

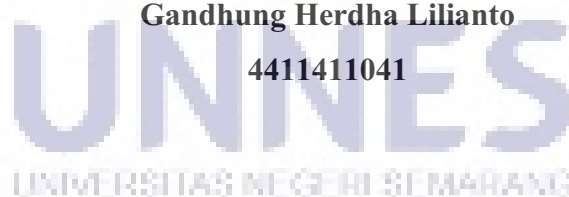


**KANDUNGAN TIMBAL, DEBU DAN MIKROANATOMI STOMATA  
PADA DAUN TANAMAN PENEDUH DI KOTA SEMARANG**

**Skripsi  
disusun sebagai salah satu syarat  
untuk meraih gelar Sarjana Sains  
Program Studi Biologi**

**oleh**

**Gandhung Herdha Lilianto  
4411411041**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2017**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul "*Kandungan Timbal, Debu dan Mikroanatomi Stomata pada Daun Tanaman Peneduh di Kota Semarang*" disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan pada bagian Daftar Pustaka. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, 16 Januari 2017

METERAI  
TEMPEL

DDAEF47065950

6000  
PANGBAYARAN

Gandhung Herdha Lilianto

4411411041

# UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Kandungan Timbal, Debu dan Mikroanatomi Stomata pada Daun Tanaman Peneduh  
di Kota Semarang

disusun oleh

Nama : Gandhung Herdha Lilianto

NIM : 4411411041

telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Skripsi FMIPA Universitas Negeri  
Semarang pada tanggal 24 Januari 2017

Panitia Ujian

Ketua



Sekretaris

**Dra. Endah Peniati, M.Si.**  
NIP. 19651116 199103 2 001

Penguji Utama

**Prof. Dr. Sri Ngabekti, M.S.**  
NIP. 19590901 198602 2 001

Anggota Penguji/

Dosen Pembimbing I

**Dr. Nur Kusuma Dewi, M.Si.**  
NIP 19600410 198403 2 001

Anggota Penguji/

Dosen Pembimbing II

**Dr. Ir. Nana Kariada Tri Martuti, M.Si.**  
NIP 19660316 199310 2 001

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

Orang-orang yang sukses telah belajar membuat diri mereka melakukan hal yang harus dikerjakan ketika hal itu memang harus dikerjakan, entah mereka menyukainya atau tidak. **(Aldus Huxley)**

Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali tampak mustahil, kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya dengan baik. **(Evelyn Underhill)**

Setiap manusia mempunyai cara untuk hidup yang berbeda, tidak boleh membandingkan antar manusia, namun walaupun berbeda semua manusia sama di hadapan Tuhan. **(Gandhung H. L)**

### PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, atas rahmat dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Karya sederhana ini ku persembahkan untuk:

1. Papa, Mama dan Tata, yang telah mendukung, memberi motivasi dalam segala hal serta memberikan kasih sayang yang teramat besar yang tak mungkin bisa ku balas dengan apapun.
2. Herera Rahajeng, yang telah memberiku semangat, memberikan dukungan dan bantuan dalam skripsi ini.
3. Teman-teman Biologi Murni Rombel 2 “Sebico” angkatan 2011, terima kasih atas semua kenangan, baik suka maupun duka yang tak akan terlupa selama perkuliahan di Universitas Negeri Semarang.

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis memiliki kekuatan untuk menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul Pengaruh *Kandungan Timbal, Debu dan Mikroanatomi Stomata pada Daun Tanaman Peneduh di Kota Semarang* ini.

Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan untuk meraih gelar sarjana sains Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Tersusunnya skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah menetapkan kebijakan mengenai program mata kuliah skripsi.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan izin penelitian dalam penulisan skripsi.
3. Ketua Jurusan Biologi dan Ketua Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Semarang atas rekomendasi dan penetapan lokasi penelitian.
4. Ibu Dr. Nur Kusuma Dewi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Nana Kariada Tri Martuti, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Prof. Dr. Sri Ngabekti, M.S. selaku Dosen Penguji dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Biologi Universitas Negeri Semarang yang telah mendidik dan membimbing penulis selama menempuh perkuliahan di Universitas Negeri Semarang.

8. Teman-teman mahasiswa jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang atas semua dukungan dan bantuan, baik moril maupun materiil sehingga penelitian ini dapat terlaksana sesuai dengan rencana.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak memberikan bantuan dalam penyusunan proposal penelitian ini.

Semoga amal dan budi baik mereka mendapatkan pahala yang setimpal dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa proposal ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu segala kritik dan saran akan penulis diterima dengan senang hati. Semoga hasil penelitian ini ada manfaatnya.

Semarang, 16 Januari 2017

Penulis,

Gandhung Herdha Lilianto

4411411041



**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

## ABSTRAK

**Lilianto, Gandhung Herdha. 2016. Kandungan Timbal, Debu dan Mikroanatomi Stomata pada Daun Tanaman Peneduh di Kota Semarang. Dr. Nur Kusuma Dewi, M.Si. dan Dr. Nana Kariada Tri Martuti, M.Si.**

Kota Semarang penambahan jumlah kendaraan bermotor. Asap yang dibuang ke udara melalui knalpot merupakan sumber utama timbal yang mencemari udara. Untuk meminimalisir pencemaran udara, di beberapa jalan protokol Kota Semarang ditanami dengan tanaman peneduh yang beragam. Sebagai akibatnya, akan terjadi akumulasi timbal dan debu, akan mempengaruhi struktur mikroanatomi daun tanaman peneduh. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan timbal dan debu pada daun tanaman peneduh dan mengetahui struktur mikroanatomi stomata daun tanaman peneduh akibat akumulasi timbal dan debu di Kota Semarang

Pengambilan sampel debu dan penentuan kandungan debu di udara dilakukan berdasarkan SNI 19-7119.3-2005 sedangkan penentuan kandungan timbal di udara dilakukan berdasarkan SNI 6989.8:2009. Sampel daun diambil yang sudah tua, menghadap ke jalan raya dan terdapat pada ketinggian 2-5 meter dari permukaan jalan dengan metode random sampling. Menganalisis kandungan timbal di daun dengan menggunakan metode SNI 19-2896-1992. Menganalisis kandungan debu di daun menggunakan metode pengurangan berat. Penetapan kadar timbal pada tanah dilakukan berdasarkan SNI 06-6992.3-2004. Pengamatan stomata menggunakan mikroskop yang telah terkalibrasi menggunakan mikrometer dengan ukuran 16x10.

Hasil penelitian menunjukkan kandungan timbal tertinggi pada Dr. Sutomo dan Setiabudi sebesar  $0,153 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , kandungan debu udara pada lokasi yang sama menunjukkan hasil masing-masing sebesar  $176 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dan  $163 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Rata-rata frekuensi kendaraan bermotor di Dr. Sutomo sejumlah 103 kendaraan/menit, di Setiabudi sejumlah 76 kendaraan/menit dan di Menteri Supeno sejumlah 41 kendaraan/menit. Kandungan timbal di daun terbesar terdapat di daun Glodokan pada Dr. Sutomo sebesar  $7,98 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Kandungan timbal terendah terdapat di daun Glodokan pada Menteri Supeno sebesar  $1,3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Bentuk stomata Angsana di ketiga lokasi tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Kerusakan stomata Mahoni terjadi di Dr. Sutomo dan Setiabudi, dimana terjadi kerusakan di bagian tepi dan mulut stomata. Kerusakan stomata Glodokan terjadi di Dr. Sutomo, dengan kerusakan di bagian mulut stomata. Ukuran stomata tidak ada perbedaan dan jumlah stomata tidak dipengaruhi oleh tingginya pencemaran udara.

Berdasarkan hasil uji, pencemaran udara berpengaruh terhadap akumulasi zat pencemar dalam daun tanaman peneduh. Semakin tinggi kandungan zat pencemar di udara, semakin banyak pula akumulasinya pada daun tanaman peneduh. Pencemaran udara yang terjadi tidak berpengaruh terhadap jumlah stomata pada daun Glodokan di Menteri Supeno karena dipengaruhi faktor lingkungan, namun berpengaruh terhadap jumlah stomata pada jenis daun tanaman peneduh lain di lokasi lain. Pencemaran udara yang terjadi berpengaruh terhadap kerusakan mikroanatomi stomata daun Angsana di Dr. Sutomo dan Setiabudi, daun Mahoni di semua lokasi dan daun Glodokan di semua lokasi.

**Katakunci:** frekuensi kendaraan bermotor, kandungan timbal dan debu di udara, mikroanatomi stomata.

## ABSTRACT

**Lilianto, Gandhung Herdha. 2016. The content of Lead, Dust and Mikroanatomi Stomata on a Leaf Shade Plants in Semarang. Dr. Nur Kusuma Dewi, M.Si. dan Dr. Nana Kariada Tri Martuti, M.Si.**

Semarang city in the number of motor vehicles. The smoke that is released into the air through the exhaust is a major source of lead that pollute the air. To minimize air pollution, in some of the main streets of Semarang planted with shade diverse. As a result, there will be accumulation of lead and dust, will affect the structure mikroanatomi shade plant leaves. This study aimed to analyze the content of lead and dust on the leaves shade plant and determine the structure of the leaf stomata mikroanatomi plant shade due to the accumulation of lead and dust in Semarang

Sampling of dust and determination of dust content in the air is done by SNI 19-7119.3-2005 whereas the determination of lead content in the air is done by ISO 6989.8: 2009. Leaf samples were taken which were old, facing the highway and are at a height of 2-5 meters from the road surface by the method of random sampling. Analyzing the content of lead in the leaves by using methods SNI 19-2896-1992. Analyzing the dust content in the leaves using the method of weight reduction. Determination of lead in soil conducted by SNI 06-6992.3-2004. Stomata observation using a microscope that has been calibrated using a micrometer in size 16x10.

The results showed the highest lead contents Dr. Sutomo and Setiabudi of 0,153 mg / Nm<sup>3</sup>, dust content of the air at the same location shows the results of each of 176 mg / Nm<sup>3</sup> and 163 mg / Nm<sup>3</sup>. The average frequency of motor vehicles in Dr. Sutomo number of 103 vehicles / min, in Setiabudi number of 76 vehicles / minute and in the Minister Supeno some 41 vehicles / minute. The content of lead in the leaves contained in the leaves glodokan Dr. Sutomo amounted to 7.98 mg / Nm<sup>3</sup>. lead contents lowest in glodokan leaves the Minister Supeno of 1.3 mg / Nm<sup>3</sup>. Angsana stomata shape in three locations did not have a significant difference. Mahogany stomata damage occurred in Dr. Sutomo and Setiabudi, where there is damage on the edges and the mouth of stomata. Glodokan stomata damage occurred in Dr. Sutomo, with damage in the mouth stomata. The size of the stomata no difference and the number of stomata are not affected by high air pollution.

Based on the test results, the air pollution effect on the accumulation of contaminants in plant leaves shade. The higher the content of pollutants in the air, the more accumulation on plant leaves shade. Air pollution that occurred does not affect the number of stomata on leaves glodokan in Supeno Minister as influenced by environmental factors, but the effect on the number of stomata on the leaves shade plant other types in other locations. Air pollution damage that occurs affects the leaf stomata mikroanatomi Angsana in Dr. Sutomo and Setiabudi, leaf Mahogany in all locations and leaves glodokan at all locations.

**Keywords:** frequency of motor vehicle, lead and dust content in the air, mirocanatomy stomata.



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
PRAKATA .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Permasalahan .....	3
C. Penegasn Istilah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	5
E. Manfaat Hasil Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Kandungan Timbal dan Debu pada Tanaman .....	6
1. Timbal .....	6
2. Debu .....	8
B. Tanaman Peneduh di Kota Semarang .....	9
1. Angsana ( <i>Pterocarpus indicus</i> ) .....	12
2. Mahoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> ) .....	13
3. Glodokan ( <i>Polyalthia longifolia</i> ) .....	14
C. Struktur Mikroanatomi Stomata .....	15
D. Kerangka Berfikir .....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	20

B. Populasi dan Sampel .....	20
C. Alat dan Bahan Penelitian .....	21
D. Prosedur Penelitian .....	21
1. Tahapan Observasi .....	21
2. Tahapan Penelitian .....	22
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Kandungan Timbal dan Debu di Udara, Daun dan Tanah .....	25
B. Kondisi Stomata Daun Tanaman Peneduh .....	37
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
C. Kesimpulan .....	44
D. Saran .....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>51</b>



**DAFTAR TABEL**

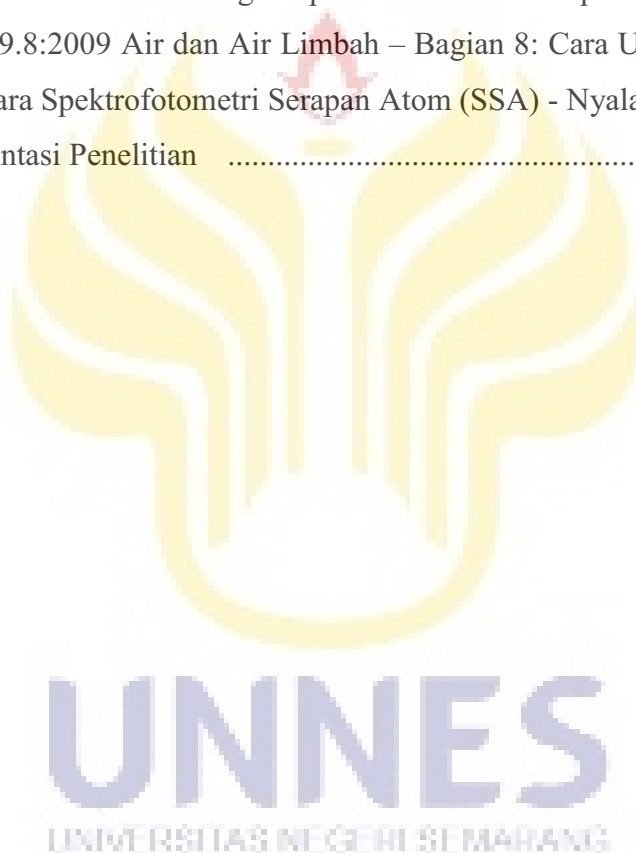
Tabel	Halaman
1. Kemampuan Tanaman Menyerap Timbal .....	11
2. Alat dan Bahan Penelitian .....	21
3. Kandungan Timbal di Tanah, Udara dan Daun Tanaman Peneduh di 3 lokasi penelitian .....	25
4. Kandungan Debu di Udara, di Daun, Frekuensi Kendaraan Bermotor, serta Faktor Lingkungan di 3 Lokasi Penelitian .....	26
5. Ukuran Panjang dan Lebar Daun Tanaman Peneduh di 3 Lokasi Penelitian .....	36
6. Stomata Daun Tanaman Peneduh di 3 Lokasi Penelitian .....	37
7. Ukuran Stomata dan Jumlah Stomata Daun Tanaman Peneduh di 3 Lokasi Penelitian .....	38

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Daun Angsana ( <i>Pterocarpus indicus</i> ) .....	12
2. Daun Mahoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> ) .....	13
3. Daun Glodokan ( <i>Polyalthia longifolia</i> ) .....	14
4. Penampang stomata daun saat membuka (kiri) dan bagian-bagian stomata daun (kanan) .....	16
5. Kerangka Berfikir Kandungan Timbal, Debu dan Mikroanatomi Stomata pada Daun Tanaman Peneduh di Kota Semarang .....	19
6. Kandungan Timbal di Tanah dan Udara pada 3 Lokasi Penelitian .....	25
7. Kandungan Timbal di Daun Tanaman Peneduh di 3 Lokasi Penelitian .....	26
8. Kandungan Debu di Daun Tanaman Peneduh di 3 Lokasi Penelitian .....	27

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Halaman
1. Hasil Pengukuran Timbal dan Debu di Udara .....	52
2. Hasil Pengukuran Timbal di Daun dan Tanah .....	55
3. Keputusan Gubernur Jawa Tengah No.8 Tahun 2001 .....	67
4. SNI 19-2896-1992 Cara Uji Cemar Logam .....	69
5. SNI 06-6992.3-2004 Sedimen – Bagian 3: Cara Uji Timbal (Pb) secara Destruksi Asam dengan Spektrofotometer Serapan Atom ..	75
6. SNI 6989.8:2009 Air dan Air Limbah – Bagian 8: Cara Uji Timbal (Pb) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) - Nyala .....	81
7. Dokumentasi Penelitian .....	85



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kota Semarang merupakan ibukota Provinsi Jawa Tengah, terdiri atas 16 kecamatan dan memiliki luas 373,7 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk sampai bulan Oktober 2015 tercatat sebanyak 1.773.905 jiwa (Dispendukcapil Kota Semarang, 2015). Kota Semarang sebagai gerbang penghubung jalur transportasi dari atau menuju kota-kota lain yang berada di timur, barat dan selatan. Setiap tahunnya di Kota Semarang terjadi pertambahan jumlah kendaraan bermotor. Jumlah kendaraan bermotor di Kota Semarang pada tahun 2012-2013 tercatat sebanyak 190.107 unit. Jumlah ini meningkat jauh lebih banyak daripada tahun sebelumnya (2010-2011) sebanyak 167.159 unit (Badan Pusat Statistik, 2014).

Jumlah kendaraan bermotor yang terus bertambah setiap tahunnya memicu kualitas udara yang semakin hari semakin menurun. Pencemaran udara yang terjadi menyebabkan gangguan kesehatan pada masyarakat. Menurut Margahayu *et al.* (2015), gas polutan yang tinggi dapat menyebabkan infeksi saluran pernafasan akut (ISPA), iritasi mata, tenggorokan gatal dan batuk. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2010), kualitas udara di Kota Semarang pada tahun 2008 termasuk dalam kategori baik, sedangkan tahun 2010 menurun menjadi kategori buruk. Kondisi pencemaran di udara sudah parah yang secara angka mencapai 70 sampai 80% (Suara Merdeka, 2010).

Penelitian Astra (2010) menyatakan, kendaraan bermotor merupakan sumber terbesar polusi udara. Polutan yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor diantaranya adalah timbal dan debu. Menurut Fandeli (2004), senyawa timbal yang dibuang ke udara melalui asap buangan kendaraan bermotor (knalpot) merupakan sumber utama timbal yang mencemari udara di daerah perkotaan. Diperkirakan sekitar 60-70% partikel timbal di udara perkotaan berasal dari kendaraan bermotor.

Menurut Siregar (2005), partikel adalah pencemar udara berada di udara bersama-sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya, dapat berasal dari kegiatan alam atau aktifitas manusia. Debu di udara terdiri dari kumpulan

berbagai partikel yang berbentuk padatan. Kandungan debu di beberapa ruas jalan Kota Semarang cukup tinggi dan ada yang melebihi baku mutu yang ditetapkan. Hasil penelitian Sunoko *et al.* (2011), menunjukkan hasil bahwa kadar timbal di kota Semarang memiliki kadar tertinggi sebesar  $2,41 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , yaitu di daerah Perempatan Bangkong yang berlokasi di dekat pusat kota. Sedangkan di lokasi lainnya memiliki kadar yang beragam yaitu di Kalibanteng sebesar  $1,73 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , Kaligawe sebesar  $1,79 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , Jatingaleh sebesar  $1,17 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , dan Kompleks Akpol sebesar  $1,12 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Diperkirakan kualitas udara ambient kota Semarang masih dibawah nilai baku mutu, namun dari waktu ke waktu perlu diperhatikan karena kandungan timbal udara bersifat akumulatif.

Berdasarkan hasil penelitian Iriani *et al.* (2014), kandungan timbal di Taman KB sebesar  $0,120 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dan di Simpang Lima sebesar  $0,135 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Dari hasil penelitian beberapa peneliti tersebut, dapat dilihat bahwa kandungan timbal di ruas jalan Kota Semarang cukup tinggi dan melebihi baku mutu yang ditetapkan. Sesuai PP No. 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara, nilai baku mutu timbal di udara 24 jam adalah sebesar  $2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dan untuk satu tahun adalah sebesar  $1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Hasil penelitian Margahayu *et al.* (2015), menunjukkan bahwa kandungan debu di kawasan Simpang Lima Semarang memiliki kadar sebesar  $409 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ . Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa kadar debu di kawasan Simpang Lima Semarang melebihi baku mutu yang ditetapkan sesuai PP No. 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara, nilai baku mutu debu di udara 24 jam adalah sebesar  $230 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ . Hasil pengukuran di Tugu Muda Semarang menunjukkan kadar sebesar  $230 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ , dimana hasil tersebut hampir melebihi atau sama dengan baku mutu yang ditetapkan.

Beberapa jalan protokol di Kota Semarang memiliki sebaran vegetasi tanaman peneduh yang beragam. Berdasarkan hasil penelitian Martuti (2013), disebutkan bahwa pohon peneduh di beberapa jalan protokol Kota Semarang (Kalibanteng, Tugu Muda, Jalan Brigjen Katamso, Jalan Kaligawe dan Jalan Setiabudi) mempunyai keanekaragaman tanaman peneduh sebanyak 29 jenis dan didominasi oleh jenis angkana (*Pterocarpus indicus*) sebanyak 185 pohon, jenis glodogan (*Polyathea longifolia*) sebanyak 128 pohon, jenis mahoni (*Switenia*

*mahagoni*) sejumlah 36 pohon, jenis palem dari famili arecaceae sejumlah 86 pohon, dan jenis cemara dari famili casuarinaceae sejumlah 48 pohon. Di samping itu terdapat juga jenis pohon peneduh lain yaitu akasia, beringin, trembesi, waru, dan beragam jenis lainnya.

Daun merupakan suatu bagian tumbuhan yang penting, daun berbentuk tipis, melebar, kaya akan suatu zat warna hijau yang dinamakan klorofil. Daun memiliki beberapa fungsi antara lain: pengambilan zat-zat makanan (resorpsi), pengolahan zat-zat makanan (asimilasi), penguapan air (transpirasi), pernafasan (respirasi). Air beserta garam-garam diambil dari tanah oleh akar tumbuhan, sedangkan gas asam arang CO<sub>2</sub> yang merupakan zat makanan bagi tumbuhan diambil dari udara melalui celah-celah yang halus yang disebut mulut daun atau stoma (Gembong, 2005). Pencemaran udara mengakibatkan terjadinya kerusakan stomata, menurut Gunarno (2014), struktur stomata kelihatan rusak dengan adanya perubahan warna mengarah kehitaman. Struktur stomata berubah mengecil dibandingkan di tempat yang tidak tercemar.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh kandungan timbal dan debu di udara serta pengaruhnya terhadap mikroanatomi stomata daun tanaman peneduh di Kota Semarang.

## **B. Permasalahan**

Berdasarkan uraian tersebut, permasalahan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kandungan timbal dan debu pada daun tanaman peneduh di Kota Semarang?
2. Bagaimana struktur mikroanatomi stomata daun tanaman peneduh akibat akumulasi timbal dan debu di Kota Semarang?

## **C. Penegasan Istilah**

Untuk menghindari perbedaan pemahaman istilah dalam penelitian ini, pentingnya dibuat penegasan istilah sebagai berikut:

1. Timbal adalah logam yang berwarna abu-abu kebiruan, dengan rapatan yang tinggi, mudah terlarut dalam asam nitrat yang mempunyai kepekatan



sedang (Siregar, 2005). Timbal dalam bahasa latinnya disebut *Plumbun* (timbal), yang berarti percik air dan merupakan jenis logam yang berbahaya. Timbal dikenal sebagai jenis *neurotoksin* (racun yang menyerang syaraf) yang sudah lama dikenal (Wijayanti, 2006). Timbal dalam penelitian ini adalah timbal yang dikeluarkan dari emisi kendaraan bermotor yang terakumulasi dalam jaringan daun tanaman peneduh.

2. Debu atau partikel udara adalah pencemar udara yang dapat berada bersama-sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya. Partikel dapat diartikan secara murni atau sempit sebagai bahan pencemar yang berbentuk padatan (Siregar, 2005). Debu pada penelitian ini adalah partikel padat yang terdapat di daun tanaman peneduh yang diukur dengan cara menimbang berat awal sehelai daun, dibersihkan dari debu, lalu dikurangi dengan berat akhir daun setelah dibersihkan.
3. Tanaman peneduh merupakan tanaman yang ditanam sebagai tanaman penghijauan. Adapun tanaman peneduh yang ditanam di pinggir jalan raya selain berfungsi sebagai penyerap unsur pencemar secara kimiawi, juga berfungsi sebagai peredam suara baik kualitatif maupun kuantitatif (Anatari dan Sundra, 2007). Tanaman peneduh dalam penelitian ini adalah Angsana, Glodokan dan Mahoni yang berada di Jalan Setiabudi, Tugu Muda dan di Jalan Menteri Supeno (Taman KB) Kota Semarang.
4. Stomata merupakan lubang-lubang berbentuk oval pada epidermis yang bersambungan dengan ruang antar sel dalam daun (Yulizal, 1995 dalam Inayah, 2010). mikroskop stomata pada penelitian ini adalah jumlah, ukuran dan bentuk stomata dari beberapa daun tanaman peneduh yang dapat dilihat dengan mikroskop cahaya menggunakan perbesaran 10x40.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis kandungan timbal dan debu pada daun tanaman peneduh di Kota Semarang.
2. Mengetahui struktur mikroskop stomata daun tanaman peneduh akibat akumulasi timbal dan debu di Kota Semarang.

## **E. Manfaat Hasil Penelitian**

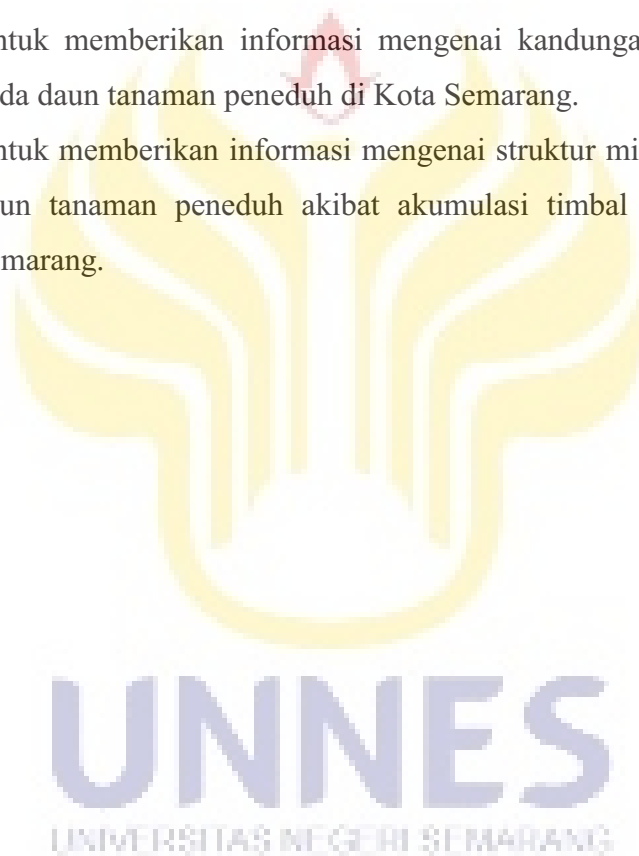
Manfaat penelitian ini dibedakan menjadi dua, yaitu manfaat umum dan manfaat khusus. Kedua manfaat tersebut adalah seperti terlihat berikut ini.

### **1. Manfaat Teoritis**

Manfaat umum hasil penelitian ini adalah untuk memberikan sumbangan data dan informasi kepada dunia ilmu pengetahuan untuk penelitian lebih lanjut di masa yang akan datang.

### **2. Manfaat Praktis**

- a. Untuk memberikan informasi mengenai kandungan timbal dan debu pada daun tanaman peneduh di Kota Semarang.
- b. Untuk memberikan informasi mengenai struktur mikroanatomi stomata daun tanaman peneduh akibat akumulasi timbal dan debu di Kota Semarang.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Kandungan timbal dan Debu pada Tanaman**

##### **1. Timbal**

Menurut Tangahu *et al.* (2011), timbal merupakan logam berat dengan tingkat persebaran dan ketersediaan yang tinggi di air, tanah dan udara jika dibandingkan dengan jenis logam berat lainnya. Secara alami, timbal dapat ditemukan pada batuan dan lapisan kerak bumi. Tanah dan tumbuhan dapat terkontaminasi timbal yang berasal dari gas buang kendaraan bermotor, debu dan gas buang industri. Timbal di lingkungan diketahui bersifat toksik terhadap tanaman, hewan dan mikroorganisme. Efek yang ditimbulkan beragam, tergantung seberapa besar kontaminasinya di suatu area.

Akumulasi logam timbal dan Cd dalam tubuh tumbuhan dapat menyebabkan beberapa gangguan, meliputi gangguan pertumbuhan seperti terhambatnya pertumbuhan akar dan tunas, kerusakan jaringan misalnya rusaknya dinding sel, serta gangguan fisiologi contohnya terganggunya proses fotosintesis (Kopittke *et al.* 2007). Campuran timbal banyak digunakan untuk keperluan industri dan rumah tangga. Seiring dengan pertumbuhan industri, transportasi dan lainnya yang semakin meningkat, maka penggunaan timbal juga meningkat pesat. Akan tetapi kepentingan ekonomi dari timbal dan beberapa senyawa telah memberi efek fisiologis yang merugikan bagi manusia, hewan dan tumbuhan (Suprianto dan Agus, 1998).

Timbal merupakan logam yang sangat beracun dan tidak dapat dimusnahkan serta tidak dapat terurai menjadi zat lain, dan bila masuk ke dalam tanah akan terakumulasi pada waktu yang lama. Oleh karena itu, timbal yang terlepas ke lingkungan akan menjadi ancaman bagi makhluk hidup (Sunu, 2001). Timbal banyak digunakan untuk berbagai keperluan dikarenakan timbal mempunyai sifat-sifat sebagai berikut.

- a. Merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk.

- b. Mempunyai titik cari rendah sehingga bila digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana.
- c. Membentuk *alloy* dengan logam lainnya, sehingga dapat menghasilkan sifat logam yang berbeda.
- d. Mempunyai kerapatan lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya, kecuali merkuri dan emas.
- e. Merupakan logam yang tahan terhadap peristiwa korosi atau karat, sehingga sering digunakan sebagai bahan pelapis.

Pada bahan bakar premium yang beredar di Indonesia telah ditambahkan bahan berupa Tetra Ethil Lead (TEL) atau timbal ( $C_2H_5$ )<sub>4</sub> untuk menaikkan oktan bahan bakar. Hal tersebut yang menyebabkan adanya timbal yang keluar dari knalpot kendaraan bermotor dalam bentuk partikel yang sangat halus (Santi, 2001). Emisi timbal di udara dapat berupa gas atau partikel sebagai hasil dari pembakaran mesin kendaraan bermotor yang tidak sempurna. Semakin tidak sempurna hasil pembakaran dalam mesin kendaraan bermotor, maka semakin banyak jumlah timbal yang dihasilkan (Gusnita, 2012).

Timbal menurut Siregar (2005), merupakan unsur yang tidak esensial bagi tanaman, dan kadar timbal dalam berbagai jenis tanaman secara normal berkisar antara 0,5-3,0 ppm. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar timbal di dalam tanaman yaitu jangka waktu tanaman kontak dengan timbal, kadar timbal dalam tanah, morfologi dan fisiologi tanaman, umur tanaman dan faktor yang mempengaruhi areal seperti banyaknya tanaman penutup serta jenis tanaman di sekeliling tanaman tersebut.

Jumlah timbal di udara dipengaruhi oleh volume atau kepadatan lalu lintas, jarak dari jalan raya dan daerah industri, percepatan mesin dan arah angin. Tingginya kandungan timbal pada tanaman juga dipengaruhi oleh akumulasi timbal pada tanaman tersebut. Tumbuhan tingkat tinggi relatif lebih tahan terhadap partikel timbal. Menurut Ariestanti (2002), kemampuan menerima dan mentranslokasikan logam berat ke berbagai jaringan akan berbeda untuk setiap jenis tanaman. Bahkan untuk setiap spesies yang sama

tetapi tanamannya berbeda, akan menunjukkan variasi kadar logam berat yang cukup besar.

Menurut penelitian Sunoko (2011), kandungan timbal di udara Kota Semarang tepatnya di kawasan perempatan Bangkong mencapai  $2,41 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Hasil pengukuran tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Keputusan Gubernur Jawa Tengah No.8 Tahun 2001 sebesar  $2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Hasil pengukuran di lokasi lain (Kalibanteng, Kaligawe, Jatingaleh dan Kompleks Akpol) berkisar antara  $0,86 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ - $1,78 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Walaupun hasil pengukuran di beberapa lokasi lain masih di bawah baku mutu, tetap perlu diwaspadai karena timbal bersifat akumulatif.

## 2. Debu

Prayudi dan Joko (2001) menyatakan, partikel/debu adalah benda padat yang terjadi karena proses mekanis (pemecahan reduksi) terhadap massa padat yang masih dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Sedangkan menurut Kristanto (2004), *dust* (debu) merupakan partikel padat yang terjadi karena proses mekanis (pemecahan dan reduksi) terhadap masa padat, partikel tersebut dipengaruhi oleh gravitasi. Menurut Sucipto (2007), debu adalah partikel benda padat yang terjadi karena proses mekanis. Berdasarkan beberapa ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa debu adalah benda padat yang terjadi karena ada proses secara mekanis.

Partikel adalah pencemar udara yang dapat berada bersama-sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya. Partikel dapat diartikan secara murni atau sempit sebagai bahan pencemar yang berbentuk padatan (Siregar, 2005). Ukuran partikel di udara berkisar antara 0.0005-500 mikron akan hilang karena perpaduan gerak brown dan partikel yang besar akan jatuh akibat pengaruh gravitasi. Sumber pencemaran partikel berasal dari aktifitas industri, pembakaran bahan bakar fosil kendaraan bermotor, badai pasir, pembakaran hutan serta gunung berapi (alami).

Kristanto (2004) menyatakan, berdasarkan wujud kimianya, pencemar udara debu terbagi menjadi dua berdasarkan susunan kimiawinya, yaitu debu mineral dan organik. Debu mineral terbagi menjadi dua menurut sifat

kelarutannya, yaitu debu mineral yang tidak dapat dilarutkan dalam zat pelarut baik asam, basa, maupun zat pelarut organik dan debu mineral yang dapat larut di antara bahan-bahan pelarut baik asam, basa maupun bahan organik. Partikel/debu organik adalah partikel/debu yang tersusun dari komponen-komponen utama hidrokarbon. Golongan ini mempunyai dua kemungkinan terhadap sifat kelarutannya, yaitu larut dalam air misalnya zat gula dan hanya larut dalam bahan pelarut organik misalnya debu-debu plastik.

Menurut penelitian Margahayu (2015) kadar debu di kawasan Taman KB tercatat hasil pengukuran debu sebesar  $174 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , kawasan Simpang Lima tercatat hasil pengukuran sebesar  $409 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dan pada kawasan Tugu Muda tercatat hasil pengukuran sebesar  $230 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Dari hasil pengukuran tersebut dapat diketahui bahwa di kawasan pusat Kota Semarang yaitu di kawasan Simpang Lima mempunyai kandungan debu yang melebihi baku mutu dan kawasan Tugu Muda mempunyai kandungan debu yang sama dengan baku mutu yang ditetapkan yang ditetapkan oleh Keputusan Gubernur Jawa Tengah No.8 Tahun 2001 sebesar  $230 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .

Berdasarkan data dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Semarang pada tahun 2015, kandungan debu di udara pada beberapa ruas jalan di Kota Semarang sudah melebihi baku mutu yang ditetapkan. Dari 11 jalan yang diukur, di 10 jalan menunjukkan hasil di atas baku mutu. Dari data tahun 2011-2015, tercatat hasil pengukuran paling tinggi untuk beberapa parameter yang diukur adalah pada tahun 2015. Hal ini sejalan dengan pertumbuhan pada sektor transportasi yang selalu meningkat dari tahun ke tahun.

## **B. Tanaman Peneduh di Kota Semarang**

Tanaman peneduh merupakan tanaman yang ditanam sebagai tanaman penghijauan. Adapun tanaman peneduh yang ditanam di pinggir jalan raya selain berfungsi sebagai penyerap pencemar udara, juga berfungsi sebagai peredam suara baik kualitatif maupun kuantitatif (Antari dan Sundra, 2007). Sastrawijaya (1996) menyatakan, bioakumulasi timbal terhadap daun pada

tanaman akan lebih banyak terjadi pada tanaman yang tumbuh di pinggir jalan besar yang padat kendaraan bermotor.

Tanaman peneduh merupakan tanaman yang ditanam sebagai tanaman penghijauan. Adapun tanaman peneduh yang ditanam di pinggir jalan raya selain berfungsi sebagai penyerap unsur pencemar secara kimiawi, juga berfungsi sebagai peredam suara baik kualitatif maupun kuantitatif (Anatari dan Sundra, 2007). Semakin bertambahnya jumlah penduduk berakibat terhadap luasan ruang terbuka hijau yang terus menurun sementara luasan hutan kota tidak bertambah, maka perlu dilakukan penambahan luasan hutan kota dengan tanaman penyerap polutan yang sangat tinggi untuk mengatasi kesenjangan tersebut.

Jika yang ditanam dalam program penambahan luasan hutan kota merupakan jenis berdaya rosot sangat tinggi, maka kebutuhan luasan hutan kota dapat ditekan serendah mungkin. Upaya antisipasi sejak dini perlu dilakukan, agar permasalahan yang dihadapi saat ini dan yang diperkirakan akan muncul di masa yang akan datang dapat dipecahkan dan ditangani secara efektif dan efisien. Konsentrasi polutan di udara dapat ditekan per-tambahannya sementara lahan masih dapat tersedia untuk peruntukan pembangunan lainnya. Banyaknya jumlah maupun jenis tanaman peneduh tidak semata mata dapat menurunkan tingginya kadar polusi yang ada di udara.

Jumlah pohon peneduh mempengaruhi jumlah polutan yang diserapnya. Faktor lain yang mempengaruhi adalah umur pohon dan jenis pohon. Tanaman peneduh mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menurunkan kadar polutan di udara (Hanifah, 2012). Menurut Karliansyah (1999), tanaman efektif sebagai akumulator pencemar udara. Namun seringkali hal ini tidak nampak nyata pada tampilannya. Oleh karena itu, deteksi dapat dilakukan melalui pengamatan anatomis, reaksi fisiologis, biokimia atau ekologi. Analisa senyawa-senyawa tertentu yang sulit dilakukan secara langsung di udara, dapat dilakukan dengan menganalisa daun tanaman.

Dahlan (2008) menyatakan, tanaman peneduh jenis Angsana mampu menyerap polutan CO<sub>2</sub> sebesar 11,12 kg/pohon/tahun. Sedangkan pohon yang memiliki daya serap paling tinggi adalah jenis tanaman mahoni yang mampu menyerap polutan CO<sub>2</sub> sebesar 295,73 kg/pohon/tahun dan tanaman trembesi yang mampu menyerap polutan CO<sub>2</sub> sebesar 28.488,39 kg/pohon/tahun. Sedangkan di Kota Semarang jumlah tanaman Angsana memiliki dominansi terbesar di 5 ruas jalan protokol Kota Semarang dengan jumlah sebanyak 185 pohon, sedangkan Mahoni sejumlah 36 pohon dan Trembesi sejumlah 8 pohon (Martuti, 2013). Jenis pohon yang efektif dalam menyerap polutan CO<sub>2</sub> di Kota Semarang berjumlah lebih sedikit dibanding dengan yang tidak efektif dalam menyerap polutan.

Hendrasarie (2007) menyatakan, banyak faktor yang mempengaruhi kadar unsur pada tumbuhan, diantaranya adalah tipe tumbuhan, jenis jaringan tumbuhan, kandungan elemen dalam tanah, keberadaan unsur, jarak tumbuhan dari sumber pencemar, musim, kondisi cuaca, dan absorpsi aerosol dari daun. Karena faktor tersebut kandungan unsur logam berat sangat bervariasi. Lebih lanjut, ada beberapa tanaman atau tumbuhan yang mempunyai kemampuan sebagai media penyerap polutan atau mengurangi pencemaran udara yang dihasilkan oleh industri dan alat transportasi. Di bawah ini akan dicantumkan dalam tabel tanaman-tanaman yang mampu menyerap polutan, khususnya timbal.

Tabel 1. Kemampuan Tanaman Menyerap Timbal

No	Nama Daerah	Nama Ilmiah	Serapan (mg/m <sup>2</sup> )
1	Damar	<i>Agatis Alba</i>	54,90
2	Mahoni	<i>Swietenia Mahagoni</i>	41,80
3	Jamuju	<i>Podocarpus Inmbricatus</i>	45,52
4	Pala	<i>Miristya Fragrans</i>	49,25
5	Asem Londo	<i>Pitecilobium Dulce</i>	57,24
6	Johar	<i>Casia Ciamea</i>	50,50
7	Keben	<i>Barintonia Asiatica</i>	33,31
8	Tanjung	<i>Mimusop Elenge</i>	35,94

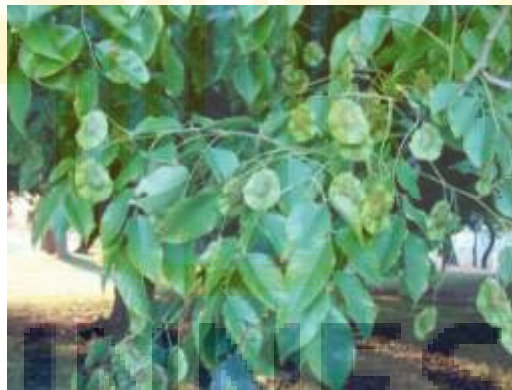
Martuti (2013) menyatakan, tanaman peneduh Angsana (*Pterocarpus indicus*), Mahoni (*Swietenia mahagoni*) dan Glodokan (*Polyalthia longifolia*) merupakan tanaman peneduh yang banyak terdapat di 5 ruas jalan protokol



Kota Semarang dengan jumlah masing-masing Angsana 185, Mahoni 36 dan Glodokan 124. Dalam penelitian ini digunakan 3 jenis tanaman peneduh sebagai indikator pencemaran udara di Kota Semarang yaitu Angsana, Mahoni dan Glodokan.

#### 1. Angsana (*Pterocarpus indicus*)

Karliansyah (1997) menyatakan, Angsana merupakan tanaman hutan yang tersebar di seluruh Nusantara bahkan di semenanjung Malaysia. Angsana mudah tumbuh dan cepat besar. Penampilannya sebagai pohon pelindung atau peneduh cukup menarik. Angsana digunakan sebagai tanaman penghijauan di hampir semua kota besar di Indonesia. Menurut Martuti (2013), Angsana merupakan tanaman yang paling banyak ditanam di jalan protokol Kota Semarang, yaitu sebanyak 185 pohon yang terdapat di 5 jalan (Kalibanteng, Tugu Muda, Jalan Brigjen Katamso, Jalan Kaligawe dan Jalan Setiabudi).



Gambar 1. Daun Angsana (*Pterocarpus indicus*)

Sumber: [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org) (2007)

Angsana dapat tumbuh di daerah dengan ketinggian hingga 500 meter di atas permukaan laut. Tajuk tanaman ini membulat seperti mahkota. Batang berwarna keputihan dan bertekstur lurus dengan alur dangkal. Tinggi tanaman ini dapat mencapai 40 meter. Diameter batang berkisar antara 10-110 cm, kulit batang kasar. Daunnya berwarna hijau segar berbentuk oval, majemuk dengan 5-11 anak daun, duduk bergantian, permukaan daun licin dan mengkilat. Dapat terlihat pada Gambar 1. Terdapat daun penumpu berbentuk lanset dengan panjang 1-2 cm. Bunga malai, panjang 6-13 cm di ujung atau

ketiak daun. Bunga berkelamin ganda, kuning cerah dan harum. Buah berbentuk polong (Rangkuti, 2003).

Dahlan (2008) menyatakan, Angsana mempunyai kemampuan dalam menyerap zat pencemar di udara CO sebesar 11,12 kg/pohon/tahun, angka tersebut termasuk dalam kategori rendah dalam penyerapan polutan di udara. Menurut hasil penelitian Antari dan Sundra (2007) Angsana mempunyai kemampuan menyerap timbal lebih baik dari Glodokan. Lebih lanjut, kandungan timbal pada daun Angsana lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan timbal pada daun Glodokan. Berdasarkan hasil penelitian lain, Angsana memiliki kadar timbal dua kali lipat lebih banyak dari Mahoni (Sedi, 2015). Dari beberapa hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa Angsana memiliki kemampuan akumulasi lebih banyak dibanding Mahoni dan Glodokan.

## 2. Mahoni (*Swietenia mahagoni*)

Mahoni termasuk tumbuhan tropis dari famili Meliaceae yang berasal dari Hindia Barat. Tumbuhan ini dapat ditemukan tumbuh liar di hutan jati, pinggir pantai, dan di jalan-jalan sebagai pohon peneduh. Perkembangbiakannya dengan menggunakan biji, cangkokan, atau okulasi. Untuk tanaman mahoni yang akan digunakan sebagai tanaman obat, maka tidak boleh diberi pupuk kimia (anorganik) maupun pestisida. Buahnya pahit dan berasa dingin (Harianja, 2008).



Gambar 2. Daun Mahoni (*Swietenia mahagoni*)

Sumber: <http://database.prota.org> (2005)

Tanaman ini merupakan tanaman tahunan dengan tinggi  $\pm$  5-25 m, berakar tunggang, berbatang bulat, percabangan banyak dan kayunya bergetah. Daunnya majemuk menyirip genap, helaian daun berbentuk bulat telur, ujung dan pangkalnya runcing, dan tulang daunnya menyirip. Daun muda berwarna merah, setelah tua berwarna hijau. Bunganya majemuk tersusun dalam karangan yang keluar dari ketiak daun. Buahnya bulat telur, berlekuk lima, berwarna cokelat, dapat dilihat pada Gambar 2. Di dalam buah terdapat biji berbentuk pipih dengan ujung agak tebal dan warnanya coklat kehitaman.(Yuniarti, 2008).

Berdasarkan penelitian Sedi (2015), didapati data bahwa kandungan timbal pada daun Mahoni berkisar antara 17-80 ppm pada lokasi yang berbeda. Hal ini mengindikasikan bahwa Mahoni dapat menyerap polutan timbal dan zat lain yang ada di udara.

### 3. Glodokan (*Polyalthia longifolia*)

Glodokan atau *Polyalthia longifolia* merupakan salah satu genus dari family Annonaceae, terdiri dari semak dan pohon yang banyak ditemukan di daerah tropis dan sub-tropis, terdiri dari 17 spesies (Sampath, 2013). *Polyalthia longifolia* (Annonaceae), dalam Bahasa Indonesia dikenal dengan nama glodokan tiang india, merupakan tumbuhan yang tinggi, memiliki cabang pendek, dan termasuk tumbuhan hias.



Gambar 3. Daun Glodokan (*Polyalthia longifolia*)

Sumber: <http://www.iplantz.com> (2016)

Antari dan Sundra (2007) menyatakan, *Polyalthia longifolia* merupakan jenis tanaman yang memiliki akar yang dapat bertahan terhadap

kerusakan yang disebabkan oleh getaran kendaraan, mudah tumbuh di daerah panas dan tahan terhadap angin sehingga cocok digunakan sebagai tanaman peneduh jalan yang akan dapat menyerap unsur pencemaran yang berasal dari asap kendaraan bermotor khususnya timbal.

Lebih lanjut, *P. longifolia* merupakan jenis pohon yang tingginya 10-25 m, batangnya lurus, daunnya tunggal berseling, berbentuk *elips* memanjang dan tebal, warna daun hijau tua, panjangnya 12,5-20 cm, lebar 2,5-5 cm. Bunga axial, berwarna kuning kehijau-hijauan, dan tajuknya berbentuk kerucut dapat dilihat pada Gambar 3. Menurut Ardyanto (2014), Glodokan mempunyai kemampuan dalam menyerap timbal di udara sebesar 0,2756-0,4980 ppm pada kondisi udara yang mengandung timbal dengan konsentrasi 0,0048-0,1020  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per jam.

### C. Struktur Mikroanatomi Stomata

Tanaman yang tumbuh pada lingkungan yang mengandung logam berat, baik tinggi atau rendah akan mengakumulasi logam berat tersebut dengan konsentrasi yang sama dan dapat mempengaruhi proses fisiologi dan biokimiawi tanaman. Sekitar 15-30% timbal dari kendaraan bermotor dilepaskan ke udara dan terakumulasi pada tanaman yang tumbuh di tepi jalan. Tanaman di tepi jalan biasanya lebih banyak mendapatkan paparan timbal daripada tumbuhan di lokasi lain (Samat, 2002).

Flanagan *et al.*, (1980) menyatakan, jenis tanaman yang mempunyai kemampuan menyerap timbal lebih besar adalah tanaman yang memiliki daun yang permukaannya kasar, ukurannya lebar dan berbulu. Lebih lanjut dari kutipan Sastrawijaya (1996) cara akumulasi timbal pada daun adalah melalui permukaan daun saat stomata terbuka pada siang hari. Bioakumulasi timbal terhadap daun pada tanaman akan lebih banyak terjadi pada tanaman yang tumbuh di pinggir jalan besar yang padat kendaraan bermotor.

Terdapat dua jalan masuk utama logam berat timbal terserap ke dalam tanaman, yaitu melalui permukaan daun dan melalui sistem perakaran di dalam tanah (Connel, 1985). Penyerapan melalui akar terjadi jika timbal dalam tanah terdapat dalam bentuk terlarut, sedangkan masuknya partikel

timbal dalam jaringan daun disebabkan oleh ukuran stomata yang cukup besar dan ukuran partikel yang jauh lebih kecil dari celah stomata.

Fungsi utama stomata adalah untuk memasukkan  $\text{CO}_2$  ke mesofil daun. Periode stomata membuka biasanya bersamaan dengan keadaan yang merangsang fotosintesis. Normalnya stomata akan membuka dalam keadaan terang dan menutup dalam keadaan gelap (Fitter dan Hay, 1981).

Penyerapan polutan oleh tumbuhan terjadi pada bagian stomata yang terdapat pada lapisan epidermis daun. Yulizal (1995) dalam Agustiana (2008) menyatakan, stomata merupakan lubang-lubang berbentuk lensa pada epidermis yang bersambungan dengan ruang antar sel dalam daun. Epidermis yang bersambungan terpisah oleh adanya suatu celah ruang antar sel yang dibatasi oleh dua sel khusus yang disebut sel penjaga. Sel penjaga beserta celah ruang antar sel diantaranya disebut stoma. Pada banyak tumbuhan dapat dibedakan sel tetangga atau sel pelengkap. Sel tersebut secara morfologi berbeda dari sel epidermis yang khas dan merupakan dua atau lebih sel yang membatasi sel penjaga, yang tampaknya ada saling hubungan fungsional. Stoma bersama-sama sel tetangga disebut perlengkapan stomata atau kompleks stomata. Struktur stomata pada daun dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Penampang stomata daun saat membuka (kiri) dan bagian-bagian stomata daun (kanan)

Sumber: <http://perpustakaancyber.blogspot.co.id> (2012);  
<https://sainsmini.blogspot.co.id> (2014)

Kerapatan stomata dalam satu unit area permukaan daun sangat bervariasi. Hal ini ditimbulkan oleh perbedaan lingkungan tempat tumbuh dan faktor genetik yang sangat mempengaruhi morfogenesis stomata. Faktor lingkungan yang mempengaruhi proses membuka dan menutupnya stomata

antara lain: cahaya, konsentrasi CO<sub>2</sub>, air, suhu, angin, sedangkan pengaruh faktor fisiologi adalah peningkatan gula pada sel penjaga, perubahan keseimbangan gula pati (Santoso, 2000).

Banyaknya pencemar yang masuk ke dalam jaringan daun tanaman sesuai dengan jenis, konsentrasi pencemar di udara dan lamanya selang waktu pembukaan stomata akan menentukan tingkat kerusakan tanaman (Yulizal, 1995 dalam Agustiana, 2008). Menurut Sirnamala (2005), faktor yang dapat mempengaruhi kadar timbal pada vegetasi antara lain:

- a. Lamanya vegetasi terpapar.
- b. Kadar timbal dari tanah.
- c. Fisiologi dan morfologi vegetasi.
- d. Pengaruh musim.
- e. Faktor lingkungan yang menghalangi timbal di udara terhadap vegetasi seperti tertutupnya vegetasi.

Rangkuti (2003) menyebutkan bahwa tingkat akumulasi timbal pada vegetasi dan di tanah akan meningkat seiring dengan meningkatnya kepadatan lalu lintas dan menurun dengan semakin jauhnya jarak dari tepi jalan raya. Logam berat timbal dapat mempengaruhi pembentukan klorofil pada daun, sehingga kandungan klorofil yang terdapat dalam daun tanaman akan berkurang dan menyebabkan proses fotosintesis menurun.

Suprianto (1998) menyatakan, gejala kerusakan tanaman akibat pencemaran logam berat secara makroskopis akan dapat terlihat antara lain daun kelihatan pucat (klorosis), dan nekrosis. Menurut Karliansyah (1997) mengatakan bahwa dampak dari pencemaran udara dapat dilihat dari kerusakan yang tampak, kerusakan sitologik dan perubahan kimiawi.

- a. Kerusakan yang tampak (gejala makroskopis), seperti klorosis, nekrosis dan gangguan pertumbuhan pada daun.
- b. Kerusakan sitologik (gejala mikroskopik), seperti kerusakan pada plasma sel, penyusutan isi sel, perubahan bentuk kloroplas. Pada tumbuhan gugur daun terjadi kerusakan pada parenkim palisade dan tidak terbentuknya warna pada dinding sel.

- c. Perubahan kimiawi (fisiologi dan biokimia), gejala ekofisiologi yaitu terganggunya proses pertukaran gas, menurunnya nilai fotosintesis, keseimbangan air, yang berakibat pada fungsi stomata dengan meningkatnya nilai respirasi. Gejala biokimia berakibat pada perubahan permeabilitas sel, nilai osmotik dan kapasitas penyangga serta perubahan pada metabolisme asam amino, enzim dan koenzim. Perubahan kimiawi dapat terjadi apabila berbagai bahan pencemar seperti  $SO_x$ ,  $NO_x$ ,  $CO_x$  dan lain sebagainya terakumulasi dalam jaringan tanaman.

Tanaman yang mempunyai kandungan timbal tinggi dapat memberikan efek buruk, antara lain dengan adanya penurunan pertumbuhan dan produktivitas tanaman serta kematian. Penurunan pertumbuhan dan produktivitas menyebabkan tanaman menjadi kerdil dan klorosis. Efek buruk yang diterima tanaman berbeda-beda tergantung dengan kemampuannya dalam mengakumulasi timbal (Antari dan Sundra, 2002). Menurut Sunarya, dkk (1991) dalam Antari dan Sundra (2002), batas toksisitas logam berat timbal pada daun tanaman tingkat tinggi adalah  $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

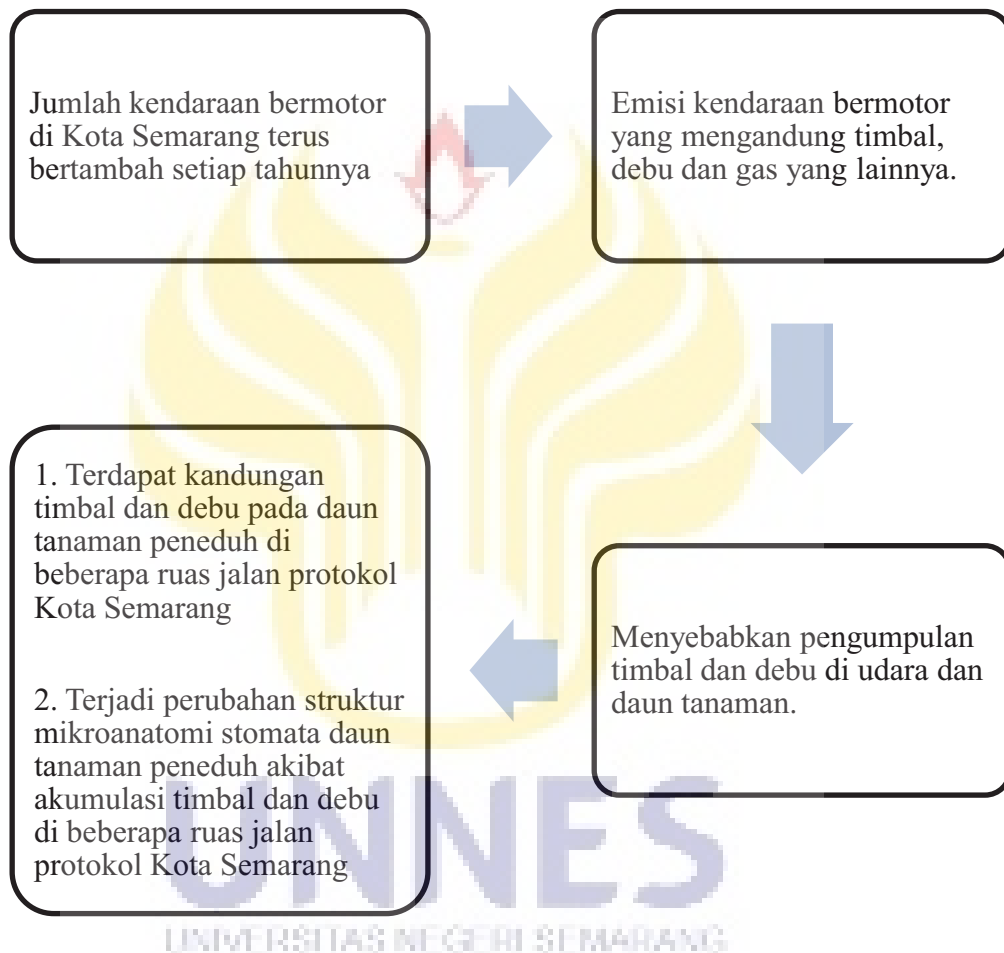
Emisi gas polutan beserta partikel-partikel padat di dalamnya juga dapat mempengaruhi tanaman antara lain penurunan proses respirasi, membuka dan menutupnya stomata akibat gangguan fungsi normal sel-sel penjaga yang menyebabkan hilangnya pengawasan stomata dan mengganggu kecepatan transpirasi dan proses pertukaran gas serta kemungkinan meningkatnya kerentanan terhadap penerobosan patogen (penyakit) tanaman epifitik (Connel, 1985), serta mengganggu kegiatan metabolisme antara lain menghalangi beberapa sistem enzim dalam mempercepat reaksi (Supriatno, 1998).

Pencemaran udara yang terjadi mengakibatkan terjadinya kerusakan stomata, menurut Gunarno (2014), struktur stomata kelihatan rusak dengan adanya perubahan warna mengarah kehitaman. Struktur stomata berubah mengecil dibandingkan di tempat yang tidak tercemar. Stomata merupakan faktor terpenting pada tanaman yang dapat mempengaruhi fotosintesis karena

merupakan jalur masuknya polutan dan apabila proses membuka dan menutupnya stomata terganggu maka dapat mengganggu proses fotosintesis.

#### D. Kerangka Berfikir

Untuk melaksanakan langkah-langkah tersebut, diperlukan kerangka berpikir penelitian. Kerangka berpikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kerangka Berfikir Kandungan Timbal, Debu dan Mikroanatomi Stomata pada Daun Tanaman Peneduh di Kota Semarang.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### C. Kesimpulan

1. Kandungan timbal pada daun tanaman peneduh di Kota Semarang berkisar antara 1,3-7,98  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  sedangkan kandungan debu pada daun tanaman peneduh di Kota Semarang berkisar antara 0,0022-0,0116 gram. Kandungan timbal di daun Angsana berkisar antara 2,97-3,75  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , lebih rendah daripada daun Mahoni yang berkisar antara 6,28-7,74  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dan Glodokan yang berkisar antara 1,3-7,98  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Kandungan debu di daun Angsana berkisar antara 0,0023-0,0066 gram, lebih rendah daripada daun Mahoni yang berkisar antara 0,0082-0,0116 gram dan daun Glodokan yang berkisar antara 0,0022-0,0076 gram.
2. Kandungan timbal dan debu di udara tidak berpengaruh terhadap jumlah stomata pada daun Glodokan di jalan Menteri Supeno, tetapi berpengaruh terhadap jumlah stomata pada daun Mahoni dan Angsana. Pencemaran udara yang terjadi berpengaruh terhadap kerusakan mikroanatomi stomata daun Angsana di stasiun 1 dan 2, daun Mahoni di semua lokasi dan daun Glodokan di semua lokasi.

#### D. Saran

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut terhadap kandungan timbal dan debu di udara dengan menggunakan alat tambahan (*Gravimetri*) sebanyak titik lokasi pengukuran agar mendapatkan hasil yang lebih valid.
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut terhadap kandungan timbal dalam batang dan akar tanaman peneduh.
3. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai akumulasi timbal di daun tanaman peneduh dari waktu ke waktu dan kerusakan pada jaringan selain stomata akibat akumulasi timbal dalam daun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustiana, Era. 2008. Kandungan Timbal (Pb) dan Pengaruhnya dalam Jaringan Daun Angsana (*Pterocarpus indicus*) di Kampus I Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah. *Skripsi*. Jakarta. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Antari, A.A.R.J., I Ketut Sundra. 2007. Kandungan Timah Hitam (Plumbum) Pada Tanaman Peneduh Jalan di Kota Denpasar. *Jurnal Bumi Lestari* 7(1): 1-13.
- Ardyanto, R.D, Slamet S, Siti S. 2014. Kemampuan Tanaman Glodogan *Polyalthia Longifolia Sonn.* sebagai Peneduh Jalan dalam Mengakumulasi Pb Udara Berdasarkan Respon Anatomis Daun di Purwokerto. *Jurnal Scripta Biologica* 1(1): 15-19.
- Ariestanti, E. 2002. Cemaran logam berat Timbal pada sayuran dan rambut di Kota Bogor, Cipanas, dan Sukabumi. *Skripsi*. Bogor. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Astra, I.M. 2010. Energi dan Dampaknya terhadap Lingkungan. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika* 11(2): 131-139.
- Badan Lingkungan Hidup (BLH). 2015. *Hasil Pengukuran Kualitas Udara Ambien Kota Semarang Tahun 2011-2015*. Semarang: BLH Kota Semarang.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2014. *Semarang dalam Angka 2014*. Semarang: BPS Kota Semarang.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1992. Standar Nasional Indonesia (SNI). 19-2896-1992. *Cara Uji Cemaran Logam*. Jakarta: Dewan Standarisasi Indonesia.
- \_\_\_\_\_. 2004. Standar Nasional Indonesia (SNI). 06-6992.3-2004. *Sedimen – Bagian 3: Cara Uji Timbal (Pb) secara Destruksi asam dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)*. Jakarta: Dewan Standarisasi Indonesia.

- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2005a. Standar Nasional Indonesia (SNI). 06-6989.45-2005. *Air dan Air Limbah – Bagian 45: Cara Uji Kadar Timbal (Pb) dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) secara Ekstraksi*. Jakarta: Dewan Standarisasi Indonesia.
- \_\_\_\_\_. 2005b. Standar Nasional Indonesia (SNI). 19-7119.3-2005. *Udara Ambien – Bagian 3: Cara Uji Partikel Tersuspensi Total Menggunakan Peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan Metoda Gravimetri*. Jakarta: Dewan Standarisasi Indonesia.
- \_\_\_\_\_. 2009. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 6989.8:2009. *Air dan Air Limbah – Bagian 8: Cara Uji Timbal (Pb) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) - Nyala*. Jakarta: Dewan Standarisasi Indonesia.
- Connel, W. 1985. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Terj. dari *Chemistry and Ecotoxicology of Pollution*, oleh Yanti Koestoer. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia Press.
- Dahlan, E.N. 2008. Jumlah Emisi Gas Co<sub>2</sub> dan Pemilihan Jenis Tanaman Berdaya Rosot Sangat Tinggi: Studi Kasus Di Kota Bogor. *Jurnal Media Konservasi* 13(2): 85 – 89.
- Dinas Kependudukan dan Catatan Wilayah Sipil (Dispendukcapil). 2015. Jumlah Penduduk Kota Semarang. <http://dispendukcapil.semarangkota.go.id/statistik/jumlah-penduduk-kota-semarang/2015-10-11>. Diakses Tanggal 14 Januari 2015.
- Fandeli, C., Kaharuddin dan Mukhlison. 2004. *Perhutanan Kota*. Fakultas Kehutanan. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Flanagan, J.T., K.J Wade dan D.J Curtis. 1980. The Deposition of Lead and Zinc from Traffic Pollution on Two Roadside Shrubs. *Environmental Pollution (Series B)* 1: 71-78.
- Fitter, A. H. dan R. K. M. Hay. 1981. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Terj. Dari *Environmental Physiology of Plants*, oleh Sri Andayani dan E. D. Purbayanti. Surabaya: Gajah Mada University Press.
- Forest & Kim Starr. 2007. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Starr\\_070727-7639\\_Pterocarpus\\_indicus.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Starr_070727-7639_Pterocarpus_indicus.jpg). Diakses tanggal 7 Maret 2017.
- Gunarno. 2014. Pengaruh Pencemaran Udara terhadap Luas Daun dan Jumlah Stomata Daun Rhoec discolor. *Jurnal Widyaaiswara Muda BDK Medan*. 1(1): 1-10.

- Gusnita, Dessy. 2012. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal. *Jurnal Berita Dirgantara*. 13(3): 95-101.
- Harianja, A. 2008. *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya*. Cetakan Kelima. Jakarta: Penerbit Penebar Swadaya.
- Hanifah, Nurhayati. 2012. Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Kebutuhan Oksigen (studi kasus Kota Semarang). *Thesis: Geophysics and Meteorology*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Hendrasarie, Novirina. 2007. Kajian Efektifitas Tanaman dalam Menjerap Kandungan Pb di Udara. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*. 3(2): 1-15.
- Iriani, Hariyanto dan Sri Pratiwi dan Dewi Liesnoor Setyowati. 2014. Kajian Cemar Udara pada Taman Kota KB dan Simpang Lima Kecamatan Semarang Selatan Kota Semarang. *Geo Image (Spatial-Ecological-Regional)*. 3(2): 1-8.
- Inayah, Siti Nihayatul. 2010. Studi Kandungan Pb dan Kadar Debu pada Daun Angsana (*Pterocarpus indicus*) dan Rumput Gajah Mini (*Axonopus.Sp*) di Pusat Kota Tangerang. *Skripsi*. Jakarta. Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Iplantz. 2016. <http://www.iplantz.com/plant/1273/polyalthia-longifolia/>. Diakses pada 7 Maret 2017.
- Kantor Gubernur Jawa Tengah. 2001. *Keputusan Gubernur Jawa Tengah Nomor 8 Tahun 2001 tentang Baku Mutu Udara Ambien Provinsi Jawa Tengah*. Semarang: Gubernur Jawa Tengah.
- Karliansyah, N.S.W. 1997. Kerusakan daun tanaman sebagai bioindikator pencemaran udara (studi kasus tanaman peneduh jalan Angsana dan Mahoni dengan pencemaran udara NOx dan SOx). *Thesis*. Jakarta. Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia.
- Karliansyah, N.S.W. 1999. Klorofil Daun Angsana dan Mahoni sebagai Bioindikator Pencemar Udara. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*. 19(4): 290-305.
- Kopittke, Peter M., et al. 2007. Toxic effects of Pb<sup>2+</sup> on growth of cowpea (*Vigna unguiculata*). *Environmental Pollution* 150: 280-287.
- Kristanto, Philip. 2004. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Andi.

- Lemmens, R. H. M. J. 2005. [http://database.prota.org/PROTAhtml/Swietenia%20macrophylla\\_En.htm](http://database.prota.org/PROTAhtml/Swietenia%20macrophylla_En.htm). Diakses tanggal 7 Maret 2017.
- Margahayu, H., Haryanto, & Dewi, L.S. 2015. Analisis Konsentrasi Gas CO dan Pb pada Taman Kota di Kecamatan Semarang Selatan dan Tengah Kota Semarang. *Jurnal Geo Image* 4(1): 1-4.
- Martuti, N.K.T. 2013. Peranan Tanaman terhadap Pencemaran Udara di Jalan Protokol Kota Semarang. *Jurnal Biosaintifika* 5(1): 36-42.
- Muldiyanto, Agus. Mudjiastuti. H. Mukti. W. 2007. Kualitas Udara akibat Kegiatan Transportasi di Kota Semarang. *Prosiding Seminar Nasional*. B-14: 1-6.
- Ningsih, D. H. U. 2010. Analisa Optimasi Jaringan Jalan Berdasar Kepadatan Lalulintas di Wilayah Semarang dengan Berbantuan Sistem Informasi Geografi (Studi Kasus Wilayah Dati II Semarang). *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK* 25(2): 121-135
- Prayudi, Teguh dan Joko Prayitno Susanto. 2001. Kualitas Debu dalam Udara sebagai Dampak Industri Pengecoran Logam Ceper. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 2(2): 168-174.
- Puri, M. 2012. <http://perpustakaan cyber.blogspot.co.id/2012/12/struktur-dan-fungsi-stomata-mulut-daun-tumbuhan.html>. Diakses pada 7 Maret 2017
- Rachmawati, D. 2005. *Peranan Hutan Kota dalam Menjerap dan Menyerap Pb di Udara Ambien (Studi Kasus)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Rangkuti, M. N., 2003. Kemampuan menyerap Timbal (Pb) pada daun beberapa jenis tanaman penghijauan jalan Tol Jagorawi: Analisis struktur anatomi dan histokimia. *Thesis*: Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Republik Indonesia. 1999. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Jakarta: Sekretaris Negara.
- Ruhaibah. 2011. Akumulasi Logam Pb, Cu, dan Zn pada Tanaman Pelindung di Jalur Hijau Kota Banda Aceh. *Thesis*: Bogor. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sainsmini. 2014. [https://sainsmini.blogspot.co.id/2014/11/pengertian-dan-penjelasan-jaringan\\_30.html](https://sainsmini.blogspot.co.id/2014/11/pengertian-dan-penjelasan-jaringan_30.html). Diakses pada 7 Maret 2017.

- Samat, N.R., A. Mardiyati, Suheryanto, & Aldes Lesbani. 2002. Analisis pencemaran udara oleh Timbal (Pb) dengan bioindikator pohon Angsana di kota Palembang. *Jurnal Penelitian Sains* No. 12: 40-49.
- Sampath M. dan Vasanthi M. 2013. Isolation, structural elucidation of flavonoids from *Polyalthia longifolia* (sonn.) Thawaites and evaluation of antibacterial, antioxidant and anticancer potential. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5, 336-341.
- Santi, Devi Nuraini. 2001. Pencemaran Udara oleh Timbal (Pb) serta Penanggulangannya. *Jurnal Fakultas Kedokteran*. Medan. Universitas Sumatera Utara: 1-6.
- Santoso, E. 2000. Adaptasi tanaman padi gogo terhadap naungan laju pertukaran karbon, respirasi & konduktansi stomata. *Thesis*: Bogor. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Santoso, S., S. Lestari, S. Samiyarsih. 2012. Inventarisasi Tanaman Peneduh Jalan Penjerap Timbal di Purwokerto. *Prosiding SEMNAS Biologi UNSOED 2012* dengan Topik: Pengembangan Sumber Daya Pedesaan dan Kearifan Lokal Ber-kelanjutan II. Purwokerto.
- Sastrawijaya, A.T. 2010. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sedi, Abd. Rahman. Lintje Boekoesoe & Sunarto Kadir. 2015. Uji Efektivitas Daun Pohon Mahoni (*Swietenia macrophylla*) Dan Daun Pohon Angsana (*Pterocarpus indicus*) Dalam Menyerap Timbal (Pb) Di Udara. *Jurnal KIM Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan dan Keolahragaan* 3(1): 1-9.
- Siregar, E.B.M. 2005. Pencemaran udara, respon tanaman dan pengaruhnya pada manusia. *Skripsi*. Medan. Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Sirnamala, B. 2005. Kandungan Timbal (Pb) pada daun dan kulit batang tiga jenis tumbuhan di jalur hijau DKI Jakarta. *Skripsi*. Jakarta. Departemen Biologi Fakultas MIPA Universitas Indonesia.
- Suara Merdeka. 2010. *Kualitas Udara Semarang Buruk*. 5 Desember 2010. Semarang.

- Sucipto, Edy., Anies., dan Sunarsih. 2007. Hubungan Pemaparan Partikel Debu pada Pengelolaan Batu Kapur terhadap Penurunan Kapasitas Fungsi Paru. *Masters Thesis*. Semarang. Teknologi Lingkungan, Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro.
- Sulasmini, LK., Mahendra, MS. Dan Komang AL. 2007. Peranan Tanaman Penghijauan Angsana, Bungur, Dan Daun Kupu-Kupu sebagai Penyerap Emisi Pb dan Debu Kendaraan Bermotor di Jalan Cokroaminoto, Melati, dan Cut Nyak Dien di Kota Denpasar. *Jurnal Ecotrophic* 2(1): 1-11.
- Sunoko, HR., Hadiyanto, A. dan Santoso, B., 2011. Dampak Aktivitas Transportasi Terhadap Kandungan Timbal (Pb) Dalam Udara Ambient Di Kota Semarang. *Jurnal Bioma* 1(2): 105-112.
- Sunu, P. 2001. *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*. Jakarta: Penerbit Grasindo.
- Supriatno, J. dan Agus, S.H. 1998. Analisis kandungan logam berat Pb dan kerusakan jaringan daun tanaman penghijauan jalur hijau akibat emisi gas polutan kendaraan bermotor dalam Kotamadya Banda Aceh. *Laporan Penelitian: Banda Aceh*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Syah Kuala.
- Sulistiana, Susi dan Ludivica Endang Setijorini. 2016. Akumulasi Timbal (Pb) dan Struktur Stomata Daun Puring (*Codiaeum variegatum Lam. Blume*). *Jurnal Agrosains dan Teknologi* 1(2): 9-22.
- Tabaika, Rosita. S. Hadisusanto. 2013. Akumulasi dan Dampak Logam Pb (Timbal) pada Tanaman Peneduh Jalan di Kota Ternate, Maluku Utara. *Jurnal Bioedukasi* 2(1): 139-149.
- Tangahu, B.V., dkk. 2011. A Review on Heavy Metals (As, Pb, and Hg) Uptake by Plants through Phytoremediation. *International Journal of Chemical Engineering* 2011: 1-31.
- Yudha, Gita Prima., Zozy Aneloi Noli dan M. Idris. 2013. Pertumbuhan Daun Angsana (*Pterocarpus indicus Willd*) dan Akumulasi Logam Timbal (Pb). *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA)* 2(2): 83-89.
- Yuniarti, T. 2008. *Ensiklopedia Tanaman Obat Tradisional*. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Penerbit Media Pressindo.