

*Skripsi*

**ANALISIS KADAR TIMBAL (Pb) PADA PERMUKAAN DAUN  
TANAMAN PELINDUNG DI PINGGIR JALAN KOTA MAKASSAR**

**INDAH SUCI RAHMADANI**

**H031 17 1514**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**ANALISIS KADAR TIMBAL (Pb) PADA PERMUKAAN DAUN  
TANAMAN PELINDUNG DI PINGGIR JALAN KOTA MAKASSAR**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

**Oleh:**

**INDAH SUCI RAHMADANI**

**H031 17 1514**



**MAKASSAR  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**ANALISIS KADAR TIMBAL (Pb) PADA PERMUKAAN DAUN TANAMAN  
PELINDUNG DI PINGGIR JALAN KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh

**INDAH SUCI RAHMADANI**  
**H031171514**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi  
Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas  
Hasanuddin  
pada 06 Januari 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

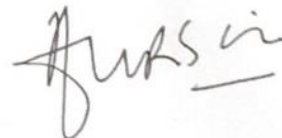
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Syarifuddin Liong, M.Si.  
NIP. 195205051974031002

Pembimbing Pertama



Dr. Hj. Nursiah La Nafie, M.Sc  
NIP. 195805231987102001



Ketua Program Studi,

Dr. Abdul Karim, M.Si.  
NIP. 196207101988031

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indah Suci Rahmadani  
NIM : H031171514  
Program Studi : Kimia  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul Analisis Kadar Timbal (Pb) Pada Permukaan Daun Tanaman Pelindung di Pinggir Jalan Kota Makassar adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya gunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 26 Januari 2022

Yang Menyatakan

  
  
Indah Suci Rahmadani

## LEMBAR PERSEMBAHAN

*“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.  
Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya engkau berharap”  
(QS. Al-Insyirah: 6-8)*

## PRAKATA



*Alhamdulillah Rabbil 'alamin*, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul ” **Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Permukaan Daun Tanaman Pelindung di Pinggir Jalan Kota Makassar**”. Salam dan shalawat semoga tetap tercurah kepada Nabi Muhammad *Shallallahu 'Alaihi wasallam*, seorang manusia terbaik yang pernah ada di muka bumi ini.

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta **Muh Singgas** dan **Harianty** yang telah menemani, dan memberi semangat kepada penulis dengan penuh kasih sayang dan tak lupa juga memberi dukungan finansial kepada penulis. Semoga Allah SWT selalu menjagamu di syurga-Nya. Demikian pula segenap keluarga besar yang selalu melimpahkan doa, kasih sayang dan dukungannya kepada penulis. Semoga Allah SWT selalu memberikan lindungan kepada mereka semua sekaligus melimpahkan rahmat-Nya.

Penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang tulus kepada Ayahanda **Dr. Syarifuddin Liong, M.Si** selaku pembimbing utama dan Ibunda **Dr. Nursiah La Nafie, M.Sc** selaku pembimbing pertama yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan arahan, ilmu yang tak ternilai, serta motivasi kepada penulis dalam menjalankan proses penelitian serta penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan, rahmat dan karunia-Nya kepada beliau. Penulis memohon maaf atas segala kesalahan selama persiapan hingga selesainya tugas akhir ini. Ucapan terimakasih juga kepada:

1. Ketua dan Sekertaris Jurusan Kimia Bapak **Dr. Abdul Karim, M. Si** dan Ibu **Dr. St. Fauziah, M. Si** atas bimbingan dan bantuan dalam proses perkuliahan maupun dalam penyelesaian laporan hasil penelitian ini.
2. Dosen Penguji, bapak **Dr. Yusafir Hala, M. Si** Dan bapak **Dr. Sci. Muhammad Zakir, M. Si** terima kasih atas saran dan masukannya.
3. Seluruh dosen **Departemen Kimia** yang telah memberikan banyak ilmu selama proses perkuliahan penulis
4. Seluruh **Analisis Laboratorium** Departemen Kimia, khususnya kepada **Kak Fibi, Pak Sugeng, Ibu Tini, Kak Akbar, Ibu Anti, Kak Hana, Ibu Linda,** dan **Pak Iqbal** yang senantiasa membantu penulis selama proses penelitian mulai dari awal hingga selesai.
5. Seluruh Staf **Departemen Kimia dan Fakultas,** khususnya **Pak Haerul, Pak Taufik,** dan **Kak Rahma** yang senantiasa membantu penulis dalam hal administrasi.
6. **Yayuk Tri Utami** dan **Eriska Regita** selaku sahabat sekaligus rekan penelitian yang selalu ada menemani penulis selama penelitian, memberikan semangat dan dukungan.
7. Teman-teman peneliti Analitik 2017 serta seluruh kakak-kakak peneliti Analitik yang menemani, membantu serta mengarahkan penulis selama mengerjakan tugas akhir.
8. **Mecha, Irza, Andre, Yos, Rafiqi, Layuk, Ulla, Ramlah, Afi** dan **Ishar** yang banyak penulis repotkan dan selalu menemani penulis selama proses penyelesaian tugas akhir.

9. **Taufik, Wini, Ima, Yura, Haini, Ebet, Alim, Bembot, Fatir, Marfa, Aidul, Alfli, Yuyun, Uri, Beska, Cimel, Ica, Huda, Mona, Lulu, Trimel, Anni, Merlin, Safira, Tenri** serta teman-teman **Alifatik** dan **KIMIA 2017** yang selalu membantu penulis selama ini.
10. Kakak-kakak dan adik-adik **KMK FMIPA** Unhas. Terimakasih untuk pelajaran dan pengalaman berharga yang diberikan selama penulis berorganisasi. HMK tempat kita dibina, HMK tempat kita ditempa.
11. Teman-teman penulis **Tyas, Uli, Tiffany, Anggola, Nisa, Melon, Huma, Indah, Fira, Yati, Ule, Imo, Aiy** dan **Faiz** yang selalu memberikan semangat, meluangkan waktu, menghibur dan mendengarkan keluh kesah penulis.
12. **Gafur** dan **Kak Fikar** yang senantiasa memberikan semangat dan arahan serta membantu penulis selama proses penyelesaian tugas akhir.

Semua pihak yang tidak sempat tertulis namanya yang telah memberikan dukungan maupun bantuan kepada penulis. Semoga segala bentuk bantuan do'a, saran, motivasi dan pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis dapat bernilai ibadah dan diganjarkan pahala di sisi Allah *Subhanahu wa Ta'ala*. Aamiin

**Makassar, November 2021**

**Indah Suci Rahmadani**  
**H031171514**



## ABSTRAK

*Swietenia macrophylla* King dan *Polythea longifolia* adalah salah satu jenis pohon peneduh yang sering kali dijumpai di pinggir jalan raya. Jenis pohon ini mampu menyerap dan mengakumulasi jenis logam berat seperti Pb yang dihasilkan oleh asap kendaraan bermotor. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar logam berat yang terakumulasi pada daun pohon *Swietenia macrophylla* King dan *Polythea longifolia* dari berbagai lokasi yaitu Terminal Malengkeri (stasiun I), Jalan Urip Sumohardjo (stasiun II) dan Jalan KIMA (stasiun III) dengan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil Penelitian diperoleh kadar logam berat Pb pada daun Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) stasiun I, II dan III masing-masing yaitu 1,0878; 0,4717 dan 0,7559 mg/m<sup>2</sup>. Kadar logam berat Pb pada daun Glondokan Tiang (*Polythea longifolia*) stasiun I, II dan III masing-masing yaitu 0,9026; 0,9068 dan 0,5623 mg/m<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** Logam Pb, SSA, *Swietenia macrophylla* King, *Polythea longifolia*

## ABSTRACT

*Swietenia macrophylla* King and *Polythea longifolia* are one of the type of shade trees that are often found on the roadside. These trees species are able to adsorb and accumulate heavy metals such as Pb produced by motor vehicle fumes. This study aimed to determine the levels of heavy metals accumulated in the leave of the *Swietenia macrophylla* King and *Polythea longifolia* tree from various locations is Malengkeri Station (station I), Urip Sumohardjo Street (station II) and KIMA Street (station III) using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The results showed that the levels of heavy metal Pb in the leaves of *Swietenia macrophylla* King station I, II and III are 1,0878; 0,4717 dan 0,7559 mg/m<sup>2</sup>. The levels of heavy metal Pb in the leaves of *Polythea longifolia* station I, II and III are 0,9026; 0,9068 and 0,5623 mg/m<sup>2</sup>.

**Keywords:** Pb metal, AAS, *Swietenia macrophylla* King, *Polythea longifolia*

## DAFTAR ISI

	<b>halaman</b>
ABSTRAK .....	IX
DAFTAR ISI.....	XI
DAFTAR TABEL.....	XIII
DAFTAR GAMBAR .....	XIV
DAFTAR LAMPIRAN.....	XV
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	XVI
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	5
1.3.1 Maksud Penelitian.....	5
1.3.2 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Cemaran Udara.....	6
2.2 Logam Berat .....	8
2.3 Timbal (Pb).....	9
2.4 Tanaman Mahoni ( <i>Swietenia macrophylla</i> King) .....	11
2.5 Tanaman Glodokan Tiang ( <i>Polythea longifolia</i> ).....	12
2.6 Penentuan Logam Pada Permukaan Daun Berbasis Aplikasi <i>ImageJ</i>	14
BAB III METODE PENELITIAN .....	16
3.1 Bahan Penelitian.....	16

3.2 Alat Penelitian .....	16
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian .....	16
3.3.1 Waktu dan Tempat Pengambilan Sampel .....	16
3.3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
3.4 Prosedur Penelitian .....	17
3.4.1 Sampling .....	17
3.4.2 Perhitungan Luas Daun .....	18
3.4.2.1 Pengambilan Sampel .....	18
3.4.2.2 Aplikasi <i>Image J</i> .....	18
3.4.3 Perlakuan Sampel .....	19
3.4.5 Penentuan Kadar Logam Pb <sup>2+</sup> dalam Sampel .....	19
3.4.5.1 Pembuatan Larutan Induk Pb <sup>2+</sup> 1000 mg/L .....	19
3.4.5.2 Pembuatan Larutan Intermediet Pb <sup>2+</sup> 50 mg/L .....	20
3.4.5.2 Pembuatan Larutan Baku Kerja Pb <sup>2+</sup> .....	20
3.4.5.3 Penentuan Konsentrasi Logam Pb <sup>2+</sup> .....	20
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>21</b>
4.1 Pengukuran Luas Permukaan Daun .....	21
4.2 Penentuan Kadar Pb pada Daun Mahoni .....	23
4.3 Penentuan Kadar Pb pada Daun Glondokan Tiang .....	24
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>28</b>
5.1 Kesimpulan .....	28
5.2 Saran .....	28
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>29</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>33</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>halaman</b>
1. Hasil pengukuran luas permukaan daun Mahoni .....	20
2. Hasil pengukuran luas permukaan daun Glondokan Tiang .....	21
3. Pengukuran kadar Pb pada Daun Mahoni .....	22
4. Pengukuran kadar Pb pada daun Glondokan Tiang .....	23
5. Data hasil pengukuran larutan standar Timbal (Pb) dengan AAS .....	38

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>halaman</b>
1. Tanaman Mahoni .....	11
2. Tanaman Glodokan Tiang.....	13
3. Lokasi Pengambilan Sampel Terminal Malengkeri.....	16
4. Lokasi Pengambilan Sampel Jalan Urip Sumoharjo .....	16
5. Lokasi Pengambilan Sampel Jalan Kima.....	16
6. Format gambar .....	17
7. Grafik hasil analisis logam Pb pada daun Mahoni .....	22
8. Grafik hasil analisis logam Pb pada daun glodokan tiang .....	23
9. Grafik rata-rata perbandingan akumulasi Pb pada permukaan daun ...	24
10. Kurva larutan standar timbal .....	38
11. Lokasi pengambilan sampel Jl. Urip Suoharjo .....	42
12. Lokasi pengambilan sampel Jl. Kima .....	42
13. Lokasi pengambilan sampel Terminal Malengkeri .....	42
14. Pengambilan sampel Jl. Urip Sumoharjo .....	43
15. Pengambilan sampel Jl. Kima .....	43
16. Pengambilan sampel Terminal Malengkeri .....	43
17. Pengemasan sampel kedalam toples .....	44
18. Pembilasan sampel dengan HNO <sub>3</sub> .....	44
19. Destruksi sampel .....	44
20. Sampel disaring dengan kertas saring <i>whatman</i> No. 42 .....	45
21. Larutan standar Pb .....	45
22. Analisis logam Pb dengan SSA .....	45

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>halaman</b>
1. Skema Kerja Penelitian .....	31
2. Bagan Kerja Penelitian.....	32
3. Perhitungan .....	35
4. Data Luas Permukaan Daun.....	39
5. Pengolahan data .....	42
6. Dokumentasi .....	46

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

<b>Simbol/Singkatan</b>	<b>Arti</b>
BBM	Bahan Bakar Minyak
CFC	<i>CholoroFlouroCarbon</i>
ISM	Indeks Status Mutu
ISPU	Indeks Standar Pencemaran Udara



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kota Makassar merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang terletak di kawasan timur Indonesia. Sebagai kota terbesar di Indonesia timur, pusat pemerintahan, perindustrian dan perdagangan membuat Kota Makassar banyak dikunjungi masyarakat. Aktivitas di kota ini membuat pesatnya pertumbuhan jumlah kendaraan yang menimbulkan permasalahan lingkungan yaitu polusi udara.

Aktivitas transportasi dan industri, membuat konsentrasi Pb di udara mengalami peningkatan yang cukup signifikan di berbagai daerah. Gas buang kendaraan bermotor yang terdapat di jalan utama di kota-kota besar sebagai pusat keramaian lalu lintas menyebabkan pencemaran logam berat timbal dalam udara (Depdiknas, 2008 dalam Istiaroh dkk., 2014). Menurut data terakhir Korps Lalu Lintas Kepolisian Republik Indonesia (Korlantas Polri), jumlah kendaraan di Kota Makassar pada tahun 2021 yakni sebanyak 1.620.606 unit, dari jumlah tersebut populasi terbanyak disumbang oleh sepeda motor yaitu rata-rata sebanyak 76 %. Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 69 Tahun 2010 menyatakan bahwa batas logam berat timbal dalam udara adalah  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sumber pencemaran Pb di udara berasal dari asap yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor, karena adanya Pb yang ditambahkan pada bensin sebagai anti letup (Suhaemi dkk., 2014).

Hasil pembakaran bahan tambahan Pb pada kendaraan berbahan bakar bensin akan menghasilkan emisi Pb anorganik. Logam Pb yang bercampur dengan bahan bakar dan oli, mengemisikan logam Pb melalui knalpot bersama dengan gas

buang lainnya (Popescu, 2011). Sebagian besar Pb dalam Bahan Bakar Minyak (BBM) 70 – 80 % akan dikeluarkan sebagai partikulat ke udara, maka jumlah kandungan Pb dalam BBM secara tidak langsung mengindikasikan besarnya emisi Pb (Sembiring, 2006).

Timbal merupakan salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup karena bersifat karsinogenik (Yudha, dkk., 2013). Timbal di dalam tubuh manusia dapat menghambat aktivitas enzim dalam pembentukan hemoglobin yang dapat mengakibatkan terjadinya anemia (Widowati dkk., 2008). Dampak logam berat timbal terhadap kesehatan manusia dapat dicegah jika kandungan logam berat timbal di udara tidak melebihi baku mutu yang ditetapkan.

Upaya untuk menjaga kandungan logam berat timbal di udara agar tetap di bawah baku mutu dapat dilakukan dengan melakukan penghijauan. Penghijauan dilakukan untuk memperbaiki kualitas udara dengan menyerap polutan. Tanaman yang dapat mengakumulasi polutan di udara disebut tanaman bioremediasi. Suatu tanaman yang berpotensi sebagai agen bioremediasi jika mampu menyerap dan mengakumulasi pencemar tanpa mengalami gangguan pertumbuhan (Istiaroh dkk., 2014).

Tanaman bioremediasi biasanya digunakan sebagai pelindung jalan. Tanaman pelindung jalan biasanya ditanam pada pinggir jalan, trotoar, maupun taman kota. Pohon mahoni (*Swietenia macrophylla* King) dan glodokan tiang (*Polythea longifolia*) merupakan tanaman pelindung jalan yang banyak dijumpai di jalan-jalan utama Kota Makassar.

Menurut Antari dan Sundra (2007), *Polyalthia longifolia* merupakan jenis tanaman dengan 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 dapat menyerap pencemar yang berasal dari asap kendaraan bermotor.

Hendrasarie (2007) dalam penelitiannya tentang kajian efektivitas tanaman dalam menyerap kandungan Pb di udara memperoleh bahwa daun mahoni lebih banyak menyerap timbal dibandingkan daun tanjung karena luas daun mahoni lebih besar daripada luas daun tanjung selain itu juga dipengaruhi oleh permukaan daunnya. Selain itu keunggulan dari daun mahoni lebih banyak menyerap Pb karena daunnya kasar atau berbulu halus dan rapat.

Pohon mahoni (*Swietenia macrophylla* King) dan glodokan tiang (*Polythea longifolia*) difungsikan sebagai pohon pelindung karena memiliki daun yang banyak. Perubahan fisik dan kimia pada daun dapat menjadi indikator tercemarnya udara. Daun yang tercemar logam berat timbal melebihi kadar normal akan mengalami klorosis dan nekrosis, serta akan mengalami perubahan ukuran dan jumlah stomata (Siregar, 2005). Perubahan fisik pada tanaman sebagai indikator pencemaran Pb masih kurang efektif, mengingat perubahan fisik pada tanaman dapat disebabkan oleh banyak faktor seperti cuaca dan lainnya. Oleh karena itu perlu dilakukan uji laboratorium guna mengetahui tingkat akumulasi dan kandungan Pb pada daun tanaman dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

Suhaemi dkk (2014) menyatakan jumlah cemaran logam timbal (Pb) yang terserap oleh daun tanaman trembesi di Kota Makassar sebesar 26,60 – 27,48 mg/Kg. Khairunnisa (2017) juga menyatakan jumlah kandungan Pb yang terserap pada sampel daun yang diambil di Kota Banda Aceh tertinggi sebesar 6,93 µg/g. Hasil penelitian menunjukkan kandungan Pb berada di atas nilai ambang batas cemaran Pb pada daun yang disyaratkan oleh SNI 7119-4:2017 yaitu 2 µg/m<sup>3</sup>.

Berdasarkan uraian diatas telah dilakukan penelitian “Analisis Kadar Timbal (Pb) Pada Permukaan Daun Tanaman Pelindung di Pinggir Jalan Kota Makassar” berdasarkan tingkat kepadatan kendaraan. Luas permukaan daun ditentukan menggunakan metode pencitraan (gambar) helai daun dengan cara sampel daun dikumpulkan dan dicitrakan dengan kamera/*scanner*, selanjutnya citra diproses dengan aplikasi *Image J* untuk mendapatkan hasil pengukuran karakter morfometrik dan data landmark daun. Penelitian ini difokuskan pada jenis tanaman mahoni (*Swietenia macrophylla* King) dan glodokan tiang (*Polythea longifolia*). Kedua jenis tanaman ini dipilih berdasarkan hasil survei ke tempat lokasi yang menunjukkan jenis tanaman pelindung yang banyak ditanam di Kota Makassar. Penelitian ini diharapkan dapat diperoleh data berupa kandungan logam berat timbal pada permukaan daun mahoni dan glodokan tiang. Dengan demikian, akan diperoleh informasi tentang efektifitas tanaman ini sebagai indikator pencemaran udara, khususnya logam berat timbal.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. berapa konsentrasi kandungan logam berat timbal (Pb) pada permukaan daun tanaman mahoni (*Swietenia macrophylla* King) dan glodokan tiang (*Polythea longifolia*) yang terpapar di Jalan Urip Sumoharjo, Jalan Kima dan Terminal Malengkeri?
2. bagaimana perbandingan kandungan logam berat timbal (Pb) pada permukaan daun tanaman mahoni (*Swietenia macrophylla* King) dan

glodokan tiang (*Polythea longifolia*) yang terpapar di Jalan Urip Sumoharjo, Jalan Kima dan Terminal Malengkeri?

### **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1 Maksud Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan kemampuan daun tanaman mahoni (*Swietenia macrophylla* King) dan glodokan tiang (*Polythea longifolia*) dalam menyerap logam timbal (Pb).

#### **1.3.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menganalisis kadar logam berat timbal (Pb) pada permukaan daun tanaman mahoni (*Swietenia macrophylla* King) dan glodokan tiang (*Polythea longifolia*) yang terpapar di Jalan Urip Sumoharjo, Jalan Kima dan Terminal Malengkeri,
2. menentukan perbandingan kandungan logam berat timbal (Pb) pada permukaan daun tanaman mahoni (*Swietenia macrophylla* King) dan glodokan tiang (*Polythea longifolia*) yang terpapar di Jalan Urip Sumoharjo, Jalan Kima dan Terminal Malengkeri,

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan informasi secara ilmiah mengenai efektivitas tanaman mahoni (*Swietenia macrophylla* King) dan glodokan tiang (*Polythea longifolia*) sebagai tanaman pelindung dan indikator polusi dalam mengatasi masalah pencemaran udara.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Cemaran Udara**

Udara adalah campuran gas yang terdapat pada suatu lapisan yang mengelilingi bumi dan komponen campuran gas tersebut tidak selalu konstan. Udara 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). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan 2019, yang dimaksud Pencemaran Udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga melampaui baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan. Polusi udara adalah istilah yang digunakan untuk segala pengotoran partikel kimia, dan biologi yang memodifikasi karakteristik alam dari atmosfer bumi. Beberapa gangguan fisik suara, panas radiasi atau cahaya dianggap sebagai polusi udara (Agustiana, 2008). Sunu (2001), menyatakan ada beberapa polutan yang dapat menyebabkan pencemaran udara, antara lain karbon monoksida, nitrogen dioksida, sulfur dioksida, partikulat, hidrokarbon, *chlorofluorocarbon* (CFC) dan timbal.

Salah satu penyebab pencemaran udara adalah logam Pb yang diakibatkan oleh emisi gas buang bahan bakar yang menggunakan Pb sebagai bahan aditif. Emisi Pb merupakan hasil samping pembakaran yang terjadi di dalam mesin kendaraan yang berasal dari tetrametil-Pb dan tetraetil-Pb. Senyawa seperti tetrametil-Pb dan tetraetil-Pb merupakan senyawa yang penting karena banyak

digunakan sebagai zat aditif pada bahan bakar bensin dalam upaya meningkatkan angka oktan. Kedua senyawa ini ditambahkan dalam bahan bakar kendaraan bermotor, berfungsi sebagai anti knock atau anti letup pada mesin kendaraan. Masuknya Pb dalam peristiwa pembakaran pada mesin akan menyebabkan jumlah Pb yang dibuang ke udara melalui asap buangan kendaraan menjadi sangat tinggi. Berdasarkan perkiraan sekitar 80 – 90 % Pb di udara berasal dari pembakaran bensin dan tidak sama antara satu tempat dengan tempat lainnya karena tergantung dari kepadatan kendaraan bermotor (Santoso, 2011).

Zubair (2013), dalam Seminar Nasional III Teknik sipil tentang studi tingkat pencemaran udara di Kota Makassar menyatakan evaluasi terhadap nilai-nilai tingkat pencemaran mengindikasikan kondisi pencemaran udara pada lokasi survei di Kota Makassar, yaitu pada pasar Sentral, pelabuhan Sukarno Hatta, dan terminal Daya masuk pada kategori tercemar sesuai Indeks Status Mutu (ISM), dan masuk pada kategori sedang berbahaya bila mengacu pada Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU). Buruknya kondisi tingkat pencemaran ini dapat disebabkan karena lokasi pengambilan sampel berada pada lokasi yang sangat tinggi tingkat polusinya, misalnya di lokasi pasar Sentral, terminal Daya dan pelabuhan Makassar yang padat akan aktivitas niaga dan kendaraan sehingga memiliki polusi tinggi.

Polusi udara berdampak buruk bagi kesehatan manusia, baik yang terjadi di alam bebas (*Outdoor air pollution*) ataupun yang terjadi di dalam ruangan (*Indoor air pollution*). Polusi di luar ruangan terjadi karena bahan pencemar yang berasal dari industri dan transportasi, sementara polusi di dalam ruangan dapat berasal dari asap rokok dan gangguan sirkulasi udara. Bahan pencemar udara masuk ke dalam tubuh manusia dengan inhalasi, dan penetrasi kulit.

Inhalasi adalah masuknya bahan pencemar udara ke tubuh manusia melalui sistem pernafasan. Refleks batuk juga akan mengeluarkan bahan polutan dari paru-paru yang kemudian bila tertelan akan masuk ke saluran pencernaan. Permukaan kulit juga dapat menjadi pintu masuk bahan polutan di udara khususnya bahan organik yang dapat melakukan penetrasi kulit dan dapat menimbulkan efek sistemik. Bahan pencemar ini dapat mengakibatkan gangguan pada paru-paru dan saluran pernafasan, selain itu bahan pencemar ini kemudian masuk dalam peredaran darah dan menimbulkan akibat pada organ tubuh lain (Budiyono, 2001).

## **2.2 Logam Berat**

Logam berat adalah kelompok logam yang memiliki densitas lebih besar dari  $5 \text{ g/cm}^3$ . Logam berat dapat ditemukan dalam bentuk terlarut dan tidak terlarut. Logam berat terlarut adalah logam yang membentuk kompleks dengan senyawa organik maupun anorganik, sedangkan logam berat yang tidak terlarut merupakan partikel-partikel yang berbentuk koloid dan senyawa kelompok metal yang teradsorpsi pada partikel-partikel yang tersuspensi (Razak, 1998).

Logam berat dapat menjadi unsur yang berbahaya jika mencemari sistem lingkungan hidup karena sifatnya yang toksik, dapat terakumulasi pada rantai makanan dan tidak mampu didegradasi. Logam berat dapat mencemari lingkungan melalui kontaminasinya dengan udara dan air, logam tersebut terdistribusi dan sebagian akan terakumulasi ke dalam sistem lingkungan. Apabila keadaan ini terus berlangsung dalam jangka waktu yang panjang, konsentrasi logam dapat mencapai jumlah yang membahayakan bagi makhluk hidup. Beberapa logam yang digunakan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam kehidupan sehari-hari dapat mencemari lingkungan, karena jika kadarnya telah melawati batas yang ditentukan maka hal tersebut dapat menimbulkan bahaya bagi kehidupan. Logam-logam berat



berbahaya yang dapat menjadi pencemar bagi lingkungan antara lain kromium, nikel, arsen, kadmium, merkuri, dan timbal (Suprianto dkk., 2007).

Sumber bahan pencemar, logam berat dibagi menjadi dua jenis yaitu pencemar yang sumbernya diketahui dengan jelas adalah limbah dari hasil industri sedangkan pencemaran yang sumber pencemarannya tidak diketahui adalah masuknya pencemar ke dalam perairan bersamaan dengan masuknya air hujan (Chayaya, 2003). Selain itu, pencemaran logam berat dapat timbul dari aktivitas antropogenik ataupun terjadi secara alamiah.

Pencemaran yang timbul dari aktivitas antropogenik disebabkan oleh kegiatan pertanian, industri, pertambangan maupun rumah tangga, sedangkan pencemaran alamiah terjadi akibat fenomena alam seperti aktivitas vulkanik dan erosi yang menghasilkan logam berat (Tilaar, 2014).

### **2.3 Timbal (Pb)**

Timbal atau lebih dikenal dengan timah hitam, dalam bahasa latin dinamakan Plumbum (Pb). Timbal termasuk ke dalam kelompok logam golongan IVA pada tabel periodik unsur kimia dengan nomor atom 82 dan massa relatif 207,2 g/mol (Palar, 2012). Timbal berwarna kelabu kebiruan, lunak, titik leleh 327 °C dan titik didih 1.620 °C. Walaupun bersifat lunak dan lentur, timbal sangat rapuh dan mengkerut pada pendinginan, sulit larut dalam air dingin dan air panas. Timbal dapat larut dalam asam nitrit, asam asetat dan asam sulfat pekat (Palar, 2012).

Aktivitas transportasi dan industri, konsentrasi timbal di udara mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Cemaran timbal dari kegiatan manusia mampu mencapai 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alami. Sumber pencemaran timbal terbesar berasal dari pembakaran bensin. Timbal dicampurkan ke dalam

bensin sebagai anti letup atau anti knock aditif dengan kadar sekitar 2,4 gram/gallon. Timbal yang digunakan untuk anti knock adalah tetraethyl timbal ( $C_2H_5$ )<sub>4</sub> (Suryandari, 2010). Emisi timbal di udara dapat berupa gas atau partikel sebagai hasil dari pembakaran mesin kendaraan bermotor yang tidak sempurna (Gusnita, 2012).

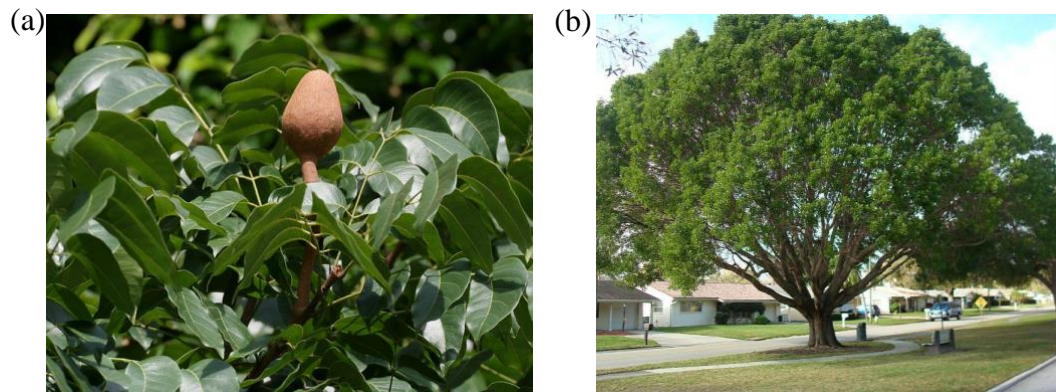
Jumlah timbal di udara dipengaruhi oleh volume atau kepadatan lalu lintas, jarak dari jalan raya dan daerah industri, percepatan mesin dan arah angin. Tingginya kandungan timbal pada tanaman juga dipengaruhi oleh akumulasi timbal pada tanaman tersebut. Tumbuhan tingkat tinggi relatif lebih tahan terhadap 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.

Timbal dapat meracuni lingkungan dan mempunyai dampak pada seluruh sistem di dalam tubuh. Timbal dapat masuk ke tubuh melalui inhalasi, makanan dan minuman serta absorpsi melalui kulit (Suryandari, 2010).

Timbal mendapat perhatian khusus karena berdampak buruk terhadap kesehatan manusia. Apabila terhisap melalui pernafasan dan terakumulasi dalam organ tubuh dengan kadar yang berlebih, dapat mengganggu kecerdasan anak, menghambat metabolisme tubuh, menghambat mekanisme kerja enzim dalam pembentukan sel darah merah dan mengganggu fungsi ginjal (Hendrasarie, 2007).

Birawida (2016), analisis risiko Pb terhadap anak sekolah dasar di pesisir Makassar menunjukkan bahwa paparan timbal di udara telah meningkatkan risiko perilaku dan penurunan intelektual, tertunda pubertas, mengurangi pertumbuhan postnatal dan bahkan menyebabkan nefropati pada anak-anak.

## 2.4 Tanaman Mahoni (*Swietenia macrophylla* King)



**Gambar 1.** (a) daun tanaman mahoni, (b) pohon mahoni (*google image*).

Menurut Suhono (2010), taksonomi tanaman Mahoni tersusun dalam sistematika sebagai berikut :

Kerajaan : Plantae

Filum : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Bangsa : Sapindales

Suku : Meliaceae

Marga : *Swietenia*

Spesies : *Swietenia macrophylla* King

Mahoni termasuk tumbuhan tropis dari suku Meliaceae yang berasal dari Hindia Barat. Tumbuhan ini dapat tumbuh liar di hutan, pinggir pantai, dan di jalan-jalan sebagai pohon pelindung. Perkembangbiakannya menggunakan biji, cangkokan, atau okulasi. Tanaman mahoni yang akan digunakan sebagai tanaman obat tidak boleh diberi pupuk kimia (anorganik) maupun pestisida (Harianja, 2008).

Tanaman ini merupakan tanaman tahunan dengan tinggi 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, didalam buah terdapat biji berbentuk pipih dengan ujung agak tebal dan warnanya coklat kehitaman (Yuniarti, 2008).

Mahoni ditanam secara luas di daerah tropis untuk program reboisasi dan penghijauan, bermanfaat sebagai tanaman naungan dan kayu bakar. Mahoni dapat mengurangi polusi udara 47 - 69 % sehingga layak disebut pohon pelindung sekaligus filter udara dan daerah tangkapan air, sedangkan daunnya, memiliki fungsi sebagai penyerap polutan di sekitarnya (Ariyantoro, 2006).

Sedi (2015), kandungan timbal pada daun mahoni berkisar antara 17 - 80 ppm pada lokasi yang berbeda. Hal ini mengindikasikan bahwa mahoni dapat menyerap polutan timbal yang ada di udara.

## **2.5 Tanaman Glodokan Tiang (*Polythea longifolia*)**

Menurut Tjitrosoepomo (2002), taksonomi tanaman Glodokan tiang tersusun dalam sistematika sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae  
Filum : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Bangsa : Magnoliales  
Suku : Annonaceae  
Marga : *Polyalthia*  
Spesies : *Polyalthia longifolia*



**Gambar 2.** Tanaman glodokan tiang (dokumen pribadi)

*Polyalthia longifolia* atau glodokan tiang merupakan tanaman asli daerah India dan dikenal dengan sebutan “Asoka” pada masyarakat sekitar, dan umumnya dibudidayakan di India, Pakistan, dan Sri Lanka. Tanaman ini merupakan tanaman hias, pada masyarakat India dapat digunakan sebagai tanaman obat salah satunya untuk obat jerawat (Katkar dkk, 2010).

Glodokan tiang merupakan jenis tanaman dengan akar yang dapat bertahan terhadap kerusakan oleh getaran kendaraan, mudah tumbuh di daerah panas dan tahan terhadap angin sehingga cocok digunakan sebagai tanaman pelindung jalan yang dapat menyerap unsur pencemaran dari asap kendaraan bermotor khususnya timbal. Glodokan tiang merupakan jenis pohon dengan 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 (Antari dan Sundra, 2007).

Menurut Nurhadi (2017), organ dari glodogan yang paling tinggi dalam menyerap Pb adalah organ daun. Partikel timbal masuk jaringan daun glodogan karena ukuran stomata daun yang cukup besar. Penyerapan timbal ke dalam daun akan semakin besar apabila semakin besar juga ukuran dan semakin banyak jumlah stomatanya. Ardyanto dkk (2014), glodokan mampu menyerap timbal di udara hingga 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.

Hardiyanti (2017), menyatakan konsentrasi kandungan logam berat timbal (Pb) dalam daun glodokan tiang (*Polyathia longifolia*) yang terpapar polusi udara di jalan A.P. Pettarani kota Makassar berkisar 2,50 µg/g - 2,95 µg/g dapat mengakumulasi logam berat timbal Pb pada batas normal. Sehingga berpotensi sebagai agen bioremediasi karena mampu menyerap pencemar tanpa mengalami kerusakan atau gangguan pertumbuhan.

## 2.6 Penentuan Logam Pada Permukaan Daun Berbasis Aplikasi *Image J*

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

Menurut Nurmawan (2019) analisis kandungan logam berat Pb pada permukaan daun dengan membilas sampel daun menggunakan HNO<sub>3</sub> kemudian air bilasannya dianalisis dengan AAS. HNO<sub>3</sub> digunakan sebagai pengoksidasi karena sifat logam Pb yang dapat larut dalam HNO<sub>3</sub>.



*Image J* merupakan aplikasi pengolah gambar yang dikembangkan oleh Wayne Rasband dari *National Institutes Of Health* (NIH). *Image J* ditulis menggunakan Java yang dapat dioperasikan pada system linux maupun windows pada mode 32 bit dan 64 bit. Aplikasi *image J* mendukung semua proses manipulasi gambar secara umum termasuk membaca dan mengedit file gambar. *Image J* dapat digunakan untuk membuat grafik dari data serta meningkatkan kualitas gambar.

Aplikasi ini sering digunakan untuk menganalisa gambar mikroskopis, pengukuran area, penghitungan partikel, segmentasi dan pengukuran fitur special atau temporal dari elemen biologis. Berbagai fitur yang digunakan dalam analisis gambar yaitu fungsi pararel, perhitungan, pengukuran, *output, scaling, plugin, macro* dan warna (Abramoff dkk., 2004). Penggunaan teknologi digital *image processing* dan analisis objek untuk melakukan visualisasi data dengan sampel daun dikumpulkan dan dicitrakan dengan kamera/*scanner*, selanjutnya citra diproses dengan *image J* untuk mendapatkan hasil pengukuran karakter morfometrik dan data landmark daun (Reinking, 2007).