun. Struktur stomata sangat bervariasi antar tumbuhan, terutama bila dibandingkan untuk antar tumbuhan yang lingkungan hidupnya cukup kontras.

Melalui stoma tumbuhan menunjukkan kemampuan adaptifnya terhadap perubahan dan stress dari lingkungannya (Haryanti, 2010).

Dari hasil penelitian terhadap ukuran stomata (μm), stomata pohon pelindung jalan, hasil yang diperoleh selengkapnya terdapat pada lampiran 1 dan 2. Rata-rata ukuran (μm) stomata dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Ukuran Stomata daun Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.)

Lokasi	Rata-rata panjang stomata (μm)		Rata-rata Lebar Stomata (μm)		Kriteria (Hidayah, 2009)
	Atas	Bawah	Atas	Bawah	
Jl. Ahmad Yani	16,58	16,63	3,47	4,35	Kurang Panjang
Jl. Gadang	16,19	15,90	3,46	4,36	Kurang Panjang
Jl. Tlogomas	15,64	15,95	3,99	3,4	Kurang Panjang
Jl. Sungkono	15,37	16,72	4,22	3,39	Kurang Panjang
Jl. Joyosuko Metro	17,62	16,97	4,96	4,73	Kurang Panjang

Berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa rata-rata panjang dan lebar stomata pada jenis tanaman yang diamati, baik permukaan atas dan permukaan bawah daun termasuk dalam kategori ukuran yang kurang panjang ($< 20 \mu\text{m}$). Ukuran panjang stomata tersebut berkisar antara $15.37 - 16.97 \mu\text{m}$ dan lebarnya berkisar antara $3.4 - 4.96 \mu\text{m}$.

Rata-rata ukuran stomata pada tumbuhan trembesi pada lokasi pertama permukaan atas maupun permukaan bawah daun termasuk dalam kriteria ukuran yang kurang panjang, yaitu antara $3.47 \mu\text{m} - 17.62 \mu\text{m}$. (dilihat pada lampiran 1). Lokasi kedua, permukaan atas maupun permukaan bawah daun termasuk dalam kriteria ukuran kurang panjang yaitu $3.46 \mu\text{m} - 16.19 \mu\text{m}$. (dilihat pada lampiran 1). Pada lokasi ketiga, permukaan atas maupun permukaan bawah daun ukuran

3.40 μm – 15.64 μm , dan juga termasuk dalam kriteria kurang panjang ($< 20 \mu\text{m}$). Lokasi keempat permukaan atas dan permukaan bawah daun termasuk dalam kriteria ukuran kurang panjang yaitu 3,39 μm – 15,37 μm , begitupun dengan lokasi kelima permukaan atas dan permukaan bawah daun berkisar antara 4,73 μm – 17.62 μm .

4.2.2 Kerapatan Stomata daun Trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.)

Stomata selain alat untuk pelepasan dan penyerapan, juga merupakan alat atau pengatur kontrol atau pengatur pertukaran gas. Mekanisme pengaturannya dilakukan melalui adaptasi fisiologis stomata yang mengendalikan membuka-menutupnya stomata, melalui cara ini bersifat dinamik-adaptif (Inayah, 2010).

Secara fisiologis, tumbuhan mampu mengatur tingkat konduktivitas stomata, dengan cara buka – tutupnya stomata. Secara structural, adaptasi stoma ditunjukkan dari segi bentuk, ukuran, kerapatan (sebaran) atau rasio antara permukaan atas dan bawah daun. Pada tumbuhan air, umumnya daunnya tipis dan lebar, dengan stomata lebih banyak dibentuk pada epidermis atas daun. Sebaliknya, pada tumbuhan darat umumnya, jumlah stomata atau tingkat kerapatan stomata lebih banyak pada bagian epidermis bawah daun (Dwidjoseputro, 2009).

Dari hasil penelitian terhadap kerapatan stomata (per mm^2) stomata pohon pelindung jalan, hasil yang diperoleh selengkapnya terdapat pada lampiran 1 dan 2. Rata-rata ukuran (μm) stomata dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Kerapatan Stomata daun Trembesi (*Albizia saman* Jacq.) Merr.)

Lokasi	Rata-rata Kerapatan Stomata (per mm ²)		Kriteria (Hidayah, 2009)
	Atas	Bawah	
Jl. Ahmad Yani	101,911	280,255	Rendah
Jl. Gadang	193,630	305,732	Sedang
Jl. Tlogomas	224,204	356,688	Sedang
Jl. Sungkono	214,013	315,923	Sedang
Jl. Joyosuko Metro	208,917	395,159	Sedang

Berdasarkan Tabel rata-rata kerapatan stomata (per mm²) Tabel 4.3, stomata permukaan bawah daun lebih rapat dari permukaan atas. Rata-rata kerapatan tertinggi terdapat pada tumbuhan trembesi di lokasi Jl. Joyosuko Metro permukaan bawah daun sebesar 395,159 per mm² dan permukaan atas daun sebesar 208,917 termasuk dalam kerapatan sedang (300 – 500/mm²).

Lokasi pertama Jl. Ahmad Yani bagian permukaan daun trembesi rata-rata kerapatannya berkisar antara 101,911 – 280,255 per mm² dan termasuk dalam kriteria kerapatan rendah (<300/mm²). Lokasi kedua Jl. Gadang permukaan daun trembesi memiliki rata-rata kerapatan sebesar 193,630 – 305.732 per mm². Permukaan daun trembesi pada lokasi ketiga Jl. Tlogomas berkisar 214,013 – 356,688 termasuk dalam kriteria kerapatan sedang (300 – 500/mm²) begitupun dengan permukaan daun trembesi pada lokasi keempat Jl. Sungkono berkisar antara 224,204 – 315,923 dan termasuk dalam kriteria kerapatan sedang (300 – 500/mm²), sedangkan kerapatan stomata dari hasil penelitian sebelumnya oleh Inayah (2010), berkisar antara 8.72 – 417.2 dan termasuk juga dalam kriteria kerapatan sedang (300 – 500/mm²).

Agustiana (2008) menyatakan bahwa celah stomata mempunyai panjang sekitar 10 µm dan lebarnya 2-7 µm. Kerapatan stomata dalam unit area

permukaan daun sangat bervariasi. Hal ini ditimbulkan oleh perbedaan lingkungan tempat tumbuh dan factor genetis yang sangat mempengaruhi morfogenesis stomata. Santoso (2000) menyatakan factor lingkungan yang mempengaruhi proses membuka dan menutupnya stomata antara lain : cahaya, air, suhu, angin, sedangkan pengaruh factor fisiologi adalah peningkatan gula pada sel penjaga, perubahan perimbangan gula pati.

Jenis tanaman yang diamati, stomata tersebar secara acak pada permukaan daun, baik permukaan atas dan permukaan bawah daun. Stomata pada permukaan bawah lebih rapat dari permukaan atas, hal ini sejalan dengan yang dikemukakan Kimball (1983) bahwa, pada sebagian besar tumbuhan, stomata lebih banyak di permukaan bawah daun dibandingkan dengan permukaan atas. Adaptasi ini akan meminimumkan kehilangan air yang terjadi lebih cepat melalui stomata pada bagian atas suatu daun yang terkena sinar matahari.

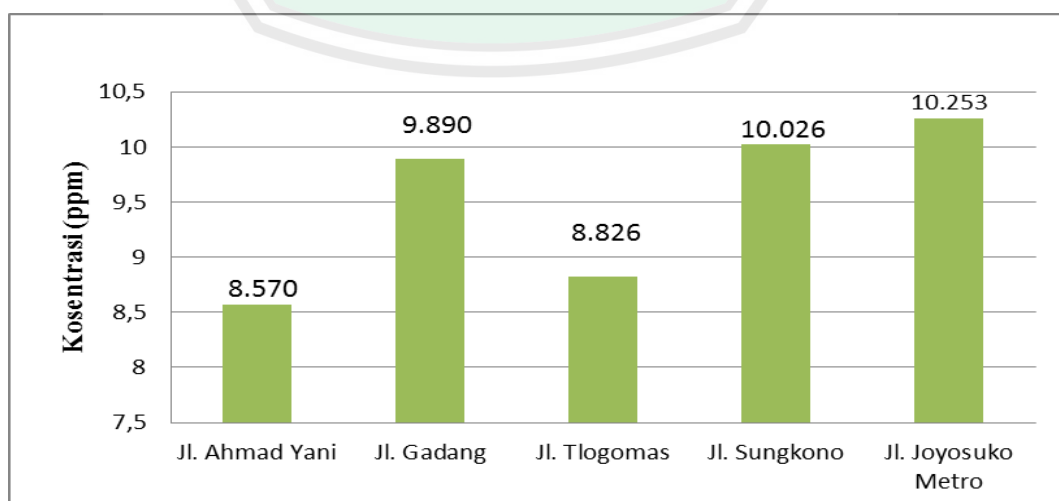
Letak dan jumlah stomata pada permukaan daun berhubungan dengan fungsi stomata pada daun sebagai salah satu sarana transpirasi. Hal ini penting bagi tumbuhan, karena stomata berperan dalam membantu meningkatkan laju angkutan air dan garam mineral, mengatur suhu tumbuhan dengan cara mengatur melepaskan kelebihan panas dan mengatur turgor optimal di dalam sel. Tipe stomata tanaman trembesi mempunyai tipe yang mana poros panjang sel penutup sejajar dengan sel tetangga (Hidayah , 2009).

Jenis-jenis tumbuhan yang mempunyai stomata pada kedua sisi daun diduga relatif lebih potensial dalam menyerap gas-gas di sekitarnya termasuk bahan pencemar. (Hidayah, 2009) mengemukakan bahwa ukuran diameter

partikel logam berat rata-rata 0,2 μm , bila dilihat dari rata-rata ukuran stomata, partikel logam berat lebih kecil daripada ukuran stomata. Dan ini sangat dimungkinkan partikel tersebut masuk ke dalam stomata, namun masuknya partikel logam berat pada tanaman tidak dibutuhkan dalam proses pertumbuhan sehingga mengakibatkan adanya gangguan metabolisme di dalam sel. Gangguan metabolisme sel yang diakibatkan adanya bahan asing yang masuk melalui stomata akan mengganggu kerja sel dimana salah satunya akan mempengaruhi produksi fotosintesis.

4.3 Kandungan Klorofil Daun Trembesi di Ruas Jalan Kota Malang

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kandungan klorofil daun trembesi pada setiap lokasi berbeda hasilnya. Kandungan rata-rata klorofil tertinggi terdapat pada Jl. Joyosuko metro sebesar 10,253 ppm, dan yang terendah terdapat pada Jl. Ahmad Yani sebesar 8,570 ppm. Kandungan rata-rata klorofil daun tiap tumbuhan dan lokasi tertera pada Gambar 4.1, sedangkan data hasil analisis pada tiap bagian daun pada masing-masing jenis dan lokasi tertera pada tabel lampiran 3.



Gambar 4.1 Grafik Kandungan Klorofil Daun Trembesi di Ruas Jalan Kota Malang

Berdasarkan hasil statistik kandungan klorofil daun antar lokasi tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa keragaman kandungan klorofil antar lokasi sangat tinggi karena tergantung pada berbagai faktor diantaranya genetik, umur daun, intensitas cahaya matahari dan lain-lain. Dilihat dari grafik, klorofil yang normal atau yang berada pada jalan yang kepadatannya rendah itu kandungannya lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan klorofil yang berada di jalan yang tingkat kepadatannya tinggi, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kepadatan yang tinggi bisa menimbulkan pencemaran dan dapat mengakibatkan kerusakan pada klorofil sehingga produksi fotosintesis menjadi berkurang.

Menurut Hidayah (2009), dalam penelitiannya terdahulu bahwasannya kandungan klorofil akan berpengaruh langsung terhadap fotosintesis yang akhirnya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan. Selain itu, menurut total luasan daun dari suatu tanaman yang terkena pencemaran udara akan mengalami penurunan, karena terhambatnya laju pertumbuhan dan proses perluasan daun serta meningkatnya jumlah daun yang gugur secara langsung maupun tidak langsung, selain itu perubahan kandungan klorofil akan menurunkan hasil fotosintesis.

Kerusakan yang terjadi pada klorofil maupun kloroplas, pada dasarnya diawali oleh proses kerusakan mikroskopis daun. Salah satu faktor yang menyebabkan kerusakan anatomi tumbuhan diakibatkan pencemaran udara karena pengaruh gas tersebut yang mempengaruhi medium sel dan jaringan yang menjadi lebih rendah (ion-ion H^+ meningkat). pada dasarnya semua jenis pencemaran udara baik yang berupa logam berat maupun gas akan berpengaruh terhadap

pertumbuhan tanaman, dimana apabila melalui daun maka akan mempengaruhi proses metabolisme di dalam sel salah satunya sel mesofil daun yang didalamnya akan merusak kloroplast dan akan mempengaruhi proses fotosintesis (Inayah, 2010).

Kerusakan klorofil ini akan berdampak terhadap berkurangnya produk fotosintesis. Hidayah (2009) menyatakan bahwa, beberapa laporan tentang pertumbuhan tanaman akibat pengaruh pencemar dapat merusak proses pertumbuhan dan perkembangan. Selain pencemaran udara, faktor-faktor lingkungan (misalnya cahaya, suhu, dan kelembaban) akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Faktor lingkungan (rata-rata suhu dan kelembaban) akan mempengaruhi proses-proses fotosintesis dan pertumbuhan di seluruh jalan yang ada di Kota Malang.

4.4 Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Yang Terserap Dalam Daun Trembesi Pohon Pelindung Jalan Di Ruas Jalan Kota Malang

Kandungan partikel Pb yang terserap oleh daun Trembesi yang berfungsi sebagai pohon pelindung jalan di ruas jalan Kota Malang nampak berbeda untuk setiap lokasi. Kandungan partikel Pb pada daun tiap jenis tumbuhan tidak memperlihatkan pola yang beraturan, berkisar antara 0,2530 – 0,7664 ppm. Hasil analisis terhadap kandungan rata-rata partikel logam berat Pb yang terserap daun oleh tiap jenis tumbuhan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Daun Trembesi di Ruas Jalan Kota Malang

Lokasi	Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pohon pelindung Jalan di Ruas Jalan Kota Malang (ppm)
Jl. Ahmad Yani	0.283 a
Jl. Tlogomas	0.283 ab
Jl. Gadang	0.301 ab
Jl. Sungkono	0.424 ab
Jl. Joyosuko Metro	0.601 b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Berdasarkan hasil pengukuran rata-rata kandungan partikel logam berat timbal (Pb) terserap dalam daun (Tabel 4.2) menunjukkan bahwa kandungan Pb yang ada di setiap lokasi hasilnya berbeda. Lokasi yang paling banyak menyerap partikel logam berat adalah Jl. Joyosuko Metro, yaitu sebesar 0,610 ppm, sedangkan lokasi yang menyerap partikel logam berat (Pb) paling rendah adalah Jl. Tlogomas dan Jl. Ahmad Yani sebesar 0,283 ppm.

Kandungan logam berat timbal (Pb) di Jl. Joyosuko memiliki kandungan yang paling tinggi, meskipun di Jl. Joyosuko ini termasuk dalam kategori kepadatan yang rendah, akan tetapi diasumsikan bahwasannya partikel Pb yang berada di Jl. Gajayana dan di Jl. M.T hariyono terbawa oleh udara sehingga bisa menempel pada daun Trembesi yang ada di Jl. Joyosuko Metro, hal ini sesuai dengan pendapat (Dahlan, 2003) bahwasannya logam berat yang berbentuk partikel bebas sebagian akan menempel pada tumbuhan salah satunya pada bagian daun, partikel tersebut akan terserap ke dalam ruang stomata daun.

Terlihat pada Tabel 4.2. Kandungan Pb bervariasi, Secara statistik, kandungan partikel Pb yang terserap daun antar lokasi pengamatan itu tidak berbeda nyata ($\alpha = 5\%$). Hal ini menunjukkan bahwa terserapnya partikel Pb oleh

daun sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya jumlah stomata, jika stomata yang membuka semakin banyak maka partikel Pb yang diserap juga akan semakin banyak, dan hal ini menyatakan bahwa adanya korelasi antara jumlah Pb dengan jumlah stomata dan juga kandungan klorofil yang menurun apabila partikel Pb yang diserap oleh daun semakin banyak.

Menurut (Inayah, 2010) secara normal kandungan Pb dalam berbagai jenis tanaman berkisar antara 0,5 – 3,0 $\mu\text{g/g}$, atau dengan kata lain kandungan maksimal Pb dalam tanaman adalah 3,0 $\mu\text{g/g}$. Berdasarkan batasan ini maka dapat diketahui bahwa kandungan Pb dalam daun Trembesi yang ada di beberapa ruas jalan Kota Malang masih dalam batasan normal kandungan Pb pada tanaman. Secara keseluruhan kandungan Pb pada daun Trembesi dari hasil penelitian yang telah dilakukan ini belum mencapai 1000 ppm ($\mu\text{g/g}$).

Batas toksisitas logam berat Pb pada tanaman tingkat tinggi adalah 1000 ppm ($\mu\text{g/g}$). Hal ini berarti kandungan Pb pada daun Trembesi di Kota Malang belum melampaui batas toksisitasnya terhadap tanaman. Partikel Pb yang diserap oleh tanaman akan memberikan efek buruk apabila kepekatananya berlebihan. Pengaruh yang ditimbulkan antara lain dengan adanya penurunan pertumbuhan dan produktivitas tanaman serta kematian (Inayah, 2010).

Pencemaran partikel logam berat akan merusak metabolisme sel tumbuhan. Gangguan yang terjadi di dalam sel oleh partikel logam berat adalah perubahan anatomi (penurunan hasil fotosintesis) daun, dimana partikel logam berat akan mempengaruhi pH medium sel dan jaringan yang menjadi lebih rendah (ion-ion H^+ meningkat) sedangkan Pb merupakan unsur logam yang pada umumnya

menjadi katalis pada berbagai reaksi termasuk dengan enzim. Keadaan ini akan mempengaruhi membran biologi (baik sel maupun organel organelnya).

Fakta menunjukkan bahwa membran biologis tidak benar-benar non permeabel, membrane tersebut memungkinkan terjadinya difusi ion dan molekul ditambah keberadaan enzim dalam membrane tersebut yang secara langsung cepat mempengaruhi transportasi ion dan molekul untuk menyeberangi membran.

Faktor-faktor luar akan sangat mempengaruhi permeabilitas membran karena permeabilitasnya sangat tergantung pada konsentrasi H^+ dan Ca^{2+} , juga karena Ca^{2+} lebih reaktif pada pH medium yang rendah. Pendapat ini didukung oleh berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa ion-ion H^+ menyebabkan lebih permeabelnya membran dan memperbesar pori-pori membran (Hidayah, 2009).

Dari penjelasan di atas disimpulkan bahwa bertambahnya ion H^+ pada medium karena menurunnya nilai pH (asam) akan meningkatkan permeabilitas dan membesarnya pori-pori membran sel. Keadaan ini akan mempengaruhi proses-proses difusi maupun osmosis yang disusul kemudian dengan terjadinya berbagai kelainan sel (patah, menciut) atau bahkan menyebabkan kehancuran sel sehingga hubungan antar sel menjadi terputus dan ruang antar sel menjadi lebih lebar sehingga membran sel tidak permeabel lagi (Hidayah, 2009).

4.5 Korelasi Anatomi Daun (Karakteristik stomata dan Kadar klorofil) terhadap Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb)

4.5.1 Korelasi Jumlah kendaraan dan Kadar Pb dalam Daun Trembesi

Berdasarkan uji korelasi dengan menggunakan SPSS 16, diketahui nilai koefisien dari jumlah kendaraan dengan kadar Pb sebesar -0.768. Artinya tidak ada hubungan yang signifikan antara jumlah kendaraan dengan kadar Pb. Hal ini

tidak sesuai dengan pernyataan Samat (2002), yang menyatakan bahwa dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, maka akan mempengaruhi kadar Pb pada tanaman. Jumlah kendaraan yang melewati tiap-tiap titik pengambilan sampling di ruas jalan kota Malang tidak berhubungan dengan kadar Pb dikarenakan penelitian ini dilakukan pada hari Selasa di setiap minggu yang berbeda-beda sehingga hal ini menyebabkan jumlah kendaraan tidak berkorelasi dengan kadar Pb pada daun Trembesi.

Kandungan logam berat timbal (Pb) di Jl. Joyosuko Metro memiliki kandungan logam berat timbal (Pb) yang tinggi dengan jumlah kendaraan yang relatif sangat rendah, hal ini bisa dipengaruhi oleh fisiologi dari tanaman Trembesi itu sendiri, dan bisa juga dipengaruhi oleh tinggi atau rendahnya pohon tersebut, serta umur dari pohon Trembesi tersebut. Kecenderungan meningkatnya logam berat timbal (Pb) pada daun di setiap lokasi yang berdekatan itu berkaitan dengan adanya kecenderungan penyebaran emisi buangan dari titik awal dimana emisi itu di keluarkan (Sembiring, 2006).

Logam berat timbal (Pb) yang dihasilkan dari emisi kendaraan bermotor sebanyak 50% akan menyebar sampai jarak 100 meter dari sumbernya. Dalam penelitian ini, meskipun di Jl. Joyosuko Metro tingkat kepadatan lalu lintasnya rendah, tingginya kandungan logam berat timbal (Pb) pada daun di lokasi ini tampaknya berkaitan dengan kedekatannya dengan ruas-ruas jalan yang memiliki tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi yaitu : Jl. Merjosari dan Jl. Gajayana.

4.5.2 Korelasi Kandungan Pb dan Kandungan Klorofil pada Daun Trembesi

Berdasarkan uji korelasi dengan menggunakan SPSS 16, diketahui nilai koefisien korelasi dari jumlah kendaraan dan kandungan Pb didapatkan nilai r sebesar 0.751. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa adanya hubungan antara kadar Pb pada daun dengan kandungan klorofil pada daun Trembesi, akan tetapi hubungan yang terjadi antara kandungan (Pb) dengan kandungan klorofil pada daun Trembesi ini lemah.

Kandungan Klorofil yang paling tinggi berada pada daun Trembesi yang ada di Jl. Joyosuko Metro, dengan kandungan (Pb) yang juga tinggi pada lokasi ini. Hal ini sangat dipengaruhi oleh usia dari daun itu sendiri, karena dimana daun tua akan mengandung klorofil yang jauh lebih banyak dibanding dengan daun yang masih muda (Sembiring, 2006).

Perubahan kandungan klorofil daun akibat meningkatnya konsentrasi (Pb) terkait dengan rusaknya struktur kloroplas. Pembentukan struktur kloroplas sangat dipengaruhi oleh nutrisi dan mineral seperti Mg dan Fe. Masuknya logam berat secara berlebihan pada tumbuhan, misalnya logam berat timbal (Pb) akan mengurangi asupan Mg dan Fe sehingga menyebabkan perubahan pada volume dan jumlah klorofil (Sembiring, 2006). Kandungan klorofil pada daun Trembesi di Jl. Joyosuko Metro menunjukkan nilai yang tinggi seiring dengan konsentrasi Pb di daun yang juga mengalami peningkatan dengan nilai korelasi $R = 0.751$. Sehingga dapat dikatakan bahwa pada konsentrasi 0.601 $\mu\text{g/g}$, Pb tidak terlalu mempengaruhi kandungan klorofil daun atau korelasi yang terjadi lemah.

Partikel Pb yang masuk ke dalam tanaman cenderung menurunkan kandungan klorofil. Hal ini kemungkinan sebagai akibat terjadinya kompetisi antara ion Pb dengan Fe dalam mengikat senyawa haem (porfirin) sehingga terjadi hambatan terhadap terbentuknya Fe-porifin yang merupakan precursor untuk pembentukan Mg-porifin sehingga terjadi gangguan terhadap biosintesis klorofil yang dapat menyebabkan gangguan terhadap fotosintesis. Mg^{2+} merupakan salah satu komponen klorofil yang berfungsi untuk mengaktifkan banyak enzim yang diperlukan untuk fotosintesis (Campbell, 2003).

4.5.3 Pengaruh Pb Terhadap Ukuran dan Kerapatan Stomata Daun Trembesi

Kondisi stomata pada setiap lokasi berbeda-beda. Ukuran serta kerapatan yang diamati juga menghasilkan hasil yang berbeda-beda, hal ini didukung oleh kondisi daun yang cukup kotor sehingga mempengaruhi kondisi stomata. Peranan stomata sangat esensial sebagai pintu masuknya CO_2 di dalam melaksanakan proses fotosintesis. Adanya polutan udara dapat mempengaruhi ukuran stomata (Agustiana, 2008). yaitu menjadi lebih sempit sehingga akan menghambat transport bahan dari luar ke dalam dan sebaliknya. Pada tanaman yang tumbuh di daerah tercemar udaranya, adaptasinya yang mendukung asimilasi CO_2 juga cenderung merangsang pengambilan gas lain ke dalam mesofil daun. Dalam hal ini polutan udara dapat menyebabkan perubahan dalam respon stomata, struktur kloroplas, fiksasi CO_2 dan system transport elektron fotosintesis.

Dahlan (2003) menyatakan celah stomata tanaman berkisar 2-4 μm . Celah stomata mempunyai panjang sekitar 10 μm dan lebarnya 2-7 μm . Oleh karena ukuran partikel timbal yang kurang dari 4 μm dengan rerata 0.2 μm , maka

partikel ini akan masuk ke dalam daun lewat celah stomata dan akan menetap di dalam jaringan daun, menumpuk di antara celah sel jaringan p μ m alisade dan jaringan bunga karang.

Tanaman yang terkena polutan dengan konsentrasi rendah dapat menyebabkan terjadinya klorosis daun yang bersifat progresif dan *senescense* dipercepat yang kadang-kadang sulit untuk dikenali sebagai gejala polusi udara. sebaliknya konsentrasi yang tinggi umumnya menyebabkan perlukaan yang tampak karena kematian, menjadi kering dan jaringan daun lokal memutih (Waryanti, 2006).

4. 6 Kajian Keagamaan

Allah SWT menciptakan berbagai macam tumbuhan dimuka bumi ini, salah satunya adalah pohon Trembesi (*Albizia saman* (Jacq). Merr). Pohon Trembesi ini sangat populer, sering kita jumpai dipinggir jalan-jalan di kota besar dan juga memiliki beberapa nama julukan seperti pohon hujan atau pohon monyet, selain itu pohon Trembesi ini juga memiliki banyak manfaat. Di balik beberapa manfaat, pohon Trembesi ini juga memiliki beberapa kekurangan, salah satunya yakni bentuk pohonnya yang sangat besar sehingga ranting-ranting pohon yang tumbuh sedikit mengganggu di bagian jalan raya. Allah SWT berfirman dalam Al-qur'an surat Al-An'am ayat 99 yang berbunyi :

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ

أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۚ أَنْظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۚ
 إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٦٩﴾

Artinya “ Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang kurma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah, dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman ” (Q.S. Al-An’aam :6 ayat : 99).

Logam berat seperti Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam yang berbahaya bagi kehidupan manusia, terutama bagi tumbuhan. Pohon Trembesi dalam penelitian ini dapat mengurangi pencemaran yang berasal dari gas buangan kendaraan bermotor yang didalamnya mengandung Timbal (Pb). Penelitian ini menggunakan pohon Trembesi sebagai bioakumulator yang dapat menyerap logam berat Timbal (Pb), khususnya di daerah kota Malang. Menurut Dahlan (2003) bahwasannya, Pohon Trembesi ini mampu menyerap partikel logam sebanyak 0,2530 – 1,20 µg/g.

Partikel logam berat Timbal (Pb) yang terserap ke dalam daun Trembesi masuk melalui stomata, dan penyerapan Timbal (Pb) yang berlebihan di dalam daun Trembesi ini nantinya akan mempengaruhi kandungan klorofil pada daun Trembesi menjadi berkurang. Meningkatnya jumlah pencemaran logam berat Timbal (Pb) ini berawal dari akibat adanya campur tangan manusia hal ini sesuai dengan firman Allah SWT pada surat Ar-ruum ayat 41 yang bunyinya sebagai berikut :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي
عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”. (QS. Ar-Ruum : 30 ayat : 41).

Setiap aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya pasti mempengaruhi lingkungan. Hal tersebut telah ditanyakan oleh para malaikat kepada Allah saat malaikat bertanya mengapa Allah menciptakan manusia sebagai kholifah di muka bumi padahal manusia itu akan membuat kerusakan di muka bumi. pernyataan ini terdapat dalam surat Al -Baqoroh ayat 30, yaitu:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً ۖ قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَن
يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا
تَعْلَمُونَ ﴿٣٠﴾

Artinya :“ Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat: "Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi". Mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui". (QS. Surat Al-baqoroh ayat 30).

Manusia sejak lahir memerlukan dukungan alam seperti selimut, kain, popok, makanan, susu dan sebagainya sehingga keberadaan manusia di muka bumi akan mempengaruhi lingkungan sekitarnya, semakin banyak jumlah manusia maka kecenderungan kerusakan lingkungan semakin besar, semakin banyak

kebutuhan manusia, semakin cepat terdegradasi lingkungan di sekitarnya (Tafsir Al-Misbah, 2002).

Menurut Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar (2007), Lingkungan memiliki daya lenting berupa kemampuan untuk kembali ke keadaan semula setelah diintervensi. Lingkungan dapat kembali ke keadaan keseimbangan apabila terjadi intervensi, namun tingkat pengembaliannya memerlukan banyak waktu. Kecepatan intervensi manusia sendiri tergantung dari tingkat kebutuhan dan keinginannya. Disitu disebutkan bahwa penyebab kerusakan bumi itu adalah ulah manusia itu sendiri yang melampaui batas (berlebih-lebihan).

Pandangan Islam mengenai pertambahan penduduk dan keinginan masyarakat modern yang makin beragam adalah mengingatkan agar tindakan dan kebutuhan manusia tidak berlebih-lebihan (QS. Al An'am: 141), yaitu:

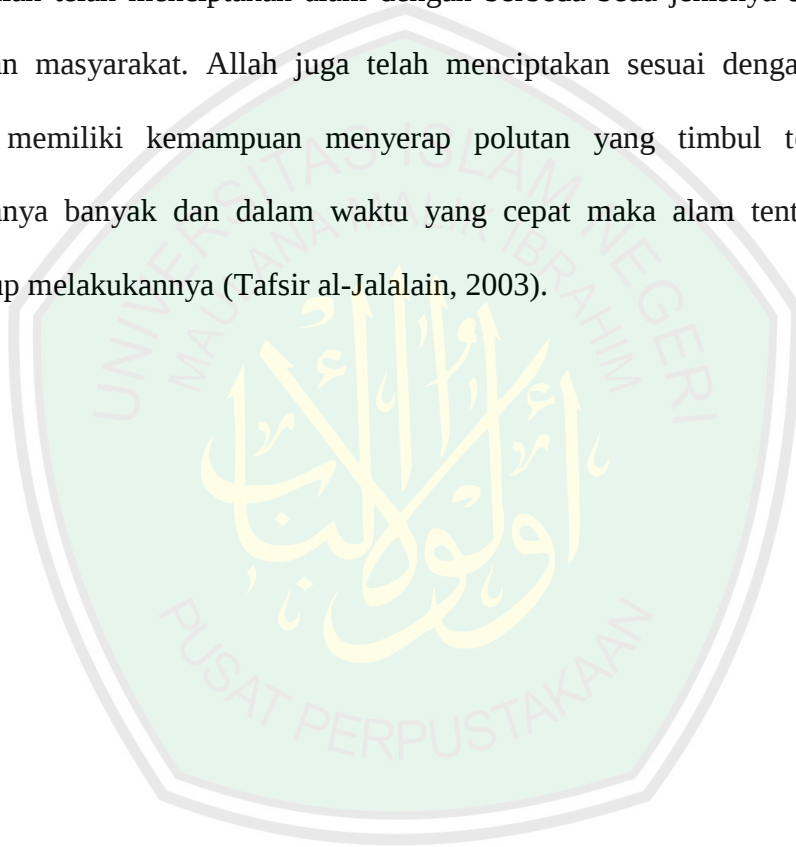
وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أَكْلُهُ
وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَءَاتُوا
حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿١٤١﴾

Artinya : “Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebun yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon kurma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya), dan tidak sama (rasanya). Makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan dikeluarkan zakatnya); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan “ (QS. Al An'am: 141).

Kebutuhan manusia dapat diperhitungkan dan dipenuhi oleh sumber alam yang ada di muka bumi namun keinginan manusia sangatlah banyak memenuhi semua manusia hanya akan memperburuk keadaan. Rasulullah telah mengingat

kita bahwa apa yang ada di dunia ini akan sirna dan apa yang kita berikan adalah kepunyaan kita sesungguhnya di akhirat karena itu pemakaian atau penggunaan yang berlebihan sangatlah tidak dianjurkan dalam Islam. Islam menuntun agar setiap manusia lebih banyak memberi dari pada memiliki (Tafsir Fi Zhilalil Qur'an, 2004).

Allah telah menciptakan alam dengan berbeda-beda jenisnya sesuai dengan keadaan masyarakat. Allah juga telah menciptakan sesuai dengan kadarnya. Alam memiliki kemampuan menyerap polutan yang timbul tetapi apabila jumlahnya banyak dan dalam waktu yang cepat maka alam tentu tidak akan sanggup melakukannya (Tafsir al-Jalalain, 2003).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan :

1. Ukuran stomata daun di ruas jalan Kota Malang termasuk dalam ukuran kurang panjang. Jl. Joyosuko Metro memiliki ukuran stomata yang paling panjang yaitu 17,62 cm, sedangkan Jl. Sungkono memiliki ukuran stomata yang pendek yaitu panjang 15,37 cm. Hasil dari kerapatan stomata daun, Jl. Gadang memiliki kerapatan tertinggi kerapatan atas 193,630/mm² kerapatan bawah 395,159/mm², sedangkan Jl. Ahmad Yani memiliki kerapatan stomata yang rendah yaitu kerapatan atas 101,911/mm² dan kerapatan bawah 280,255/mm². Hasil analisis kandungan klorofil daun Trembesi berkisar antara 8,570 – 10,253 ppm.
2. Kandungan logam berat timbal (Pb) tertinggi terdapat pada Jl. Joyosuko Metro yaitu 0.601 ppm, dan kandungan logam berat timbal (Pb) terendah terdapat pada Jl. Tlogomas sebesar 0,283 ppm.
3. Kadar timbal (Pb) yang ada pada daun Trembesi tidak berpengaruh atau tidak memiliki korelasi yang signifikan terhadap stomata, akan tetapi memiliki pengaruh atau memiliki korelasi dengan kandungan klorofil yang ada pada daun Trembesi dengan nilai $R = 0.751$.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih mendalam tentang analisis kandungan logam berat dalam tumbuhan Trembesi karena dalam penelitian ini masih banyak kekurangan yang harus diperbaiki, seperti halnya pengambilan sampel daun, pengamatan stomata dan saat uji analisis logam berat timbal (Pb).
2. Peneliti selanjutnya disarankan untuk mengukur arah dan kecepatan angin.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustiana, E. 2008. Kandungan Timbal (Pb) dan Pengaruhnya dalam Jaringan Daun Angsana (*Pterocarpus indicus*) di Kampus Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah Jakarta. *Skripsi*. Jakarta : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Syarif Hidayatullah.
- Al-Jazairi, S.A.B.J. 2007. *Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar* Jilid 1. Jakarta : Darus Sunnah.
- Al-Suyuthy Jalaluddin & Jalaluddin al-Mahally. 2003. *Tafsir al-Jalalain*. Dar al-Kutub al-'Ilmiyyah. Lebanon : Beirut.
- Basser J.R., Denney C.,G.H.,Jeffrey and J.Mendehem. 1978. *Vogel's Textbook of Quantitative Inorganic Analisyis Including Elementary Instrumental Analysis*. England Longman Group limited.
- [Balai Lingkungan Hidup]. 2013. *Laporan Hasil Uji Laboratotium Kualitas Udara Ambien*. Malang: Balai Lingkungan Hidup.
- Campbell, N.A., Reece, J.B. 2003. *Biologi* Jilid 2. Alih Bahasa Wasmen Manalu. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Dahlan, E.N. 1989. Studi Kemampuan Tanaman dalam Menjerap dan Menyerap Timbal Emisi dari Kendaraan Bermotor. *Thesis*. Bogor : Fakultas Pasca Sarjana IPB.
- Dahlan, E.N. 2003. *Hutan Kota*. <http://www.morinet.cbn.net.id/informasi/hutkot>. Diakses pada tanggal 22 desember 2006.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup Dan Pencemaran Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta : UI-press.
- Dwidjoseputro. 2009. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air Dan udara*. Yogyakarta : Kanisius.
- Haryanti, S. 2010. *Jumlah dan Distribusi Stomata pada Daun Beberapa Spesies Tanaman Dikotil dan Monokotil*. Buletin Anatomi Dan Fisiologi UNDIP
- Hidayah, S. R. 2009. Analisis Karakteristik Stomata, Kadar Klorofil Dan Kandungan Logam Berat Pada Daun Pohon Pelindung Jalan Kawasan Lumpur Porong Sidoarjo. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang.

- Inayah, S.N. 2010. Studi Kandungan Pb Dan Kadar Debu Pada Daun Angsana (*Pterocarpus indicus*) Dan Rumput Gajah Mini (*Axonopus sp.*) Di Pusat Kota Tangerang. *Skripsi*. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Karliansyah, N.W. 1999. Klorofil Daun Angsana Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara Lingkungan Hidup Dan Pembangunan. *Laporan Hasil Penelitian Hibah Bersaing IIII Depdikbud*, Universitas Brawijaya Malang.
- Kimball, J. 1983. *Biologi Umum Edisi Ke Lima*. Jakarta : Air Langga.
- Kozlowski, T. T. P., Kramer J., and S. G. Palardy. 1991. *The Physicological Ecology of Wody Plants*. London : Academic Press Inc.
- Lili. 2006. *Penetapan kapasitas serapan maksimum timbal (II) oleh biji kelor (Moringa oleifera) menggunakan persamaan isotermlangmuir. Skripsi tidak diterbitkan*. Palu : Fakultas MIPA Universitas Tadulako.
- Mahir Ahmad Ash-Shufi. 2006. *Kemukjizatan Penciptaan Bumi*. Bandung : PT Remaja Rosda Karya.
- Masruroh, F. 2005. Toleransi Bakteri Pengakumulasi Logam Berat Kadmium Terhadap Berbagai Jenis Logam. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Mipa. Universitas Brawijaya Malang.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat*. PT. Rineka Cipta Jakarta.
- Quthb, S. 2004. *Tafsir Fi Zhilalil Qur'an* Jilid 1. Jakarta : Gema Insani.
- Rahmat. 2013. *Memo Arema*. (editor, M. Dhani) retrieved Desember Senin, 2013, from Memo Arema : <http://www.memoarema.com/1-240-511-kendaraan-roda-dua-melintasi-kabupaten-malang.html>.
- Rukaesih, A. 2004. *Kimia Lingkungan*. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Rosadi, S, Fathurrahman, dan H, Ahmad. 2008. *Tafsir Al Qurthubi Syaikh Imam Al Qurthubi*. Jakarta : Pustaka Azzam.
- Samat, N.R., A Mardiaty, Suheryanto. 2002. Analisis Pencemaran Udara oleh Timbal (Pb) dengan Bioindikator Pohon Angsana di Kota Palembang. *Jurnal Penelitian Sains*. No. 12 : 0 -9.
- Santoso, A, D. 2006. *Kandungan Logam Berat Lumpur Lapindo Meningkat*. Diakses <http://www.medizcenter.or.id/pusat/data/27/tahun/2006/bulan/12/tanggal/14/id/1313>.

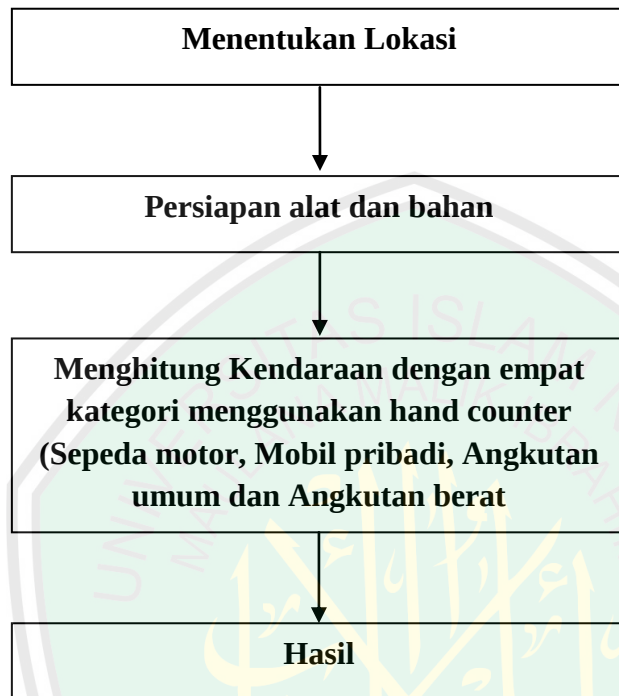
- Santoso, E. 2000. Adaptasi Tanaman Padi Gogo Terhadap Naungan Laju Pertukaran Karbon, Respirasi, dan Konduktansi Stomata. *Thesis*. Bogor : Pasca Sarjana IPB.
- Sari, D, H. 2010. Pengaruh Timbal (Pb) dan Pengaruhnya Pada Udara Jalan Tol Terhadap Gambaran Mikroskopis Ginjal dan Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah Mencit BALB/C Jantan. *Karya Tulis Ilmiah*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Siregar, B, M, E. 2005. Pencemaran Udara, Respon Tanaman Dan Pengaruhnya Terhadap Manusia. *Jurnal Pertanian* . Medan : Universitas Sumatra Utara.
- Shihab, M. Q. 2002. Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan Dan Keserasian Al-Qur'an. Jakarta : Lentera Hati
- Sembiring, E dan E. Sulistyawati. 2006. Akumulasi Pb dan pengaruhnya pada kondisi daun *Swietenia macrophylla* King. *Jurnal*. Bandung : ITB.
- Sukarsono. 1998. Dampak Pencemaran Udara Terhadap Tumbuhan Di Ke Kebun Raya Bogor. *Tesis tidak diterbitkan*. Bogor : Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Suryowinoto. 1997. *Flora Eksotika Tanaman Peneduh*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutrian, Y. 2004. *Pengantar Anatomi Tumbuh-Tumbuhan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Soedomo, 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. Jakarta : UI Press.
- Wardhana. W. A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Waryanti. 2006. Indikator Biologis Pada Tanaman Angsana (*Pterocarpus indicus*) untuk Pencemaran Udara di Sekitar Terminal Lebak Bulus. *Skripsi*. Jakarta : Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN syarif Hidayatullah Jakarta
- Widowati, W. 2008. Efek Toksik Logam, Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran. Andi, Yogyakarta.

- Zainuddin. 2012. *Surya online* (s. Rumeksa, editor) retrieved desember senin, 2013, from surya online : <http://2012/09/18/pertumbuhan-kendaraan-tak-terkendali>.
- Zahroh, M. 2006. Potensi Pohon Pelindung Jalan Untuk Menyerap Logam Berat Timbal (Pb) Di Daerah Padat Lalu Lintas Kota Malang. *Skripsi*. Malang: Jurusan Biologi Fakultas Saintek UIN Malang.

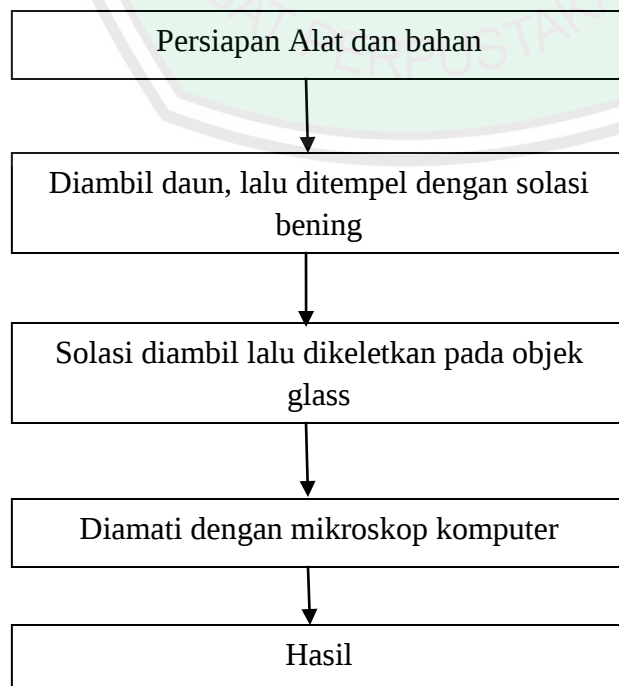


LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Kerja Perhitungan Kendaraan Bermotor

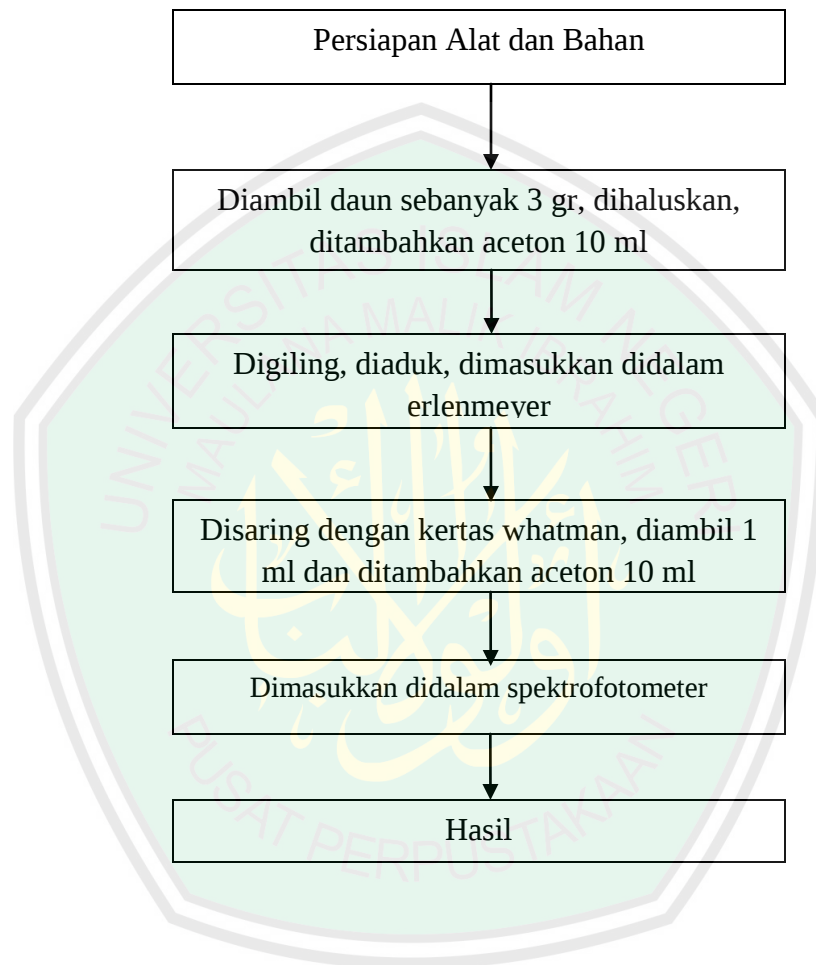


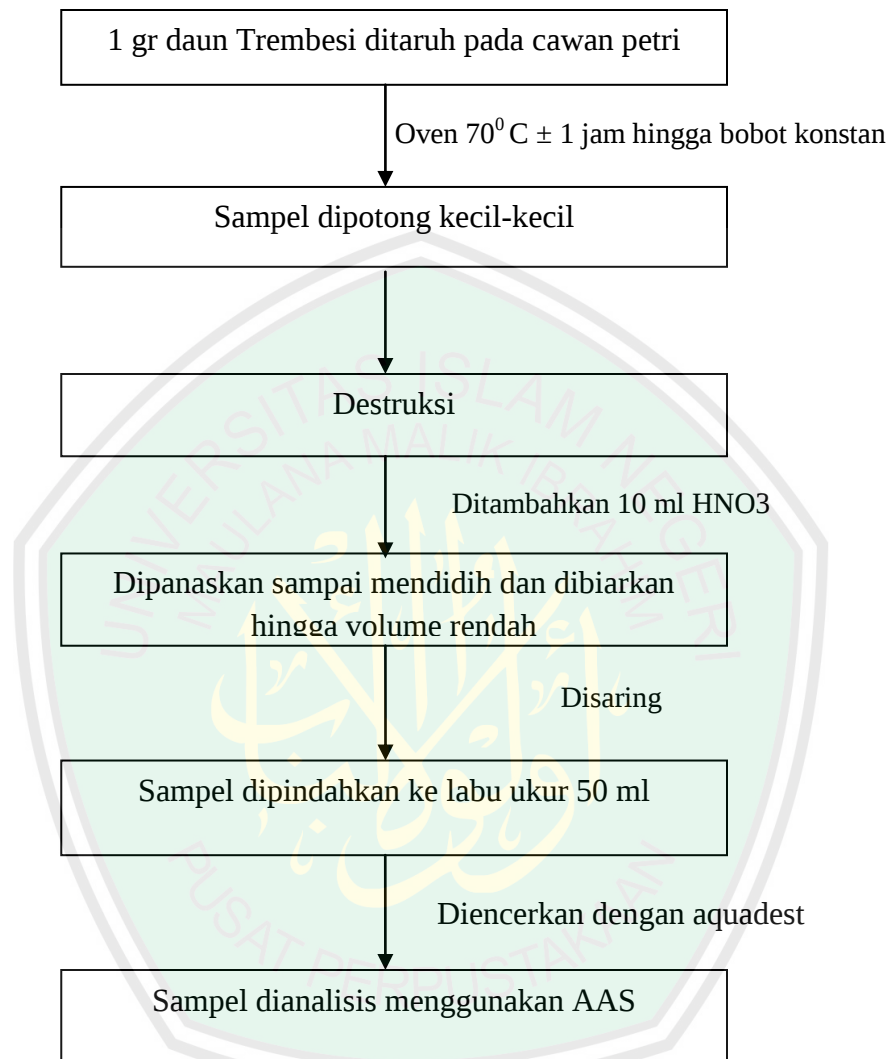
Lampiran 2 Skema Kerja Pengamatan Stomata



LAMPIRAN

Lampiran 3 Skema Kerja Analisis Kandungan Klorofil



Lampiran 4 Skema Kerja Analisis Kandungan Timbal (Pb)

LAMPIRAN

Lampiran 5 Tabel Uji ANAVA dan Uji Duncan 5%

2. a Analisis Data Anava Ukuran dan Kerapatan Stomata pada Daun Trembesi

ANOVA					
Data					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	97.425	4	24.356	5.533	.006
Within Groups	66.027	15	4.402		
Total	163.452	19			

2.b Analisis Data Anava Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Daun Trembesi

ANOVA					
Data					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.159	4	.040	2.877	.138
Within Groups	.069	5	.014		
Total	.228	9			

data

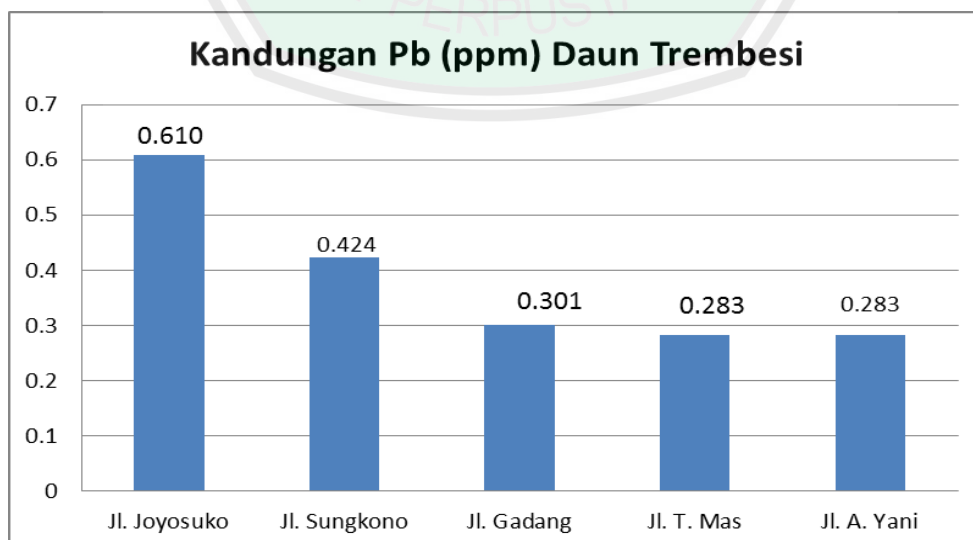
Duncan

perlak	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
5	2	.2750	
4	2	.2950	.2950
3	2	.3000	.3000
2	2	.4250	.4250
1	2		.6100
Sig.		.271	.050

2.c Analisis Data ANAVA Korelasi Daun Trembesi

		Correlations				
		Stoma1	Stoma2	Klorofil	Pb	Kendaraan
Stoma 1	Pearson Correlation	1	-.027	.505	.862	-.431
	Sig. (2-tailed)		.965	.385	.060	.468
	N	5	5	5	5	5
Stoma 2	Pearson Correlation	-.027	1	.536	.160	-.691
	Sig. (2-tailed)	.965		.352	.797	.196
	N	5	5	5	5	5
Klorofil	Pearson Correlation	.505	.536	1	.751	-.876
	Sig. (2-tailed)	.385	.352		.144	.051
	N	5	5	5	5	5
Pb	Pearson Correlation	.862	.160	.751	1	-.768
	Sig. (2-tailed)	.060	.797	.144		.129
	N	5	5	5	5	5
Kendaraan	Pearson Correlation	-.431	-.691	-.876	-.768	1
	Sig. (2-tailed)	.468	.196	.051	.129	
	N	5	5	5	5	5

Tabel 4.4 Analisis Korelasi Anatomi Daun Trembesi



Gambar 4.1 Grafik Rata-rata Kandungan Timbal (Pb) Daun Trembesi

LAMPIRAN

Lampiran 6 Perhitungan Kadar Klorofil Total Daun Trembesi

Kontrol 1

Ulangan 1 $A_{663} = 3,987$ $A_{646} = 3,663$ $A_{645} = 3,897$

Klorofil-a

$$\begin{aligned} &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\ &= 12,7 \times 3,987 - 2,69 \times 3,897 \times 10^{-1} \\ &= 50,635 - 10,483 \times 10^{-1} \\ &= 4,015 \end{aligned}$$

Klorofil-b

$$\begin{aligned} &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\ &= 22,9 \times 3,897 - 4,68 \times 3,987 \times 10^{-1} \\ &= 89,241 - 18,659 \times 10^{-1} \\ &= 8,732 \end{aligned}$$

Klorofil Total

$$\begin{aligned} &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\ &= 8,02 \times 3,987 + 20,2 \times 3,897 \times 10^{-1} \\ &= 31,976 + 78,719 \times 10^{-1} \\ &= 11,069 \end{aligned}$$

$$\Sigma \text{ Klorofil : } 4,015 + 8,732 + 11,069 = 23,816$$

Ulangan 2 $A_{663} = 3,878$ $A_{646} = 3,701$ $A_{645} = 3,538$

Klorofil-a

$$\begin{aligned} &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\ &= 12,7 \times 3,878 - 2,69 \times 3,538 \times 10^{-1} \\ &= 49,251 - 9,517 \times 10^{-1} \\ &= 3,973 \end{aligned}$$

Klorofil-b

$$\begin{aligned} &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\ &= 22,9 \times 3,538 - 4,68 \times 3,878 \times 10^{-1} \\ &= 81,020 - 18,149 \times 10^{-1} \\ &= 6,287 \end{aligned}$$

Klorofil Total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,878 + 20,2 \times 3,538 \times 10^{-1} \\
 &= 31,101 + 71,468 \times 10^{-1} \\
 &= 10,257
 \end{aligned}$$

$$\Sigma \text{ Klorofil} : 3,973 + 6,287 + 10,257 = 20,517$$

$$\text{Ulangan 3} \quad A_{663} = 3,833 \quad A_{646} = 3,487 \quad A_{645} = 3,538$$

Klorofil-a

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,833 - 2,69 \times 3,538 \times 10^{-1} \\
 &= 48,679 - 9,517 \times 10^{-1} \\
 &= 3,916
 \end{aligned}$$

Klorofil-b

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,538 - 4,68 \times 3,833 \times 10^{-1} \\
 &= 81,020 - 17,938 \times 10^{-1} \\
 &= 6,308
 \end{aligned}$$

Klorofil Total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,833 + 20,2 \times 3,538 \times 10^{-1} \\
 &= 30,741 + 71,468 \times 10^{-1} \\
 &= 10,221
 \end{aligned}$$

$$\Sigma \text{ Klorofil} : 3,916 + 6,308 + 10,221 = 20,445$$

Kontrol 2

$$\text{Ulangan 1} \quad A_{663} = 3,686 \quad A_{646} = 3,788 \quad A_{645} = 3,511$$

Klorofil-a

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,686 - 2,69 \times 3,511 \times 10^{-1} \\
 &= 46,812 - 9,444 \times 10^{-1} \\
 &= 3,737
 \end{aligned}$$

Klorofil-b

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,511 - 4,68 \times 3,686 \times 10^{-1} \\
 &= 80,402 - 17,250 \times 10^{-1} \\
 &= 6,315
 \end{aligned}$$

Klorofil Total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,686 + 20,2 \times 3,511 \times 10^{-1} \\
 &= 29,562 + 70,922 \times 10^{-1} \\
 &= 10,048
 \end{aligned}$$

$$\Sigma \text{ Klorofil} : 3,737 + 6,315 + 10,048 = 20,1$$

Ulangan 2 A 663 : 3,602 A 646 : 3,701 A 645 : 3,487

Klorofil-a

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,602 - 2,69 \times 3,487 \times 10^{-1} \\
 &= 45,745 - 9,380 \times 10^{-1} \\
 &= 3,636
 \end{aligned}$$

Klorofil-b

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,487 - 4,68 \times 3,602 \times 10^{-1} \\
 &= 79,852 - 16,857 \times 10^{-1} \\
 &= 6,299
 \end{aligned}$$

Klorofil Total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,602 + 20,2 \times 3,487 \times 10^{-1} \\
 &= 28,888 + 70,437 \times 10^{-1} \\
 &= 9,932
 \end{aligned}$$

$$\Sigma \text{ Klorofil} : 3,636 + 6,299 + 9,932 = 19,867$$

Ulangan 3 A 663 : 3,401 A 646 : 4,000 A 645 : 3,596

Klorofil-a

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,401 - 2,69 \times 3,596 \times 10^{-1} \\
 &= 43,193 - 9,673 \times 10^{-1} \\
 &= 3,352
 \end{aligned}$$

Klorofil-b

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,596 - 4,68 \times 3,401 \times 10^{-1} \\
 &= 82,348 - 15,917 \times 10^{-1} \\
 &= 6,643
 \end{aligned}$$

Klorofil Total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,401 + 20,2 \times 3,596 \times 10^{-1} \\
 &= 27,276 + 72,639 \times 10^{-1} \\
 &= 9,991
 \end{aligned}$$

$$\Sigma \text{ Klorofil} : 3,352 + 6,643 + 9,991 = 19,986$$

Telogo Mas I

Ulangan 1 A 645 : 3,400 A 646 : 3,362 A 663 : 4,000

Klorofil a

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 4,000 - 2,69 \times 3,400 \times 0,1 \\
 &= 50,8 - 9,146 \times 0,1 \\
 &= 4,165
 \end{aligned}$$

Klorofil b

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,400 - 4,68 \times 4,000 \times 0,1 \\
 &= 77,86 - 18,72 \times 0,1 \\
 &= 5,914
 \end{aligned}$$

Klorofil Total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 4,000 + 20,2 \times 3,400 \times 0,1 \\
 &= 32,08 + 68,68 \times 0,1 \\
 &= 10,076
 \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 4,165 + 5,914 + 10,076 = 20,155 \text{ ppm}$$

Telogo Mas I

Ulangan 2 A 645 : 3,251 A 646 : 3,344 A 663 : 3,719

Klorofil a

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,719 - 2,69 \times 3,251 \times 0,1 \\
 &= 47,231 - 8,745 \times 0,1
 \end{aligned}$$

$$= 3,849$$

Klorofil b

$$\begin{aligned} &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\ &= 22,9 \times 3,251 - 4,68 \times 3,719 \times 0,1 \\ &= 74,448 - 17,405 \times 0,1 \\ &= 5,704 \end{aligned}$$

Klorofil Total

$$\begin{aligned} &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\ &= 8,02 \times 3,719 + 20,2 \times 3,251 \times 0,1 \\ &= 29,826 + 65,670 \times 0,1 \\ &= 9,550 \\ \text{Total} &= 3,849 + 5,704 + 9,550 = 19,103 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Telogo Mas I

$$\text{Ulangan 3} \quad A_{645} : 3,223 \quad A_{646} : 3,487 \quad A_{663} : 3,791$$

Klorofil a

$$\begin{aligned} &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\ &= 12,7 \times 3,791 - 2,69 \times 3,223 \times 0,1 \\ &= 48,146 - 8,670 \times 0,1 \\ &= 3,948 \end{aligned}$$

Klorofil b

$$\begin{aligned} &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\ &= 22,9 \times 3,223 - 4,68 \times 3,791 \times 0,1 \\ &= 73,807 - 17,742 \times 0,1 \\ &= 5,606 \end{aligned}$$

Klorofil Total

$$\begin{aligned} &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\ &= 8,02 \times 3,791 + 20,2 \times 3,223 \times 0,1 \\ &= 30,404 + 65,105 \times 0,1 \\ &= 9,551 \\ \text{Total} &= 65,875 + 19,101 + 19,105 = 104,081 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Telogo Mas II

$$\text{Ulangan 1} \quad A_{645} : 2,514 \quad A_{646} : 2,584 \quad A_{663} : 3,510$$

Klorofil a

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,510 - 2,69 \times 2,514 \times 0,1 \\
 &= 44,577 - 6,763 \times 0,1 \\
 &= 3,781
 \end{aligned}$$

Klorofil b

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 2,514 - 4,68 \times 3,510 \times 0,1 \\
 &= 57,571 - 16,427 \times 0,1 \\
 &= 4,114
 \end{aligned}$$

Klorofil Total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,510 + 20,2 \times 2,514 \times 0,1 \\
 &= 28,150 + 50,531 \times 0,1 \\
 &= 7,868
 \end{aligned}$$

$$\text{Total } 3,781 + 4,114 + 7,868 = 15,763 \text{ ppm}$$

Ulangan 2 A 645 : 2,506 A 646 : 2,605 A 663 : 3,510

Klorofil a

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,510 - 2,69 \times 2,506 \times 0,1 \\
 &= 44,577 - 6,741 \times 0,1 \\
 &= 5,132
 \end{aligned}$$

Klorofil b

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 2,506 - 4,68 \times 3,510 \times 0,1 \\
 &= 57,387 - 16,427 \times 0,1 \\
 &= 4,096
 \end{aligned}$$

Klorofil Total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,510 + 20,2 \times 2,506 \times 0,1 \\
 &= 28,150 + 50,621 \times 0,1 \\
 &= 7,841
 \end{aligned}$$

$$\text{Total } 5,132 + 4,096 + 7,841 = 17,069 \text{ ppm}$$

Ulangan 3 A 645 : 2,532 A 646 : 2,612 A 663 : 3,686

Klorofil a

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,686 - 2,69 \times 2,532 \times 0,1 \\
 &= 46,812 - 6,811 \times 0,1 \\
 &= 4,000
 \end{aligned}$$

Klorofil b

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 2,532 - 4,68 \times 3,686 \times 0,1 \\
 &= 57,983 - 17,250 \times 0,1 \\
 &= 4,073
 \end{aligned}$$

Klorofil Total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,686 + 20,2 \times 2,532 \times 0,1 \\
 &= 29,562 + 51,146 \times 0,1 \\
 &= 8,071 \\
 &\text{Total } 15,788 + 15,846 + 16,144 = 47,778 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

A.Yani 1

Ulangan1

A 645: 3,897 A 646 : 3,566 A 663: 3, 656

Klorofil A

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,656 - 2,69 \times 3,897 \times 10^{-1} \\
 &= 46,431 - 10,483 \times 10^{-1} \\
 &= 3,595
 \end{aligned}$$

Klorofil B

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,897 - 4,68 \times 3,656 \times 10^{-1} \\
 &= 89,241 - 17,110 \times 10^{-1} \\
 &= 7,213
 \end{aligned}$$

Klorofil total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,656 + 20,2 \times 3,897 \times 10^{-1}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 29,321 + 78,719 \times 10^{-1} \\ &= \mathbf{10,804} \end{aligned}$$



Ulangan 2

A 645: 3,788 A 646 : 3,628 A 663: 3,833

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A 663 - 2,69 \times A 645 \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,833 - 2,69 \times 3,788 \times 10^{-1} \\
 &= 48,679 - 10,189 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{3,849}
 \end{aligned}$$

Klorofil B

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A 645 - 4,68 \times A 663 \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,788 - 4,68 \times 3,833 \times 10^{-1} \\
 &= 86,745 - 17,938 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{6,881}
 \end{aligned}$$

Klorofil total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A 663 + 20,2 \times A 645 \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,833 + 20,2 \times 3,788 \times 10^{-1} \\
 &= 30,741 + 76,518 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{10,726}
 \end{aligned}$$

Ulangan 3

A 645: 3,663 A 646 : 4,000 A 663: 3, 602

KlorofilA

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A 663 - 2,69 \times A 645 \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3, 602 - 2,69 \times 3,663 \times 10^{-1} \\
 &= 45,745 - 9,853 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{3,589}
 \end{aligned}$$

Klorofil B

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A 645 - 4,68 \times A 663 \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,663 - 4,68 \times 3,602 \times 10^{-1} \\
 &= 83,883 - 16,857 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{6,703}
 \end{aligned}$$

Klorofil total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A 663 + 20,2 \times A 645 \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,602 + 20,2 \times 3,663 \times 10^{-1}
 \end{aligned}$$

$$= 28,888 + 73,993 \times 10^{-1}$$

$$= \mathbf{10,288}$$

A.Yani II

Ulangan 1

A 645: 1,888A 646: 1,958A 663: 3,355

Klorofil A

$$= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1}$$

$$= 12,7 \times 3,355 - 2,69 \times 1,888 \times 10^{-1}$$

$$= 42,609 - 5,079 \times 10^{-1}$$

$$= \mathbf{3,753}$$

Klorofil B

$$= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1}$$

$$= 22,9 \times 1,888 - 4,68 \times 3,355 \times 10^{-1}$$

$$= 43,235 - 15,701 \times 10^{-1}$$

$$= \mathbf{2,753}$$

Klorofil total

$$= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1}$$

$$= 8,02 \times 3,355 + 20,2 \times 1,888 \times 10^{-1}$$

$$= 26,907 + 38,138 \times 10^{-1}$$

$$= \mathbf{6,505}$$

Ulangan 2

A 645: 1,889A 646: 1,957A 663: 3,385

Klorofil A

$$= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1}$$

$$= 12,7 \times 3,385 - 2,69 \times 1,889 \times 10^{-1}$$

$$= 42,989 - 5,081 \times 10^{-1}$$

$$= \mathbf{3,791}$$

Klorofil B

$$= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1}$$

$$= 22,9 \times 1,889 - 4,68 \times 3,385 \times 10^{-1}$$

$$= 43,258 - 15,842 \times 10^{-1}$$

$$= \mathbf{2,742}$$

Klorofil total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,385 + 20,2 \times 1,889 \times 10^{-1} \\
 &= 27,184 + 38,158 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{6,534}
 \end{aligned}$$

Ulangan 3

A 645: 1,893 A 646: 1,961 A 663: 3,418

Klorofil A

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,418 - 2,69 \times 1,893 \times 10^{-1} \\
 &= 43,409 - 5,092 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{3,832}
 \end{aligned}$$

Klorofil B

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 1,893 - 4,68 \times 3,418 \times 10^{-1} \\
 &= 43,349 - 15,996 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{2,735}
 \end{aligned}$$

Klorofil total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,418 + 20,2 \times 1,893 \times 10^{-1} \\
 &= 27,412 + 38,239 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{6,565}
 \end{aligned}$$

Gadang 1**Ulangan 1**

A 645: 3,070 A 646: 3,140 A 663: 3,753

Klorofil A

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,753 - 2,69 \times 3,070 \times 10^{-1} \\
 &= 47,663 - 8,26 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{3,940}
 \end{aligned}$$

Klorofil B

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,070 - 4,68 \times 3,753 \times 10^{-1} \\
 &= 70,303 - 17,564 \times 10^{-1} \\
 &= 5,274
 \end{aligned}$$

Klorofil total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,753 + 20,2 \times 3,070 \times 10^{-1} \\
 &= 30,099 + 62,014 \times 10^{-1} \\
 &= 9,211
 \end{aligned}$$

Ulangan 2

A 645: 3,140 A 646: 3.210 A 663: 3,490

Klorofil A

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,490 - 2,69 \times 3,140 \times 10^{-1} \\
 &= 44,232 - 8,447 \times 10^{-1} \\
 &= 3,579
 \end{aligned}$$

Klorofil B

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,140 - 4,68 \times 3,490 \times 10^{-1} \\
 &= 71,906 - 16,333 \times 10^{-1} \\
 &= 5,557
 \end{aligned}$$

Klorofil total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,490 + 20,2 \times 3,140 \times 10^{-1} \\
 &= 27,990 + 63,428 \times 10^{-1} \\
 &= 9,142
 \end{aligned}$$

Ulangan 3

A 645: 3,119 A 646: 3.151 A 663: 3,602

Klorofil A

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,602 - 2,69 \times 3,119 \times 10^{-1} \\
 &= 45,745 - 8,390 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{3,735}
 \end{aligned}$$

Klorofil B

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,119 - 4,68 \times 3,602 \times 10^{-1} \\
 &= 71,425 - 16,857 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{5,457}
 \end{aligned}$$

Klorofil total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,602 + 20,2 \times 3,119 \times 10^{-1} \\
 &= 28,888 + 63,004 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{9,189}
 \end{aligned}$$

Gadang 2

Ulangan 1

A₆₄₅: 3,043 A₆₄₆: 3,043 A₆₆₃: 4,000

Klorofil A

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 4,000 - 2,69 \times 3,043 \times 10^{-1} \\
 &= 50,8 - 8,186 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{4,261}
 \end{aligned}$$

Klorofil B

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,043 - 4,68 \times 4,000 \times 10^{-1} \\
 &= 69,685 - 18,72 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{50,965}
 \end{aligned}$$

Klorofil total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 4,000 + 20,2 \times 3,043 \times 10^{-1} \\
 &= 32,08 + 61,469 \times 10^{-1} \\
 &= \mathbf{9,355}
 \end{aligned}$$

Ulangan 2

A 645: 3,950 A 646: 3,994 A 663: 4,000

Klorofil A

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 4,000 - 2,69 \times 3,950 \times 10^{-1} \\
 &= 50,8 - 7,936 \times 10^{-1} \\
 &= 4,286
 \end{aligned}$$

Klorofil B

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,950 - 4,68 \times 4,000 \times 10^{-1} \\
 &= 90,455 - 18,72 \times 10^{-1} \\
 &= 7,173
 \end{aligned}$$

Klorofil total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 4,000 + 20,2 \times 3,950 \times 10^{-1} \\
 &= 32,08 + 79,79 \times 10^{-1} \\
 &= 11,187
 \end{aligned}$$

Ulangan 3

A 645: 3,986 A 646: 3.026 A 663: 4,000

Klorofil A

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 4,000 - 2,69 \times 3,986 \times 10^{-1} \\
 &= 50,8 - 8,032 \times 10^{-1} \\
 &= 4,277
 \end{aligned}$$

Klorofil B

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,986 - 4,68 \times 4,000 \times 10^{-1} \\
 &= 91,279 - 18,72 \times 10^{-1} \\
 &= 7,256
 \end{aligned}$$

Klorofil total

$$= 8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645} \times 10^{-1}$$

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times 4,000 + 20,2 \times 3,986 \times 10^{-1} \\
 &= 32,08 + 80,517 \times 10^{-1} \\
 &= 11,258
 \end{aligned}$$

Sungkono 1

Ulangan 1

A 645: 3,380 A 646: 3,487 A 663: 3,753

Klorofil A

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A 663 - 2,69 \times A 645 \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,753 - 2,69 \times 3,380 \times 10^{-1} \\
 &= 47,663 - 9,092 \times 10^{-1} \\
 &= 3,857
 \end{aligned}$$

Klorofil B

$$\begin{aligned}
 &= 22,9 \times A 645 - 4,68 \times A 663 \times 10^{-1} \\
 &= 22,9 \times 3,380 - 4,68 \times 3,753 \times 10^{-1} \\
 &= 77,402 - 17,564 \times 10^{-1} \\
 &= 5,984
 \end{aligned}$$

Klorofil total

$$\begin{aligned}
 &= 8,02 \times A 663 + 20,2 \times A 645 \times 10^{-1} \\
 &= 8,02 \times 3,753 + 20,2 \times 3,380 \times 10^{-1} \\
 &= 30,099 + 68,276 \times 10^{-1} \\
 &= 9,837
 \end{aligned}$$

Ulangan 2

A 645: 3,344 A 646: 3,362 A 663: 3,753

Klorofil A

$$\begin{aligned}
 &= 12,7 \times A 663 - 2,69 \times A 645 \times 10^{-1} \\
 &= 12,7 \times 3,753 - 2,69 \times 3,344 \times 10^{-1} \\
 &= 47,663 - 8,995 \times 10^{-1} \\
 &= 3,867
 \end{aligned}$$