

TA/TL/2020/1220

TUGAS AKHIR
DISTRIBUSI KONSENTRASI Pb, Cu, Zn PADA TANAMAN
MAHONI (*Swietenia Marcophylla*) SEBAGAI BIOINDIKATOR
PENCEMARAN UDARA DI UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Divia Septirizqia Salsabil

16513118

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2020

TUGAS AKHIR

DISTRIBUSI KONSENTRASI Pb, Cu, Zn PADA TANAMAN MAHONI (*Swietenia marcophylla*) SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN UDARA DI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



DIVIA SEPTIRIZQIA SALSABIL

16513118

Disetujui,

Dosen Pembimbing:

Suphia Rahmawati, Dr., S.T., M.T.

NIK: 155131313

Tanggal: 25 Juli 2020

Lutfia Isna Ardhavanti, S.Si., M.Sc.

NIK: 15510111

Tanggal: 20 Juli 2020

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc., ES., Ph.D.

NIK: 025100406

Tanggal: 31 Agustus 2020

HALAMAN PENGESAHAN

**DISTRIBUSI KONSENTRASI Pb, Cu, Zn PADA
TANAMAN MAHONI (*Swietenia marcophylla*)
SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN UDARA
DI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Sabtu

Tanggal : 25 Juli 2020

Disusun Oleh:

DIVIA SEPTIRIZQIA SALSABIL

16513118

Tim Penguji:

Suphia Rahmawati, Dr., S.T., M.T.

()

Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc.

()

Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc.

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 25 juli 2020

Yang membuat pernyataan,



Divia Septirizqia Salsabil

NIM: 16513118

PRAKATA

Dengan mengucapkan Syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya penulis telah diberi kemampuan untuk menyelesaikan penulisan tugas akhir tentang Pola Distribusi Konsentrasi Pb,Cu,Zn pada Tanaman Mahoni (*Swietenia Marcophylla*) di Universitas Islam Indonesia .

Penyusunan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik bagi Mahasiswa Program S1 Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan semangat, dukungan, dorongan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini perkenankan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan kemudahan dalam menjalani dan menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Eko Siswoyo, S.T.,M.Sc.ES.,M.Sc.,Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan UII.
3. Ibu Qorry Nugrahayu, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Teknik Lingkungan FTSP UII.
4. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. dan Ibu Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc. selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membantu dan membimbing sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Kedua orang tua yang senantiasa mendukung dan mendoakan untuk menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
6. Jendri Angelinus yang telah mengajari saya *ArcGIS* untuk kelancaran Tugas akhir ini dalam bidang pemetaan dan memberi dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini .
7. Fernanda Surya Irawan yang telah membantu dan memberi dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini .

8. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia khususnya Angkatan 2016 yang telah membantu banyak hal dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat berbagai kekurangan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi menyempurnakan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya dan dapat ditindaklanjuti dengan pengimplementasian saran.

Wassalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 27 Januari 2020

Divia Septirizqia Salsabil

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Divia Septirizqia Salsabil. Distribusi Konsentrasi Pb, Cu, Zn Pada Tanaman Mahoni (*Swietenia Marcophylla*) Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara Di Universitas Islam Indonesia . Dibimbing Oleh Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. dan Luthfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc.

Pencemaran udara yang disebabkan oleh aktivitas kendaraan bermotor yang menjadi faktor penyumbang emisi logam berat Pb, Cu, Zn dari bahan bakar solar dan rem. Salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran udara dilakukan pemanfaatan tanaman sebagai indikator pencemaran udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi dan persebaran polutan Pb, Cu, dan Zn yang diakumulasi oleh tanaman mahoni di UII. Sampel daun, udara dan tanah di destruksi dengan HNO_3 dan dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Berdasarkan hasil pengujian pada sampel udara, daun dan tanah didapat rata-rata konsentrasi Cu di udara sebesar $0,454 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pada tanah $0,48 \text{ mg}/\text{kg}$, dan di daun $0,170 \text{ mg}/\text{kg}$. Rata-rata konsentrasi Zn di udara sebesar $0,193 \mu\text{g}/\text{m}^3$, di tanah $0,37 \text{ mg}/\text{kg}$, dan di daun $0,207 \text{ mg}/\text{kg}$. Rata-rata konsentrasi Pb pada udara sebesar $0,038 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pada tanah $0,32 \text{ mg}/\text{kg}$, dan di daun $0,152 \text{ mg}/\text{kg}$. Dilakukan korelasi antara daun mahoni dengan udara dan tanah untuk mengetahui kekuatan korelasi antar variabel dalam penelitian ini menggunakan korelasi *pearson*. Konsentrasi Zn pada daun mahoni memiliki korelasi tinggi dengan tanah yaitu sebesar $0,826$ yang menunjukkan korelasi kuat dikarenakan Zn logam yang dibutuhkan oleh tanaman jadi logam tersebut sudah ada di tanah. Konsentrasi Cu di daun mahoni memiliki korelasi tinggi di udara yaitu sebesar $0,857$ dan konsentrasi Pb di daun mahoni memiliki korelasi dengan udara yaitu sebesar $0,705$ menunjukkan korelasi kuat dikarenakan logam Pb, Cu berasal dari aktivitas kendaraan bermotor.

Kata kunci: Kendaraan Bermotor, Mahoni, Pencemaran Udara, Seng (Zn), Tembaga (Cu), Timbal (Pb)

ABSTRACT

Divia Septirizqia Salsabil. *Distribution Patterns of Pb, Cu, Zn Concentration in Mahogany Shade (Swietenia Marcophylla) Plants at UII. Supervised by Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. and Luthfia Isna Ardhayanti, S.Si.,M.Sc.*

Air pollution caused by motor vehicle activity which contributes to the heavy metal emissions of Pb, Cu, Zn from diesel fuel and brakes. One effort to reduce air pollution is to use plants as an indicator of air pollution. This study aims to determine the concentration and distribution of Pb, Cu, and Zn pollutants accumulated by mahogany plants in UII. Leaf, air and soil samples were destroyed with HNO₃ and analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Based on the results of tests on air, leaf and soil samples obtained an average concentration of Cu in the air of 0.454 $\mu\text{g} / \text{m}^3$, on the ground 0.48 mg / kg, and on the leaves 0.170 mg / kg. The average concentration of Zn in the air was 0.193 $\mu\text{g} / \text{m}^3$, in the ground 0.37 mg / kg, and in leaves 0.207 mg / kg. The average concentration of Pb in the air was 0.038 $\mu\text{g} / \text{m}^3$, in the soil 0.32 mg / kg, and in the leaves 0.152 mg / kg. Correlation between the leaves of mahogany with air and soil to determine the strength of the correlation between variables in this study using Pearson correlation Zn concentration on mahogany leaves has a high correlation with soil that is 0.826 which shows a strong correlation due to the metal Zn needed by the plant so the metal is already in the soil. The concentration of Cu in mahogany leaves has a high correlation in air that is equal to 0.857 and the concentration of Pb in mahogany leaves has a correlation with air that is equal to 0.705 showing a strong correlation because the Pb metal, Cu is derived from motor vehicle activity.

Keywords: *Air Pollution, Copper (Cu), Lead (Pb), Mahogany, Motorized Vehicles, Zinc (Zn).*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2.Perumusan Masalah.....	2
1.4.Manfaat Penelitian.....	2
1.5.Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pencemaraan Udara	5
2.1.1.Timbal (Pb).....	6
2.1.2.Tembaga (Cu)	7
2.1.3.Seng (Zn)	8
2.2.Mekanisme Penyebaran Logam Berat di Udara Sebagai Transportasi ke Tanaman	9
2.3.Mekanisme Penyebaran Logam Berat di Tanah Sebagai Transportasi ke Tanaman	10
2.4.Mekanisme Penyerapan Logam Berat Oleh Tanaman	11
2.5.Mahoni (<i>Swietenia macrophylla</i>)	13
2.6.Mapping.....	14
2.7.Penelitian Terdahulu.....	16
3.1.Tahapan Penelitian	25
3.1.1.Studi Literatur	26
3.1.2.Observasi	27
3.2. Waktu Dan Tempat	27
3.3. Pengambilan Sampel Dan Analisis	28
3.3.1.Udara	28

3.3.2. Daun.....	31
3.3.3.Tanah	34
3.4. Jumlah Kendaraan	35
3.5.Analisis Data	35
3.5.1.Analisis data Konsentrasi Pb,Cu,Zn pada daun,udara dan tanah	36
3.5.2.Pola persebaran konsentrasi logam Pb,Cu,Zn pada daun mahoni	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	40
4.1. Kondisi Lingkungan Penelitian	40
4.2. Konsentrasi Logam Berat Pb, Cu,Zn Pada udara di Wilayah Kampus Terpadu UII	43
4.3. Konsentrasi Logam Berat Pb, Cu,Zn pada tanah di Wilayah Kampus Terpadu UII	50
4.4.Konsentrasi Logam Berat Pb,Cu,Zn Pada Daun Pohon Mahoni di Wilayah Kampus Terpadu UII.....	53
4.5.Korelasi Hubungan Antara Konsentrasi Logam Berat Pada Pohon Mahoni dengan Udara.....	58
4.6.Korelasi Hubungan Antara Konsentrasi Logam Berat Pada Pohon Mahoni dengan Tanah	62
4.7.Pemetaan Pola Persebaran Konsentrasi Logam Berat Pb,Cu,Zn Pada Sampel Daun Mahoni	66
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	71
5.1.Simpulan.....	71
5.2.Saran	73
LAMPIRAN	80

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu	16
Tabel 4. 1. Kondisi lokasi titik sampel	41
Tabel 4. 2. Hasil Perhitungan Total Suspended Particulate (TSP) di wilayah Kampus Terpadu UII	44
Tabel 4. 3. Data meteorologis lokasi Penelitian	48
Tabel 4. 4. Hasil Korelasi Logam Pb, Cu, Zn dengan Suhu, Tekanan, Kelembapan	48

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Skema penyerapan Logam Berat Pada Tanaman	12
Gambar 2. 2. Pohon Mahoni	14
Gambar 3. 1. Diagram Alir Proses Tahapan Penelitian	26
Gambar 3. 2. Lokasi Pengambilan Sampel	28
Gambar 3. 3. Titik Pengambilan Sampel pada Udara	29
Gambar 3. 4. Alat Pengambilan Sampel (a) HVAS (b) Anemometer	30
Gambar 3. 5 Titik Pengambilan Sampel Daun Mahoni	32
Gambar 3. 6. Alat Enggrek Dan Pengait	32
Gambar 3. 7. Sampel Daun Mahoni	33
Gambar 3. 8. Titik Pengambilan Sampel Tanah	34
Gambar 4. 1. Hasil Konsentrasi TSP 24 Jam di wilayah Kampus Terpadu UII	44
Gambar 4. 2. Perbandingan Hasil Konsentrasi Logam berat pada sampel udara	45
Gambar 4. 3. Perbandingan Jumlah Kendaraan Bermotor dengan Konsentrasi Logam Berat Pada Udara	50
Gambar 4. 4. Hasil Konsentrasi Logam berat pada sampel tanah.....	51
Gambar 4. 5. Konsentrasi Logam Berat Timbal Pb, Cu, Zn Pada Sampel Daun Mahoni	54
Gambar 4. 6. Boxplot Konsentrasi Logam Berat Pb, Cu, Zn Pada Sampel Daun Mahoni Musim Kemarau Dan Musim Hujan	57
Gambar 4. 7. Titik Daun Mahoni dan Titik Udara	59
Gambar 4. 8. Regresi Logaritma Timbal (Pb) Pada Udara Dengan Sampel Daun Mahoni	60
Gambar 4. 9. Regresi Logaritma Tembaga (Cu) Pada Udara Dengan Sampel Daun Mahoni	61
Gambar 4. 10. Regresi eksponensial Seng (Zn) Pada Udara Dengan Sampel Daun Mahoni	62

Gambar 4. 11. Regresi Linier Timbal (Pb) Pada Tanah Dengan Sampel Daun Mahoni	63
Gambar 4. 12. Regresi Linier Tembaga (Cu) Pada Tanah Dengan Sampel Daun Mahoni	64
Gambar 4. 13. Korelasi Seng (Zn) Pada Tanah Dengan Sampel Daun Mahoni.....	65
Gambar 4. 14. Peta persebaran logam berat Pb pada sampel daun mahoni pada musim kemarau dan musim hujan	66
Gambar 4. 15. Peta persebaran logam berat Cu pada sampel daun mahoni pada musim kemarau dan musim hujan	67
Gambar 4. 16. Peta persebaran logam berat Zn pada sampel daun mahoni pada musim kemarau dan musim hujan	68

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kendaraan bermotor menyumbang 85% pencemaran udara yang mengandung timbal, seng dan tembaga. Menurut Layola (2009), penggunaan bahan bakar solar dan rem pada kendaraan menjadi menyumbang emisi logam berat Zn, Cu, di udara. Dalam melakukan aktivitas di kampus, mahasiswa, dan pegawai menggunakan kendaraan bermotor untuk dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat lainnya, maka hasil dari pembakaran bahan bakar pada mesin mobil dan motor dapat menjadi penyumbang terbesar logam berat di udara seperti timbal, tembaga dan seng. Penyebaran bahan pencemar yang diemisikan dari kendaraan bermotor memiliki pola penyebaran spasial yang meluas. Dengan meningkatnya polusi udara di wilayah kampus terpadu UII diharapkan tanaman peneduh dapat menyerap logam berat dan partikel pencemar yang berada di wilayah kampus.

Tanaman peneduh dapat berfungsi sebagai indikator pencemaran udara untuk mencegah terjadinya pencemaran udara serta mengestimasi tingkat dampak pencemaran udara. Tanaman peneduh ditanam di pinggir jalan raya berfungsi sebagai penyerap unsur pencemar secara kimiawi dan juga secara fisik dan untuk kemampuan masing-masing tumbuhan menyesuaikan diri berbeda-beda sehingga menyebabkan tingkat kepekaan tumbuhan berbeda-beda. Salah satu tanaman peneduh yang dapat digunakan untuk menjadi bioindikator yaitu mahoni. Tanaman peneduh mahoni (*Swietenia macrophylla*) bisa mengurangi polusi udara sekitar 47% - 69% sehingga disebut sebagai pohon pelindung sekaligus filter udara. Daun mahoni bertugas menyerap polutan-polutan di sekitarnya. Sebaliknya, dedaunan itu akan melepaskan oksigen yang membuat udara di sekitarnya menjadi segar (Kartikasari, 2014).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian tersebut mengenai persebaran Logam Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Seng (Zn) pada daun tanaman peneduh mahoni (*Swietenia macrophylla*) di lingkungan kampus terpadu Universitas Islam Indonesia yang bertujuan untuk mengetahui penyerapan polusi udara pada tanaman mahoni dan dapat melihat kadar logam berat dari sampel daun tanaman mahoni tersebut.

1.2. Perumusan Masalah

Pada penelitian ini, rumusan masalah yang akan dibahas, yaitu :

1. Berapa kadar Pb, Cu, Zn yang terakumulasi pada daun tanaman peneduh mahoni (*Swietenia macrophylla*), udara dan tanah ?
2. Bagaimana korelasi antara kadar Pb, Cu, dan Zn pada daun tanaman dengan, kadar Pb, Cu, dan Zn pada udara, dan tanah, serta jumlah kendaraan ?
3. Bagaimana pola persebaran kadar Pb, Cu, dan Zn pada daun tanaman Mahoni di Universitas Islam Indonesia sebagai bioindikator ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis kadar Pb, Cu, Zn yang terakumulasi pada daun tanaman peneduh mahoni (*Swietenia macrophylla*), udara dan tanah.
2. Menganalisis korelasi antara kadar Pb, Cu, dan Zn pada daun tanaman mahoni (*Swietenia macrophylla*) dengan kadar Pb, Cu, dan Zn pada udara, kadar Pb, Cu, dan Zn pada tanah dan jumlah kendaraan.
3. Mengetahui pola persebaran kadar Pb, Cu, dan Zn pada daun tanaman Mahoni di Universitas Islam Indonesia sebagai bioindikator.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini meliputi :

- a. Bagi Mahasiswa

Penelitian Ini sebagai syarat dalam memenuhi gelar sarjana Teknik Lingkungan dari Universitas Islam Indonesia dan dapat menerapkan ilmu teknik lingkungan

khususnya terhadap masalah masalah tentang pencemaran udara dan kemampuan tanaman sebagai bioindikator.

b. Bagi Masyarakat

Penelitian ini sebagai pengetahuan untuk masyarakat mengenai tanaman sebagai indikator pencemaraan udara dan mengetahui pohon mahoni sebagai biondikator untuk logam berat dan dapat menanam tanaman untuk indikator pencemaraan udara di lingkungan masyarakat

1.5.Ruang Lingkup

Ruang Lingkup dari Penelitian Ini Adalah Sebagai Berikut :

1. Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2019 hingga bulan Januari 2020 di lingkungan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia.
2. Pengujian kadar Pb, Cu, dan Zn pada daun tanaman peneduh Mahoni (*Swietenia macrophylla*), udara dan tanah yang ada di Univeritas Islam Indonesia dan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan UII
3. Penelitian dilakukan pada musim kemarau dan musim hujan
4. Standar Nasional Indonesia (SNI) yang digunakan yaitu :
 - Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7119-3:2017 mengenai uji Total Suspended Particulate (TSP)
 - SNI 06-6989.8-2009 mengenai uji kadar timbal (Pb)
 - SNI 06-6989.6-2009 mengenai uji kadar Tembaga (Cu)
 - SNI 06-6989.7-2009 mengenai uji kadar Seng (Zn)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pencemaraan Udara

Emisi yang dihasilkan oleh kendaraan Bermotor berupa gas dan partikulat yang dapat terhirup melalui saluran pernapasan dan berisiko terhadap kesehatan manusia. Partikulat di udara yaitu *Total Suspended Particulate* (TSP) yang berukuran $\leq 100 \mu\text{m}$. TSP tersebut mengandung berbagai unsur logam berat diantaranya Pb, Cu dan Zn yang berbahaya terhadap kesehatan masyarakat sekitar apabila terpapar dalam waktu yang lama (Vinda,2017). Kandungan senyawa kimia utama partikulat halus adalah sulfat, nitrat, amonium, Pb, dan C, yang umumnya berasal dari reaksi fasa gas dan dari proses pembakaran seperti logam-logam berat seperti Cd, Cu, Zn, Se (Pakkanen, 2000). Karakteristik fisik dari partikulat adalah ukuran dan distribusinya dan berdasarkan ukurannya dibedakan atas dua kelompok yaitu partikel halus (ukuran kurang dari $2,5 \mu\text{m}$) dan partikel kasar (ukuran lebih dari $2,5 \mu\text{m}$). Perbedaan antara partikel halus dan kasar terletak pada sumber, asal pembentukan, mekanisme penyisihan, sifat optiknya, dan komposisi kimianya. Partikel halus dan partikel kasar ini dikelompokkan ke dalam partikel tersuspensi yang dikenal dengan TSP yaitu partikel dengan ukuran partikel kurang dari $100 \mu\text{m}$ (Ruslinda,2009). Partikel tersuspensi (TSP) adalah partikel kecil di udara seperti debu, fume, dan asap dengan diameter kurang dari $100 \mu\text{m}$ yang dihasilkan dari kegiatan konstruksi, pembakaran, dan kendaraan. Partikulat ini dapat terdiri atas zat organik dan anorganik (Slamet,2000).

Salah satu zat pencemar udara logam berat timbal (Pb) yang dihasilkan dari hasil pembakaran tidak sempurna pada mesin kendaraan dan timbal yang mencemari udara terdapat dalam dua bentuk yaitu bentuk gas dan partikel-partikel. Kendaraan bermotor juga turut menjadi faktor penyumbang emisi logam berat seng (Zn) selain dari hasil produksi industri. Menurut Layola (2009),

penggunaan bahan bakar solar dan rem pada kendaraan menjadi menyumbang emisi logam berat Zn, Cu di udara. Polusi udara dari kendaraan bermotor mengandung *Total Suspended Particulate* (TSP) yang dilepas ke udara ambien. Penggunaan bahan bakar yang mengeluarkan *Total Suspended Particulate* (TSP) telah diteliti mengandung lebih banyak logam berat, salah satunya seng (Zn) dibandingkan dengan debu. Sifat seng (Zn) yang mudah berikatan dengan oksida dapat menjadi sumber bergerak yang potensial terhadap penyebaran logam berat (Sipos, 2012).

2.1.1. Timbal (Pb)

Timbal adalah logam yang sering disebut dengan timah hitam dan memiliki titik lebur rendah dan memiliki sifat kimi yang aktif sehingga dapat digunakan untuk melapisi logam agar tidak terjadi perkaratan. Pb adalah logam yang lunak dan memiliki bilangan oksidasi +2 (Sunarya, 2007). Timbal merupakan logam berat berbahaya bagi makhluk hidup karena bersifat karsinogenik dan menyebabkan mutasi terurai dalam jangka waktu lama dan toksistasnya dan logam Pb juga dapat mencemari air, udara, tanah hewan dan manusia (Brass & Strauss, 1981).

Kendaraan bermotor menjadi salah satu sumber utama pencemaran udara, karena mengandung berbagai emisi gas buang yang berbahaya dan berdampak negatif terhadap kesehatan manusia, hewan, tumbuhan dan infrastruktur lain di sekitarnya. Untuk meningkatkan bilangan oktan pada bahan bakar kendaraan bermotor biasanya menambahkan suatu cairan kimia yang dapat mengurangi letupan selama proses pembakaran di dalam mesin. Cairan anti letupan yang lazim dipakai adalah timbal tetraetil ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$) dan timbal tetrametil ($\text{Pb}(\text{CH}_3)_4$) atau campurannya. Senyawa ini pada proses pembakaran akan melepaskan partikel-partikel Pb dalam bentuk PbCl_2 , PbBr_2 , PbBrCl , PbO , dan PbO_4 tidak larut dalam air dan sisanya dilepaskan ke udara (Wardhana 2001).

Pencemaran logam Pb dapat menimbulkan pengaruh negatif pada klorofil karena sebagian besar diakumulasi oleh organ tanaman, yaitu daun, batang, akar dan tanah. Tanaman dapat menyerap logam Pb pada saat kondisi kesuburan dan

kandungan bahan organik tanah rendah, pada keadaan ini Pb akan terlepas dari ikatan tanah berupa ion dan bergerak bebas dalam larutan tanah, maka akan terjadi serapan Pb oleh akar tanaman, pada konsentrasi yang tinggi (100-1000 mg/kg)

Timbal yang di keluarkan oleh aktivitas kendaraan bermotor dari asap kendaraan bermotor berubah antara 0,08-1,00 mg dengan masa tinggal di udara selama 4-40 hari Seani (1989).Masa tinggal yang lama ini menyebabkan partikel timbal dapat disebarkan angin hingga mencapai jarak 100- 1000 km dari sumbernya. Di alam diketahui 200 jenis mineral timbal, tetapi hanya beberapa saja yang penting misalnya galena (PbS), rusit ($PbCO_3$), anglesit ($PbSO_4$). Timbal juga terbentuk bersama dengan Zn dalam batuan. Badan dunia WHO (1994) telah menetapkan batas maksimal serapan timbal oleh manusia dewasa sebesar 400 - 450 $\mu\text{g/hari}$.

2.1.2.Tembaga (Cu)

Tembaga atau *copper* (Cu) berbentuk kristal dan memiliki warna kemerahan.Tembaga dalam tabel periodic unsur dan memiliki nomor atom (NA) 29 dan memiliki berat atom (BA) 63,546. Tembaga di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral (Palar, 2004).

Keberadaan unsur tembaga di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas,dan ditemukan dalam bentuk persenyawaan dan senyawa padat dalam bentuk mineral (Palar,2004). Ikatan kompleks Cu yang terjadi dalam sedimen laut adalah yang paling stabil,sementara yang terbentuk dalam kolom air laut stabilitasnya paling rendah (Sanusi, 2006).

Logam Cu di alam ditemukan dalam bentuk logam bebas, tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk senyawa padat bentuk mineral. Logam Cu seperti juga unsur-unsur mikro lainnya, bersumber dari hasil pelapukan dan pelarutan mineral-mineral yang terkandung dalam bebatuan (Alloway 1995).

Logam Cu diserap oleh akar tanaman dalam bentuk Cu^{2+} yang berperan dalam proses oksidasi, reduksi, dan pembentukan enzim. Logam Cu dalam tanah dalam bentuk Cu^{2+} yang terikat kuat oleh matrik tanah yang terdiri dari kompleks liat dan

humus atau senyawa-senyawa organik yang berasal dari reaksi perombakan bahan organik. Tanda-tanda kekurangan Cu pada tanaman yaitu terjadi kelainan pada bagian daun, ujung daun layu, dan daun yang muda menjadi klorosis (Lahuddin 2007)

Kadar Cu dalam larutan tanah meningkat dengan meningkatnya pH tanah atau sebaliknya, hal ini disebabkan Cu terikat kuat pada matrik tanah. Logam Cu dapat stabil dalam tanah setelah mengalami reaksi-reaksi hidrolisis, pembentukan kompleks anorganik dan organik, adsorpsi Cu pada berbagai jenis mineral liat. Kelebihan kadar Cu dalam tanah yang melewati ambang batas akan mejadi pemicu terjadinya keracunan khususnya pada tanaman(Lahuddin 2007).

2.1.3.Seng (Zn)

Seng (Zn) merupakan unsur umum di alam yang termasuk ke dalam golongan unsur hara mikro, yaitu unsur hara yang diperlukan dalam jumlah yang sedikit. Seng merupakan logam putih kebiruan berkilau yang cukup reaktif apabila bereaksi dengan oksigen dan merupakan jenis logam yang tidak mudah teruraikan di udara. Seng berguna bagi pembuatan aloi serta galvanisasi besi dan baja (Daintith, 1990).

Emisi logam berat seng (Zn) hasil produksi industri tersebut dilepaskan ke udara ambien, berakumulasi dengan partikel lain yang ada di udara. Menurut Hettich (2001), seng (Zn) di udara pada umumnya berikatan dengan partikel aerosol yang ditentukan berdasarkan dari jenis sumber emisinya.

Zink (Zn) merupakan unsur mikro esensial untuk tumbuhan tingkat tinggi. Zn berfungsi sebagai penyusun pati dan aktivator enzim (aldolase, asam aksalat dekarboksilase, histidin, superoksida demutase dan lain-lain), pembentukan klorofil, dan metabolisme karbohidrat. Mineral-mineral sebagai sumber utama yang kaya Zn dalam tanah adalah ZnS, dan sumber yang sangat kecil dari mineral-mineral $ZnCO_3$, ZnO, $ZnSO_4$ dan $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ (Lahuddin 2007).

Logam Zn adalah komponen alam yang terdapat di kerak bumi. Adsorpsi Zn dalam tanah dapat terjadi karena adanya bahan organik dan mineral liat. Mineral Zn yang ada dalam tanah antara lain ZnS, (ZnFe)S, dan $ZnCO_3$. Pelarutan mineral

terjadi secara alami sehingga unsur yang terkandung di dalamnya terbebas dalam bentuk ion. Zn^{2+} yang terbebas mengalami proses lanjut, terikat dengan matrik tanah atau bereaksi dengan unsur-unsur lain (Widowati *et al.* 2008).

Zn diserap oleh tanaman dalam bentuk ion Zn^{2+} dan dalam tanah alkalis diserap dalam bentuk monovalen $Zn(OH)^+$, di samping itu Zn diserap juga dalam bentuk kompleks khelat, misalnya Zn-EDTA. Kadar Zn dalam tanah berkisar antara 16-300 ppm dan dalam tanaman berkisar 20-70 ppm. Kelarutan Zn tinggi pada tanah yang keasamannya tinggi dan sebaliknya keasaman tanah rendah maka kelarutan Zn juga rendah (Lahuddin 2007).

2.2.Mekanisme Penyebaran Logam Berat di Udara Sebagai Transportasi ke Tanaman

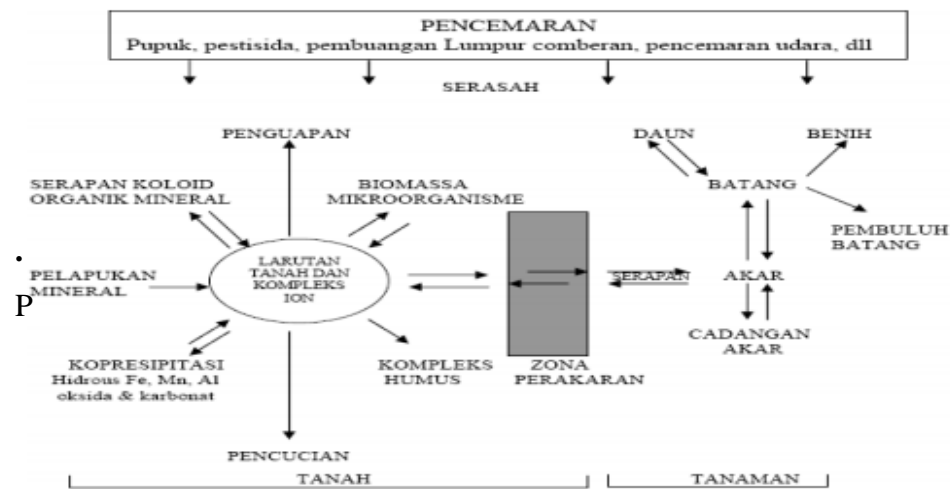
Partikel logam berat Pb yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor terdapat dalam bentuk $PbCl_2$, $PbBr_2$ Zn di atmosfer meningkat sesuai dengan meningkatnya kegiatan industri dan konsentrasi tinggi ditemukan di daerah industri. Zn diserap tanaman melalui daun dalam bentuk Zn, dan sisanya dilepas ke udara (Wardhana 1995). Sumber ini yang tergolong besar adalah pembakaran, asap dari pabrik-pabrik yang mengolah senyawa timbal alkil, timbal oksida, peleburan biji timbal dan transfer bahan bakar kendaraan bermotor, karena senyawa timbal alkil yang terdapat dalam bahan bakar tersebut dengan sangat mudah menguap. Menurut Wardhana (2004), secara umum penyebab pencemaran udara secara alamiah yaitu Debu yang beterbangan akibat tiupan angin dan Abu (debu) yang dikeluarkan dari letusan gunung berapi berikut gas – gas vulkanik yang mengandung logam berat yaitu Cu.

Zn diduga berasal dari ban kendaraan bermotor, Cu dari ausnya bagian-bagian kendaraan bermotor, dan berasal dari resuspensi debu yang terdapat di permukaan tanah dari jalan yang terbawa oleh kendaraan bermotor, Cu dan Zn juga berasal dari pelumas kendaraan bermotor (Lenntech, 2012). Menurut Wedling dalam Flanagan (1980), tumbuhan dapat tercemar logam berat melalui stomata daun dari udara ini dikarenakan di dalam tanah hanya sebagian kecil logam berat yang terlarut dalam air.

Penyerapan pada daun terjadi karena logam berat di udara masuk ke dalam daun melalui proses penyerapan pasif dan partikel logam berat di udara yang menempel pada permukaan daun berasal dari proses sedimentasi akibat gaya gravitasi yang menyebabkan menumpuknya partikel pada permukaan daun bagian atas. Logam berat di udara masuk melalui daun kemudian diikat oleh membran-membran sel, mitokondria dan kloroplas dan partikel tersebut masuk ketika stomata terbuka sehingga mengganggu masuknya CO₂ dan menyebabkan masuknya polutan gas ke dalam stomata daun.

2.3. Mekanisme Penyebaran Logam Berat di Tanah Sebagai Transportasi ke Tanaman

Logam berat dalam tanah pada prinsipnya berada dalam bentuk bebas maupun tidak bebas. Dalam keadaan bebas, logam berat dapat bersifat racun dan terserap oleh tanaman sedangkan dalam bentuk tidak bebas dapat berikatan dengan hara, bahan organik, ataupun anorganik lainnya. Pada kondisi tersebut, logam berat selain mempengaruhi ketersediaan hara tanaman juga dapat mengkontaminasi hasil tanaman. Jika logam berat memasuki lingkungan tanah, maka akan terjadi keseimbangan dalam tanah, kemudian akan terserap oleh tanaman melalui akar, dan selanjutnya akan terdistribusi ke bagian tanaman lainnya. Mekanisme logam berat dalam tanah dan tanaman di tunjukkan pada **Gambar 2.1.**



Gambar 2. 1. Mekanisme logam berat dalam tanah dan tanaman

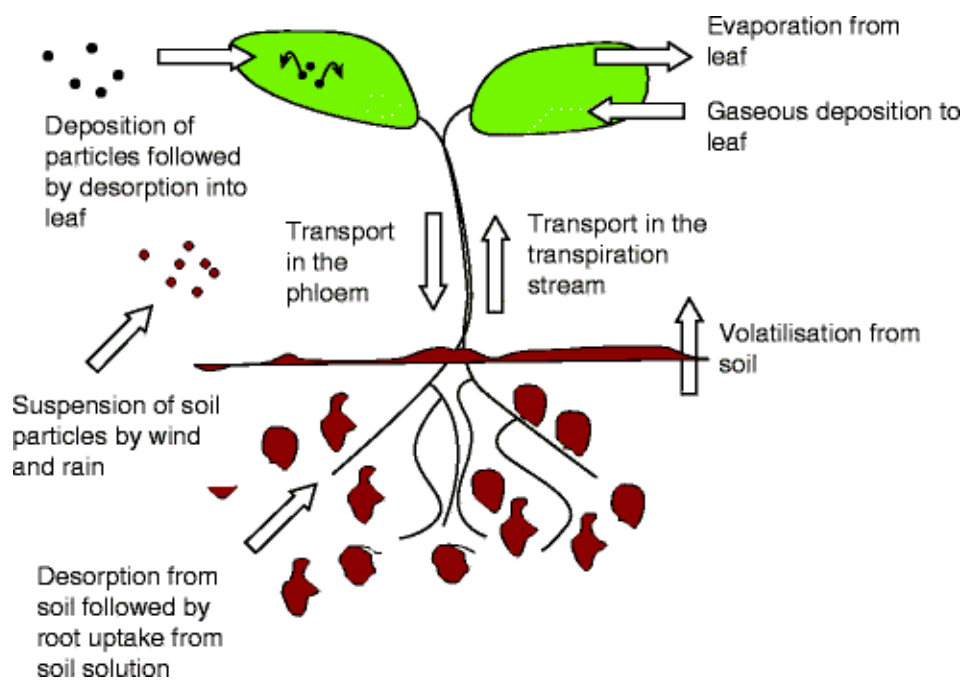
Sumber : Alloway, 1995

Penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dibagi menjadi tiga proses, yaitu : Pertama, penyerapan oleh akar. Agar tanaman dapat menyerap logam, maka logam harus dibawa ke dalam larutan di sekitar akar (rizosfer) dengan beberapa cara bergantung pada spesies tanaman. Senyawa-senyawa yang larut dalam air biasanya diambil oleh akar bersama air, sedangkan senyawa-senyawa hidrofobik diserap oleh permukaan akar. Kedua, translokasi logam dari akar ke bagian tanaman lain. Setelah logam menembus endodermis akar, logam atau senyawa asing lain mengikuti aliran transpirasi ke bagian atas tanaman melalui jaringan pengangkut (*xylem* dan *floem*) ke bagian tanaman lainnya. Ketiga, lokalisasi logam pada sel dan jaringan. Hal ini bertujuan untuk menjaga agar logam tidak menghambat metabolisme tanaman. Sebagai upaya untuk mencegah peracunan logam terhadap sel, tanaman mempunyai mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar (Priyanto dan Prayitno 2004).

2.4. Mekanisme Penyerapan Logam Berat Oleh Tanaman

Tumbuhan mempunyai kemampuan menjerap dan mengakumulasi zat pencemar. Tumbuhan melalui daunnya dapat menangkap partikel timbal yang

diemisikan kendaraan bermotor kemampuan tanaman dalam menyerap logam berat sangat dipengaruhi keadaan permukaan daun tanaman. Daun yang mempunyai bulu (*pubescent*) atau daun yang permukaannya kasar (berkerut) mempunyai kemampuan yang lebih tinggi dalam menyerap timbal, daripada daun yang mempunyai permukaan lebih licin dan rata. Daun mahoni lebih memiliki morfologi dengan permukaan daun kasar dan tidak rata. Maka dari itu kemampuan daun tanaman menyerap suatu polutan dipengaruhi oleh karakteristik morfologi daun, seperti ukuran dan bentuk daun, adanya rambut pada permukaan daun dan juga tekstur daun (Siriningo, 2000). Skema penyerapan logam berat oleh tanaman di tunjukkan pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2. 2. Skema penyerapan Logam Berat Pada Tanaman

Sumber : Dhanker, 2011

Tanaman juga menyerap logam berat melalui daun dengan stomatanya lewat debu atau *Particulate Matter* (PM) yang mengandung logam berat (Martinez, 2014). Proses fotosintesis merupakan pembentukan zat makanan seperti glukosa

yang dilakukan oleh tanaman, proses tersebut akan melepaskan air dan menyerap CO₂ dan gas lainnya termasuk polutan di udara melalui stomata (Jaswiah et al, 2016). Sinar matahari dan CO₂ akan masuk melalui stomata pada daun dan air akan diserap dari akar menuju permukaan daun, dari proses tersebut akan menghasilkan O₂ dan glukosa sehingga sel dapat menggunakannya untuk beraktivitas (Ratnawulan, 1999).

Logam berat dapat mempengaruhi pertumbuhan pada tanaman akan terhambat sehingga menyebabkan daun akan lebih kecil (Kovacevic et al, 1999). Dalam penelitian Nicholls (2003) logam berat dapat merusak semua permukaan daun kecuali akar, sehingga tanaman masih dapat tumbuh, ada kemungkinan tanaman yang telah digunakan melakukan translokasi konsentrasi dari akar ke daun yang kemudian akan mati dan menggantinya dengan yang baru.

Tumbuhan dapat tercemar logam berat melalui penyerapan akar dari tanah atau melalui daun dari udara. Faktor yang dapat mempengaruhi kadar timbal dalam tumbuhan yaitu jangka waktu kontak tumbuhan dengan timbal, kadar timbal dalam perairan, morfologi dan fisiologi serta jenis tumbuhan. Dua jalan masuknya timbal ke dalam tumbuhan yaitu melalui akar dan daun. Timbal setelah masuk ke dalam tumbuhan akan diikat oleh membran sel, mitokondria dan kloroplas, sehingga menyebabkan kerusakan fisik. Kerusakan tersembunyi dapat berupa penurunan penyerapan air, pertumbuhan yang lambat, atau pembukaan stomata yang tidak sempurna (Hutagalung, 1982).

2.5.Mahoni (*Swietenia macrophylla*)

Tanaman mahoni merupakan salah satu tanaman yang dianjurkan untuk pengembangan HTI (Hutan Tanaman Industri). Mahoni dalam klasifikasinya termasuk famili *Meliaceae*. Ada dua spesies yang cukup dikenal yaitu: *S. macrophylla* (mahoni daun lebar) dan *S. mahagoni* (mahoni daun sempit). Kedudukan mahoni dalam taksonomi tumbuhan adalah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)

Divisi : *Magnoliophyta* (Tumbuhan berbunga)

Kelas : *Magnoliopsida* (berkeping dua / dikotil)

Ordo : *Sapindales*

Famili : *Meliaceae*

Genus : *Swietenia*

Spesies : *Swietenia macrophylla* King.

(Suhono, 2010)

Batang tanaman ini mencapai tinggi 10-20 m, berwarna coklat tua keabuaabuan, dan memiliki banyak cabang sehingga kanopi berbentuk payung dan sangat rimbun (Suhono, 2010)., daun mahoni bertandan dan menyirip yang panjangnya berkisar 35-50 cm, tersusun bergantian, halus berpasangan, 4-6 pasang tiap daun, panjangnya berkisar 9-18 cm. Bunga kecil berwarna putih, panjang 10-20 cm, malai bercabang. (Joker, 2000) Dan Berikut Pohon Mahoni Dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2. 3. Pohon Mahoni

Sumber : Nilawati, 2011

2.6.Mapping

Sistem Informasi Geografis (*Geographic Information System/GIS*) atau disebut SIG merupakan sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi geografis. Data yang akan diolah pada SIG merupakan data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis dan merupakan lokasi yang memiliki sistem koordinat tertentu, sebagai

dasar referensinya. Sehingga aplikasi SIG dapat menjawab beberapa pertanyaan seperti; lokasi, kondisi, pola dan pemodelan. Kemampuan inilah yang membedakan SIG dari sistem informasi lainnya (Aronoff, 1989).

Sistem informasi geografis adalah sistem yang mendukung pengambilan keputusan spasial dan mengintegrasikan deskripsi lokasi dengan karakteristik fenomena yang ditemukan dan dapat memberikan gambaran yang komprehensif terhadap suatu masalah terkait spasial. Hasil penelitian yang diharapkan adalah data visual dalam bentuk peta-peta. Hasil penelitian dalam bentuk peta-peta dipilih karena peta sebagai salah satu bentuk penyajian data yang lebih informatif. Peta dapat menampilkan sebaran data serta lokasi data secara absolut sehingga pengguna dapat lebih mudah memahami gambaran seluruh data (Eddy, 2014).

ArcGIS adalah produk sistem *software* yang merupakan kumpulan (terintegrasi) dari produk-produk *software* lainnya dengan tujuan untuk membangun sistem SIG yang lengkap. *ArcGIS* desktop merupakan kumpulan aplikasi perangkat lunak SIG utama yang digunakan untuk mengkompilasi, menuliskan, menganalisis, memetakan, dan mempublikasikan informasi spasial. (Prahasta, 2011).

Isopleth merupakan peta yang dibuat dengan menghubungkan titik-titik yang memiliki nilai yang sama menggunakan suatu garis. Nilai-nilai tersebut bisa terdiri atas kuantitas, densitas dan intensitas. Peta isopleth biasanya dipertegas dengan memberikan pewarnaan dan bayangan pada nilai-nilai yang sesuai. Peta tersebut dibuat dengan menggunakan interpolasi sehingga sedikit menyulitkan dalam proses pembuatan (Kraak, 2013).

Penggunaan SIG dapat digunakan untuk memetakan hasil *biomonitoring* untuk menentukan hasil pola persebaran konsentrasi seperti contohnya pencemaran udara dan air atau distribusi limbah (*Committee on Human Biomonitoring for Environmental Toxicants*, 2006). Komponen SIG digunakan dalam pengaplikasian ilmu lingkungan.

2.7. Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang akan dilakukan untuk dapat mengetahui kadar timbal yang terakumulasi pada daun tanaman peneduh. Beberapa di antara dapat dilihat di **Tabel 2.1**.

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu

No	Judul penelitian	Peneliti	Hasil
1	Kajian Efektifitas Tanaman Dalam Menjerap Kandungan Pb di Udara. Analisis kandungan Pb pada daun pohon Mahoni dan daun pohon tanjung.	Hendrasarie, (2007).	Dalam daun Tanjung I (Pagi) total prosentase penjerapan selama 1 bulan sebesar 19,44 %, daun Tanjung II (Siang) sebesar 27,25 % dan daun Tanjung III (Sore) sebesar 44,22 %. Sedangkan dalam daun Mahoni I (Pagi) sebesar 27,62 %, daun Mahoni II (Siang) 34,54 % dan daun Mahoni sebesar 45,97 %.
2	Kajian Tanaman Penyerap Timbal (Pb) dan	Fitratul aini, Siti Mardiyah, Fitri	Tanaman Bintaro Merupakan

	Pengikat Karbondi lingkungan Kampus Universitas Jambi	Wahyuni,Aulia Uimillah dan Mahya Ihsan (2017)	tanaman yang paling tinggi kempauannya dalam menyerap timbal jika dibandingkan dengan Sampel tanaman Lainnya. (Glodongan Dan Mahoni)
3	Analisis Kemampuan Tanaman Semak Di Median Jalan Dalam Menyerap Logam Berat Pb	Fathia, dkk., (2015).	Tanaman yang memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap Pb (paling potensial) adalah, <i>Plumbago auriculata</i> <i>Pachystachys lutea</i> , <i>Irisine herbtsii</i> dan <i>Rhododendron obtusum</i> . Tanaman yang memiliki kemampuan sedang adalah <i>Pseuderanthemum reticulatum</i> , <i>Excoecaria cochinchinensis</i> , <i>Codiaeum variegatum</i> dan <i>Tabernae</i>

			<p>corymbosa varigata.</p> <p>Tanaman yang memiliki kemampuan rendah dalam menyerap Pb adalah Bougenvilia spectabilis, Cordyline fruticosa Dracaena marginata tricolor, Dracaena reflexa, Osmoxylum lineare, Syzygium oleina dan Tabernae corymbosa</p>
4	Kajian efektivitas tanaman dalam menyerap kandungan Pb di Udara	Novirina Hendrasarie (2007)	Tanaman yang Paling tinggi menyerap kadar timbal di udara adalah tanaman tanjung III dengan presentase 88.25%
5	<i>Heavy Metal Content Test Plumbum In Shade Plants in Road Bandung Protocol.</i>	Ramis Sufariz (2016)	Diperoleh kesimpulan bahwa tanaman mahoni sebagai tanaman yang bisa dijadikan bioremediasi polutan, dan Jl. Tamansari, Jl. Cihampelas, dan

			<p>Jl.R.E.Martadinata menyatakan bahwa terdapat perbedaan kadar polutan logam berat Plumbum serta Jl. R.E.Martadinata menunjukkan sebagai jalan yang memiliki kadar polutan yang lebih tinggi dibandingkan Jl. Tamansari dan Jl. Cihampelas.</p>
6	<p>Pola Sebaran Spasial Konsentrasi Partikel Timbal Di Sekitar Jalur Hijau Jalan (Studi Kasus Jalur Hijau Acacia Mangium, Jalan Tol Jagorawi)</p>	<p>Cecep Kusmana, Nizzar Nasrullah (2012)</p>	<p>Pengaruh jalur hijau jalan dalam menurunkan konsentrasi partikel timbal udara ambien pada isopleth ditunjukkan adanya perubahan pola kontur, yaitu dari kontur rapat ke kontur yang renggang.</p>
7	<p><i>Lead Isotopic Fingerprinting and it's Application in Lead Pollution Studies in</i></p>	<p>Hefa Cheng (2009)</p>	<p>Isotopic fingerprinting timbal berhasil diaplikasikan untuk</p>

	<i>China</i>		mengetahui sumber timbal di China termasuk dalam aerosol atmosfer, tanaman, sedimen, and organisme aquatic.
8	<i>Lead isotopic fingerprinting of aerosols to characterize the sources of atmospheric lead in an industrial city of India</i>	Michael Bizim (2016)	Studi ini menunjukkan bahwa pembagian sumber Pb hanya berdasarkan pada isotop Pb dan rasio jejak logam dapat digabungkan dengan isotop Pb sebagai pelacak sumber tambahan. Kombinasi isotop Pb dan data jejak logam menunjukkan bahwa sumber Pb antropogenik utama yang masuk akal dalam aerosol Kanpur berasal dari emisi industri.
9	<i>Mapping urban air pollution using GIS: a regression-based approach</i>	David J (2010)	Seperti yang ditunjukkan oleh hasil Amsterdam dalam

			<p>penelitian ini, persamaan regresi mungkin agak kontra-intuitif, dan karena itu mungkin tidak valid di luar area studi tertentu. Namun demikian, di mana model regresi dikembangkan dari prinsip-prinsip dasar yang jelas, diharapkan bahwa model-model tersebut akan lebih valid secara umum. Sifat pemetaan regresi yang bersifat empiris juga merupakan bagian dari kekuatannya, karena, tidak seperti pemodelan dispersi formal, pemetaan ini dapat dengan mudah disesuaikan dengan keadaan lokal dan ketersediaan data. Dengan</p>
--	--	--	---

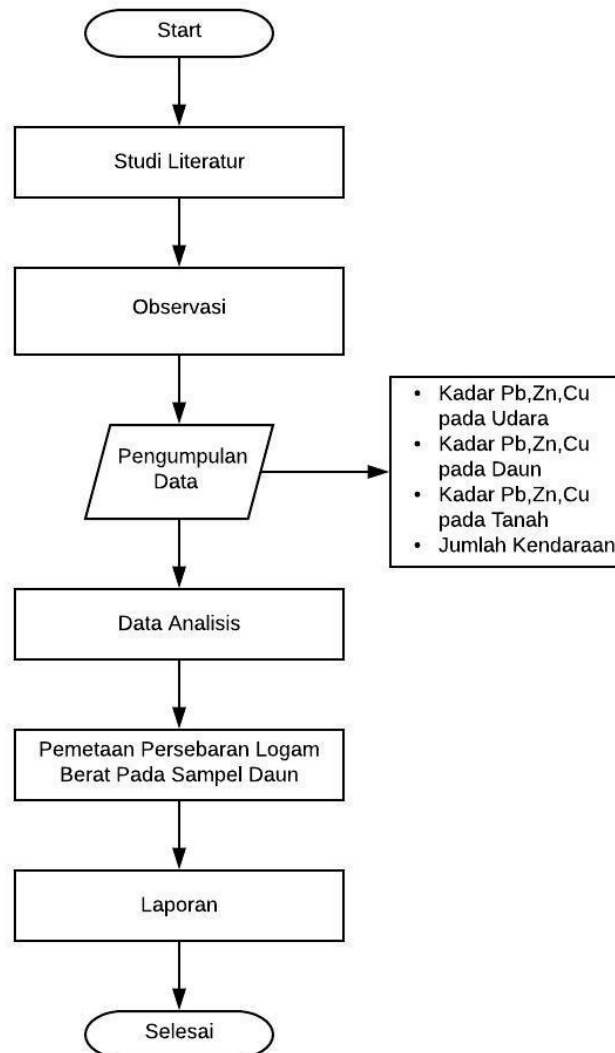
			demikian memungkinkan penggunaan optimal dari data yang tersedia. Dalam studi area kecil, di mana data yang dipantau langka dan di mana kebutuhan untuk peta resolusi tinggi adalah yang terpenting, pemetaan regresi berbasis GIS
10	Bioakumulasi <i>Sansiviera Trifasciata</i> dalam menangkap logam berat Pb, Zn, dan Cu di <i>boulevard UII</i>	Ringgo Agam Putra (2018)	Berdasarkan hasil analisis untuk akumulasi logam berat pada kedua jenis tanaman, dapat disimpulkan bahwa <i>S.Trifasciata African Dawn</i> dapat menyerap logam berat yang lebih banyak dengan nilai MAI 9,572 dibandingkan <i>S.Trifasciata NN</i> dengan nilai 7,502. Perbedaan penyerapan logam Pb, Zn, dan Cu dapat

			<p>disebabkan oleh aktivitas tanaman dalam proses fotosintesis, dan proses uptake seperti phytovolatilization. Ukuran daun, jumlah stomata, kerapatan stomata, dan jumlah klorofil pada daun juga menentukan tinggi atau rendahnya akumulasi logam berat yang ada ditanaman.</p>
11	<p>Analisis Logam Berat Pb, Zn, dan Cr pada Tiga Jenis Tanaman Peneduh Pinggir Jalan di Kota Batam Kepulauan Riau</p>	<p>Nilawati (2011)</p>	<p>Kadar Pb, Zn, dan Cr kadar terendah kadar Zn pada daun dan kulit akar pada tanaman akasia dan trembesi telah di atas batas kritis (400 ppm). Pada lokasi padat lalu lintas (lokasi 2) Pb banyak diserap oleh daun akasia. Pada lokasi padat industri-lalu lintas</p>

			(lokasi 3)Pb dan Zn banyak diserap oleh daun akasia dan daun angšana.
--	--	--	---

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

3.1. Tahapan Penelitian



Gambar 3. 1. Diagram Alir Proses Tahapan Penelitian

3.1.1. Studi Literatur

Dalam melakukan penelitian dilakukan studi literatur pada buku-buku, jurnal, dan penelitian yang telah dilakukan yang berkaitan dengan penelitian distribusi konsentrasi logam berat di daun mahoni, tanah dan konsentrasi logam berat pada udara. Data yang didapat dari studi literatur ini akan digunakan sebagai acuan untuk penelitian ini.

3.1.2.Observasi

Observasi dilakukan dengan cara survei langsung ke lapangan agar diketahui kondisi riil di lapangan secara garis besar, dan juga observasi titik *sampling* pohon mahoni untuk mengetahui berapa titik *sampling* yang diambil dengan melihat kondisi morfologi tanaman dengan melihat umur tanaman.

3.1.3.Pemetaan Persebaran Logam Berat Pada Daun

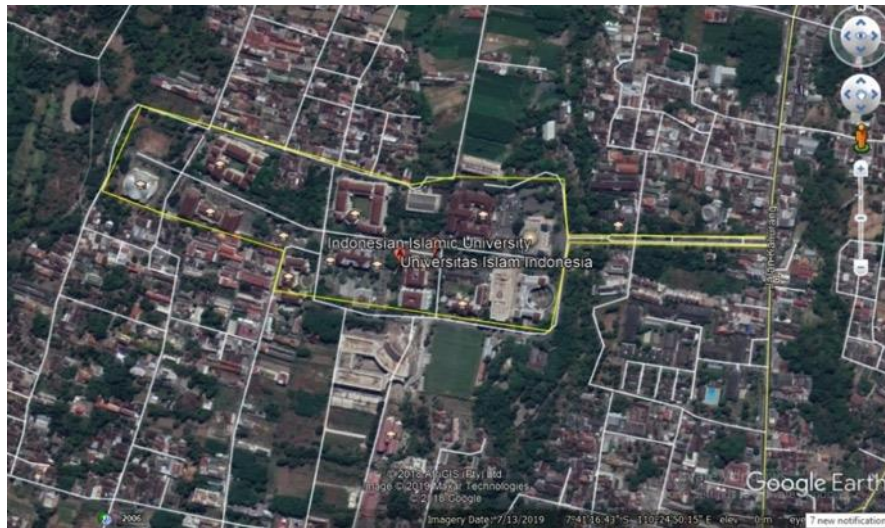
Pola Persebaran dengan menggunakan *software ArcGIS 10.3*, maka diperoleh pola sebaran spasial konsentrasi logam berat dan peta berupa grafik.

3.1.4.Laporan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari seluruh rangkaian kegiatan yang sudah dilakukan. Pembuatan laporan dilakukan untuk membahas data-data yang sudah di dapatkan dan penarikan kesimpulan dari penelitian ini.

3.2. Waktu Dan Tempat

Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan sampel daun mahoni , udara dan tanah di wilayah kampus terpadu Universitas Islam Indonesia kemudian dilakukan analisis logam berat (Pb, Cu, Zn) dalam setiap sampel. Untuk pengambilan sampel daun mahoni dilakukan 2 kali yaitu pada saat musim kemarau dan pada musim hujan sebanyak 33 sampel di setiap musim. Dan untuk pengambilan sampel udara dilakukan 1 kali yaitu pada saat musim hujan dan dilakukan pada 5 titik dan lama pengambilan sampel selama 1 minggu dan setiap harinya selama 6 jam dimulai pada Pukul 09.00-15.00 WIB. Untuk pengambilan sampel tanah dilakukan 1 kali yaitu pada saat musim hujan sebanyak 10 sampel tanah.



Gambar 3. 2.Lokasi Pengambilan Sampel

3.3. Pengambilan Sampel Dan Analisis

Pengumpulan data diperoleh dari pengujian kadar logam berat pada daun, tanah dan udara dan data jumlah kendaraan dari pusat informasi UII. Dan dengan melakukan pengambilan sampel pada daun Mahoni, udara dan tanah di wilayah Universitas Islam Indonesia.

3.3.1. Udara

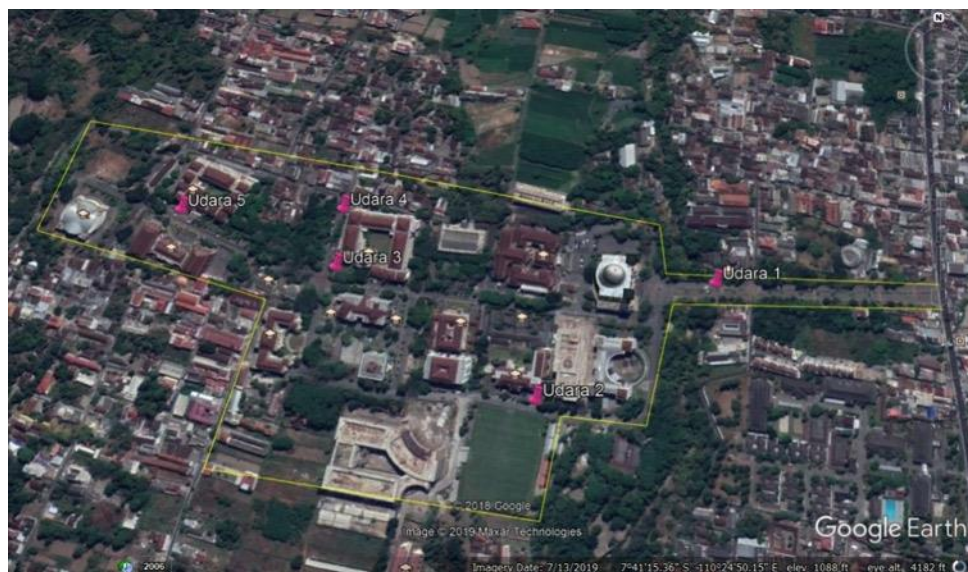
Menurut SNI 19-7119.6-2005 bagian 6 tentang penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara, terdapat beberapa kriteria yang dapat dipakai dalam menentukan suatu lokasi pemantauan kualitas udara ambien :

1. Area dengan konsentrasi pencemar tinggi, daerah yang didahulukan untuk dipantau hendaknya daerah-daerah dengan konsentrasi pencemar yang tinggi.
2. Area dengan kepadatan penduduk tinggi, daerah-daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi, terutama ketika terjadi pencemaran yang berat.

Berdasarkan periode waktunya, jenis pengambilan sampel ini masuk ke dalam jenis *longterm sampling*, yaitu pengambilan sampel yang dilakukan selama periode waktu 6 jam. Berdasarkan penempatan lokasinya,

jenis pengambilan sampel ini masuk ke dalam jenis area sampling karena pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui pajanan di lingkungan kerja dan diletakkan di lingkungan kerja (Lestari, 2007).

Berdasarkan dari kriteria diatas maka titik pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 3.3**.

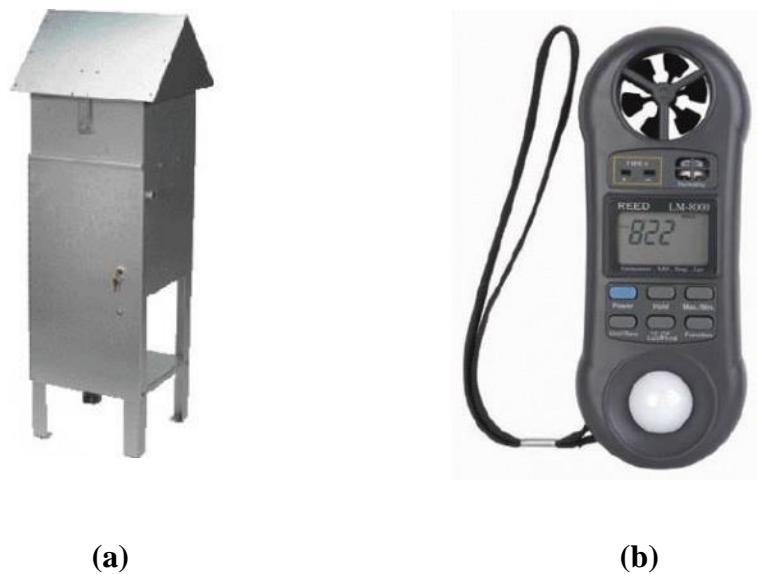


Gambar 3.3. Titik Pengambilan Sampel pada Udara

Dari titik pengambilan sampel udara ada 6 titik udara. Titik 1 terletak di boulevard dimana titik tersebut sebagai tempat keluar masuk kendaraan di UII dan merupakan daerah pencemar tinggi. Titik 2 terletak di depan D3 dimana lokasi tersebut tempat masuk kendaraan di UII dan dekat dengan tempat parkir. Titik 3 terletak di perempatan antara FTSP dan FMIPA dimana titik tersebut lokasi dengan konsentrasi pencemar tinggi dikarenakan banyak aktivitas kendaraan bermotor. Titik 4 terletak di dekat portal kimpulan dimana tempat keluar kendaraan bermotor. Titik 5 terletak di dekat GOR UII dimana titik tersebut sebagai *control* dikarenakan di lokasi tersebut tidak banyak aktivitas kendaraan bermotor. Dan pengukuran dilakukan selama 6 jam pada pukul 09.00-15.00 WIB .

Pengambilan sampel *Total Suspended Particulate* (TSP) di wilayah kampus sesuai SNI No.7119-3:2017 mengenai uji TSP metode gravimetri udara ambien, yaitu menggunakan media penyaring dengan alat Dalam

penelitian ini menggunakan alat *High volume air sampler* (merk Lokal dan tipe HVP-3300), Pada prinsipnya, HVAS akan menghisap udara ambien menggunakan kertas filter (fiber-glass, Staplex, TFAGF810 8"x10") HVAS dengan bantuan pompa vakum berlaju alir tinggi. Jumlah partikel yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan metode gravimetri (Mukhtar, 2014). Kertas filter pada alat HVAS yang akan digunakan dalam penelitian ini ada jenis filter micro fiberglass dengan porositas $< 0,3 \mu\text{m}$ dengan efisiensi pengumpulan partikulat sebesar 95% dengan ukuran diameter $0,3 \mu\text{m}$. Pada saat pengambilan sampel udara dilakukan juga pengambilan data meteorologis di lokasi penelitian untuk mengukur suhu udara, tekanan U dara dan Kelembapan Udara. dengan Anemometer (Lutron Lm, 8010). Alat HVAS Dan Anemometer dapat dilihat pada **Gambar 3.4**



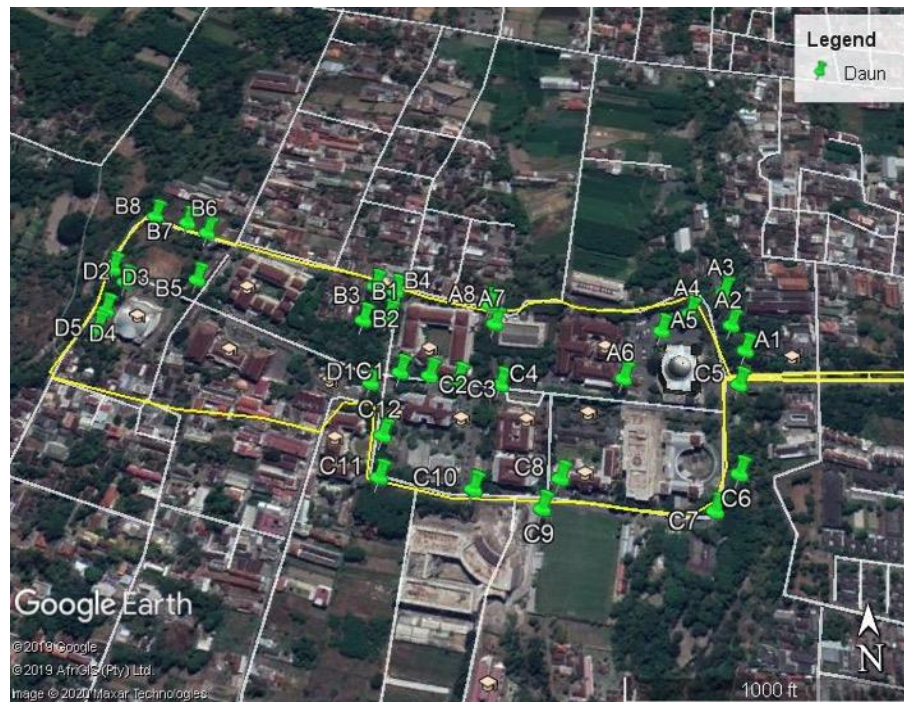
Gambar 3. 4.Alat Pengambilan Sampel (a) HVAS (b) Anemometer

Hasil analisis konsentrasi Pb,Cu,Zn dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) yang dilakukan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7119-4:2017 dengan destruksi basah menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom-Nyala (Seri GBC), pemanas listrik (Thermo Scientific). Untuk mendapatkan hasil analisis, diperlukan bahan-bahan yaitu HNO_3

pekat (Merck,65%), Aquades dan hidrogen peroksida (Merck,30%). Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) di konversi waktu sampling 6 jam menjadi 24 jam menggunakan persamaan canter sesuai dengan baku mutu konsentrasi di Udara ambien sesuai dengan PP No. 41 tahun 1999 yaitu sebesar $230 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

3.3.2. Daun

Pengambilan sampel Daun Mahoni yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *Cluster Sampling* teknik ini digunakan bila populasi tidak terdiri dari individu-individu, melainkan terdiri dari kelompok-kelompok individu atau *cluster* (Margono, 2004) dalam penelitian ini pohon mahoni yang berada di lokasi UII diidentifikasi dengan membuat cluster dan sampel yang diambil adalah pohon mahoni yang berumur tua yang lebih dari umur 3 tahun dan tinggi mahoni yang lebih dari 3 meter dan daun yang permukaannya kesat (berkerut) dikarenakan memiliki kemampuan yang lebih tinggi dalam menjerap zat pencemar dan kemudian setelah dibuat *cluster* dilakukan *stratified random sampling* merupakan proses pengambilan sampel melalui proses pembagian populasi kedalam strata, memilih sampel acak sederhana dari setiap stratum, dan menggabungkannya ke dalam sebuah sampel untuk menaksir parameter populasinya. Dari metode *stratified random sampling* maka akan diambil sampel sebanyak 33 pohon mahoni yang ada di wilayah kampus terpadu Universitas Islam Indonesia dan berikut titik pengambilan sampel pada daun mahoni **Gambar 3.5.**



Gambar 3. 5 Titik Pengambilan Sampel Daun Mahoni

Dari gambar 3.5 pengambilan pada setiap satu titik pengambilan sampel diambil 1 pohon mahoni dengan pengambilan daun (Pucuk,tengah,bawah) dengan menggunakan enggrek dan pengait.Alat enggrek dan pengait dapat dilihat pada **Gambar 3.6.**



Gambar 3. 6.Alat Enggrek Dan Pengait

Berdasarkan acuan SNI 19-0428-1998 tersebut maka prosedur pengambilan sampel dilakukan dengan sampel daun dimasukkan kedalam *plastic sealer* bersih dan kering, kemudian direkatkan dan diberi label. sampel daun mahoni yang diambil dapat dilihat pada **Gambar 3.7**.



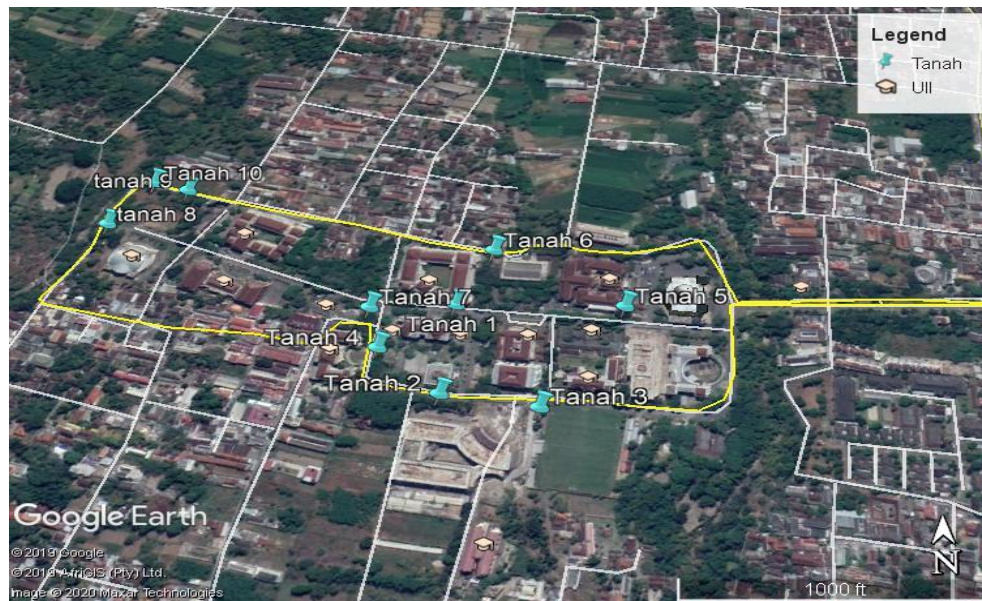
Gambar 3. 7.*Sampel Daun Mahoni*

Uji Kadar Pb, Zn, Cu Pada daun dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom-Nyala (Seri GBC) pada Timbal (Pb) Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 06-6989.8-2009 mengenai Cara uji kadar timbal dengan menggunakan spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 283,3 nm dan Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 06-6989.6-2009 mengenai Cara uji kadar Tembaga dengan panjang gelombang 324,7 nm dan Uji Kadar Seng (Zn) Sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 06-6989.7-2009 dengan panjang gelombang 213,9 nm. Dan Dilakukan Proses Destruksi sampel pada tumbuhan menurut Bassett (1978) dalam Hidayati (2009). Awalnya, mengambil sampel daun yang akan di uji kandungan Logam, daun yang diambil adalah daun yang terletak pada lapisan tajuk paling bawah, tengah dan atas tanaman untuk dapat mewakili kandungan logam di seluruh tanaman. Sampel yang baru diambil, diisolasi dengan dimasukkan ke dalam kantong-kantong plastik secara terpisah untuk mencegah pengurangan dan penambahan kembali logam timbal dalam daun tanaman. Lalu, daun ditimbang masing-masing sampel 10 gram setelah dipotong kecil-kecil dengan gunting. Sampel daun dikeringkan pada suhu 105°C di dalam Oven (*memmert, UN5553L*). Sampel daun hasil pengeringan oven diabukan dalam furnace (merek

muffle,F48010-33) bersuhu 600°C Selama 1 jam. Destruksi dilakukan dengan menggunakan HNO₃ pekat (Merck,65%) dan diuji menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom-Nyala (Seri GBC),

3.3.3.Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan di sepuluh titik. Sampel tanah yang diambil yaitu tanah yang berada di bawah pohon mahoni. Sampel tanah yang diambil dari masing-masing titik dengan kedalaman 10 cm. Sebelum diambil tanah tersebut dibersihkan dari sampah, kerikil/batuan, rumput-rumputan, dan juga akar-akaran agar sampel tanah tidak tercampur dengan sampah ataupun batuan. Peralatan yang digunakan untuk mengambil sampel tanah yaitu sekop kecil, dan kantung plastik untuk menyimpan masing-masing sampel. Berikut titik pengambilan sampel pada tanah dapat dilihat Pada **Gambar 3.8** .



Gambar 3. 8.Titik Pengambilan Sampel Tanah

Uji Kadar Pb, Zn, Cu Pada daun dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom-Nyala (Seri GBC) pada Timbal (Pb) Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 06-6989.8-2009 mengenai Cara uji kadar timbal dengan menggunakan spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 283,3 nm dan Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 06-6989.6-2009 mengenai Cara uji kadar Tembaga dengan panjang gelombang 324,7 nm dan Uji Kadar Seng (Zn) Sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 06-6989.7-2009 dengan panjang gelombang 213,9 nm. Dan Dilakukan Proses Destruksi sampel pada tumbuhan menurut Bassett (1978) dalam Hidayati (2009). Sebelum dilakukukan destruksi dilakukan Oven (memmert,UN5553L) dan diayak menggunakan mesh 50 untuk tanah lebih halus dan kering. Untuk Mengetahui Konsentrasi Logam berat Pada tanah dilakukan destruksi basah pada masing-masing sampel dan dilakukan secara duplo untuk mendapatkan hasil konsentrasi yang akurat. Untuk mendapatkan Konsentrasi Logam Berat Pb, Cu, Zn dengan menggunakan HNO₃ (Merck,65%) dan diuji dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom-Nyala (Seri GBC).

3.4. Jumlah Kendaraan

Jumlah kendaraan dari tanggal 11 November 2019 sampai 11 Desember yang masuk ke area parkir dapat diperoleh dari pusat informasi portal parkir kampus terpadu UII. Portal yang diambil data kendaraan yaitu Boulevard UII, D3,FTSP, FPSB, FTI,FMIPA ,Kimpulan .

3.5. Analisis Data

Setelah mendapatkan data-data yang diperoleh dari pengumpulan data selanjutnya dilakukan proses pengolahan data. Pengolahan data bertujuan untuk mempermudah dalam melakukan analisis data. Teknik analisa data yang digunakan yaitu analisa deskriptif .Analisa deskriptif yang digunakan adalah analisa deskriptif mean (rata-rata), median, modus, dan menyajikan dalam bentuk chart dan grafik menggunakan bantuan *Microsoft Excel* 2011.

3.5.1. Analisis data Konsentrasi Pb,Cu,Zn pada daun,udara dan tanah

Hasil dari pengujian menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom-Nyala pada sampel daun,udara,tanah diolah dengan analisis data statistik deskriptif dengan penyajian data melalui tabel distribusi frekuensi, tabel histogram, *mean*, dan *median*. Analisis statistik deskriptif yaitu distribusi frekuensi, rata-rata dan persentasi dengan bantuan program *Microsoft Excel* 2011. Teknik analisis dari penelitian ini adalah teknik analisis deskriptif kualitatif dengan menggunakan grafik dan tabel pada hasil konsentrasi logam berat pada daun,udara dan tanah dan hubungan temperatur udara, kelembaban, tekanan dan jumlah kendaraan bermotor dengan konsentrasi logam berat Pb,Cu,Zn pada udara dengan menggunakan grafik dan *bar chart* untuk mempermudah dalam pembahasannya. Data yang diperoleh dilakukan analisis korelasi yang bertujuan untuk mencari derajat hubungan antar variabel dan kekuatan korelasi antar variabel dalam penelitian ini menggunakan regresi dan korelasi *pearson* dengan menggunakan korelasi *pearson*. Persamaan regresi yang digunakan yaitu persamaan regresi logaritma, eksponensial dan linier. Dan pada korelasi *pearson* besarnya nilai koefisien korelasi tersebut terletak antara +1 sampai dengan -1. Jika koefisien korelasi bernilai positif, maka hubungan kedua variabel dikatakan searah, dan jika koefisien korelasi bernilai negatif maka hubungan kedua variabel tersebut tidak searah (Ridwan,2008). Berikut adalah analisis korelasi yaitu:

- Konsentrasi logam berat Pb,Cu,Zn pada udara dengan suhu,kelembapan dan tekanan udara
- Konsentrasi logam berat Pb,Cu,Zn pada daun mahoni dengan konsentrasi logam berat pada udara
- Konsentrasi logam berat Pb,Cu,Zn pada daun mahoni dengan konsentrasi logam berat pada tanah

Menurut (Ridwan,2008) Koefisien Korelasi (r) dikategorikan dalam beberapa kelompok Berikut:

Tabel 3. 1. Koefisien korelasi (r)

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,800-1,00	Sangat Kuat
0,600-0,799	Kuat
0,400-0,599	Cukup Kuat
0,200-0,399	Lemah
0,00-0,199	Sangat Lemah

Ukuran korelasi disebut koefisien korelasi, dan disingkat dengan r . Nilai r berkisar antara -1 hingga $+1$, termasuk 0 . Semakin besar nilai r (mendekati angka 1), maka semakin erat antara hubungan kedua variabel tersebut. Sebaliknya, semakin kecil nilai sebuah korelasi (mendekati angka 0), maka semakin lemah hubungan antara kedua variabel tersebut.

Perlu diketahui bahwa nilai r besar, yang menunjukkan bahwa ada hubungan yang erat, tetapi tidak bisa serta merta menyatakan bahwa hubungan yang terjadi yaitu hubungan sebab-akibat antara dua variabel itu sendiri.

Nilai r ini bisa bertanda positif, tetapi bisa juga negatif. Berikut ini adalah interpretasi dari tanda pada koefisien korelasi.

1. Jika nilai $r = +$ (positif),

maka hubungannya yaitu berbanding lurus. Artinya, semakin besar nilai variabel X , maka akan semakin besar pula nilai variabel Y ataupun semakin kecil nilai variabel X maka semakin kecil nilai variabel Y .

2. Jika nilai $r = -$ (negatif)

maka hubungannya yaitu berbanding terbalik. Artinya semakin besar suatu nilai variabel X , maka semakin kecil juga nilai variabel Y atau semakin kecil nilai variabel X , maka semakin besar pula nilai variabel Y .

3. Jika nilai $r = 0$,

artinya tidak ada hubungan sama sekali antara variabel X dan Y

3.5.2.Pola persebaran konsentrasi logam Pb,Cu,Zn pada daun mahoni

Hasil dari konsentrasi logam berat Pb,Cu,Zn pada sampel daun mahoni musim kemarau dan musim hujan diolah untuk melihat pola persebaran dengan menggunakan *software ArcGIS 10.3*, maka diperoleh pola sebaran spasial konsentrasi logam berat.Peta berupa grafik untuk melihat perbandingan konsentrasi logam berat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA



4.1. Kondisi Lingkungan Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan pada wilayah kampus terpadu Universitas Islam Indonesia dengan membagi 4 lokasi yang mencakup 6 Gedung Fakultas, Gedung kuliah umum dan Gedung Rektorat dan terdapat fasilitas kampus yaitu tempat parkir, Gedung olahraga, Taman dan lapangan bola. Kondisi lingkungan pengambilan sampel daun, udara dan tanah dan berikut kondisi lingkungan dapat dilihat Pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4. 1. Kondisi lokasi titik sampel

No	Lokasi	Kondisi Penelitian	Gambar
1.	Lokasi A	Lokasi A mencakup Boulevard, Ulil dan Parkiran Ulil Albab sampai dengan FPSB dan Parkiran FPSB dan itu merupakan tempat keluar masuk kendaraan dan disekitar Lokasi tersebut ada Pembangunan Gedung Baru Yaitu FIAI	 <p data-bbox="1018 913 1150 943">Ulil albab</p>  <p data-bbox="999 1397 1246 1426">Gedung Baru FIAI</p>
2.	Lokasi B	Lokasi B mencakup wilayah FTSP terutama parkiran FTSP yang merupakan sumber pencemaraan	 <p data-bbox="951 1951 1219 1980">Tempat Parkir FTSP</p>

		<p>Udara karena merupakan keluar masuknya kendaraan Bermotor .</p>	 <p style="text-align: center;">FTSP</p>
3.	Lokasi C	<p>Lokasi C mencakup wilayah FMIPA,Perpus UII,Dan D3 yang merupakan sumber pencemaraan Udara karena merupakan keluar masuknya kendaraan Bermotor . dan disekitar lokasi tersebut terdapat pembangunan Gedung Baru</p>	 <p style="text-align: center;">Lapangan Sepak Bola</p>

		FH	 <p style="text-align: center;">Gedung Baru FH</p>
4.	Lokasi D	Lokasi D mencakup wilayah FTI Dan GOR UII yang Tidak banyak aktivitas kendaraan Bermotor .	 <p style="text-align: center;">GOR UII</p>

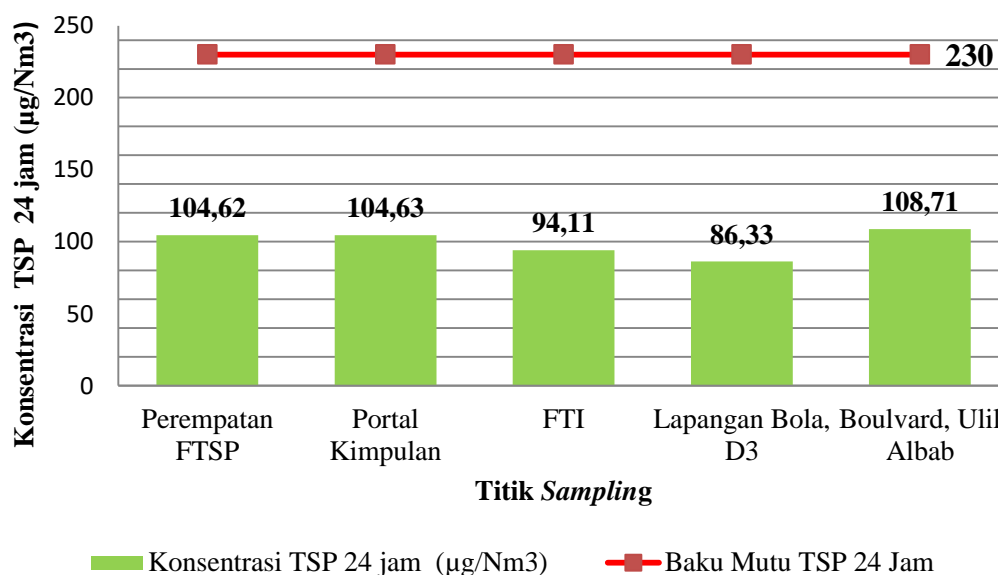
4.2. Konsentrasi Logam Berat Pb, Cu,Zn Pada udara di Wilayah Kampus Terpadu UII

Hasil dari konsenreasi *Total Suspended Particulate* (TSP) dan contoh perhitungan dan konversi hasil konsentrasi TSP di wilayah kampus terpadu UII dapat dilihat pada **Lampiran 4 dan 5** . Dan hasil perhitungan konsentrasi TSP di wilayah kampus terpadu UII dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4. 2. Hasil Perhitungan Total Suspended Particulate (TSP) di wilayah Kampus Terpadu UII

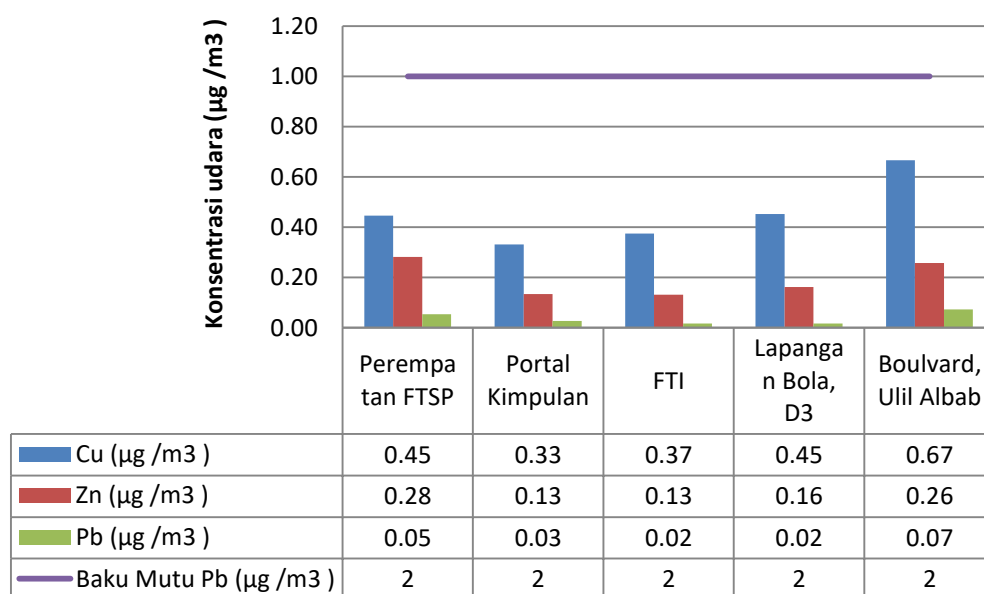
Titik Sampling	Waktu Sampling	Berat Awal (Wo)	Berat Akhir (W1)	Volume udara (m3)	Kons. TSP 6 Jam ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Kons. TSP 24 jam ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
Perempatan FTSP	Kamis, 28 November 2019	3,553	3,611	444,702	130,425	104,624
Portal Kimpulan	Jumat, 29 November 2019	3,540	3,596	429,325	130,437	104,634
FTI	Sabtu, 30 November 2019	3,543	3,593	426,172	117,323	94,115
Lapangan Bola, D3	Selasa, 3 Desember 2019	3,544	3,59	427,406	107,626	86,336
Boulevard, Ulil Albab	Kamis, 5 Desember 2019	3,548	3,608	442,733	135,522	108,713

Berdasarkan **Tabel 4.2.** Hasil perhitungan konsentrasi TSP dapat dilihat konsentrasi tertinggi pada titik sampling Boulevard yaitu sebesar $108,713 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, dan untuk konsentrasi terendah pada titik sampling lapangan bola yaitu sebesar $86.336 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Grafik hasil konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) di wilayah kampus terpadu UII dapat dilihat pada **Gambar 4.1**



Gambar 4. 1. Hasil Konsentrasi TSP 24 Jam di wilayah Kampus Terpadu UII

Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) di masing-masing titik *sampling* hasil konversi 24 jam dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah (PP) No. 41 tahun 1999 tentang Baku Mutu Udara Ambien Nasional Indonesia parameter *Total Suspended Particulate* (TSP) dengan waktu pengukuran selama 24 jam. Berdasarkan hasil analisis pengukuran *Total Suspended Particulate* (TSP), konsentrasi di setiap titik *sampling* berada di bawah baku mutu. Contoh perhitungan dan hasil perhitungan konsentrasi logam berat Pb, Cu, Zn dapat dilihat pada **Lampiran 1**. Grafik hasil konsentrasi logam berat Pb, Cu, Zn pada udara di wilayah Kampus Terpadu UII dapat dilihat pada **Gambar 4.2**



Gambar 4. 2.Perbandingan Hasil Konsentrasi Logam berat pada sampel udara

Dari Gambar 4.2 konsentrasi tembaga (Cu) tertinggi di lima titik *sampling*. Konsentrasi Cu Tertinggi di titik Boulevard sebesar $0,666 \mu\text{g} / \text{m}^3$ dikarenakan pada titik boulevard merupakan tempat keluar masuk kendaraan bermotor. Sedangkan Konsentrasi terendah di titik portal kimpulan sebesar $0,331 \mu\text{g} / \text{m}^3$. Secara alamiah Cu dapat masuk ke dalam suatu tatanan lingkungan dari berbagai peristiwa alam, unsur ini dapat bersumber dari peristiwa erosi dari batuan mineral. Sumber lain adalah debu-debu atau partikulat-partikulat Cu yang ada dalam lapisan udara, yang dibawa turun oleh air hujan. (Palar, 2004). Sedangkan Penggunaan bahan bakar solar dan rem pada kendaraan menjadi

penyumbang emisi logam berat Tembaga (Cu). Dan sumber logam Cu berasal dari ausnya bagian-bagian kendaraan bermotor, dan juga berasal dari resuspensi debu yang terdapat di permukaan tanah dari jalan yang terbawa oleh kendaraan bermotor, Cu dan Zn juga berasal dari pelumas kendaraan bermotor (Lenntech, 2012). Menurut Wardhana (2004), secara umum penyebab pencemaran udara secara alamiah yaitu Debu yang beterbangan akibat tiupan angin dan Abu (debu) yang dikeluarkan dari letusan gunung berapi berikut gas – gas vulkanik yang mengandung logam berat yaitu Cu. Abu vulkanik dari Gunung Merapi ternyata juga mengandung berbagai unsur minor baik kelompok logam maupun non logam dengan konsentrasi yang cukup berarti. Untuk unsur logam adalah Ba, Co, Cu, Pb, Sr, Zn, dan Zr. Pada penelitian Endang (2012) mengenai komposisi kimia abu vulkanik dari erupsi gunung merapi didapat kandungan unsur Cu dalam abu vulkanik lebih tinggi dibandingkan unsur Pb yaitu sebesar 36,23 mg/kg dan unsur Pb sebesar 16,71 mg/kg. Penelitian Mukhtar (2013) dilakukan pengujian kualitas udara di beberapa kota di Indonesia termasuk Yogyakarta. Konsentrasi logam timbal (Pb), tembaga (Cu) dan seng (Zn) yang didapat di Yogyakarta secara berurutan adalah sebesar 0,61-12,23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 1,21 – 1,73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; dan 4,33-37,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil dari penelitian Mukhtar memiliki konsentrasi logam Cu di udara yang tinggi, berarti konsentrasi logam Cu di udara pada kota Yogyakarta memang memiliki konsentrasi Cu yang tinggi

Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) tertinggi di Boulevard sebesar 0,073 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tinggi nya konsentrasi Logam berat Timbal (Pb) di titik boulevard dipengaruhi oleh aktifitas kendaraan bermotor sehingga kendaraan bermotor dengan mesin berbahan bakar bensin di lingkungan dapat mempengaruhi konsentrasi timbal (Pb) yang terukur selama proses pengambilan sampel. Dan untuk konsentrasi logam berat timbal (Pb) terendah di titik FTI sebesar 0,017 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dikarenakan di titik tersebut tidak banyak dipengaruhi oleh aktifitas kendaraan bermotor.

Penelitian (Vinda, 2017) dilakukan pengujian konsentrasi Cu dan Pb di udara pada SDN Pandean Lamper dan Srandol Wetan di wilayah Semarang dan didapat konsentrasi rata-rata Cu di gerbang dan lapangan sekolah pada masing-

masing SD. Berdasarkan hasil yang didapat disimpulkan bahwa konsentrasi Cu rata-rata di SDN Pandean Lamper 01 lebih tinggi daripada SDN Sronдол Wetan 03 dengan konsentrasi Cu 0,229 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di SDN Pandean Lamper 01 dan 0,135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di SDN Sronдол Wetan 03. Dan konsentrasi Pb 0,21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di SDN Pandean Lamper 01 dan 0,045 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di SDN Sronдол Wetan 03 dari hasil penelitian tersebut konsentrasi logam berat Cu lebih tinggi dari konsentrasu logam berat Pb di udara.

Konsentrasi Logam Berat Seng (Zn) tertinggi di titik perempatan FTSP sebesar 0,281 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tingginya konsentrasi logam berat seng (Zn) dipengaruhi tingginya aktivitas faktor mobilitas kendaraan bermotor. Menurut athanasiadis (1969), seng (Zn) dan komponennya merupakan unsur yang mudah ditemukan di lingkungan atmosfer dan penggunaan bahan bakar solar dan rem pada kendaraan menjadi penyumbang emisi logam berat Seng (Zn). Dan untuk konsentrasi logam berat seng (Zn) terendah di titik FTI sebesar 0,132 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Logam berat di udara masuk ke dalam daun melalui proses penyerapan pasif. Partikel logam berat di udara yang menempel pada permukaan daun berasal dari proses sedimentasi akibat gaya gravitasi yang menyebabkan menumpuknya partikel pada permukaan daun bagian atas. Logam berat di udara masuk melalui daun kemudian diikat oleh membran-membran sel, mitokondria dan kloroplas dan partikel tersebut masuk ketika stomata terbuka sehingga mengganggu masuknya CO_2 dan menyebabkan masuknya polutan gas ke dalam stomata daun.

Kondisi Lingkungan Wilayah Kampus Terpadu UII pada saat pengambilan sampel udara. Dan Berikut merupakan hasil pengambilan data meteorologis yang terdapat pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4. 3. Data meteorologis lokasi Penelitian

Lokasi	Hari, tanggal	Suhu (°C)	Tekanan Udara (mmHg)	Kelembapan (%)	Kondisi
Perempatan FTSP	Kamis, 28 November 2019	29,1	758,9	68%	Cerah
Portal Kimpulan	Jumat, 29 November 2019	28,4	757,9	67%	Mendung
FTI	Sabtu, 30 Novmber 2019	31	757,9	71%	Cerah
Lapangan Bola, D3	Selasa, 3 Desember 2019	30,9	757,6	70%	Cerah
Boulevard, Ulil Albab	Kamis, 5 Desember 2019	33	756,1	62%	Cerah

Dari **Tabel 4.3.** dapat dilihat bahwa suhu tertinggi di titik Boulevard yaitu 34.6 (°C) dan hasil suhu terendah di titik portal Kimpulan yaitu 27,9 (°C) dikarenakan pada saat pengukuran cuaca di titik tersebut tidak cerah . Didapat hasil tekanan udara tertinggi di Lapangan Bola yaitu 760,2 mmHg dan tekanan udara terendah di Perempatan FTSP Dan FTI yaitu 756,1 mmHg. Di dapat Hasil Kelembapan tertinggi di FTI yaitu 71% dan hasil kelembapan terendah di boulevard yaitu 62%.

Berikut adalah hasil olah data menggunakan *Microsoft Excel* korelasi pearson antara suhu, tekanan ,kelembapan terhadap logam Pb, Cu, Zn dimana nilai x diambil dari suhu, tekanan, kelembapan. Dan nilai y merupakan konsentrasi logam Pb, Cu, Zn di udara. Dan hasil r^2 dapat dilihat pada **Tabel 4.4.**

Tabel 4. 4. Hasil Korelasi Logam Pb, Cu, Zn dengan Suhu, Tekanan, Kelembapan

r	Suhu	Tekanan	Kelembapan
Pb	0,39	-0,41	-0,87
Cu	0,81	-0,73	-0,77
Zn	0,23	-0,06	-0,57

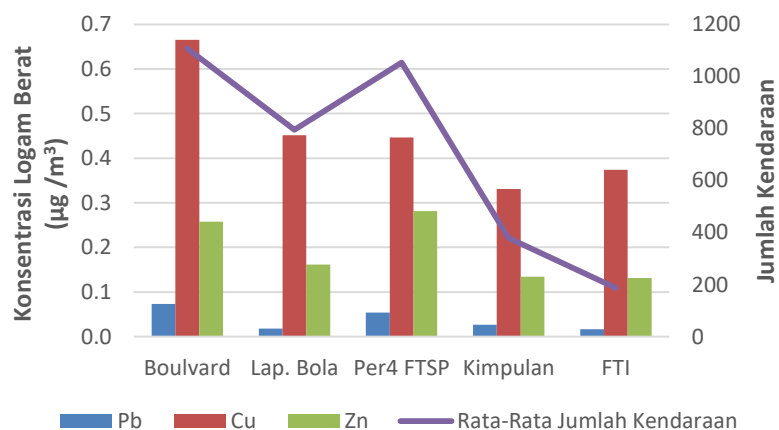
Dari **Tabel 4.4.** Dapat dilihat hasil korelasi antara logam berat dengan faktor meteorologis dan dari perhitungan di dapatkan korelasi tertinggi pada logam berat Pb dengan kelembapan dan nilai r sebesar $-0,87$ yang menunjukkan korelasi kuat antara logam berat Pb dengan kelembapan. Kelembaban dengan konsentrasi Pb dalam penelitian ini berkorelasi dengan arah negatif, sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wiraadiputri, (2012), hubungan antara kelembaban dengan konsentrasi logam Pb ialah berkorelasi negatif, dimana jika kelembaban yang terjadi cukup tinggi maka konsentrasi terukur akan rendah, demikian sebaliknya. Selain itu juga terjadi karena faktor kelembaban dimana kelembaban memberikan pengaruh yang berbanding terbalik dengan suhu udara karena apabila suhu meningkat maka kelembaban udara akan berkurang. Hal itu juga berlaku sebaliknya, apabila suhu udara rendah maka kelembaban udara pun akan meningkat.

Dari perhitungan di dapatkan korelasi tertinggi pada logam berat Cu dengan suhu dan nilai r sebesar $0,81$ yang menunjukkan korelasi sangat kuat antara konsentrasi logam berat Cu dengan suhu dan r arah positif, yang artinya semakin tinggi suhu udara maka semakin tinggi konsentrasi logam berat Cu dan begitu sebaliknya semakin rendah suhu udara maka semakin rendah konsentrasi logam berat Cu. Suhu berhubungan dengan konsentrasi logam berat karena menurut Oktaviani, (2015), tingginya temperatur udara dapat mempercepat terjadinya perubahan kadar pencemar logam berat di udara.

Temperatur udara berpengaruh terhadap konsentrasi partikulat, ketika temperatur udara meningkat maka konsentrasi partikulat juga akan meningkat. Temperatur udara yang tinggi dapat mengakibatkan keadaan lingkungan menjadi panas dan kering sehingga polutan akan mudah terangkat dan melayang di udara (Cahyadi dkk, 2016). Sehingga ketika terjadi suhu udara yang rendah maka konsentrasi logam Cu rendah.

Berdasarkan hasil perhitungan konsentrasi logam berat pada udara dan data jumlah kendaraan bermotor selama satu bulan dari bulan November hingga Desember yang sudah dirata-rata untuk melihat jumlah kendaraan yang masuk

dan keluar untuk setiap hari nya. Perbandingan antara jumlah kendaraan bermotor yang lalu lalang dengan konsentrasi logam berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Seng (Zn) dapat dilihat pada **Gambar 4.3**.

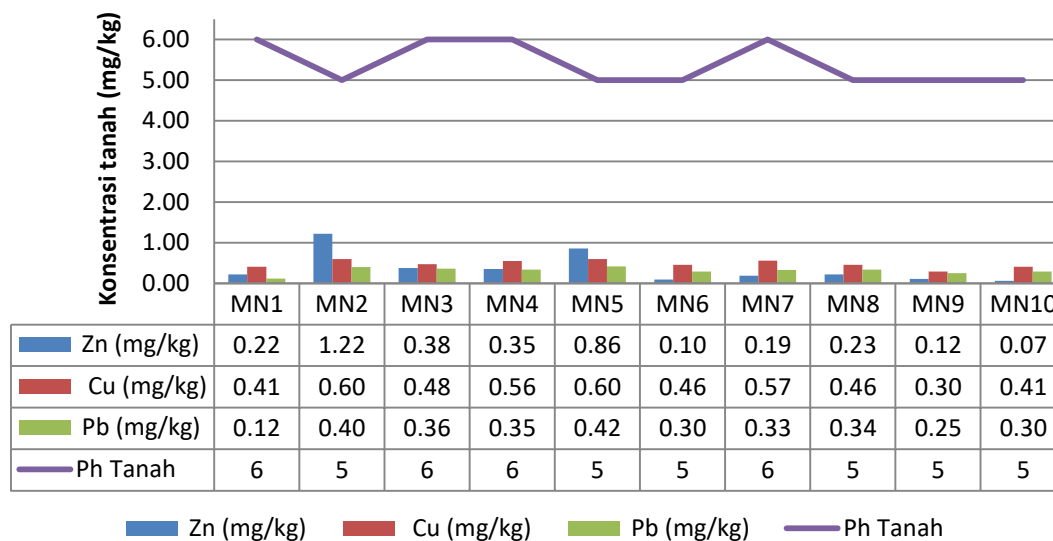


Gambar 4.3. Perbandingan Jumlah Kendaraan Bermotor dengan Konsentrasi Logam Berat Pada Udara

Berdasarkan **Gambar 4.3**. Jumlah kendaraan yang masuk dan keluar mempengaruhi kadar Timbal (Pb) yang terakumulasi pada sampel daun tanaman Mahoni. Semakin banyak kendaraan yang masuk dan keluar maka semakin banyak kadar timbal (Pb) yang terakumulasi. Hal ini dipengaruhi oleh paparan Timbal (Pb) kendaraan bermotor. Terlihat pada titik Boulevard menunjukkan bahwa semakin meningkat kendaraan bermotor maka semakin meningkat konsentrasi logam berat timbal (Pb) pada udara.

4.3. Konsentrasi Logam Berat Pb, Cu, Zn pada tanah di Wilayah Kampus Terpadu UII

Pengambilan sampel tanah dilakukan di sepuluh titik. Sampel tanah yang diambil yaitu tanah yang berada di bawah pohon mahoni. Contoh perhitungan dan hasil perhitungan konsentrasi logam berat Pb, Cu, Zn dapat dilihat pada **Lampiran 1**. Grafik Hasil Konsentrasi Logam Berat Pb, Cu, Zn pada tanah di wilayah Kampus Terpadu UII dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.



Gambar 4. 4. Hasil Konsentrasi Logam berat pada sampel tanah

Berdasarkan **Gambar 4.4.** dapat dilihat konsentrasi dari logam berat dari sepuluh Titik *Sampling*, dan untuk logam berat tembaga (Cu) merupakan logam yang dominan memiliki konsentrasi tinggi dari sepuluh titik *sampling*. Untuk konsentrasi tembaga (Cu) tertinggi pada kode sampel MN5 yang berada di depan Fakultas Psikologi Sosial Budaya sebesar 0,605 mg/kg dan untuk konsentrasi terendah pada kode sampel MN9 yang berada pada Lahan Kosong di depan GOR UII sebesar 0,295 mg/kg. Untuk konsentrasi logam berat Seng (Zn) tertinggi pada kode sampel MN2 yang berada di Fakultas Hukum sebesar 1,222 mg/kg dan untuk konsentrasi terendah pada kode sampel MN10 yang berada pada Lahan Kosong di depan GOR UII sebesar 0,066 mg/kg. Dan untuk konsentrasi logam berat Timbal (Pb) tertinggi pada kode sampel MN5 yang berada di depan Fakultas Psikologi Sosial Budaya sebesar 0,418 mg/kg dan untuk konsentrasi terendah pada kode sampel MN1 yang berada di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam sebesar 0,118 mg/kg.

Keberadaan logam Pb di dalam tanah diduga hasil emisi gas buang kendaraan bermotor, karena sekitar 70% Pb yang terkandung dalam bensin akan diemisikan melalui knalpot kendaraan. Emisi kendaraan bermotor juga dapat meningkatkan kadar partikulat debu yang berasal dari permukaan jalan, komponen ban dan rem. Emisi gas buang kendaraan bermotor juga cenderung membuat kondisi tanah

menjadi asam dan dapat menyebabkan terlepasnya ikatan tanah atau sedimen dengan beberapa logam, sehingga logam tersebut dapat mencemari lingkungan (Tugaswati, 2008). Keberadaan logam berat Cu dan Zn selain berasal dari sifat alami tanah diduga berasal dari partikulat debu yang berasal dari permukaan jalan, komponen ban dan rem kendaraan bermotor. Untuk tanah yang berada di wilayah kampus terpadu UII rata-rata tanah yang sudah bercampur dengan tanah urug untuk membangun gedung-gedung yang berada di kawasan wilayah kampus terpadu UII. Logam Cu diserap oleh akar tanaman dalam bentuk Cu^{2+} yang berperan dalam proses oksidasi, reduksi, dan pembentukan enzim. Logam Cu dalam tanah dalam bentuk Cu^{2+} yang terikat kuat oleh matrik tanah yang terdiri dari kompleks liat dan humus atau senyawa-senyawa organik yang berasal dari reaksi perombakan bahan organik (Lahuddin 2007).

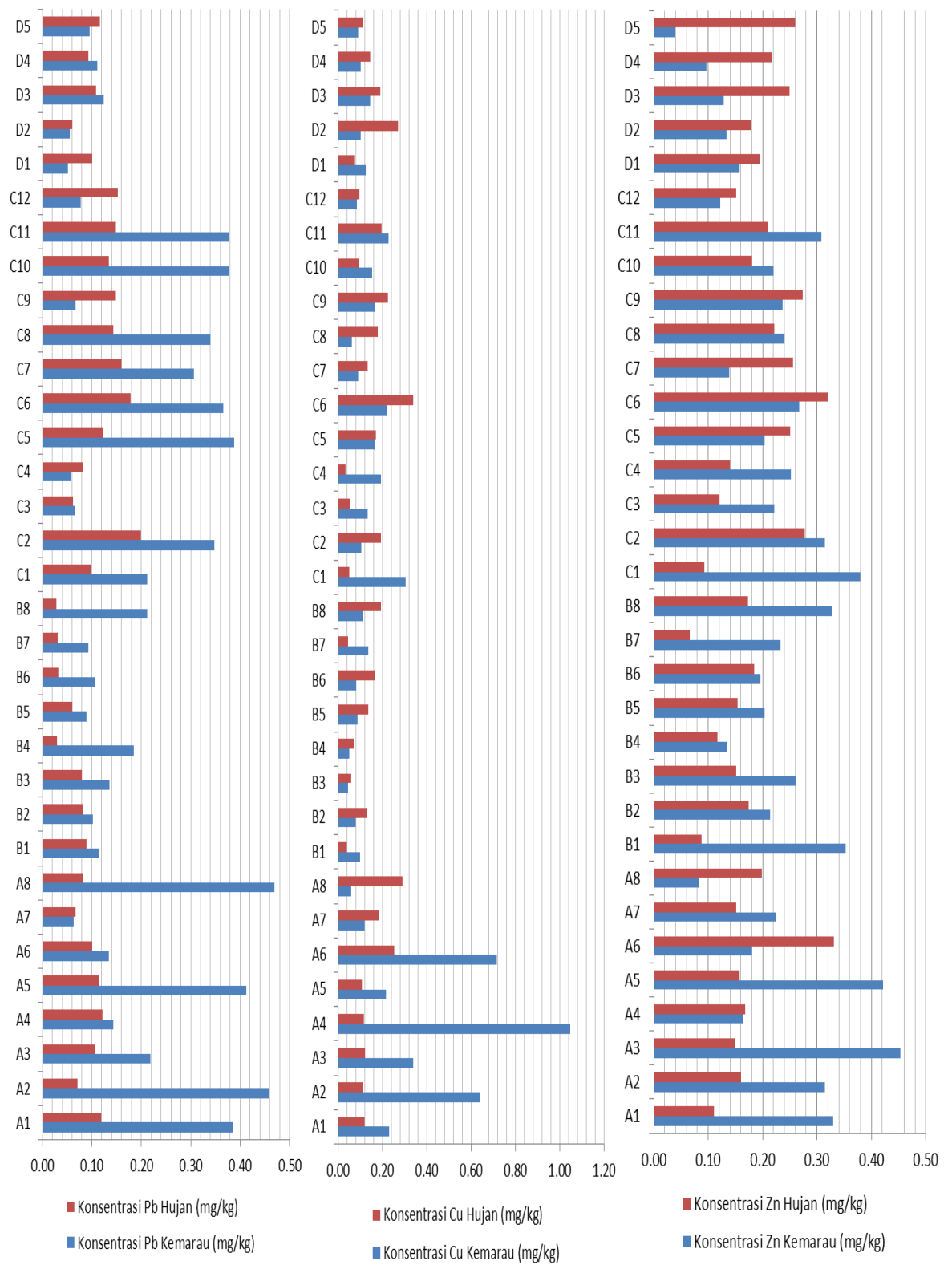
Zink (Zn) merupakan unsur mikro esensial untuk tumbuhan tingkat tinggi. Zn berfungsi sebagai penyusun pati dan aktivator enzim (aldolase, asam aksalat dekarboksilase, histidin, superoksida demutase dan lain-lain), pembentukan klorofil, dan metabolisme karbohidrat. Mineral-mineral sebagai sumber utama yang kaya Zn dalam tanah adalah ZnS, dan sumber yang sangat kecil dari mineral-mineral ZnCO_3 , ZnO, ZnSO_4 dan $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Lahuddin 2007). Logam Zn adalah komponen alam yang terdapat di kerak bumi. Adsorpsi Zn dalam tanah dapat terjadi karena adanya bahan organik dan mineral liat. Mineral Zn yang ada dalam tanah antara lain ZnS, (ZnFe)S, dan ZnCO_3 (Widowati *et al.* 2008). Logam Zn diserap oleh tanaman dalam bentuk ion Zn^{2+} dan dalam tanah alkalis diserap dalam bentuk monovalen $\text{Zn}(\text{OH})^+$, di samping itu Zn diserap juga dalam bentuk kompleks khelat, misalnya Zn-EDTA (Lahuddin 2007).

Dari **Gambar 4.4**. Dapat dilihat Ph tanah berkisar antara Ph tanah 5-6 yang menunjukkan Ph tanah bersifat asam disebabkan pengambilan sampel tanah dilakukan pada musim hujan. Air hujan bersifat asam, penambahan keasaman biasanya disebabkan oleh tiga asam mineral yaitu sulfurat, nitrat dan hidroklorat (Widowati *et al.* 2008). Logam Pb, Cu, dan Zn merupakan logam berat yang memiliki sifat larut dalam larutan asam, sehingga besar kemungkinan bahwa hal

tersebut merupakan suatu penyebab rendahnya kandungan logam Pb, Cu, dan Zn pada tanah. Tingkat kemasaman tanah yang tinggi dipengaruhi oleh keberadaan asam-asam organik di dalamnya. Tanah yang memiliki pH terlalu asam seperti tanah yang digunakan pada penelitian ini dapat menyebabkan kemampuan akar tanaman dalam menyerap unsur-unsur hara dalam tanah menjadi berkurang. Pada umumnya unsur hara makro mudah diserap akar tanaman pada pH tanah sekitar netral, karena pada pH tersebut kebanyakan unsur hara mudah larut dalam air.

4.4.Konsentrasi Logam Berat Pb,Cu,Zn Pada Daun Pohon Mahoni di Wilayah Kampus Terpadu UII

Dari hasil pengujian sampel daun mahoni didapat konsentrasi logam berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Seng (Zn). Dan berikut hasil konsentrasi logam berat Timbal (Pb) pada musim hujan dan musim kemarau dapat dilihat pada **Gambar 4.5**.



Gambar 4. 5. *Konsentrasi Logam Berat Timbal Pb, Cu, Zn Pada Sampel Daun Mahoni*

Berdasarkan **Gambar 4.5** dapat dilihat konsentrasi logam Pb tertinggi pada musim kemarau terletak di titik A2 yaitu 0,47 mg/kg. Titik A2 berada pada lokasi ulil dimana ulil merupakan tempat keluar masuk kendaraan. Dan Untuk Konsentrasi Pb Terendah pada musim kemarau terletak di A7 yaitu 0,06 mg/kg. Titik A7 terletak di lahan kosong samping FPSB dimana pada titik tersebut tidak banyak aktivitas kendaraan bermotor. Dan untuk musim hujan konsentrasi Pb tertinggi di titik C2 yaitu 0,198 mg/kg dan konsentrasi terendah di titik B8 yaitu 0,02 mg/kg dimana titik B8 terletak di lahan kosong depan GOR, pada lokasi tersebut tidak banyak aktivitas kendaraan bermotor. Dan konsentrasi logam Cu tertinggi pada musim kemarau terletak di titik A4 yaitu 1,04 mg/kg. Titik A4 berada pada lokasi parkir ulil dimana parkir ulil merupakan tempat keluar masuk kendaraan dan tempat berkumpulnya kendaraan bermotor. Dan untuk konsentrasi B3 terendah pada musim kemarau terletak di B3 yaitu 0,04 mg/kg. Dan untuk musim hujan konsentrasi Cu tertinggi di titik C6 yaitu 0,34 mg/kg dan konsentrasi terendah di titik C4 yaitu 0,03 mg/kg. Konsentrasi logam Zn tertinggi pada musim kemarau terletak di titik A3 yaitu 0,45 mg/kg. Titik A3 berada pada lokasi parkir ulil dimana parkir ulil merupakan tempat keluar masuk kendaraan dan tempat berkumpulnya kendaraan bermotor. Dan untuk konsentrasi D5 terendah pada musim kemarau terletak di D5 yaitu 0,03 mg/kg. Dan untuk musim hujan konsentrasi Zn tertinggi di titik A6 yaitu 0,33 mg/kg dan konsentrasi terendah di titik B7 yaitu 0,06 mg/kg.

Dapat dilihat perbandingan konsentrasi logam berat Pb, Cu, Zn pada musim kemarau dan hujan. Konsentrasi logam berat untuk musim kemarau lebih tinggi daripada musim hujan. Dari hasil grafik dapat dilihat perbedaan jauh pada musim hujan dan musim kemarau untuk konsentrasi logam berat timbal. Penyerapan logam pada permukaan daun tanaman bersama debu dapat terjadi bila tidak tercuci oleh air hujan. Partikel logam yang jatuh dari udara dan mengendap pada permukaan daun bagian atas, sedangkan kebanyakan stomata tanaman terletak di bagian bawah daun. Partikel yang menempel pada daun tanaman akhirnya terbawa ke tanah oleh air hujan, sehingga tidak sempat mengotori bagian bawah daun dan tidak sempat terserap ke dalam jaringan tanaman (Lakitan 2010). Air hujan bersifat asam, penambahan keasaman biasanya disebabkan oleh tiga asam mineral yaitu sulfurat, nitrat dan hidroklorat (Widowati *et al.* 2008). Logam Pb, Cu, dan Zn merupakan logam berat

yang memiliki sifat larut dalam larutan asam, sehingga besar kemungkinan bahwa hal tersebut merupakan suatu penyebab rendahnya kandungan logam Pb, Cu, dan Zn pada musim hujan dibandingkan dengan musim kemarau pada daun. Dan diantara logam berat Pb, Cu, Zn konsentrasi rata-rata yang tinggi pada sampel daun mahoni yaitu Logam berat Zn dikarenakan merupakan logam esensial yaitu logam yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga konsentrasi logam seng (Zn) tinggi.

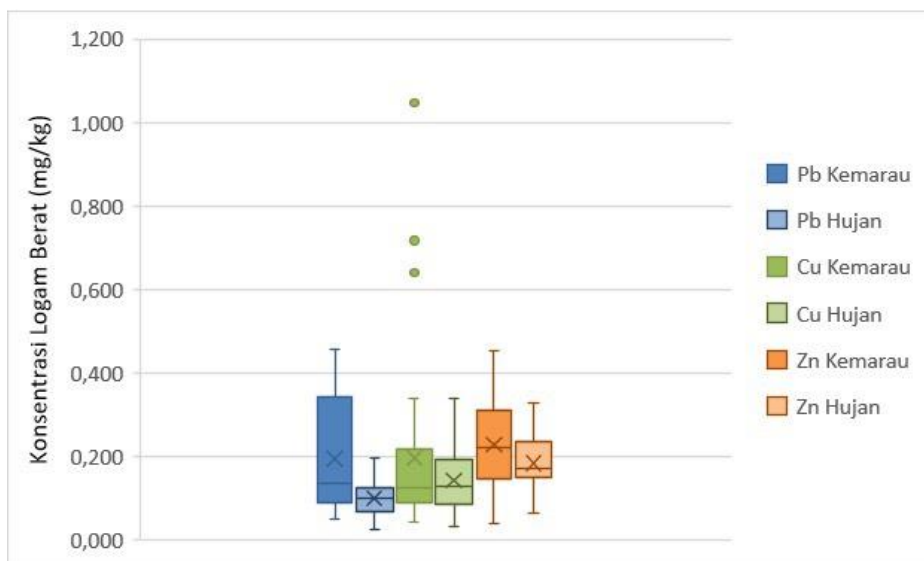
Tumbuhan dapat tercemar logam berat melalui stomata daun dari udara. Ini dikarenakan di dalam tanah hanya sebagian kecil logam berat yang terlarut dalam air. Penyerapan pada daun terjadi karena logam berat di udara masuk ke dalam daun melalui proses penyerapan pasif. Partikel logam berat di udara yang menempel pada permukaan daun berasal dari proses sedimentasi akibat gaya gravitasi yang menyebabkan menumpuknya partikel pada permukaan daun bagian atas. Logam berat di udara masuk melalui daun kemudian diikat oleh membran-membran sel, mitokondria dan kloroplas dan partikel tersebut masuk ketika stomata terbuka sehingga mengganggu masuknya CO_2 dan menyebabkan masuknya polutan gas ke dalam stomata daun.

Jika logam berat memasuki lingkungan tanah, maka akan terjadi keseimbangan dalam tanah, kemudian akan terserap oleh tanaman melalui akar, dan selanjutnya akan terdistribusi ke bagian tanaman lainnya. Penyerapan logam berat oleh tanaman dilakukan terlebih dahulu dari akar, batang kemudian ke daun, dan kemampuan dari tanaman masing-masing berbeda. Secara biologi proses penyerapan unsur-unsur kimia oleh tanaman air dilakukan lewat membran sel yaitu secara osmosis. Logam dibawa masuk ke dalam akar, selanjutnya logam diangkut melalui jaringan pengangkut xylem dan floem ke bagian tumbuhan lain seperti tangkai dan daun.

Hasil menunjukkan serapan logam Zn oleh tanaman lebih tinggi dibandingkan logam Cu. Hal ini disebabkan oleh ukuran ion logam Zn lebih kecil daripada ukuran ion logam Cu, sehingga logam Zn cenderung lebih dulu masuk ke dalam sel akar dibandingkan logam Cu. Selain itu, secara umum logam Cu dan Zn merupakan unsur hara esensial bagi tanaman yaitu sebagai unsur mikro. Unsur mikro dibutuhkan dalam jumlah yang relative kecil bagi tanaman, akan tetapi

persentase unsur Zn yang diperlukan oleh tanaman untuk tumbuh lebih tinggi, dibandingkan persentase unsur Cu sehingga logam Zn terserap lebih tinggi dibandingkan dengan logam Cu (Syahputra, 2005).

Berikut Diagram Boxplot Konsentrasi Logam Berat Pb,Cu,Zn Pada Sampel Daun mahoni musim kemarau dan musim hujan dapat dilihat Pada **Gambar 4.6**.



Gambar 4. 6. Boxplot Konsentrasi Logam Berat Pb,Cu,Zn Pada Sampel Daun Mahoni Musim Kemarau Dan Musim Hujan

Gambar diatas merupakan diagram *boxplot*. *Boxplot* (juga dikenal sebagai diagram *box-and-whisker*) merupakan suatu *box* (kotak berbentuk bujur sangkar). *Boxplot* adalah salah satu cara dalam statistik deskriptif untuk menggambarkan secara grafik dari data numeris. Pada gambar boxplot diatas dapat dilihat bahwa rentang konsentrasi logam Pb, Cu, dan Zn pada musim kemarau lebih besar daripada musim hujan.

Konsentrasi logam berat timbal (Pb) memiliki nilai rentang yang lebih tinggi yaitu dari 0,051 mg/kg sampai dengan 0,469 mg/kg dan memiliki nilai *median* sebesar 0,204 mg/kg. Konsentrasi logam berat tembaga (Cu) memiliki nilai rentang yang lebih rendah dibandingkan dengan Logam Berat Pb Dan Zn

dengan nilai rentang dari 0,045 mg/kg sampai dengan 0,339 mg/kg dan memiliki nilai *outlier* sebesar 0,641 mg/kg 0,717 mg/kg 1,048 mg/kg yang berarti nilai tersebut di luar dari rentang konsentrasi yang ada dan memiliki nilai *median* sebesar 0,198 mg/kg. Konsentrasi logam berat Seng (Zn) memiliki nilai rentang dari 0,040 mg/kg sampai dengan 0,453 mg/kg dan memiliki nilai *median* sebesar 0,221 mg/kg. Dari hasil konsentrasi logam Pb pada saat musim kemarau dan hujan memiliki konsentrasi yang berbeda signifikan konsentrasi musim kemarau lebih tinggi dan memiliki rentang konsentrasi yang tinggi dibandingkan musim hujan.

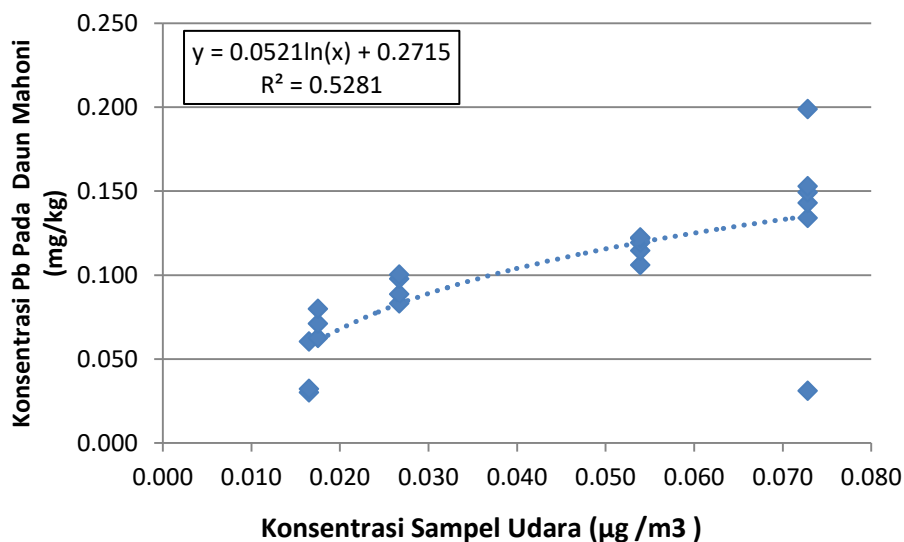
4.5.Korelasi Hubungan Antara Konsentrasi Logam Berat Pada Pohon Mahoni dengan Udara

Hubungan konsentrasi logam berat Pb, Cu, Zn pada udara dengan konsentrasi daun dengan membuat korelasi untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi logam berat pada udara dengan daun. Titik udara dan titik daun dan membuat radius 100 meter untuk mengetahui titik sampling daun yang *representative* untuk di korelasi dengan titik udara. Dan berikut titik sampling daun mahoni dan titik sampling udara pada **Gambar 4.7**.



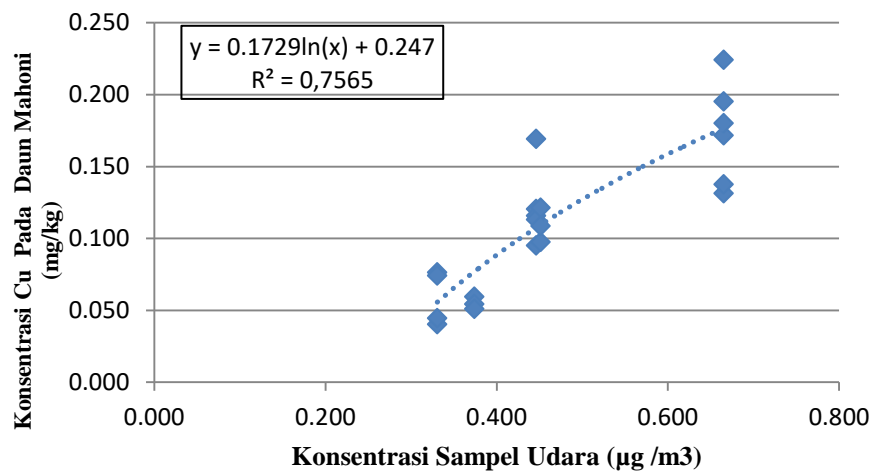
Gambar 4. 7. Titik Daun Mahoni dan Titik Udara

Konsentrasi logam Pb, Cu, dan Zn pada daun yang masuk dalam radius 100 m dari titik sampel udara selanjutnya dirata-rata dan dihubungkan dengan konsentrasi logam Pb, Cu, dan Zn pada udara. Berikut adalah hasil olah data menggunakan *Microsoft excel* Regresi dan Korelasi *pearson* antara logam berat Timbal (Pb) daun Mahoni Dengan Sampel Udara.



Gambar 4. 8. Regresi Logaritma Timbal (Pb) Pada Udara Dengan Sampel Daun Mahoni

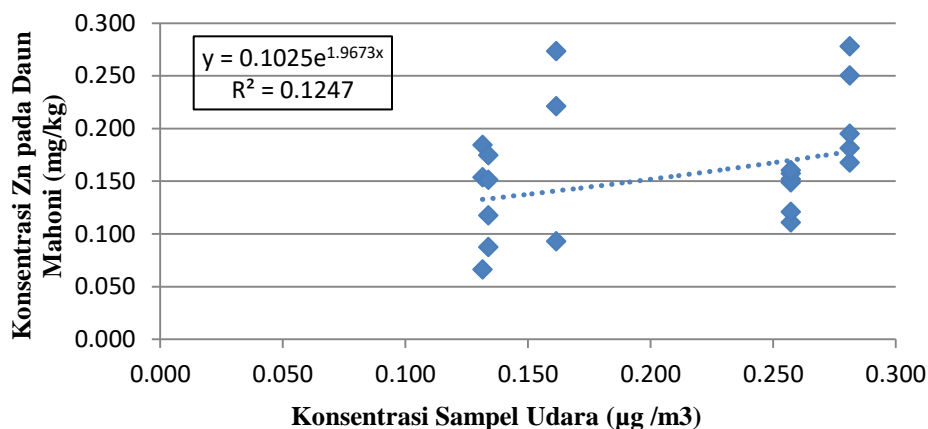
Berdasarkan **Gambar 4.8.** diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,5281 yang menunjukkan bahwa model regresi yang terbentuk antara Timbal (Pb) Pada Udara Dengan Sampel Daun Mahoni adalah model logaritma. Dan Korelasi *Pearson* didapat sebesar 0,7059. Dari nilai r yang di dapat, dapat dikatakan bahwa Konsentrasi Timbal Pada Udara memiliki korelasi tinggi dan korelasi positif terhadap konsentrasi Pb Pada daun maka yang menunjukkan bahwa Semakin tinggi konsentrasi Pb di Udara maka semakin tinggi konsentrasi Pb Pada Daun. Mekanisme masuknya partikel Pb ke dalam jaringan daun, yaitu melalui stomata daun yang berukuran besar dan ukuran partikel Pb lebih kecil, sehingga Pb dengan mudah masuk kedalam jaringan daun melalui proses penjerapan pasif (Dahlan 1989).



Gambar 4. 9. Regresi Logaritma Tembaga (Cu) Pada Udara Dengan Sampel Daun Mahoni

Berdasarkan **Gambar 4.9.** diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,7565 yang menunjukkan bahwa model regresi yang terbentuk antara Tembaga (Cu) Pada Udara Dengan Sampel Daun Mahoni adalah model logaritma. Dan Korelasi *Pearson* didapat sebesar 0,857 dari nilai r yang di dapat, dapat dikatakan bahwa Konsentrasi Tembaga Pada Udara memiliki korelasi Tinggi dan positif terhadap konsentrasi Cu Pada daun dapat diartikan dari kedua data tersebut berhubungan yaitu Semakin tinggi konsentrasi Cu di Udara maka semakin tinggi konsentrasi Cu Pada Daun Mahoni. Konsentrasi logam Cu di udara tinggi sehingga korelasi antara Cu di udara dengan daun tinggi. Penggunaan bahan bakar solar dan rem pada kendaraan menjadi penyumbang emisi logam berat Tembaga (Cu).

Sumber logam Cu berasal dari ausnya bagian-bagian kendaraan bermotor, dan juga berasal dari resuspensi debu yang terdapat di permukaan tanah dari jalan yang terbawa oleh kendaraan bermotor, Cu dan Zn juga berasal dari pelumas kendaraan bermotor (Lenntech, 2012). Menurut Wardhana (2004), secara umum penyebab pencemaran udara secara alamiah yaitu Debu yang beterbangan akibat tiupan angin dan Abu (debu) yang dikeluarkan dari letusan gunung berapi berikut gas – gas vulkanik yang mengandung logam berat yaitu Cu.

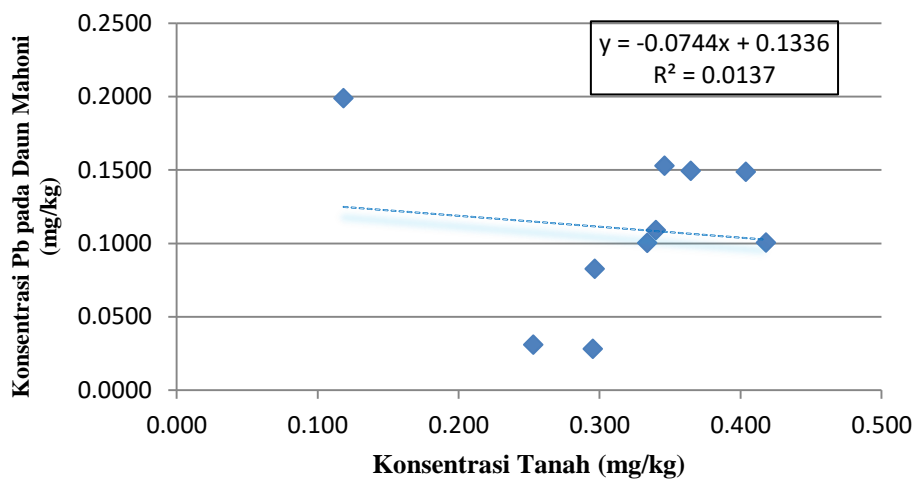


Gambar 4. 10. Regresi eksponensial Seng (Zn) Pada Udara Dengan Sampel Daun Mahoni

Berdasarkan **Gambar 4.10.** diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.124 yang menunjukkan bahwa model regresi yang terbentuk antara Seng (Zn) Pada Udara Dengan Sampel Daun Mahoni adalah model eksponensial. Dan Korelasi Pearson sebesar 0.310 dari nilai r yang di dapat, dapat dikatakan bahwa Konsentrasi Seng (Zn) Pada Udara memiliki korelasi rendah dan positif terhadap konsentrasi Seng (Zn) Pada daun. Dan dari hasil korelasi dapat dikatakan konsentrasi pada udara tidak berpengaruh terhadap konsentrasi pada sampel daun mahoni.

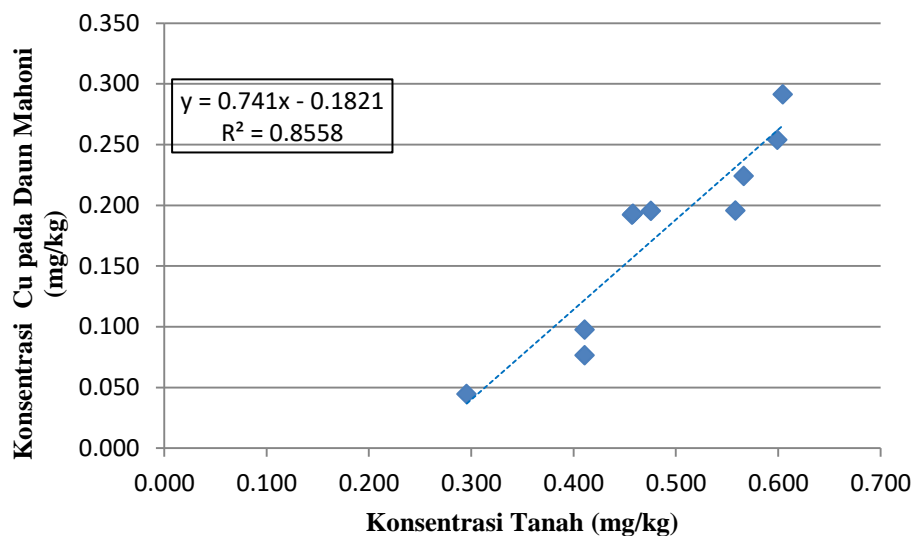
4.6. Korelasi Hubungan Antara Konsentrasi Logam Berat Pada Pohon Mahoni dengan Tanah

Berdasarkan hasil konsentrasi logam berat Pb, Cu, Zn pada tanah dengan pohon mahoni dilakukan identifikasi korelasi antar logam berat daun mahoni dengan udara dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Data yang didapat kemudian di identifikasikan korelasi antar data menggunakan Koefisien korelasi (Haryanti,2012).



Gambar 4. 11. Regresi Linier Timbal (Pb) Pada Tanah Dengan Sampel Daun Mahoni

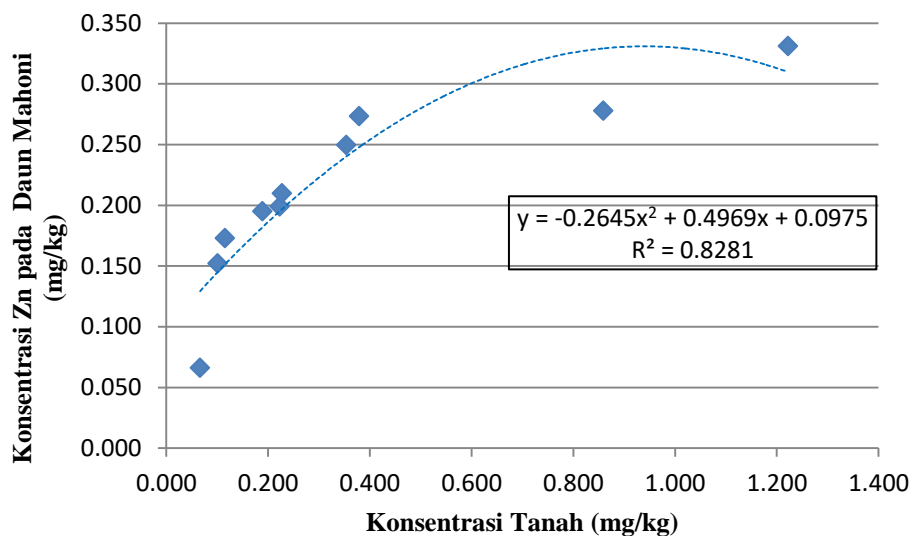
Berdasarkan **Gambar 4.11.** diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,0137 yang menunjukkan bahwa model regresi yang terbentuk antara kadar timbal (Pb) di tanah dengan daun adalah model linier. Dan korelasi pearson sebesar -0.117 dari nilai r yang di dapat, dapat dikatakan bahwa konsentrasi timbal pada tanah memiliki korelasi lemah terhadap konsentrasi timbal (Pb) pada daun. Dan korelasi negatif yang artinya Semakin tinggi konsentrasi Pb di tanah maka semakin rendah konsentrasi Pb Pada Daun begitupun sebaliknya. Logam berat timbal pada udara memiliki korelasi terendah dibandingkan logam berat Cu dan Zn.



Gambar 4.12. Regresi Linier Tembaga (Cu) Pada Tanah Dengan Sampel Daun Mahoni

Berdasarkan **Gambar 4.12.** diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.855 yang menunjukkan bahwa model regresi yang antar kadar tembaga (Cu) di tanah dengan daun adalah model linier. Dan korelasi *Pearson* sebesar 0.925 dari nilai r yang di dapat, dapat dikatakan bahwa konsentrasi tembaga pada tanah memiliki korelasi tinggi terhadap konsentrasi tembaga (Cu) pada daun. Dapat dikatakan konsentrasi pada tanah berpengaruh terhadap konsentrasi pada sampel daun mahoni. Logam berat Cu pada tanah memiliki korelasi tertinggi dibandingkan logam berat Pb dan Zn dikarenakan logam berat tembaga (Cu) merupakan logam yang dibutuhkan oleh tanaman tersebut jadi logam tersebut sudah ada di tanah.

Logam Cu diserap oleh akar tanaman dalam bentuk Cu^{2+} yang berperan dalam proses oksidasi, reduksi, dan pembentukan enzim. Logam Cu dalam tanah dalam bentuk Cu^{2+} Kadar Cu dalam larutan tanah meningkat dengan meningkatnya pH tanah atau sebaliknya, hal ini disebabkan Cu terikat kuat pada matrik tanah. Logam Cu dapat stabil dalam tanah setelah mengalami reaksi-reaksi hidrolisis, pembentukan kompleks anorganik dan organik, adsorpsi Cu pada berbagai jenis mineral liat (Lahuddin 2007).



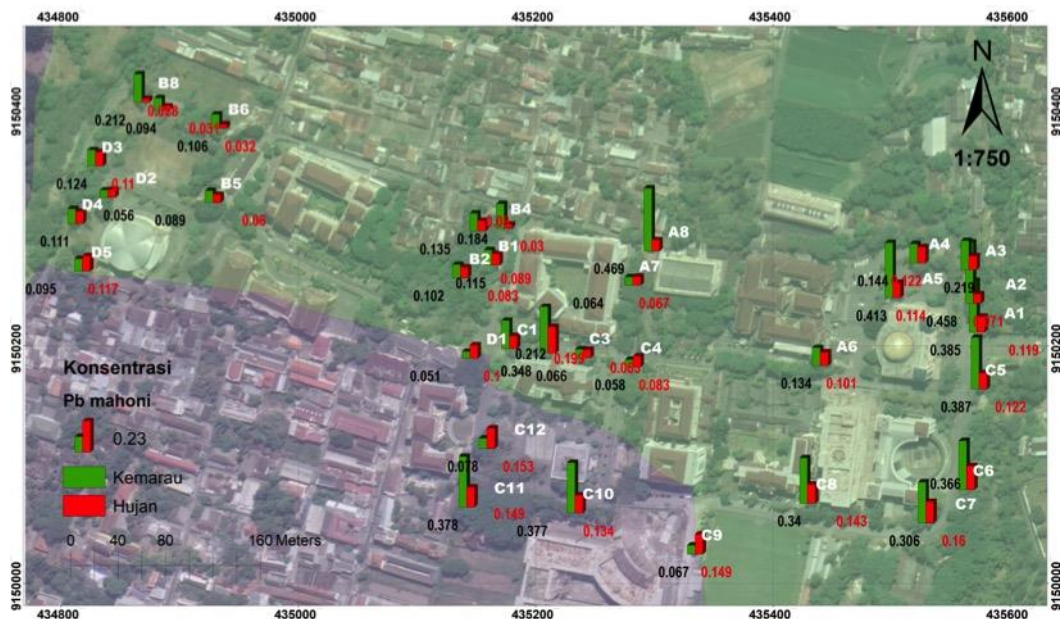
Gambar 4. 13. Korelasi Seng (Zn) Pada Tanah Dengan Sampel Daun Mahoni

Berdasarkan **Gambar 4.13.** diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,82 yang menunjukkan bahwa model regresi yang antar kadar seng (Zn) di tanah dengan daun adalah model polynomial. Dan korelasi *pearson* sebesar 0,826. Dari nilai r yang di dapat, dapat dikatakan bahwa konsentrasi seng (Zn) pada tanah memiliki korelasi tinggi terhadap konsentrasi seng (Zn) pada daun. Dapat dikatakan konsentrasi Zn pada tanah berpengaruh terhadap konsentrasi pada sampel daun mahoni. Konsentrasi logam Zn didalam daun mahoni yang tinggi karena logam seng (Zn) merupakan logam esensial yang pada tanaman. Konsentrasi logam seng (Zn) tinggi pada bagian akar tanaman dan memiliki korelasi tinggi dengan konsentrasi logam seng (Zn) di tanah.

Logam Zn adalah komponen alam yang terdapat di kerak bumi. Adsorpsi Zn dalam tanah dapat terjadi karena adanya bahan organik dan mineral liat. Mineral Zn yang ada dalam tanah antara lain ZnS, (ZnFe)S (Widowati *et al.* 2008). Logam Zn diserap oleh tanaman dalam bentuk ion Zn^{2+} dan dalam tanah alkalis diserap dalam bentuk monovalen $Zn(OH)^+$. Persentase unsur Zn yang diperlukan oleh tanaman untuk tumbuh lebih tinggi, dibandingkan persentase unsur Cu sehingga logam Zn terserap lebih tinggi dibandingkan dengan logam Cu (Syahputra, 2005).

4.7. Pemetaan Pola Persebaran Konsentrasi Logam Berat Pb, Cu, Zn Pada Sampel Daun Mahoni

Pemetaan konsentrasi logam berat dilakukan dengan menentukan titik *Sampling* dan untuk mengetahui titik koordinat dengan menggunakan aplikasi *Google earth*. Untuk membuat peta pola persebaran digunakan aplikasi *ArcGis* 10.3 dan citra satelit. Hasil dari pola persebaran yaitu peta berupa chart untuk mengetahui perbandingan konsentrasi untuk setiap logam berat dan perbandingan konsentrasi logam pada saat musim hujan dan kemarau dan untuk mengetahui sebaran konsentrasi logam berat pada sampel daun mahoni di wilayah kampus terpadu UII. Hasil dari peta pola persebaran logam berat Pb pada musim kemarau dan hujan dapat dilihat pada **Gambar 4.14**.

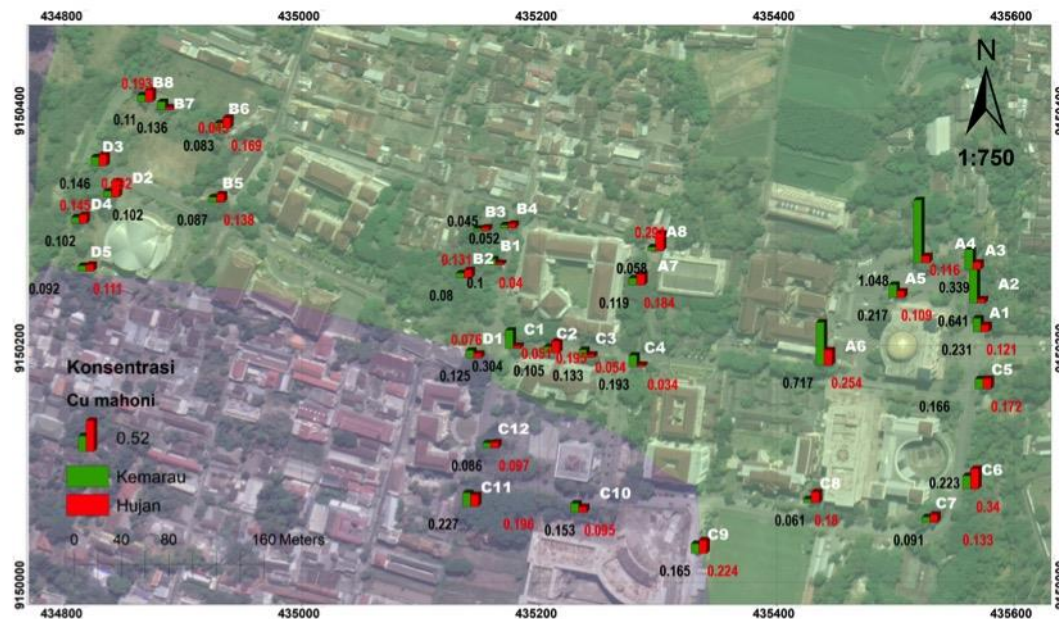


Gambar 4. 14. Peta persebaran logam berat Pb pada sampel daun mahoni pada musim kemarau dan musim hujan

Berdasarkan **Gambar 4.14**, dapat dilihat pola persebaran logam berat Timbal (Pb) dan konsentrasi logam berat Timbal (Pb) pada musim kemarau dan hujan tertinggi pada lokasi A dapat dilihat dari persebaran dan memiliki persebaran yang merata pada lokasi A. Dan untuk Lokasi A adalah boulevard, parkir ulil dan FPSB dimana banyak terjadi aktivitas kendaraan bermotor dimana menjadi

tempat keluar masuk kendaraan bermotor. Dari hasil pola persebaran logam berat Pb pada musim kemarau dan hujan berbeda signifikan dikarenakan air hujan bersifat asam, penambahan keasaman biasanya disebabkan oleh tiga asam mineral yaitu sulfurat, nitrat dan hidroklorat (Widowati *et al.* 2008). Logam timbal merupakan logam berat yang memiliki sifat larut dalam larutan asam, sehingga besar kemungkinan bahwa hal tersebut merupakan suatu penyebab rendahnya kandungan logam Pb pada musim hujan dibandingkan dengan musim kemarau pada daun dan logam Pb merupakan logam *non-essensial* bagi tanaman.

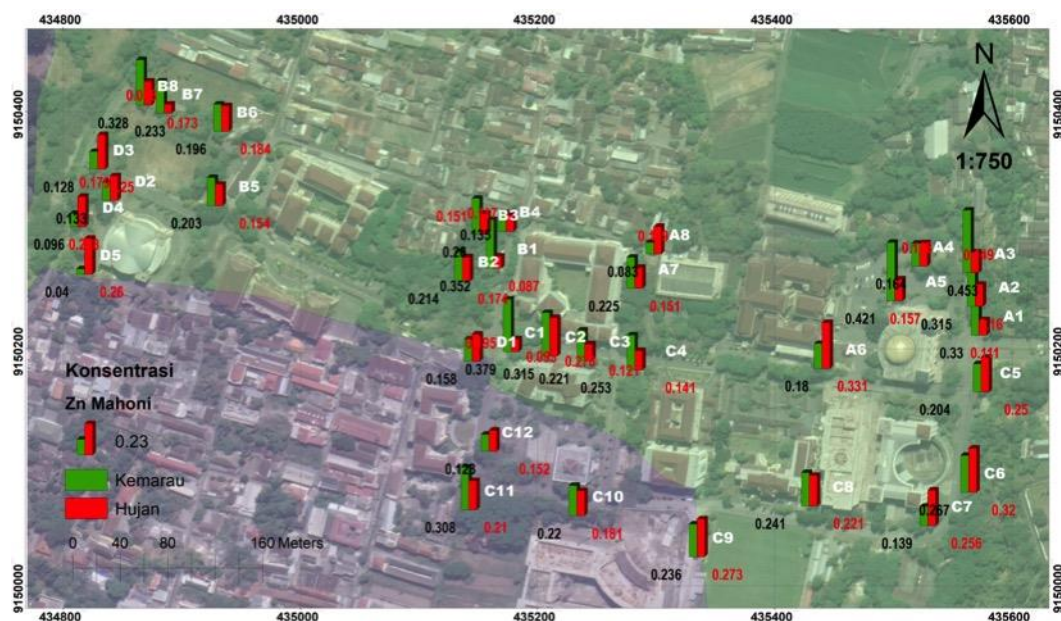
Hasil dari peta pola persebaran logam berat Cu pada musim kemarau dan hujan dapat dilihat pada **Gambar 4.15**.



Gambar 4. 15. Peta persebaran logam berat Cu pada sampel daun mahoni pada musim kemarau dan musim hujan

Berdasarkan **Gambar 4.15**, dapat dilihat pola persebaran logam berat Tembaga (Cu) dan konsentrasi logam berat Tembaga (Cu) pada musim kemarau dan hujan tertinggi pada lokasi A dapat dilihat dari persebaran dan memiliki persebaran yang merata pada lokasi A. Dan untuk Lokasi A adalah boulevard, parkir ulil dan FPSB dimana banyak terjadi aktivitas kendaraan bermotor dimana menjadi tempat keluar masuk kendaraan bermotor.

Hasil dari peta pola persebaran logam berat Zn pada musim kemarau dan hujan dapat dilihat pada **Gambar 4.16**.



Gambar 4.16. Peta persebaran logam berat Zn pada sampel daun mahoni pada musim kemarau dan musim hujan

Berdasarkan Gambar 4.16 Dapat dilihat pola persebaran logam berat seng (Zn) pada musim kemarau dan hujan. Untuk konsentrasi logam berat yang tertinggi dilihat dari persebaran yaitu logam seng (Zn) dan persebaran konsentrasi Seng (Zn) pada lokasi B dan lokasi D memiliki persebaran yang merata dibandingkan dengan lokasi lain dimana banyak terjadi aktivitas kendaraan bermotor dimana menjadi tempat keluar masuk kendaraan bermotor. logam seng (Zn) merupakan logam esensial yang pada tanaman tidak terkontaminasi normal konsentrasinya sampai dengan $100 \mu\text{g/g}$ (Rubaidah, 2011).

Persebaran konsentrasi logam berat Pb,Cu,Zn dipengaruhi Oleh beberapa faktor yaitu aktivitas kendaraan bermotor,tanah dan aktivitas gunung merapi.Pola persebaran yang tidak merata disebabkan oleh beberapa faktor tersebut dikarenakan ada beberapa logam yang sudah ada atau dibutuhkan oleh tanaman tersebut. Pola persebaran konsentrasi logam berat pada musim hujan lebih merata

dibandingkan dengan musim kemarau dikarenakan tidak adanya perbedaan jauh antara konsentrasi logam berat pada lokasi yang sama.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1.Simpulan

Berdasarkan Dari Hasil Penelitian yang sudah dilakukan ,maka Kesimpulan yang didapat sebagai Berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kadar Pb, Zn, dan Cu dari dua musim hujan dan musim kemarau nilai konsentrasi logam berat seng (Zn) tertinggi di bandingkan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu). Konsentrasi logam berat untuk musim kemarau lebih tinggi daripada musim hujan. Dari hasil grafik dapat dilihat perbedaan jauh pada musim hujan dan musim kemarau untuk konsentrasi logam berat. Konsentrasi logam berat (Cu) tertinggi pada musim kemarau terletak di A4 sebesar 1,04 mg/kg dan untuk konsentrasi logam berat tembaga (Cu) terendah terletak di titik B3 sebesar 0,04 mg/kg. Konsentrasi seng (Zn) tertinggi pada musim kemarau terletak di titik A3 sebesar 0,45 mg/kg dan untuk konsentrasi seng (Zn) terendah terletak di titik A8 sebesar 0,08 mg/kg. Konsentrasi logam berat timbal (Pb) tertinggi tereletak di titik A2 sebesar 0,45 mg/kg dan untuk konsentrasi logam berat timbal (Pb) terendah terletak di titik B5 sebesar 0,08 mg/kg. Dan untuk pola persebaran Pb, Cu, dan Zn yang terakumulasi pada daun tanaman peneduh Mahoni (*Swietenia macrophylla*). Pola persebaran konsentrasi logam berat pada musim hujan lebih merata dibandingkan dengan musim kemarau dikarenakan tidak adanya perbedaan jauh antara konsentrasi logam berat pada lokasi yang sama. Persebaran konsentrasi logam berat Pb,Cu,Zn dipengaruhi Oleh beberapa faktor yaitu aktivitas kendaraan bermotor.
2. Pada konsentrasi Zn Pada daun Mahoni memiliki korelasi tinggi dengan tanah yaitu sebesar 0,826 untuk korelasi *pearson*. Logam Zn pada tanah memiliki korelasi tertinggi dikarenakan Zn merupakan logam yang dibutuhkan oleh tanaman jadi logam tersebut sudah ada di tanah .Konsentrasi Cu di daun Mahoni memiliki korelasi tinggi dengan

udara yaitu sebesar 0,857 untuk korelasi *pearson*. Konsentrasi Pb di daun Mahoni memiliki korelasi dengan udara yaitu sebesar 0,705 untuk korelasi *pearson*. Dari nilai *r* yang di dapat, dapat dikatakan bahwa konsentrasi tembaga pada udara memiliki korelasi terhadap konsentrasi tembaga (Cu) pada daun. Dapat dikatakan konsentrasi pada udara berpengaruh terhadap konsentrasi pada sampel daun mahoni. Dan logam Zn pada tanah berpengaruh terhadap konsentrasi pada sampel daun mahoni. Logam berat Cu pada tanah memiliki korelasi tertinggi dibandingkan logam berat Pb dan Zn dikarenakan logam berat tembaga (Cu) merupakan logam yang dibutuhkan oleh tanaman tersebut jadi logam tersebut sudah ada di tanah. Dan jumlah kendaraan yang masuk pada titik *boulevard* dan keluar mempengaruhi kadar timbal (Pb) yang terakumulasi pada sampel daun tanaman mahoni. Semakin banyak kendaraan yang masuk dan keluar maka semakin banyak kadar timbal (Pb) yang terakumulasi hal ini dipengaruhi oleh paparan timbal (Pb) oleh kendaraan bermotor.

3. Pola persebaran Pb, Cu, dan Zn yang terakumulasi pada daun tanaman peneduh Mahoni (*Swietenia macrophylla*). Pola persebaran konsentrasi Logam Berat pada musim hujan lebih merata dibandingkan dengan musim kemarau dikarenakan tidak adanya perbedaan jauh antara konsentrasi logam berat pada lokasi yang sama. Persebaran konsentrasi logam berat Pb, Cu, Zn dipengaruhi Oleh beberapa faktor yaitu aktivitas kendaraan bermotor, tanah dan aktivitas gunung merapi dikarenakan ada beberapa logam yang sudah ada atau dibutuhkan oleh tanaman tersebut.

5.2.Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah didapatkan,berikut beberapa saran yang diajukan :

1. Dari pengujian logam berat (Pb,Cu,Zn) tanaman peneduh mahoni mampu menyerap kadar tembaga (Cu) yang cukup besar pada daun di bandingkan dengan logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn)
2. Sebaiknya dalam pengujian kadar logam berat pada udara dan tanah dilakukan musim hujan dan kemarau agar mendapatkan hasil perbandingan dan lorelasi dari musim kemarau tersebut.Dan untuk data jumlah kendaraan sebaiiknya dilakukan perhitungan pada saat pengambilan sampel udara untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat .

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

Aini,F.,Mardiyah,S.,Wahyuni,F.,Millah,A.U.,Ihsan,M.,2017.**Kajian Tanaman Penyerap timbal (Pb) dan Pengikat Karbon di lingkungan Kampus Universitas Jambi. *Bio-Site*.Vol 3.No.2.**

Aronoff, 1989. **Geographic Information Sistem : A Management Perspective**, Ottawa, Canada : WDL Publication.

Basset, J., R. C. Denney, G.H Jeffrey, J. Mendhom. 1994. **Buku Ajar Vogel Kimia Analisa Kuantitatif Anorganik**. Jakarta : EG

Brass, G.M. and W. Strauss. 1981. **Air Pollution Control**. John Willey & Sons. New York.

Calabrese, E.J dan Kenyon, E.M. 1991. **Air Toxics and Risk Assessment**. Chelsea, Michigan: Lewis Publishers Inc.

Daintith, J. 1990. **A Concise Dictionary of Chemistry, New (second) Edition**. Oxford, New York: Oxford University Press.

Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2008. **Parameter Pencemaran Udara dan Dampaknya Terhadap Kesehatan**, Jakarta: s.n.

Fardiaz, S., 1992 , ” **Polusi air dan udara** ” cetakan ke-9 , Kanisius , Yogyakarta .

Fathia Luki Anisa Nurul, Medha Baskara, dan Sitawati (2015). **Analisis Kemampuan Tanaman Semak Di Median Jalan Dalam Menyerap Logam Pb. Produksi Tanaman**. 3(7) : 528 – 534.

Faust, S.D. dan Aly, O.M. 1981. **Chemistry of Natural Waters. *Ann Arbors Science Publishers, inch Michigan***. 399.

Flanagan, J.T., K.J. Wade, S. Curie And D.J. Curtis. 1980. **The Deposition of Lead and Zine From Traffic Pollution On two Road Side Shrubs Environment Pulluts.** Journal Environmental Science. pp147 - 156.

Guritno, B. dan Sitompul, S. M. 1995. **Analisis Pertumbuhan Tanaman.**UGM Press. Yogyakarta.

Hendrasarie Novirina (2007). **Kajian Efektivitas Tanaman Dalam Menjerap Kandungan Pb di Udara.** Tersedia : <https://core.ac.uk/download/pdf/12216725.pdf> Diakses : 24 Maret 2016.

Hettich, Drs B. Simon, dkk. 2001. **Environmental Health Criteria 212: Zinc (Part 3).** Geneva: World Health Organization

<http://z-pedispacecenter.com/>. **Bunga Pohon Mahoni.**

Hutagalung, H.P. dan Setiapermana. 1994. **Pencemaran Laut oleh Logam Berat : Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauanya.** P3O-LIPI. Jakarta.

IDEM (Indiana Department of Enviromental Management). 2014 . **Particulate Matter (PM 2,5/PM 10)** Office of Air Quality. India: A State That Works.

Jamhari, M., 2014. **Hubungan Kandungan Timbal (Pb) Di Udara Dengan Pb Dalam Talus Lichen Xanthoparmelia xanthofarinosa.** Seminar nasional biologi VIII Pendidikan Biologi. Biologi, Sains, Lingkungan, dan Pembelajaran Menuju Pembangunan Karakter.

Jaswiah et al. 2016. **Fitoremediasi Logam Kadmium pada Asap Rokok menggunakan Tanaman Lidah Mertua.** Universitas Padjajaran.

Kartikasari A. D. 2014. **Tanaman Swietenia Mahaghoni L.** Tersedia : <https://agustindiankartikasari.wordpress.com/2014/12/14/tugas morfologi-tumbuhan-deskripsi-tanaman-swietenia-mahagoni-l-jacq/>

Koepe. D. E. dan R. J. Miller. 1970. **Lead Effect on Corn Mitochondrial Respiration.** Science. Vol. 167.

Kraak, Menno-Jan dan Ormeling, Ferjan.2013.**Cartography Visualization of Spatial Data.** England: Longman

Kurnia, U., H. Suganda, R. Saraswati, dan Nurjaya. 2004. **Teknologi pengendalian pencemaran lahan sawah. Buku Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya**. Puslitbangtanak. Badan Litbang Pertanian. Deptan.

Kusmana, C. 2012. **Pola Sebaran Spasial Konsentrasi Partikel Timbal Di Sekitar Jalur Hijau Jalan (Studi Kasus Jalur Hijau Acacia Mangium, Jalan Tol Jagorawi)**. Bogor: Institut Pertanian Bogor

Lakitan, B. 2010. **Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan**. Rajawali Pers, Jakarta.

Lepp, N.W. 1981. **Effect of Heavy Metal Pollution on Plant**. *Journal of Applications Science*. 1: 99 – 121.

Lestari, Fatma. 2007. **Bahaya Kimia**. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran

Menkes RI. 2002. **Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1407/MENKES/SK/XI/2002 Tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaraan Udara**.

Moore, J.W., Ramamoorthy, S. 1984. **Heavy Metals in Natural Waters**. Springer. Verlag. New York.

Mukhtar, R. 2013. **Kandungan Logam Berat dalam Udara Ambien pada Beberapa Kota di Indonesia**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kualitas dan Laboratorium Lingkungan.

Nilawati. 2011. **Analisis Logam Berat Pb, Zn, dan Cr pada Tiga Jenis Tanaman Peneduh Pinggir Jalan Kota Batam Kepulauan Riau**. Bogor: IPB

Palar,H., 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, hal 10-11; 74-75, Rineka Cipta, Jakarta.

Pemerintah Indonesia. 1997. **Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997 Pasal 1 ayat 12 tentang Pencemaraan lingkungan**. Lembaran RI Tahun 1997 No. 23. Jakarta : Sekretariat Negara.

Pemerintah Indonesia. 1999. **Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999**. Lembaran RI Tahun 1999 No. 41. Jakarta : Sekretariat Negara.

Purnomohadi, S 1995. "**Peran Ruang Terbuka Hijau Dalam Pengendalian Kualitas Udara di DKI Jakarta**". Disertasi, Program Paascasarjana Institut Pertanian Bogor

Ramis Sufariz ,2016.**Heavy Metal Content Test Plumbum In Shade Plants in Road Bandung Protocol**. Bandung : Universitas Pasundan

Rubaidah. 2011. **Analisis Logam Pb, Cu, dan Zn pada Tanaman Pelindung di Jalur Hijau Kota Banda Aceh**. Bogor: IPB

Saeni, M.S. 1989. **Kimia Lingkungan**. IPB Press. Bogor

Saeni. 1997. **Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat dengan Analisis Rambut**. BoGOR : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB.

Sastrawijaya. 1991. **Pencemaran Lingkungan**. Bandung : Rineka Cipta.

Schmidt, L. 2000. **Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed**. *Danida Forest Seed Centre*. Denmark.

Siringoringo, H. H, 2000. "**Kemampuan Beberapa Jenis Tanaman Hutan Kota Dalam Menjerap Partikulat Timbal**". Bul. Pen. Hutan.

SNI 06-6989.8-2009. **Air dan air limbah – Bagian 8: Cara uji timbal (Pb) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala**.

SNI 06.6989.5. 2004. **Metode Uji Kandungan Besi (Fe)**.

SNI 19-0428-1998. 1998. **Petunjuk Pengambilan Contoh Padatan**

SNI 19-7119.3- 2005. 2005. **Cara uji kadar timbal (Pb)**

SNI 19-7119.6-2005. 2005. **Udara Ambien – Bagian 6: Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Ambien**.

Sugiyono. 2012. **Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D**. Bandung: Alfabeta.

Suhono, Budi dan Tim LIPI. 2010. **Ensiklopedia Flora jilid 1**. Bogor: PT Kharisma Ilmu.

Sumakmur. 2009. **Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja**. Jakarta: CV Haji Masagung.

Sunarya, Y. 2007. **Kimia Umum**. Grafindo. Bandung.

Supriharyono. 2000. **Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis**. Jakarta: Gramedia.

Syahputra, R. (2005). **Fitoremediasi Logam Cu dan Zn dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (mart.) solms)**. Jurnal Logika 2(2): 57-66. ISSN: 1410-2315.

Tolcin, A.C. 2008. **Geological Survey, Mineral Commodity Summaries**. USGS. USA.

Tsalev, D. L. Dan Z. K. Zaprianov. 1985. ***Atomic Spectroscopy Occupation and Enviromental Health***. CRC Press, Inc. Florida.

Tugaswati, A.T., 2008. **Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan**.

United States Environmental Protection Agency, 2016. **Air and Radiation: Basis Information**.

Widowati, W. 2008. **Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran**. Yogyakarta: Penerbit Andi.

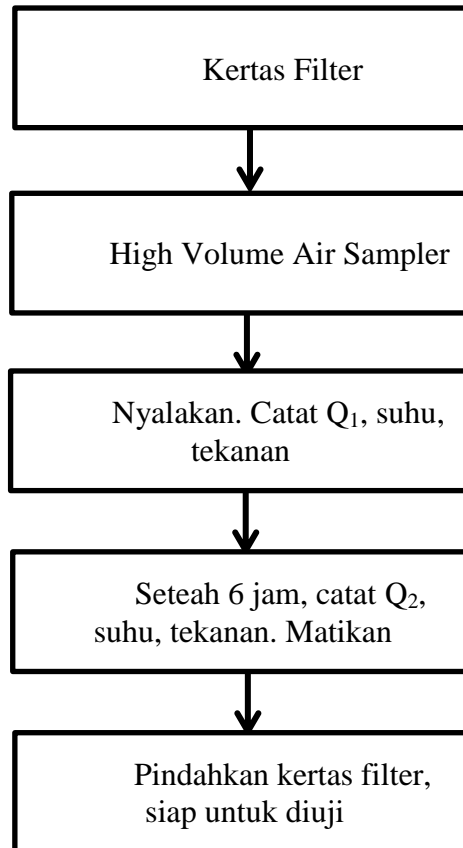
World Health Organization (WHO). 1996. **Trace Elements in Human Health and Nutrition**. Geneve. World Health Organization.

Wulan, A.R. 2006. **Taksonomi Bloom-Revisi**.
http://file.upi.edu/RATNAWULAN/taksonomi_Bloom_revisi

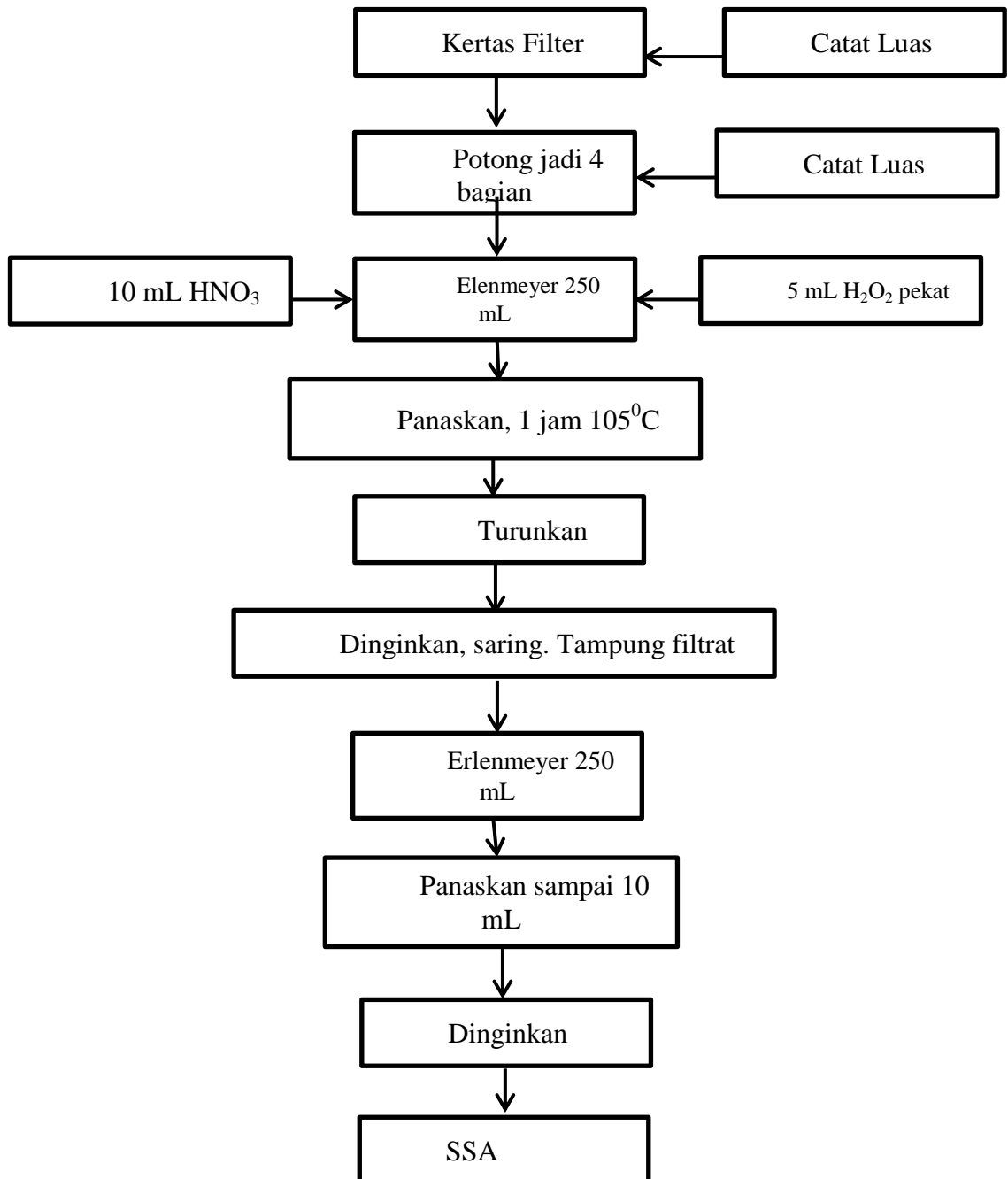
LAMPIRAN

Lampiran. 1. Flowchart Pengujian Sampel Udara

- Pengambilan Sampel Udara

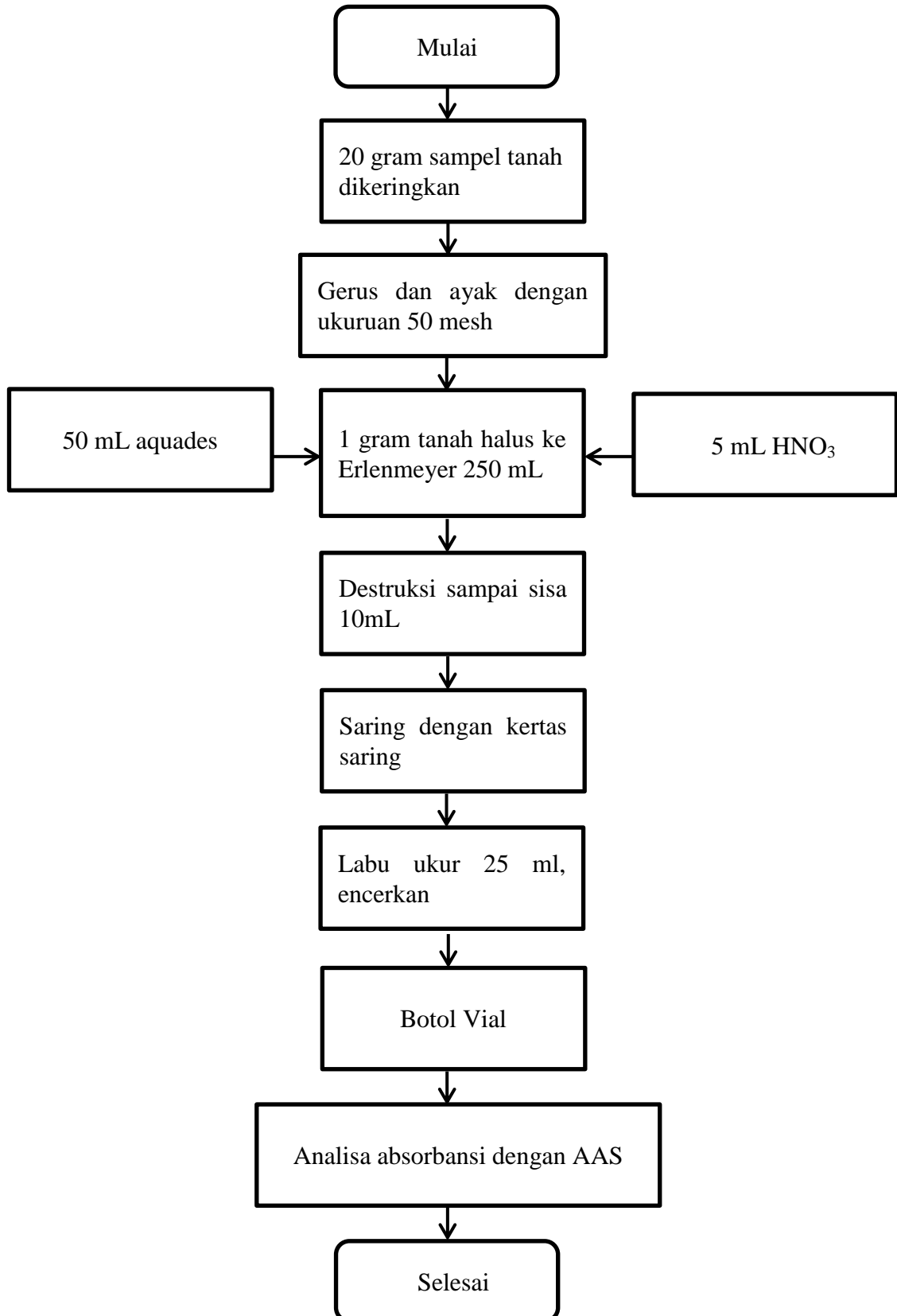


- Pengujian Kertas Filter



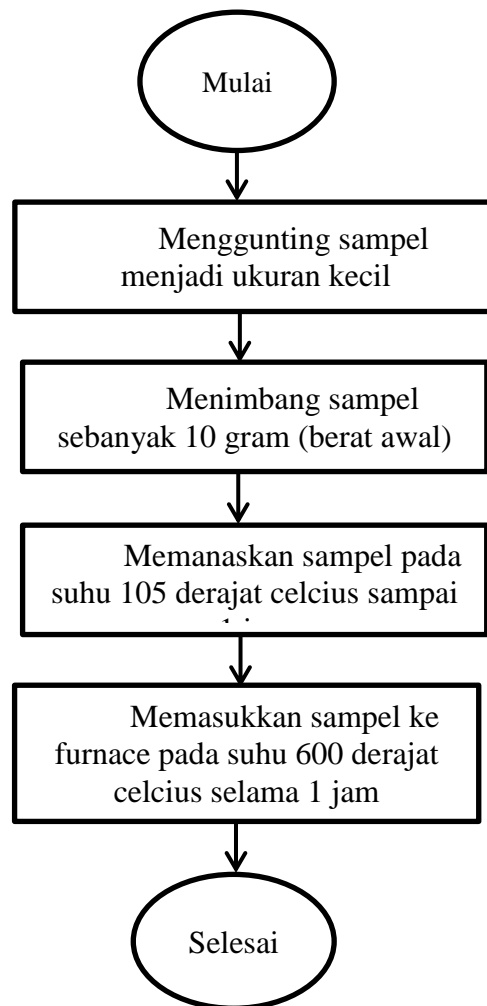
Lampiran. 2.Flowchart Pengujian Sampel Tanah

- Pengujian Sampel Uji Tanah

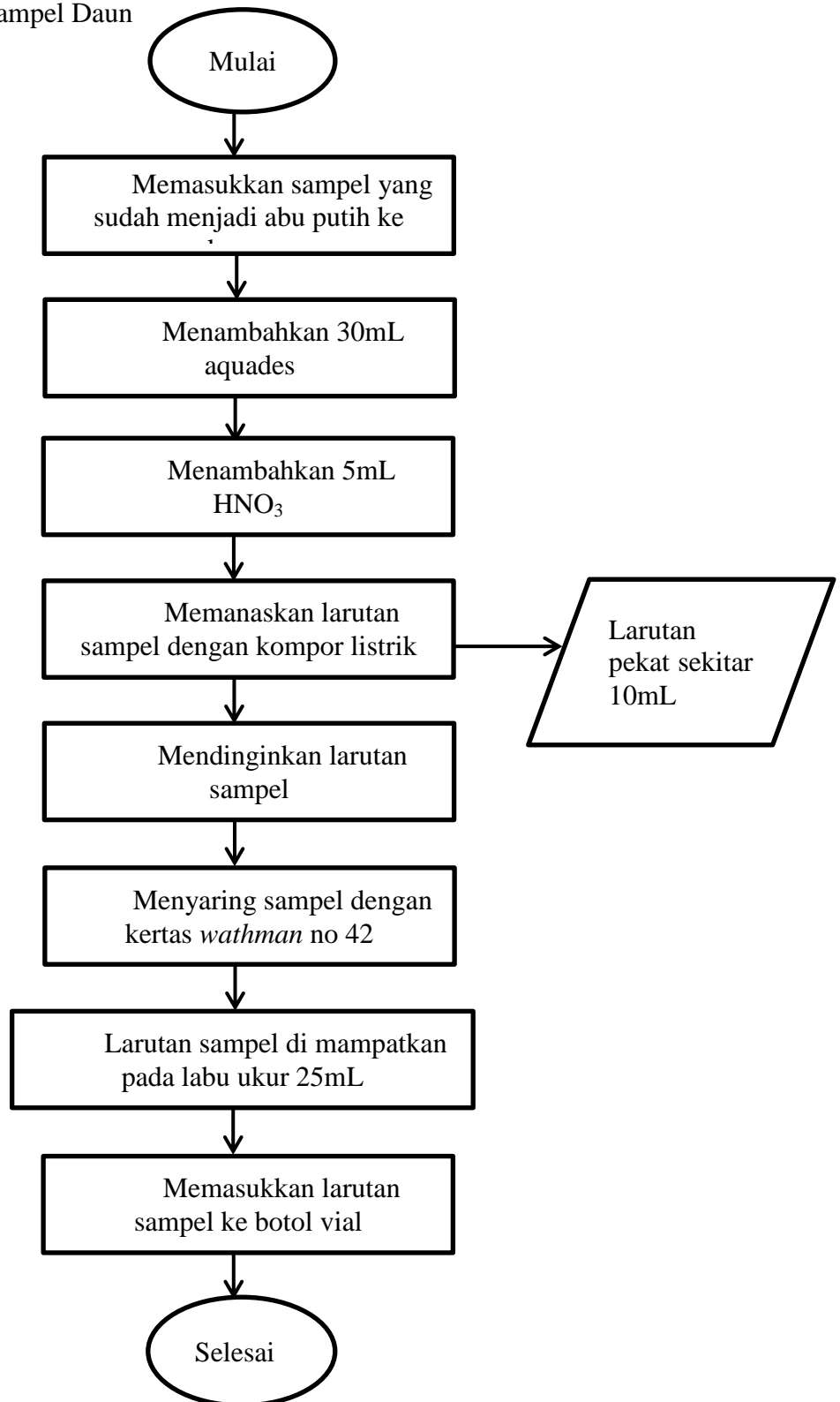


Lampiran. 3.Flowchart Pengujian Sampel Daun

-Preparasi Sampel Daun



-Destruksi Sampel Daun



Lampiran. 4. Tahapan perhitungan konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP) dan hasil perhitungan untuk tiap-tiap titik

Hari, tanggal : Kamis, 5 Desember 2019

Lokasi : Boulevard UII

Titik : titik 1

A. Menghitung Laju Alir

$$T_s = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

$$T_o = 305,3 \text{ K}$$

$$P_s = 760 \text{ mmHg}$$

$$P_o = 756,1 \text{ mmHg}$$

$$\begin{aligned} Q_{S1} &= Q_o \times \left(\frac{T_s \times P_o}{T_o \times P_s} \right) \\ &= \frac{1,2 \text{ m}^3}{\text{menit}} \times \left(\frac{298 \text{ k} \times 756,1 \text{ mmHg}}{306 \text{ k} \times 760 \text{ mmHg}} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,181 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{S2} &= Q_o \times \left(\frac{T_s \times P_o}{T_o \times P_s} \right) \\ &= \frac{1,3 \text{ m}^3}{\text{menit}} \times \left(\frac{298 \text{ k} \times 758,7 \text{ mmHg}}{307,6 \text{ k} \times 760 \text{ mmHg}} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,278 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

$$Q_s (\text{rata-rata}) = \frac{Q_{S1} + Q_{S2}}{2}$$

$$Q_s (\text{rata-rata}) = \frac{1,181 + 1,278}{2}$$

$$Q_s (\text{rata-rata}) = 1,229 \text{ m}^3/\text{menit}$$

2. Volume udara yang diambil

Diketahui :

$$Q_s = 1,229 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$T = 6 \text{ jam} = 360 \text{ menit}$$

$$V = Q_s \times T$$

$$V = 1,229 \frac{m^3}{\text{menit}} \times 360 \text{ menit}$$

$$V = 442,62 m^3$$

3. Konsentrasi TSP dalam udara ambien

Diketahui :

$$w_1 = 3,548 \text{ g}$$

$$w_2 = 3,608 \text{ g}$$

$$C = \frac{w_2 - w_1 \times 10^6}{V}$$

$$C = \frac{(3,608 \text{ gram} - 3,548 \text{ gram}) \times 10^6}{442,62 m^3}$$

$$C = 135,556 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

D. Hasil perhitungan konsentrasi TSP di tiap-tiap titik lokasi sampling (Tabel)

Lokasi	Hari, tanggal	Berat Awal (W ₀)	Berat Akhir (W ₁)	Volume udara (m ³)	Kons. TSP (μg /Nm ³)
Perempatan FTSP	Kamis, 28 November 2019	3,553	3,611	444,702	130,425
Portal Kimpulan	Jumat, 29 November 2019	3,540	3,596	429,325	130,437
FTI	Sabtu, 30 November 2019	3,543	3,593	426,172	117,323
Lapangan Bola, D3	Selasa, 3 Desember 2019	3,544	3,59	427,406	107,626
Boulevard, Ulil Albab	Kamis, 5 Desember 2019	3,548	3,608	442,733	135,522

Lampiran. 5. Konversi Canter untuk konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP)

Hari, tanggal : Kamis, 5 Desember 2019

Lokasi : Boulevard UII

Titik : titik 1

A. Tahapan perhitungan Konversi Canter untuk konsentrasi TSP

$$C_2 = C \text{ TSP} = 135,556 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

$$t_1 = 24 \text{ jam}$$

$$t_2 = 6 \text{ jam}$$

p = nilai p pada persamaan ini diperoleh dari PP No. 41 tahun 1999 dengan

$$C_1 = 230 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \text{ (baku mutu TSP pengukuran 24 jam)}$$

$$C_2 = 90 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \text{ (baku mutu TSP pengukuran 1 tahun)}$$

$$t_1 = 1 \text{ hari}$$

$$t_2 = 365 \text{ hari}$$

$$C_1 = C_2 \times (t_2/t_1)^p$$

$$230 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 = 90 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \times (365 \text{ hari}/1 \text{ hari})^p$$

$$p = 0,159$$

$$C_1 = 135,556 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \times \left(\frac{6 \text{ jam}}{24 \text{ jam}}\right)^{0,159}$$

$$C_1 = 135,556 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \times \left(\frac{6 \text{ jam}}{24 \text{ jam}}\right)^{0,159}$$

$$C_1 = 108,740 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

B. Hasil perhitungan Konversi Canter untuk konsentrasi TSP di masing-masing titik sampling (Tabel)

Berikut hasil perhitungan konversi canter untuk konsentrasi TSP sehingga setara dengan waktu cuplik 24 jam.

Lokasi	Hari, tanggal	Kons. TSP ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) 6 jam	Kons. TSP ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) 24 jam
Perempatan FTSP	Kamis, 28 November 2019	130,425	108,713
Portal Kimpulan	Jumat, 29 November 2019	130,437	86,336
FTI	Sabtu, 30 November 2019	117,323	104,624
Lapangan Bola, D3	Selasa, 3 Desember 2019	107,626	104,634
Boulevard, Ulil Albab	Kamis, 5 Desember 2019	135,522	94,115

Lampiran. 6.Perhitungan konsentrasi timbal Pb, Cu, Zn di udara ambien

A. Tahapan perhitungan konsentrasi timbal Pb, Cu, Zn di udara ambien

Hari, tanggal : Kamis, 5 Desember 2019

Lokasi : Boulevard UII

Titik : titik 1

Diketahui :

$$V_t = 10 \text{ mL}$$

S = panjang x lebar filter utuh

$$= 190 \text{ mm} \times 240 \text{ mm} = 45600 \text{ mm}^2$$

St = panjang x lebar filter yang dianalisis

$$= 10 \text{ mm} \times 125 \text{ mm} = 12500 \text{ mm}^2$$

$$V = 442,733 \text{ m}^3$$

$$C_{t1} = 1,0396 \text{ } \mu\text{g/mL}$$

$$C_{pb} = \frac{C_t \times V_t \times \frac{S}{S_t}}{V}$$

$$C_{pb} = \frac{1,0396 \times 10 \times \frac{45600}{12500}}{442,733} = 0,086 \text{ } \mu\text{g/m}^3$$

B. Hasil perhitungan di masing-masing titik

Lokasi	Volume udara (m ³)	Cons Real 6 jam (mg/kg)		
		Pb	Cu	Zn
Perempatan FTSP	442,733	0,086	0,938	0,363
Portal Kimpulan	427,406	0,021	0,636	0,227
FTI	444,702	0,063	0,629	0,396
Lapangan Bola, D3	429,325	0,031	0,466	0,189
Boulevard, Ulil Albab	426,172	0,019	0,527	0,185

Lampiran. 7.Perhitungan konversi Canter untuk konsentrasi Pb, Cu, Zn

Tahapan perhitungan Konversi Canter untuk konsentrasi Pb, Cu, Zn

Hari, tanggal : Kamis, 5 Desember 2019

Lokasi : Boulevard UII

Titik : titik 1

Diketahui :

$$C_{pb} = 0,3597 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

$$t_1 = 24 \text{ jam}$$

$$t_2 = 6 \text{ jam}$$

p = nilai p pada persamaan ini diperoleh dari PP No. 41 tahun 1999

dengan

$$C_1 = 2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \text{ (baku mutu Pb pengukuran 24 jam)}$$

$$C_2 = 1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \text{ (baku mutu Pb pengukuran 1 tahun)}$$

$$t_1 = 1 \text{ hari}$$

$$t_2 = 365 \text{ hari}$$

$$C_1 = C_2 x \left[\frac{t_2}{t_1} \right]^p$$

$$2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 = 1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 x \left[\frac{365 \text{ hari}}{1 \text{ hari}} \right]^p$$

$$p = 0,117$$

$$C_1 = C_2 x \left[\frac{t_2}{t_1} \right]^p$$

$$C_1 = 0,3597 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 x \left[\frac{6 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \right]^{0,117} = 0,073 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

A. Hasil perhitungan Konversi Canter untuk konsentrasi Pb, Cu, dan Zn di masing-masing titik sampling

Berikut hasil perhitungan konversi canter untuk konsentrasi Pb, Cu, Zn sehingga setara dengan waktu cuplik 24 jam

Titik Sampling	Cu ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
Perempatan FTSP	0.446	0.281	0.054
Portal Kimpulan	0.331	0.134	0.027
FTI	0.374	0.132	0.017
Lapangan Bola, D3	0.452	0.161	0.018
Boulevard, Ulil Albab	0.666	0.257	0.073

Lampiran. 8. Perhitungan konsentrasi timbal Pb, Cu, Zn di tanah

A. Tahapan Perhitungan konsentrasi timbal Pb, Cu, Zn di tanah

Hari, tanggal : Sabtu, 7 Desember 2019

Lokasi : Parkir Ulil Albab

Titik : titik 1

Diketahui :

Berat kering = 1 gram

Faktor pengenceran = 5

Factor pemekatan = 5,5

$$C = \frac{C \times f_{\text{pengenceran}}}{\text{Berat} \times f_{\text{pemekatan}}}$$

$$C_{\text{Pb}} = 0,130 \mu\text{g/mL}$$

$$C_{\text{Cu}} = 0,452 \mu\text{g/mL}$$

$$C_{\text{Zn}} = 0,245 \mu\text{g/mL}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{Pbreal}} &= \frac{C_{\text{pb}} \times f_{\text{pengenceran}}}{\text{Berat} \times f_{\text{pemekatan}}} \\ &= \frac{0,130 \times 5}{1 \times 3,5} \\ &= 0,118 \text{ mg/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{Cureal}} &= \frac{C_{\text{cu}} \times f_{\text{pengenceran}}}{\text{Berat} \times f_{\text{pemekatan}}} \\ &= \frac{0,452 \times 5}{1 \times 3,5} \\ &= 0,411 \text{ mg/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{Znreal}} &= \frac{C_{\text{zn}} \times f_{\text{pengenceran}}}{\text{Berat} \times f_{\text{pemekatan}}} \\ &= \frac{0,245 \times 5}{1 \times 3,5} \\ &= 0,223 \text{ mg/kg} \end{aligned}$$

B. Hasil perhitungan konsentrasi timbal Pb, Cu, Zn di tanah

Lokasi	Kode Sampel	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)
Fmipa	MN1	0.223	0.411	0.118
FH	MN2	1.222	0.599	0.404
D3	MN3	0.379	0.475	0.365
FMIPA	MN4	0.354	0.558	0.346
FPSB	MN5	0.859	0.605	0.418
Tempat Parkir PFSB	MN6	0.101	0.458	0.297
Kantin Mawar	MN7	0.189	0.566	0.334
GOR UII	MN8	0.228	0.457	0.340
Lahan Kosong	MN9	0.115	0.295	0.253
Lahan Kosong	MN10	0.066	0.411	0.295

Lampiran. 9. Perhitungan konsentrasi timbal Pb, Cu, Zn di daun

A. Tahapan Perhitungan konsentrasi timbal Pb, Cu, Zn di daun

Hari, tanggal : Sabtu, 7 Desember 2019

Lokasi : Ulil Albab

Titik : titik A1

Diketahui :

Berat kering = 7,665 gr

Faktor pengenceran = 5

Factor pemekatan = 3,5

$$C = \frac{C \times fpengenceran}{Berat \times fpemekatan}$$

$$C_{Pb} = 0,110 \mu\text{g/mL}$$

$$C_{Cu} = 0,375 \mu\text{g/mL}$$

$$C_{Zn} = 0,565 \mu\text{g/mL}$$

$$C_{Pbreal} = \frac{C_{pb} \times fpengenceran}{Berat \times fpemekatan}$$

$$= \frac{0,110 \times 5}{1 \times 3,5}$$

$$= 0,073 \text{ mg/kg}$$

$$C_{Cureal} = \frac{C_{cu} \times fpengenceran}{Berat \times fpemekatan}$$

$$= \frac{0,375 \times 5}{1 \times 3,5}$$

$$= 0,1 \text{ mg/kg}$$

$$C_{Znreal} = \frac{C_{zn} \times fpengenceran}{Berat \times fpemekatan}$$

$$= \frac{0,565 \times 5}{1 \times 3,5}$$

$$= 0,175 \text{ mg/kg}$$

B. Hasil perhitungan konsentrasi timbal Pb, Cu, Zn di daun

Berikut hasil perhitungan konsentrasi Pb, Cu, Zn di daun pada masing – masing titik sampling.

Hasil Konsentrasi Musim Kemarau

Sampel	Berat Cawam	Berat awal	Berat Setelah Oven	Kadar %	Cons Inst (ug/mL)			Cons Real (mg/kg)			Faktor Pengenceran	Faktor Pemekatan
					Pb	Cu	Zn	Pb	Cu	Zn		
A1	31.774	10.230	9.104	11%	2.456	1.469	2.104	0.385	0.230	0.330	5	3.5
A2	49.918	10.034	7.321	27%	2.345	3.285	1.613	0.458	0.641	0.315	5	3.5
A3	33.006	10.245	8.367	18%	1.281	1.988	2.652	0.219	0.339	0.453	5	3.5
A4	53.903	10.221	8.994	12%	0.904	6.596	1.034	0.144	1.048	0.164	5	3.5
A5	49.271	10.032	8.888	11%	2.567	1.349	2.618	0.413	0.217	0.421	5	3.5
A6	32.813	10.034	8.564	15%	0.803	4.300	1.081	0.134	0.717	0.180	5	3.5
A7	34.132	10.023	8.103	19%	0.361	0.672	1.276	0.064	0.118	0.225	5	3.5
A8	42.427	10.011	8.653	14%	2.840	0.353	0.503	0.469	0.058	0.083	5	3.5
B1	34.033	10.021	8.123	19%	0.655	0.569	2.003	0.115	0.100	0.352	5	3.5
B2	45.002	10.082	9.482	6%	0.679	0.529	1.422	0.102	0.080	0.214	5	3.5
B3	46.497	10.046	9.246	8%	0.876	0.292	1.685	0.135	0.045	0.260	5	3.5
B4	36.771	10.094	8.794	13%	1.134	0.322	0.833	0.184	0.052	0.135	5	3.5
B5	34.294	10.096	9.124	10%	0.567	0.556	1.297	0.089	0.087	0.203	5	3.5
B6	50.837	10.643	9.143	14%	0.678	0.532	1.252	0.106	0.083	0.196	5	3.5
B7	33.006	10.060	8.560	15%	0.561	0.812	1.398	0.094	0.136	0.233	5	3.5
B8	31.774	10.222	9.222	10%	1.371	0.709	2.118	0.212	0.110	0.328	5	3.5
C1	32.818	10.052	9.052	10%	1.345	1.926	2.401	0.212	0.304	0.379	5	3.5
C2	31.774	10.422	9.622	8%	2.345	0.709	2.118	0.348	0.105	0.315	5	3.5
C3	48.864	10.341	9.041	13%	0.417	0.841	1.400	0.066	0.133	0.221	5	3.5
C4	45.12	10.262	9.162	11%	0.371	1.237	1.620	0.058	0.193	0.253	5	3.5

C5	34.134	10.568	9.468	10%	2.567	1.102	1.350	0.387	0.166	0.204	5	3.5
C6	49.923	10.234	9.034	12%	2.314	1.411	1.688	0.366	0.223	0.267	5	3.5
C7	46.829	10.239	9.939	3%	2.132	0.633	0.969	0.306	0.091	0.139	5	3.5
C8	39.377	10.012	9.813	2%	2.333	0.423	1.653	0.340	0.062	0.241	5	3.5
C9	47.125	10.123	9.423	7%	0.442	1.089	1.558	0.067	0.165	0.236	5	3.5
C10	46.835	10.081	8.881	12%	2.345	0.953	1.369	0.377	0.153	0.220	5	3.5
C11	40.971	10.062	9.162	9%	2.421	1.455	1.974	0.377	0.227	0.308	5	3.5
C12	39.384	10.054	9.454	6%	0.513	0.570	0.811	0.078	0.086	0.123	5	3.5
D1	68.139	10.231	9.031	12%	0.325	0.789	0.997	0.051	0.125	0.158	5	3.5
D2	49.846	10.395	9.595	8%	0.375	0.685	0.896	0.056	0.102	0.133	5	3.5
D3	45.008	10.049	8.749	13%	0.761	0.894	0.786	0.124	0.146	0.128	5	3.5
D4	50.839	10.051	8.345	17%	0.650	0.598	0.561	0.111	0.102	0.096	5	3.5
D5	44.451	10.042	8.456	16%	0.563	0.545	0.234	0.095	0.092	0.040	5	3.5
					1.282	1.218	1.433	0.204	0.198	0.229		
					1.282	0.789	1.398	0.135	0.125	0.221		
					2.840	6.596	2.652	0.469	1.048	0.453		
					0.325	0.292	0.234	0.051	0.045	0.040		

Hasil Hasil Konsentrasi Musim Hujan

Sampel	Berat Cawan	Berat awal	Berat setelah Oven	Kadar Air %	Cons Inst ppm			Cons Real (mg/kg)			Faktor Pengenceran	Faktor Pemekatan
					Pb	Cu	Zn	Pb	Cu	Zn		
A1	34.294	10.514	8.502	19%	0.7103	0.717	0.660	0.1193	0.1205	0.1109	5	3.5
A2	50.837	10.100	6.608	35%	0.3284	0.523	0.741	0.0710	0.1131	0.1602	5	3.5
A3	33.006	10.159	8.026	21%	0.5947	0.682	0.836	0.1058	0.1214	0.1488	5	3.5
A4	32.818	10.238	8.432	18%	0.7181	0.683	0.989	0.1217	0.1157	0.1676	5	3.5
A5	31.774	10.143	8.225	19%	0.6588	0.625	0.906	0.1144	0.1086	0.1574	5	3.5
A6	48.864	10.087	8.056	20%	0.5665	1.431	1.867	0.1005	0.2538	0.3310	5	3.5
A7	45.12	10.045	6.795	32%	0.3178	0.876	0.719	0.0668	0.1842	0.1511	5	3.5
A8	34.134	10.195	7.671	25%	0.4431	1.564	1.069	0.0825	0.2913	0.1990	5	3.5
B1	49.923	10.630	8.999	15%	0.5578	0.2530	0.5498	0.0885	0.0402	0.0873	5	3.5
B2	46.829	10.642	8.540	20%	0.4966	0.7850	1.0428	0.0831	0.1313	0.1744	5	3.5
B3	39.377	10.046	7.639	24%	0.4266	0.3180	0.8083	0.0798	0.0595	0.1512	5	3.5
B4	47.125	10.094	7.452	26%	0.1570	0.3870	0.6124	0.0301	0.0742	0.1174	5	3.5
B5	46.835	10.096	8.460	16%	0.3572	0.8150	0.9107	0.0603	0.1376	0.1538	5	3.5
B6	40.971	10.643	8.533	20%	0.1925	1.0110	1.1006	0.0322	0.1693	0.1843	5	3.5
B7	39.384	10.060	8.349	17%	0.1808	0.2605	0.3871	0.0309	0.0446	0.0662	5	3.5
B8	68.139	10.052	7.349	27%	0.1444	0.9925	0.8892	0.0281	0.1929	0.1729	5	3.5
C1	49.846	10.422	8.857	15%	0.6054	0.3160	0.5758	0.0976	0.0510	0.0929	5	3.5
C2	45.008	10.341	4.449	57%	0.6190	0.6080	0.8651	0.1987	0.1952	0.2778	5	3.5
C3	50.839	10.262	8.228	20%	0.3601	0.3130	0.6959	0.0625	0.0543	0.1208	5	3.5

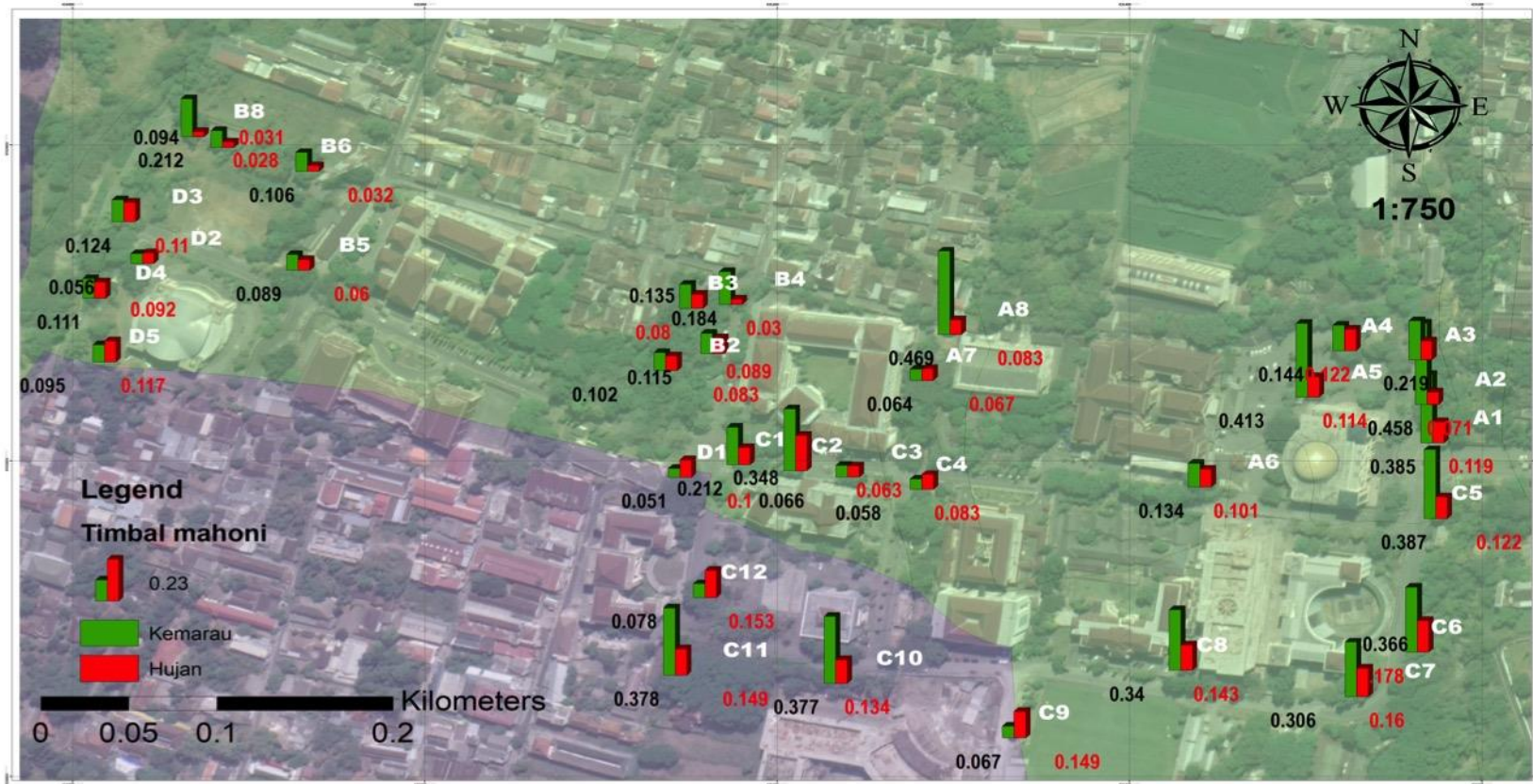
C4	44.451	10.568	8.053	24%	0.4684	0.1910	0.7921	0.0831	0.0339	0.1405	5	3.5
C5	34.295	10.333	7.592	27%	0.6500	0.912	1.3298	0.1223	0.1716	0.2502	5	3.5
C6	31.774	10.843	8.109	25%	1.0095	1.931	1.816	0.1778	0.3401	0.3199	5	3.5
C7	49.918	10.127	6.931	32%	0.7773	0.644	1.2424	0.1602	0.1327	0.2561	5	3.5
C8	33.006	10.853	8.349	23%	0.8356	1.052	1.2914	0.1430	0.1800	0.2210	5	3.5
C9	53.903	10.444	6.892	34%	0.7200	1.081	1.318	0.1492	0.2241	0.2732	5	3.5
C10	49.271	10.389	6.954	33%	0.6520	0.462	0.8817	0.1339	0.0949	0.1811	5	3.5
C11	32.813	10.283	7.659	26%	0.7968	1.048	1.1254	0.1486	0.1955	0.2099	5	3.5
C12	34.132	10.667	7.902	26%	0.8453	0.539	0.8405	0.1528	0.0974	0.1520	5	3.5
D1	42.427	10.395	8.737	16%	0.6127	0.4670	1.1931	0.1002	0.0764	0.1951	5	3.5
D2	34.033	10.049	8.906	11%	0.3815	1.6940	1.1155	0.0612	0.2717	0.1789	5	3.5
D3	45.002	10.051	7.515	25%	0.5733	1.0100	1.3123	0.1090	0.1920	0.2495	5	3.5
D4	46.497	10.042	8.276	18%	0.5355	0.8400	1.2603	0.0924	0.1450	0.2175	5	3.5
D5	36.771	10.003	7.400	26%	0.6049	0.5770	1.3450	0.1168	0.1114	0.2597	5	3.5
	42.528	10.297	7.832	24%	0.5424	0.7760	1.0027	0.1007	0.1432	0.1857		
	44.451	10.238	8.053	24%	0.5733	0.6830	0.9107	0.1002	0.1313	0.1744		
	68.139	10.853	8.999	57%	1.0095	1.9308	1.8668	0.1987	0.3401	0.3310		
	31.774	10.003	4.449	11%	0.1444	0.1910	0.3871	0.0281	0.0339	0.0662		

Lampiran. 10.Data Jumlah Kendaraan Bermotor

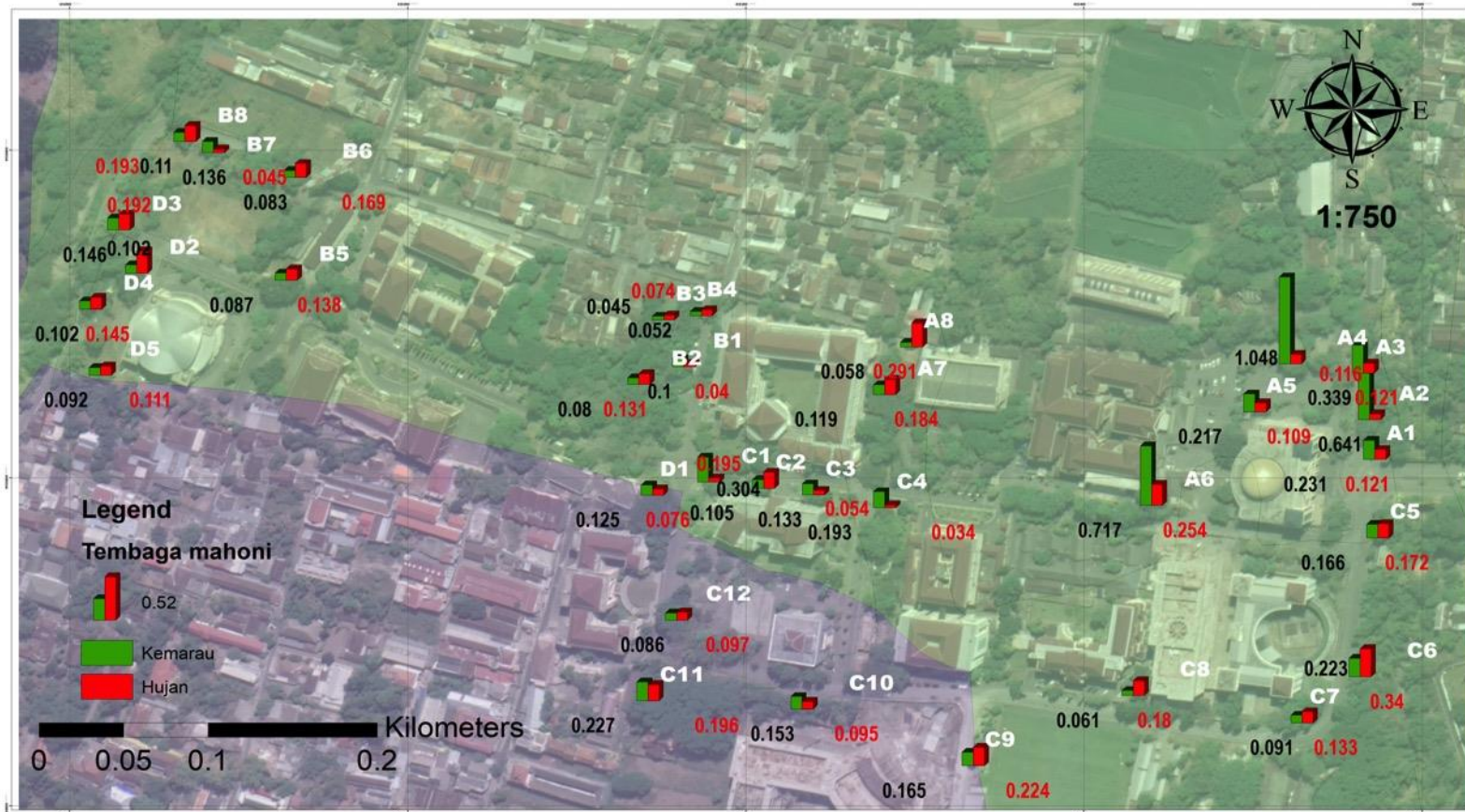
Tanggal	Jumlah Kendaraan						
	FTSP/FTI	FPSB	FMIPA 1	FMIPA 2	Boulevard	D3	Kimpulan
11/11/2019	1101	986	713	1148	1102	782	512
12/11/2019	1101	976	911	1192	1024	892	342
13/11/2019	1180	1189	1002	1150	1034	634	613
14/11/2019	1373	1008	976	1232	1093	671	512
15/11/2019	986	890	1089	934	983	678	412
18/11/2019	1023	923	981	833	1341	723	652
19/11/2019	1043	1255	982	923	1221	812	521
20/11/2019	1189	1172	783	823	1031	852	432
21/11/2019	1109	975	863	1023	1102	891	421
22/11/2019	1081	1083	983	1089	1086	862	412
25/11/2019	1278	1236	956	1182	1023	831	472
26/11/2019	1109	964	1021	1192	1423	892	421
27/11/2019	1021	932	982	983	1567	893	341
28/11/2019	1023	1105	978	1120	1234	934	231
29/11/2019	1209	1190	806	890	1101	734	298
2/12/2019	1102	1086	793	921	1095	723	273
3/12/2019	1190	1052	1014	1102	1032	821	234
4/12/2019	1134	1076	983	1198	1021	632	297
5/12/2019	1085	1085	863	1086	1089	734	178

6/12/2019	986	1023	870	1123	982	721	198
9/12/2019	1067	1084	956	1097	973	845	312
10/12/2019	1023	992	1021	976	981	813	308
11/12/2019	1001	1102	921	1102	932	912	312
Rata-Rata	1105	1060	995		1107	795	378

Lampiran. 11. Pemetaan Persebaran Logam Berat Pb Pada Sampel Daun Mahoni



Lampiran. 12. Pemetaan Persebaran Logam Berat Cu Pada Sampel Daun Mahoni



Lampiran. 13. Pemetaan Persebaran Logam Berat Zn Pada Sampel Daun Mahoni

