

**PENGUNAAN DAUN TANJUNG (*Mimusops elengi* L.)
SEBAGAI BIOINDIKATOR KONTAMINAN TIMBAL (Pb)
DAN SENG (Zn) DI JALAN KOTA BANDA ACEH**

TUGAS AKHIR

UMMUL KHAIR

NIM. 150702103

Mahasiswa Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2020 M/ 1441 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGUNAAN DAUN TANJUNG (*Mimusops elengi* L.) SEBAGAI BIOINDIKATOR KONTAMINAN TIMBAL (Pb) DAN SENG (Zn) DI JALAN KOTA BANDA ACEH

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh

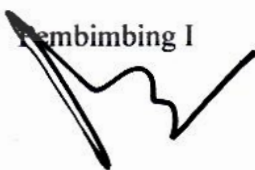
UMMUL KHAIR

NIM. 150702103

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui oleh:

Pembimbing I



(Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.)
NIDN. 2013128901

Pembimbing II



(Yeggi Darnas, M.T)
NIDN.2020067905

LEMBAR PENGESAHAN

PENGUNAAN DAUN TANJUNG (*Mimusops elengi* L.) SEBAGAI BIOINDIKATOR KONTAMINAN TIMBAL (Pb) DAN SENG (Zn) DI JALAN KOTA BANDA ACEH

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: 19 Agustus 2020
29 Dzulhijah 1441

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

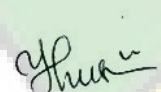
Ketua,


Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
NIDN. 2013128901

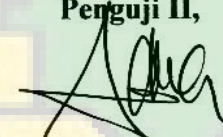
Sekretaris,


Yeggi Darnas, M.T
NIDN.2020067905

Penguji I,


Husnawati Yahya, M.Sc.
NIDN. 2009118301

Penguji II,


Adian Aristia Anas, M.Sc.
NIDN. 2022108701

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh




Dr. Azhar Amsal, M.Pd.
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ummul Khair
NIM : 150702103
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Tugas Akhir : Penggunaan Daun Tanjung (*Mimusops elengi L.*) Sebagai Bioindikator Kontaminan Timbal (Pb) dan Seng (Zn) di Jalan Kota Banda Aceh

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat di pertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 19 Agustus 2020
Yang Menyatakan,



Ummul Khair

ABSTRAK

Nama : Ummul Khair
NIM : 150702103
Pogram Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Penggunaan Daun Tanjung (*Mimusops Elengi* L.) Sebagai Bioindikator Kontaminan Timbal (Pb) dan Seng (Zn) di Jalan Kota Banda Aceh
Tanggal Sidang : 19 Agustus 2020/29 Dzulhijah 1441 H
Tebal : 70 Halaman
Pembimbing I : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.,
Pembimbig II : Yeggi Darnas, M.T
Kata Kunci : Bioindikator, Tanjung (*Mimusops Elengi* L.), Debu.

Pencemaran udara berdampak negatif pada kesehatan manusia secara langsung atau tidak langsung serta menurunnya kualitas udara. Bioindikator adalah organisme atau respon biologis yang menunjukkan masuknya zat tertentu dalam lingkungan. Salah satu cara pemantauan pencemaran udara adalah dengan menggunakan tumbuhan sebagai bioindikator. Peningkatan jumlah penduduk dapat bertambahnya penggunaan kendaraan bermotor di jalan Kota Banda Aceh dan meningkatnya kepadatan lalu lintas sehingga terjadinya pencemaran udara. Tanaman tanjung (*Mimusops elengi* L.) merupakan salah satu tanaman yang tersebar dan banyak ditanami di badan jalan Kota Banda Aceh. Penelitian ini bertujuan untuk melihat efektifitas penggunaan tanaman Tanjung (*Mimusops elengi* L.) yang ditanami di badan jalan Kota Banda Aceh selain sebagai tanaman pelindung juga efektif digunakan sebagai bioindikator dalam pemantauan pencemaran Pb dan Zn yang berasal dari lalu lintas. Sampel daun dan debu dianalisis menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spektrophotometer*) dan prediksi kondisi kontaminan debu dan daun oleh unsur logam dapat menggunakan Indeks Geoakumulasi (I_{geo}) dan Faktor Kontaminasi (FK). Hasil penelitian menunjukkan daun Tanjung tidak efektif dijadikan bioindikator proksi kepadatan lalu lintas. Konsentrasi rata-rata Zn di dalam daun berada di bawah ambang batas konsentrasi Zn pada tumbuhan biasa. Daun Tanjung efektif sebagai reseptor dalam mendeposisi debu. Debu yang terdeposisi pada daun Tanjung dapat menjadi indikator dalam mengidentifikasi pencemaran Zn di udara. Konsentrasi rata-rata Zn di dalam debu yang terdeposisi di permukaan daun melewati ambang batas normal. Tanjung (*Mimusops elengi* L.) tidak efektif digunakan sebagai indikator dalam menyerap atau mendeposisi logam berat Pb. Konsentrasi Pb pada daun dan debu di semua titik tidak terkandung Pb atau berada di bawah batas deteksi instrumen. Kemungkinan pada lokasi penelitian partikel yang mengandung Pb dari kendaraan mengendap pada tanah yang dekat jalan raya daripada menempel dibagian daun. Berdasarkan Indeks Geoakumulasi

(I_{geo}), tingkat pencemaran Zn pada daun Tanjung menunjukkan kondisi kontaminan rendah sedangkan pada debu menunjukkan kondisi kontaminan rata-rata cukup tercemar. Berdasarkan Faktor Kontaminasi (FK) pada daun rata-rata menunjukkan kontaminasi rendah Sedangkan pada debu menunjukkan tingkat kontaminan tinggi.

Kata kunci : Bioindikator, Tanjung (*Mimusops Elengi* L.), Debu.



ABSTRACT

Name : Ummul Khair
NIM : 150702103
Study Program : Environmental Engineering Faculty of Science and Technology (FST)
Title : Use Of Tanjung Leaves (*Mimusops elengi* L.) As A Bioindicator Of Lead (Pb) And Seng (Zn) Contaminants In The Road Of Banda Aceh City
Session Date : 919 August 2020/29 Dzulhijah 1441 H
Number Of Page : 70 Pages
Supervisor I : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.,
Supervisor II : Yeggi Darnas, M.T
Keywords : Bioindicators, Tanjung (*Mimusops elengi* L.), Dust.

Air pollution has a direct or indirect negative impact on human health as well as decreases air quality. Bioindicators are organisms or biological responses that indicate the entry of certain substances in the environment. One way to monitor air pollution is to use plants as bioindicators. The increase in population can increase the use of motorized vehicles on the streets of Banda Aceh City and increase traffic density resulting in air pollution. Tanjung plant (*Mimusops elengi* L.) is one of the scattered plants and is widely planted on the roads of Banda Aceh City. This study aims to see the effectiveness of using the Tanjung plant (*Mimusops elengi* L.) planted on the road in Banda Aceh City. Apart from being a protective plant, it is also effectively used as a bio-indicator in monitoring Pb and Zn pollution from traffic. Leaf and dust samples were analyzed using the AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) method and prediction of dust and leaf contaminant conditions by metal elements can use the Geoaccumulation Index (I_{geo}) and the Contamination Factor (FK). The results showed that Tanjung leaves were not effective as a proxy bio-indicator for traffic density. The average concentration of Zn in leaves is below the threshold for Zn concentration in ordinary plants. Tanjung leaves are effective as receptors in depositing dust. The dust deposited on Tanjung leaves can be an indicator in identifying Zn contamination in the air. The average concentration of Zn in the dust deposited on the leaf surface exceeds the normal threshold. Tanjung (*Mimusops elengi* L.) is not effective as an indicator in absorbing or depositing heavy metal Pb. Leaf and dust concentrations at all points were not contained in Pb or were below the instrument detection limits. It is possible at the research location that particles containing Pb from vehicles settle on the ground near the highway rather than sticking to the leaves. Based on the Geoaccumulation Index (I_{geo}), the Zn contamination level in Tanjung leaves shows low contaminant conditions meanwhile, the dust shows that the contaminant condition is quite polluted. Based

on the Contamination Factor (FK) on average leaves show low contamination while dust shows high contaminant levels.

Keywords: Bioindicator, Tanjung (Mimusops elengi L.), Dust.



KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Segala puji bagi Allah SWT dengan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya dengan judul **“PENGUNAAN DAUN TANJUNG (*Mimusops elengi* L.) SEBAGAI BIOINDIKATOR KONTAMINAN TIMBAL (Pb) DAN SENG (Zn) DI JALAN KOTA BANDA ACEH”**. Shalawat beriring salam kepada baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga dan sahabat beliau serta orang-orang mukmin yang tetap istiqamah di jalan-Nya.

Penulisan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Dengan selesainya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang terlibat. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis hendak menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Ayah dan Ibu penulis yang senantiasa memberikan dukungan moril maupun materi serta motivasi dan do'a tiada henti untuk penulis.
2. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Ibu Yeggi Darnas, M.T., selaku sekretaris Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, sekaligus pembimbing 2 yang telah memberikan penulis semangat, waktu, serta pengarahan dalam proses penulisan tugas akhir.
4. Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc., selaku pembimbing I yang telah memberikan kesediaan waktu yang luar biasa untuk membimbing dan tenaga, ide, serta mengarahkan penulis dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
5. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., Penasehat Akademik yang telah memberikan banyak motivasi, ilmu, serta telah mendengar keluh kesah penulis selama proses menimba ilmu di Teknik Lingkungan.

6. Kepada semua Dosen Prodi Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu dan tenaga untuk mengajarkan dan membimbing penulis menjadi lulusan dan pribadi yang lebih baik.
7. Kepada staf Prodi Teknik Lingkungan Ibu Nuraida yang telah meluangkan banyak waktu dan tenaga dalam pengurusan administrasi penulis selama menimba ilmu di Teknik Lingkungan.
8. Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry beserta Asisten Risna Mauriza yang telah banyak membantu penulis dalam melakukan pengujian sampel.
9. Kepala Balai Riset dan Standarisasi Industri Banda Aceh dan kepada Asisten Laboratorium Bapak Ridho yang telah bersedia menguji sampel penulis walaupun banyak kendala.
10. Teman penulis yang telah membantu dalam melakukan penelitian ini, Nurmalina, Candra, Riska, Sakhdiah, Maghfirah, Alissa. Kakak-kakak yang selalu menanyakan perkembangan tugas akhir penulis dan ikut memotivasi penulis Kak Isna, Kak Husna, Kak Ica, Kak Nuris, serta teman-teman unit 4 beserta teman-teman angkatan 2015 Teknik Lingkungan.

Semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat kepada semua pihak yang memerlukannya. Kritikan dan saran ataupun masukan yang bersifat membangun diterima supaya tugas akhir ini menjadi lebih sempurna.

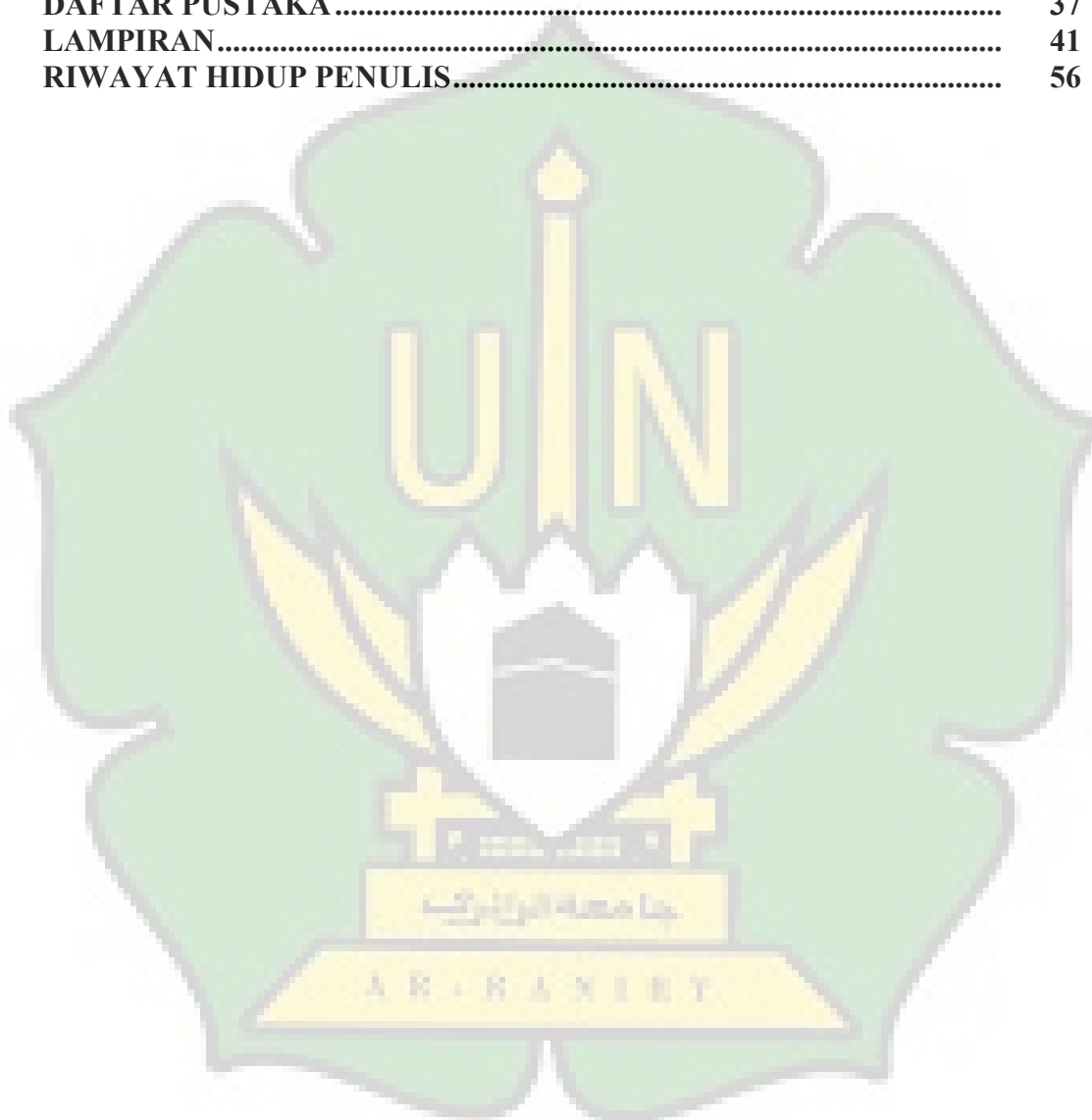
Banda Aceh, 19 Agustus 2020
Penyusun,

Ummul Khair

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
 BAB I : PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
 BAB II : DASAR TEORI	 5
2.1 Pencemaran Udara	5
2.2 Kota Banda Aceh.....	5
2.3 Partikulat.....	7
2.4 Timbal (Pb)	8
2.5 Seng (Zn).....	9
2.6 Bioindikator.....	10
2.7 Tanaman Tanjung (<i>Mimusops elengi</i> L.).....	12
2.8 Tingkat Kontaminasi Logam Berat	15
2.10 <i>Interpolasi Kriging</i>	16
 BAB III : METODOLOGI PENELITIAN.....	 18
3.1 Tahapan Penelitian	18
3.2 Lokasi dan Titik Sampel	19
3.3 Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel.....	19
3.3.1 Analisis Debu yang Terdeposis	21
3.3.2 Analisis Kandungan Timbal dan Seng di Dalam Debu	22
3.3.3 Analisis Timbal dan Seng yang Terperangkap dalam Stomata	22
3.3.4 Analisis Konsentrasi Timbal dan Seng dalam Daun dan Debu.....	23
3.3.5 Analisis Data Efektivitas Daun dalam Mendeposisi Debu ..	23
3.4 Analisis Pencemaran Logam Berat	23
3.5 Analisis Distribusi Polutan.....	24
 BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	 25
4.1 Hasil	25
4.2 Pembahasan	29
4.2.1 Konsentrasi Pb dalam Daun dan Debu.....	29

4.2.2 Konsentrasi Zn dalam Daun	30
4.2.3 Konsentrasi Zn dalam Debu	31
4.2.4 Distribusi Tingkat Kontaminasi Logam Berat Zn.....	33
BAB V : PENUTUP	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	41
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman Tanjung	13
Gambar 3.1	Tahapan Penelitian	18
Gambar 3.2	Bagian daun yang akan disampel.....	20
Gambar 3.3	Contoh daun yang akan dijadikan sampel.	21
Gambar 3.4	Ilustrasi pengambilan sampel dan sketsa lokasi pengambilan titik sampel.....	21
Gambar 4.1	Grafik korelasi logam berat seng (Zn) pada debu dan daun	27
Gambar 4.2	Sebaran logam berat seng (Zn) pada daun diudara Kota Banda Aceh.....	27
Gambar 4.3	Sebaran logam berat seng (Zn) pada debu diudara Kota Banda Aceh.....	28
Gambar 4.4	Sebaran logam berat (Zn) pada daun berdasarkan I_{geo} dan Faktor Kontaminan	28
Gambar 4.5	Sebaran logam berat (Zn) pada debu berdasarkan I_{geo} dan Faktor Kontaminan	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria tingkat kontaminasi berdasarkan Indeks Geoakumulasi	16
Tabel 2.2 Kriteria tingkat kontaminasi berdasarkan Faktor Kontaminasi	16
Tabel 3.1 Titik Koordinat Pengambilan Sampel	19
Tabel 4.1 Hasil pengujian dan analisa kandungan logam berat Pb dan Zn pada debu dan daun.	25
Tabel 4.2 Hasil analisa efektifitas daun dalam menyerap debu berbasis massa dan luasan	27



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dokumen Penelitian	41
Lampiran 2	Laporan Hasil Uji Laboratorium.....	43
Lampiran 3	Uji korelasi antara konsentrasi zn pada daun dengan konsentrasi zn pada debu	45
Lampiran 4	Data kendaraan kota banda aceh tahun 2011-2018	46
Lampiran 5	Volume kendaraan/kapasitas jalan kota banda aceh tahun 2017	47
Lampiran 6	Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	54
Lampiran 7	Peta lokasi pengambilan sampel di Jln.T. Nyak Arief Kota Banda Aceh.....	55



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran lingkungan yaitu masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan (Wijaya, 2012). Pencemaran udara yang disebabkan zat-zat tertentu akan berdampak negatif pada kesehatan manusia secara langsung maupun tidak langsung serta menurunnya kualitas udara pada suatu daerah (Rahmadhani, 2019). Polutan-polutan pencemar udara yang terdapat dalam partikel terdiri atas timbal dalam debu, partikel padat 2,5 μm , partikel padat 10 μm dan aerosol sedangkan dalam gas buangan kendaraan bermotor terdiri atas karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), hidrokarbon (HC), sulfur oksida (SO_x), timbal (Pb), seng (Zn) dan logam berat lainnya (Sinolungan, 2009). Logam berat yang berasal dari gas buang kendaraan bermotor ialah partikel dengan ukuran sekitar 0,01 μm . Gabungan partikel-partikel menjadi lebih besar dan keluar sebagai gas buang bahkan mengendap pada knalpot (Putra, 2011). Bahan bakar yang tidak ramah lingkungan dapat menghasilkan debu dan gas buangan berupa gas-gas serta partikel-partikel yang berpengaruh pada kesehatan manusia bahkan pada lingkungan sekitar (Sinolungan, 2009).

Kendaraan bermotor turut menjadi faktor penyumbang emisi logam berat Pb dan Zn selain dari hasil produksi industri. Penggunaan bahan bakar solar dan rem pada kendaraan menjadi menyumbang emisi logam berat Pb dan Zn di udara. Sifat logam berat yang mudah berikatan dengan oksida dapat menjadi sumber bergerak yang potensial terhadap penyebaran (Rahmayanti, 2018).

Bioindikator adalah organisme atau respon biologis yang menunjukkan masuknya zat tertentu dalam lingkungan. Salah satu cara pemantauan pencemaran udara adalah dengan menggunakan tumbuhan sebagai bioindikator. Menggunakan tanaman sebagai bioindikator mempunyai banyak keunggulan dibandingkan dengan pengukuran langsung. Salah satu keunggulannya adalah mudah melakukan perkiraan elemen apa yang akan diukur dan mudah dalam melakukan sampling. Bioindikator juga dapat memperkirakan tingkat pencemaran yang

berintegrasi dengan waktu, bahkan dapat digunakan untuk daerah terpencil tanpa peralatan mahal (Suhaemi dkk 2014). Tumbuhan adalah bioindikator yang baik dan daun adalah bagian tumbuhan yang paling peka pencemar (Wijaya, 2012).

Di daerah perkotaan, debu adalah indikator pencemaran logam berat karena pengendapan atmosfer. Partikel debu berfungsi sebagai pembawa polutan yang bergantung pada komposisi partikulat dalam kandungan mineral dan organik. (Al-Khashman, 2004). Prediksi pengayaan debu dan daun oleh unsur logam dapat terjadi dengan berbagai cara seperti menggunakan Indeks Geoakumulasi (I_{geo}) dan Faktor Kontaminasi (FK). Indeks Geoakumulasi (I_{geo}) digunakan untuk menentukan kondisi kontaminasi oleh logam dalam sampel. Faktor Kontaminasi (FK) menggambarkan kondisi kontaminasi yang diakibatkan oleh bahan toksik pada sampel.

Kota Banda Aceh merupakan Ibu Kota Provinsi Aceh, Indonesia yang mengalami perkembangan baik dalam perkembangan kota, pendidikan, pusat pemerintahan, dan menjadi pusat kegiatan ekonomi. Peningkatan jumlah penduduk dapat bertambahnya penggunaan kendaraan bermotor di jalan Kota Banda Aceh dan meningkatnya kepadatan lalu lintas sehingga terjadinya pencemaran udara yang semakin memburuk. Tanaman tanjung (*Mimusops elengi* L.) merupakan salah satu tanaman yang tersebar dan banyak ditanami di badan jalan Kota Banda Aceh.

Tanjung (*Mimusops elengi* L.) merupakan salah satu jenis tanaman banyak digunakan dalam melakukan pengembangan hutan kota dikarenakan tanaman ini memiliki berbagai fungsi. Tanjung memiliki ketahanan yang tinggi terhadap pencemaran debu dan kemampuan yang tinggi dalam mendeposisi dan menyerap debu. Oleh karena itu Tanjung dapat dipergunakan dalam program pengembangan hutan kota di kawasan dengan pencemaran udara yang tinggi dan padat. Menurut penelitian Rahmadani (2019) daun Tanjung salah satu tanaman yang ampuh dalam menyerap debu sebesar $0,00094 \text{ g/cm}^2$, karena tanaman tanjung memiliki karakteristik daun yang melengkung ke atas.

Berdasarkan penelitian Norouzi dkk (2015) yang menyatakan bahwa daun dari spesies Berangan (*Platanus orientalis* L.) dapat digunakan sebagai bioindikator untuk memantau logam berat akibat polusi udara. Lehndorff dan

Schwark (2010) yang menunjukkan daun tanaman Jarum pinus yang tumbuh di Kota Cologne dapat dijadikan bioindikator polusi pencemaran udara. Begitu juga dengan hasil penelitian lain di Yordania mengenai daun Kurma (*P. dactylifera* L.) dapat digunakan sebagai bioindikator kontaminasi logam berat yang murah di daerah yang terkena pencemaran industri dan lalu lintas (Al-Khashman dkk, 2011).

Berdasarkan penjelasan di atas peneliti tertarik untuk melakukan analisis terkait penggunaan tanaman Tanjung (*Mimusops elengi* L.) yang ditanami di badan jalan Kota Banda Aceh untuk melihat apakah tanaman Tanjung sebagai tanaman pelindung juga efektif digunakan sebagai bioindikator dalam pemantauan pencemaran Pb dan Zn yang berasal dari lalu lintas. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi tingkat pencemaran Pb dan Zn di udara Kota Banda Aceh.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana efektivitas daun Tanjung (*Mimusops elengi* L.) sebagai bioindikator kontaminasi timbal (Pb) dan seng (Zn) di udara pada jalan Kota Banda Aceh ?
2. Bagaimana distribusi kontaminan timbal (Pb) dan seng (Zn) di jalan Kota Banda Aceh dengan menggunakan daun Tanjung (*Mimusops elengi* L.) sebagai indikator pencemaran ?

1.3 Tujuan Penelitian

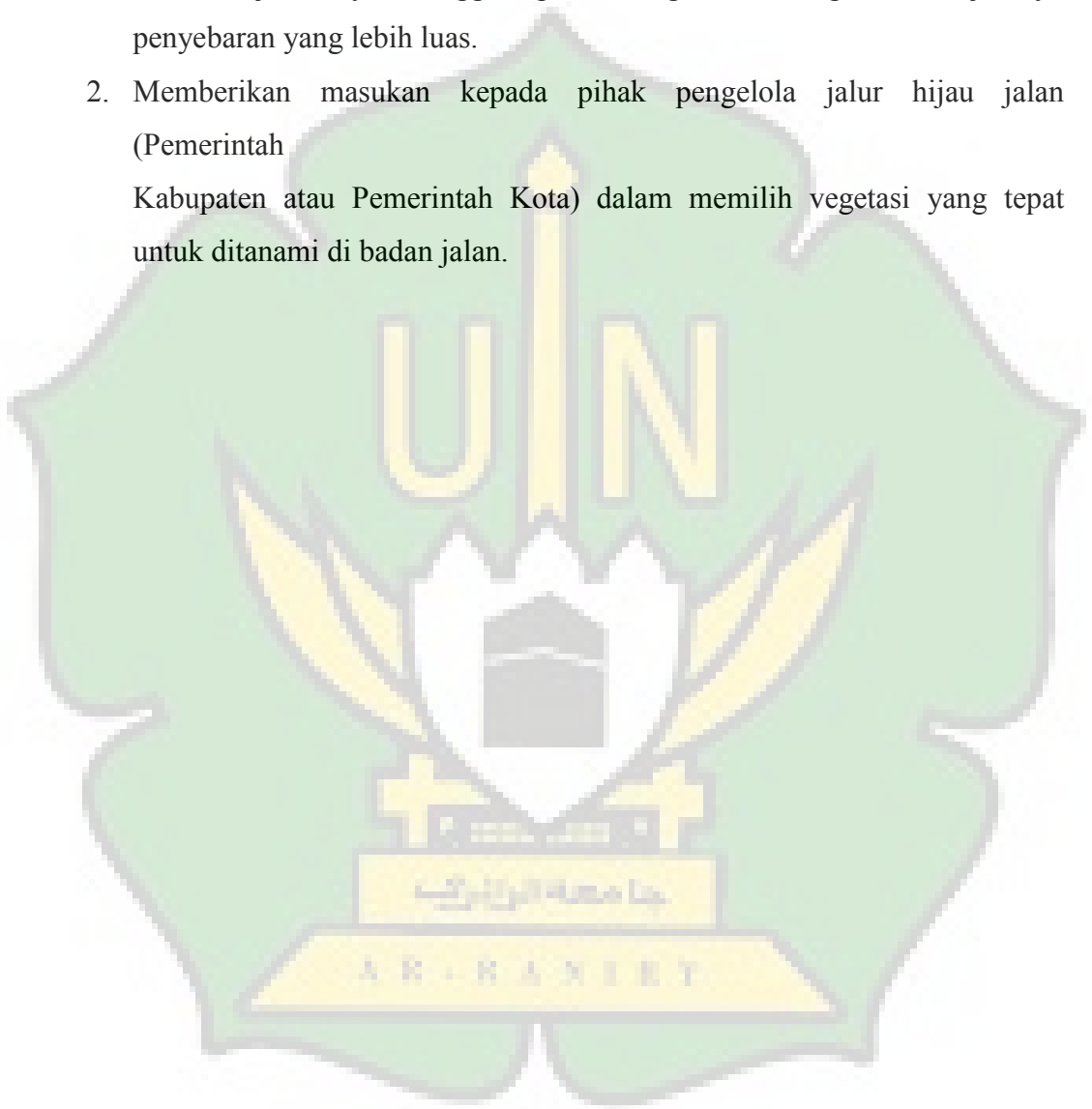
Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis efektivitas daun Tanjung (*Mimusops elengi* L.) sebagai bioindikator kontaminan timbal (Pb) dan seng (Zn) di jalan Kota Banda Aceh.
2. Untuk menganalisis distribusi kontaminan timbal (Pb) dan seng (Zn) di jalan Kota Banda Aceh dengan menggunakan daun Tanjung (*Mimusops elengi* L.) sebagai indikator pencemaran.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang didapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi masyarakat membantu untuk meningkatkan ilmu pengetahuan dan dapat memicu kewaspadaan terhadap pengaruh pencemaran udara saat berada di jalan raya sehingga dapat mencegah dan menghindari terjadinya penyebaran yang lebih luas.
2. Memberikan masukan kepada pihak pengelola jalur hijau jalan (Pemerintah Kabupaten atau Pemerintah Kota) dalam memilih vegetasi yang tepat untuk ditanami di badan jalan.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pencemaran Udara

Udara merupakan elemen dasar kebutuhan manusia sehingga perlu penanganan serius, hal inilah yang menjadi dasar bagi pemerintah untuk mengeluarkan kebijakan pengendalian pencemaran udara untuk mencapai kualitas udara dan lingkungan yang sehat (Rahmadani dkk 2016). Sumber-sumber pencemar utama yang dilepas ke udara berasal dari bahan bakar seperti SPM (*suspended particulate matter*), O_x , NO_x , CO_x , SO_x , dan jenis logam berat lainnya (Budiono, 2001)

Penyebab tingginya pencemaran udara dilingkungan salah satunya berasal dari bertambahnya jumlah kendaraan bermotor. Bahan Bakar Minyak (BBM) dengan kualitas rendah yang digunakan jenis bahan bakar yang mengandung Pb, masih menggunakan teknologi lama (sistem pembakaran) pada sebagian besar kendaraan di Indonesia dan tidak teraturnya dilakukan perawatan (Salim, 2014). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 bahwa baku mutu udara ambien pada suatu daerah berbeda dengan daerah lainnya, penyebabnya karena kualitas udara ambien dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis dan sumber pencemar yaitu seperti kepadatan kendaraan, kegiatan industri, kepadatan penduduk, faktor meteorologi dan topografi pada suatu daerah berbeda.

2.2 Kota Banda Aceh

Kota Banda Aceh merupakan Ibu Kota Provinsi Aceh, Indonesia yang mengalami perkembangan baik dalam perkembangan kota, pendidikan, pusat pemerintahan, dan menjadi pusat kegiatan ekonomi. Hal inilah yang menyebabkan Kota Banda Aceh terlihat selalu padat dan ramai. Jumlah penduduk Kota Banda Aceh dari hasil proyeksi tahun 2017 yaitu sebesar 259.913 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,96 persen dari tahun sebelumnya (BPS, 2018).

Jumlah kendaraan bermotor di Kota Banda Aceh pada tahun 2014 yaitu sebesar 220.348 unit kemudian mengalami penurunan pada tahun 2015 menjadi

149.527 unit, sedangkan tahun berikutnya mengalami peningkatan drastis dimana jumlah kendaraan menjadi 204.230 unit, sehingga pada tahun 2018 jumlah kendaraan bermotor kembali mengalami peningkatan menjadi 262.745 unit (Dinas Perhubungan Kota Banda Aceh, 2019). Percepatan pertumbuhan sektor transportasi inilah yang menyebabkan kepadatan arus lalu lintas serta tingginya volume kendaraan dapat menyebabkan kemacetan lalu lintas yang berujung pada tingginya tingkat polusi udara di lingkungan kota.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 bahwa kendaraan bermotor adalah salah satu sumber pencemar udara yang berasal dari proses pembakaran bahan bakar khususnya untuk daerah perkotaan. Penggunaan bahan bakar yang tidak ramah lingkungan pada kendaraan bermotor dapat menghasilkan debu dan gas buangan yang berasal dari campuran gas-gas serta partikel yang berbahaya pada kesehatan manusia dan lingkungan (Sinolungan, 2009). Komposisi dari kandungan senyawa kimia berdasarkan jenis mesin, kondisi pengemudi, alat pengendali emisi bahan bakar, suhu operasi dan berdasarkan faktor lain yang membuat pola emisi menjadi rumit. Emisi yang berasal dari bahan bakar yang dikeluarkan oleh bensin baik dari mesin maupun solar pada dasarnya sama saja yang berbeda hanya proporsinya dan cara kerja mesin. Asap knalpot bermotor dengan bahan bakar solar secara visual dapat terlihat, namun pada penggunaan bahan bakar bensin pada kendaraan bermotor umumnya tidak terlihat (Momongan dkk 2017).

Meningkatnya kadar partikulat debu dapat berasal dari arus lalu lintas kendaraan bermotor baik berasal dari permukaan jalan, komponen ban dan rem. Beberapa senyawa tertentu yang terdapat dalam gas buang kendaraan bermotor akan terjadi perubahan karena terjadinya reaksi di udara, misalnya dengan uap air dan sinar matahari atau juga antara senyawa-senyawa tertentu satu sama lain. Keadaan reaksi kimia di atmosfer berlangsung dalam rantai reaksi yang rumit dan lama sehingga dapat menghasilkan produk akhir yang mampu lebih aktif bahkan lebih lemah daripada senyawa aslinya. Proses reaksi senyawa-senyawa berlangsung cepat dan terjadi penyebaran saat itu juga di lingkungan jalan raya, adapula berlangsung sangat lambat.

2.3 Partikulat

Partikulat merupakan campuran partikel padat dan cair yang tersuspensi di atmosfer (gas). Istilah partikulat diadopsi dari bahasa Inggris *particulate* didefinisikan sebagai segala sesuatu yang terdiri atau berhubungan dengan partikel-partikel kecil yang terpisah. Partikulat sering disebut *particulate matter* (PM), aerosol atau partikel kecil. Partikel-partikel ini mengandung nitrogen dan sulfur, logam berat (Pb, Zn, Cu, Mn, Cr) dan kation-kation yang berada di atmosfer (Hermawan dkk., 2011).

Debu merupakan indikator pertama yang digunakan untuk menjelaskan keberadaan partikel tersuspensi di udara ambien. Gabungan dari partikel kecil dan butiran cair disebut sebagai material partikulat atau PM (*Particulate Matter*). Partikel-partikel ini mengandung nitrogen dan sulfur, logam berat (Pb, Zn, Cu, Mn, Cr) (Hermawan dkk., 2012). Pembentukan partikel-partikel polutan dari beberapa komponen organik kimiawi, asam nitrat, asam sulfat, logam serta partikel debu. Partikel yang berukuran kurang dari 10 mikron dapat terhirup oleh hidung manusia dan masuk kedalam paru-paru manusia (Putra dkk., 2011). Semua sifat partikulat bergantung sangat kuat pada ukuran partikel. Ukuran partikel bervariasi dari 0,005-500 mikrometer (μm), satu mikro meter yang setara dengan sepersepuluh meter. Partikel dengan diameter kurang dari 2,5 mikron diketahui sebagai partikel halus sedangkan lebih dari 2,5 mikron disebut partikel kasar. Partikel halus dengan diameter kurang dari 1 μm , bergerak seperti gas (Beckett dkk., 1998).

Di daerah perkotaan, debu adalah indikator pencemaran logam berat karena pengendapan atmosfer. Partikel debu berfungsi sebagai pembawa polutan yang bergantung pada komposisi partikulat dalam kandungan mineral dan organik (Al-Khashman, 2004). Berbagai sumber berkontribusi terhadap pencemaran logam berat dalam debu. Konsentrasi logam berat di atmosfer dan ketersediaannya serta siklusnya banyak berubah akibat aktivitas antropogenik. Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa logam berat bersifat persisten dan tersebar luas di lingkungan, berinteraksi dengan berbagai komponen alami dan menimbulkan ancaman terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Norouzi dkk., 2015)

Partikulat mempunyai waktu tinggal antara beberapa detik sampai beberapa bulan sehingga merupakan pencemaran udara yang paling *prevalens*, kentara, dan biasanya paling berbahaya. Partikel individu tidak dapat dilihat dengan mata telanjang secara kolektif tampak seperti jelaga hitam, awan berdebu atau asap abu-abu. Adapun karakteristik partikulat diantaranya yaitu ukuran, bentuk padatan, kelengketan, distribusi ukuran, reaktivitas, sifat korosif dan toksisitas.

Studi kontaminasi atmosfer telah dibatasi oleh tingginya biaya metode pemantauan instrumental dan kesulitan yang terkait dengan pengambilan sampel yang luas dalam ruang dan waktu. Selain itu, teknik pemantauan instrumental umumnya gagal memberikan informasi tentang dampak polutan atmosfer pada sistem kehidupan. Hal ini secara alami mengarah pada peningkatan minat dalam pendekatan pemantauan tidak langsung yang didasarkan pada respon organisme yang dapat bertindak sebagai bioakumulator.

2.4 Timbal (Pb)

Menurut Sastrawijaya 1991 dalam Hermawan 2012 menyatakan bahwa lebih dari separuh pencemar udara di daerah perkotaan berasal dari pembakaran bensin dari kendaraan bermotor, yaitu berkisar antara 60-70% dari total zat pencemar. Bahan bakar kendaraan bermotor ditambahkan Pb sebagai bahan aditif untuk memperbaiki mutu bakarnya dan sebagai anti letup pada mesin, antioksidan deaktivator, pencegah korosi, anti pengembunan dan zat pewarna (Hermawan dkk., 2012). Penambahan Pb dalam bensin sebagai bahan aditif dalam bentuk timbal organik (tetra etil-Pb atau tetra metil-Pb). Ketika terjadinya pemakaran, timbal organik akan berubah bentuk menjadi timbal anorganik. Gas buang kendaraan bermotor yang mengeluarkan Pb adalah berupa partikel-partikel yang Pb yang berukuran sekitar 0,01 mikron. Penggabungan partikel tersebut akan menyatu dan membentuk menjadi ukuran yang lebih besar dan keluar sebagai gas buang pada kendaraan bahkan dapat mengendap pada knalpot (Putra dkk., 2011).

Hidrokarbon dan Pb organik merupakan jenis bahan bakar tertentu yang dilepaskan ke udara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar. Besarnya emisi gas buang juga akan meningkatkan kadar Pb di udara. Premium yang

merupakan salah satu bahan bakar yang umum digunakan mengandung Pb sebesar 0.45 gram/l. Sumber Pb yang berasal dari pembakaran bahan bakar minyak diemisikan dalam bentuk partikel (Putra dkk., 2011). Kandungan logam berat Pb dalam bensin sangat berbahaya. Akibat pembakaran bensin pada kendaraan bermotor akan mengemisikan sekitar 0,09 gram timbal tiap 1 km. Jika setiap harinya terdapat 1 juta unit kendaraan bermotor bergerak sejauh 30 km maka akan menghasilkan emisi 2.7 ton Pb/hari.

Adanya keterkaitan pencemaran udara dan kemungkinan adanya resiko terhadap kesehatan manusia seperti meningkatnya kematian akibat adanya *episod smog* bahkan gangguan pada estetika dan kenyamanan merupakan salah satu pengaruh yang merugikan terjadi pada lingkungan dan kesehatan. Sebagian besar logam berat seperti Pb yang terhirup pada saat bernafas akan masuk ke dalam pembuluh darah paru-paru. Ukuran partikel dari senyawa Pb sangat mempengaruhi penyerapan dan volume udara yang terhirup pada saat terjadinya pernafasan.

Dampak Pb terhadap kesehatan manusia dapat dicegah jika kandungan Pb di udara tidak melebihi baku mutu yang ditetapkan. Upaya untuk menjaga kandungan Pb udara agar tetap di bawah baku mutu dapat dilakukan dengan bantuan penjerapan dan penyerapan oleh tanaman. Suatu tanaman dikatakan berpotensi sebagai agen bioremediasi jika mampu menyerap dan mengakumulasi pencemar tanpa mengalami gangguan pertumbuhan (Sembiring dkk., 2006).

2.5 Seng (Zn)

Seng elemen penting dalam semua organisme dan memainkan peran penting dalam biosintesis enzim, auksin, dan beberapa protein. Tingginya kadar Zn pada tanaman dapat menyebabkan hilangnya produksi dan kadar rendahnya dapat menyebabkan deformasi daun. Menurut Riska dkk., (2019) Zn dibutuhkan tanaman sebagai kofaktor enzim (metalloenzim), pembentukan auksin, protein, karbohidrat dan meningkatkan jumlah klorofil. Zn mempunyai banyak fungsi karena merupakan unsur esensial. Zn membantu pertumbuhan manusia dan meningkatkan imunitas. Tanpa seng, ratusan enzim dalam tubuh tidak bisa berfungsi. Zn merupakan mineral penting yang terdapat dalam semua sel tubuh

mahluk hidup, termasuk tubuh manusia. Lebih dari 300 macam enzim di dalam tubuh manusia memerlukan Zn sebagai kofaktor untuk menjamin optimasi fungsinya. Tanpa kehadiran Zn, semua enzim tersebut akan mogok kerja (Ambarwati, 2017). Keracunan Zn dapat mengakibatkan kerusakan saluran cerna dan diare serta menyebabkan kerusakan pankreas. Kelebihan Zn pada manusia menyebabkan disfungsi pada pertumbuhan dan sistem reproduksi (Riska dkk., 2019). Adapun gejala keracunan yaitu demam, muntah, lambung kejang dan diare.

Kendaraan bermotor turut menjadi faktor penyumbang emisi logam berat Zn selain dari hasil produksi industri. Penggunaan bahan bakar solar dan rem pada kendaraan menjadi menyumbang emisi logam berat Zn di udara. Polusi udara dari kendaraan bermotor mengandung *Total Suspended Particulate* (TSP) yang dilepas ke udara ambien. Penggunaan bahan bakar telah diteliti mengandung lebih banyak logam berat, salah satunya Zn. Sifat Zn yang mudah berikatan dengan oksida dapat menjadi sumber bergerak yang potensial terhadap penyebaran logam berat (Rahmayanti, 2018).

Zn banyak digunakan untuk pembuatan kertas perkamen, kaca, baterai dan peralatan dan berasal dari pabrik semen juga merupakan sumber utama transfer Zn ke debu jalan. Logam Zn mudah menghantarkan arus listrik (Herni, 2011). Peningkatan kegiatan industri yang memanfaatkan Zn dalam kegiatan produksi secara signifikan menyebabkan peningkatan emisi yang dihasilkan. Emisi logam berat Zn hasil produksi industri tersebut dilepaskan ke udara ambien, berakumulasi dengan partikel lain yang ada di udara. Zn di udara pada umumnya berikatan dengan partikel aerosol yang ditentukan berdasarkan dari jenis sumber emisinya (Rahmayanti, 2018).

2.6 Bioindikator

Keberadaan zat pencemar dalam udara dapat membahayakan makhluk hidup termasuk manusia yang berada di area pencemaran tersebut. Bioindikator adalah suatu organisme atau respon biologi yang mampu mendeteksi masuknya zat tertentu dalam lingkungan. Melakukan pemantauan udara dapat dilakukan dengan menggunakan tumbuhan sebagai bioindikator. Daun adalah salah satu

bagian yang paling peka terhadap pencemaran dan sangat baik untuk dijadikan bioindikator (Wijaya, 2012).

Menurut Parmar dkk, (2016) berdasarkan pengaruh yang dapat dirasakan organisme, bioindikator dibagi menjadi empat dengan uraian sebagai berikut:

1. Bioindikator Polusi. Bioindikator polusi merupakan spesies yang diketahui sensitif terhadap polusi atau mampu mendeteksi adanya polutan.
2. Bioindikator Lingkungan. Bioindikator lingkungan merupakan spesies atau kelompok spesies yang merespon secara prediktif terhadap gangguan atau perubahan lingkungan (misalnya sentinel, detektor, penghisap, akumulator, dan organisme bioassay). Sistem indikator lingkungan adalah serangkaian indikator yang bertujuan untuk mendiagnosis keadaan lingkungan untuk pembuatan kebijakan lingkungan.
3. Bioindikator ekologi. Bioindikator ekologi merupakan spesies yang diketahui sensitif terhadap fragmentasi habitat atau tekanan lainnya. Spesies ini mampu mendeteksi perubahan dalam di lingkungan alami dan dampaknya. Tanggapan indikator mewakili komunitas.
4. Bioindikator keanekaragaman hayati. Kekayaan spesies dari takson indikator digunakan sebagai indikator untuk kekayaan spesies suatu komunitas. Namun, definisi tersebut telah diperluas menjadi parameter keanekaragaman hayati yang terukur termasuk misalnya kekayaan spesies, endemisme, parameter genetik, parameter khusus populasi, dan parameter lanskap.

Daun dapat dijadikan indikator pencemaran karena kemampuan stomata dalam menyerap polutan pada udara. Mekanisme terbuka dan tertutupnya stomata dipengaruhi oleh turgor. Pada dasarnya stomata akan membuka apabila turgor sel penutupnya menjadi rendah dan pada saat turgor sel tertutup tinggi, maka dinding sel penutup yang berhadapan pada celah stomata akan tertarik ke belakang, sehingga celah menjadi terbuka (Sufariz, 2016). Sebagian besar tumbuhan, stomata lebih banyak di permukaan bawah daun dibandingkan dengan permukaan atas. Adaptasi ini akan meminimumkan kehilangan air yang terjadi lebih cepat melalui stomata pada bagian atas suatu daun yang terkena matahari, ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Malia (2006), bahwa jumlah kerapatan

stomata di bawah permukaan daun itu lebih tinggi dibandingkan di atas daun pada jenis tumbuhan peneduh jalan, sehingga semakin tinggi jumlah kerapatan stomata, semakin tinggi pula potensi menyerap logam berat atau partikel di udara (Hidayati, 2009).

Tumbuhan menangkap cahaya yang menggunakan pigmen yang disebut klorofil, pigmen inilah yang memberi warna hijau pada tumbuhan. Kloroplas mengandung pigmen yang disebut klorofil. Klorofil inilah yang menyerap cahaya yang akan digunakan dalam proses fotosintesis meskipun seluruh bagian dalam tumbuhan yang berwarna hijau mengandung kloroplas, namun sebagian besar energi dihasilkan di daun. Di dalam daun terdapat lapisan sel yang disebut mesofil yang mengandung setengah juta kloroplas setiap milimeter perseginya (Hidayati, 2009). Kloroplas sel tumbuhan adalah struktur memipih dengan panjang rata-rata 7 μm dan lebar 3 – 4 μm (gambar). Masing-masing dibatasi sepasang membran luar yang halus. Batas luar ini melingkupi matriks fluida yang dinamakan stroma dan suatu system membran yang meluas. Membran dalam ini terlipat berpasangan yang disebut lamella (Hidayati, 2009).

Dalam melakukan perkiraan dampak lingkungan dan potensial terhadap organisme dapat dipergunakan data biologi. Data biologis tidak perlu dilakukan terus menerus, melainkan dapat digunakan secara periodik jika dibandingkan dengan pemantauan secara kimia dan fisika. Pemantauan secara kimia dan fisika memerlukan peralatan yang mahal dan butuh tenaga yang terampil, serta diharuskan pemeliharaan yang teratur dan tersedianya suku cadang (Issani dkk., 2014).

2.7 Tanaman Tanjung (*Mimusops elengi*)

Pohon Tanjung atau bahasa latinnya *Mimusops elengi*. Pohon Tanjung tergolong dalam bagian famili *Sapotacea* yang biasanya banyak ditanami di pinggir jalan perkotaan sebagai peneduh jalan, bagian halaman perkantoran dan pekarangan rumah. Jenis tanaman ini sangat bagus untuk dijadikan komponen taman kota sekaligus untuk tanaman peneduh jalan (Badrunnasar dkk., 2012).

Klasifikasi Ilmiah :

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)

Subkingdom : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)

Super Divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji)

Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)

Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua/dikotil)

Ordo : Ebenales

Famili : Sapotaceae

Genus : *Mimusops*

Spesies : *Mimusops elengi* L. (Badrunnasar dkk 2012).



Gambar 2.1 Tanaman Tanjung

(Sumber: <https://deslisumatran.wordpress.com>)

Daun merupakan organ tanaman yang mengandung klorofil dan berbentuk helaian tipis atau tebal, dan memiliki fungsi utama sebagai penangkap energi dari sinar matahari melalui fotosintesis (Rahmadhani, 2019). Fungsi daun yaitu sebagai organ pernafasan, pengambilan zat makanan, pengolahan zat makanan dan tranpirasi (Bahri dkk 2012). Penggunaan daun sebagai akumulator zat pencemar di udara karena kemampuan stomata dalam menyerap polutan (Mukhlison, 2013).

Salah satu cara pemantauan pencemaran udara adalah dengan menggunakan tanaman sebagai bioindikator. Kemampuan masing-masing tanaman untuk menyesuaikan diri berbeda-beda sehingga menyebabkan adanya tingkat kepekaan, yaitu sangat peka, peka, dan kurang peka. Kepekaan tumbuhan

berhubungan dengan kemampuannya dalam mengakumulasi dan menyerap logam berat. Sehingga tanaman bisa dijadikan sebagai bioindikator pencemaran yang baik. Sehingga daun adalah salah satu organ tanaman yang paling peka terhadap pencemaran dan bisa dijadikan sebagai bioindikator (Suhaemi dkk., 2014).

Penyerapan logam berat oleh daun bekerja berdasarkan jumlah stomatanya maka semakin besar ukuran dan semakin banyak stomata semakin banyak jumlah timbal yang masuk ke dalam daun. Mekanisme masuknya timbal ke dalam jaringan daun berlangsung secara pasif, akibat dukungan oleh bagian yang ada dalam tanaman dan daun adalah organ tanaman yang paling kaya akan unsur kimia. Dengan demikian akumulasi logam berat didalam jaringan daun akan lebih besar, yang terutama terakumulasi didalam jaringan palisade (jaringan pagar) (Suhaemi dkk., 2014).

Tumbuhan mempunyai kemampuan menyerap dan mengakumulasi zat pencemar. Tumbuhan melalui daunnya dapat menangkap partikel yang diemisikan kendaraan bermotor (Hendrasarie, 2007). Penjerapan logam berat oleh tanaman dapat di pengaruhi oleh keadaan permukaan pada daun tanaman. Daun yang memiliki permukaan kasar (berkerut) atau daun yang mempunyai bulu (*Pubescent*) mampu lebih tinggi dalam melakukan penjerapan timbal, dibandingkan daun yang memiliki permukaan lebih licin dan rata.

Menurut Saleha dkk (2013) kemampuan daun menangkap partikel sangat dipengaruhi oleh keadaan permukaan daun yaitu kebasahan, kelengketan dan bulu daun. Semakin tinggi kandungan partikel logam berat timbal di udara akan semakin tinggi pula kandungan partikel logam berat timbal yang terserap oleh daun. Hal tersebut terjadi karena semakin besar kandungan partikel logam berat timbal di udara akan semakin besar kemungkinan bertubrukan dengan daun dan masuk ke dalam stomata sampai tersimpan dalam lapisan epidermis dan mesofil akan lebih besar. Semakin besar kemampuan tanaman menyerap logam berat timbal dari udara maka semakin banyak logam berat timbal dapat dibersihkan dari udara.

Mekanisme masuknya partikel logam berat timbal ke dalam jaringan daun melalui proses penjerapan pasif. Partikel logam berat timbal yang menempel pada permukaan daun berasal dari tiga proses yaitu, pertama sedimentasi akibat gaya

gravitasi, kedua tumbukan akibat turbulensi angin dan ketiga adalah pengendapan yang berhubungan dengan hujan (Fathia dkk 2015). Penentuan tanaman sebagai indikator pencemaran timbal melalui perubahan fisik dirasa masih kurang, mengingat perubahan fisik daun dapat disebabkan oleh banyak faktor selain pencemaran timbal. Untuk mengetahui tingkat akumulasi dan kandungan timbal dalam daun tanaman perlu dilakukan uji laboratorium menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) (Istiaroh dkk 2014).

Tanaman Tanjung merupakan suatu jenis tanaman yang cukup prospektif untuk digunakan dalam program pengembangan hutan kota dikarenakan memiliki multifungsi. Menurut penelitian Rahmadhani (2019) menyatakan bahwa tanaman Tanjung merupakan tanaman yang efektif dalam melakukan penjerapan debu yaitu sebesar $0,00094 \text{ g/cm}^2$ karena tanaman Tanjung mempunyai karakteristik daun yang melengkung keatas. Tanaman tanjung memiliki ketahanan yang tinggi terhadap pencemaran debu semen dan kemampuan yang tinggi dalam menyerap (adsorpsi) dan menyerap (absorpsi) debu semen, tidak peka terhadap pencemaran udara walaupun kemampuan jerapannya terhadap Pb rendah, dapat menghasilkan bau harum yang dapat menetralsir bau busuk. Karena inilah tanaman Tanjung dapat digunakan dalam pengembangan hutan kota di area pencemaran udara yang tinggi, area pabrik, di area tempat penimbunan sampah atau di area pemukiman kumuh dan padat (Badrunnasar dkk 2012).

2.8 Tingkat Kontaminasi Logam Berat

Tingkat kontaminasi logam berat dalam debu di evaluasi berdasarkan data konsentrasi logam berat dalam debu. Tingkat kontaminasi logam berat dalam debu jalanan di evaluasi dengan menggunakan Indeks Geoakumulasi dan Faktor Kontaminasi. Prediksi pengayaan debu dan daun oleh unsur logam dapat terjadi dengan berbagai cara seperti menggunakan Indeks Geoakumulasi (I_{geo}) dan Faktor Kontaminasi (FK). Indeks Geoakumulasi (I_{geo}) digunakan untuk menentukan kondisi kontaminasi oleh logam dalam sampel. Faktor Kontaminasi (FK) menggambarkan kondisi kontaminasi yang diakibatkan oleh bahan toksik pada sampel.

Metode ini telah banyak digunakan dalam jejak studi logam berat di Eropa sejak tahun 1960-an. Hal ini juga diterapkan pada penilaian polusi logam berat

dalam debu jalanan (Wei dkk., 2015). Untuk menentukan tingkat kontaminasi logam berat dalam daun dan debu dalam penelitian akan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

a. Indeks Geoakumulasi

Indeks geoakumulasi digunakan untuk menentukan kondisi kontaminasi oleh logam dalam debu dihitung menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Muller di tahun 1969 sebagai berikut :

$$I_{geo} = \log_2 \left[\frac{C_n}{1,5B_n} \right] \quad (2.1)$$

dengan C_n adalah konsentrasi logam n dalam sampel debu dan B_n adalah Konsentrasi normal logam n di alam (background) dan 1,5 digunakan sebagai konstanta (Al-Khashman, 2013). Adapun tingkat pencemaran berdasarkan Indeks geoakumulasi dapat dilihat pada Tabel 1.1. sebagai berikut :

Tabel 2.1 Kriteria tingkat kontaminasi berdasarkan Indeks Geoakumulasi

Nilai I_{geo}	Tingkat Pencemaran
$I_{geo} \leq 0$	TC (Tidak Tercemar)
$0 < I_{geo} \leq 1$	R (Ringan)
$1 < I_{geo} \leq 2$	S (Sedang)
$2 < I_{geo} < 3$	C (Cukup)
$3 < I_{geo} < 4$	P (Parah)
$4 < I_{geo} < 5$	SC (Sangat Tercemar)
$I_{geo} < 5$	LBC (Luar Biasa Tercemar)

Sumber : (Al-Khashman, 2013)

b. Faktor Kontaminasi

Faktor kontaminasi dapat menggambarkan kondisi kontaminasi yang diakibatkan oleh bahan toksik pada debu perkotaan. Adapun Faktor Kontaminasi ditentukan oleh persamaan sebagai berikut :

$$FK = \frac{C_n}{B_n} \quad (2.2)$$

dengan C_n adalah konsentrasi logam n dalam sampel debu dan B_n adalah Konsentrasi normal logam n di alam (*background*) (Al-Khashman, 2013). Adapun tingkat pencemaran berdasarkan Faktor Kontaminasi dapat dilihat pada Tabel 1.2. sebagai berikut:

Tabel 2.2 Kriteria tingkat kontaminasi berdasarkan Faktor Kontaminasi

Nilai Faktor Kontaminasi	Tingkat Pencemaran
$FK \leq 1$	R (Rendah)
$1 < FK \leq 3$	S (Sedang)
$FK > 3$	T (Tinggi)

Sumber : (Al-Khashman, 2013)

2.9 Interpolasi Kriging

Penyusunan model pada suatu fenomena di suatu wilayah memerlukan data dan beberapa komponen data pendukung. Ketidaklengkapan data dapat menghambat peneliti dalam melakukan suatu penelitian. Kondisi lingkungan pada suatu setempat tidak memungkinkan untuk diterapkan satu formula dengan hasil yang akurat. Untuk menyiasatinya, perlu dilakukan interpolasi. Permasalahan sering terjadi dan menghambat suatu survei adalah jangkauan wilayah yang cukup luas dengan berbagai kondisi fisiografis, keterbatasan dana dan waktu, sehingga untuk keperluan efisiensi dan efektivitas kajian dilakukan dengan menggunakan sampel (Hadi, 2013).

Interpolasi merupakan suatu proses dimana memperkirakan nilai pada wilayah yang tidak tersampel atau tidak dilakukan pengukuran untuk keperluan penyusunan peta atau sebaran nilai pada wilayah yang akan dipetakan. Interpolasi spasial mempunyai dua asumsi yakni atribut saling berhubungan (*Dependence*) secara spasial dan atribut data bersifat kontinyu di dalam ruang (*Space*). Kedua asumsi tersebut mempunyai keterlibatan pada logika bahwa pendugaan atribut data dapat dilakukan berdasarkan data pada lokasi-lokasi sekitar dan nilai pada titik-titik yang berdekatan lebih serupa daripada nilai dari titik-titik yang saling berjauhan. (Hadi, 2013).

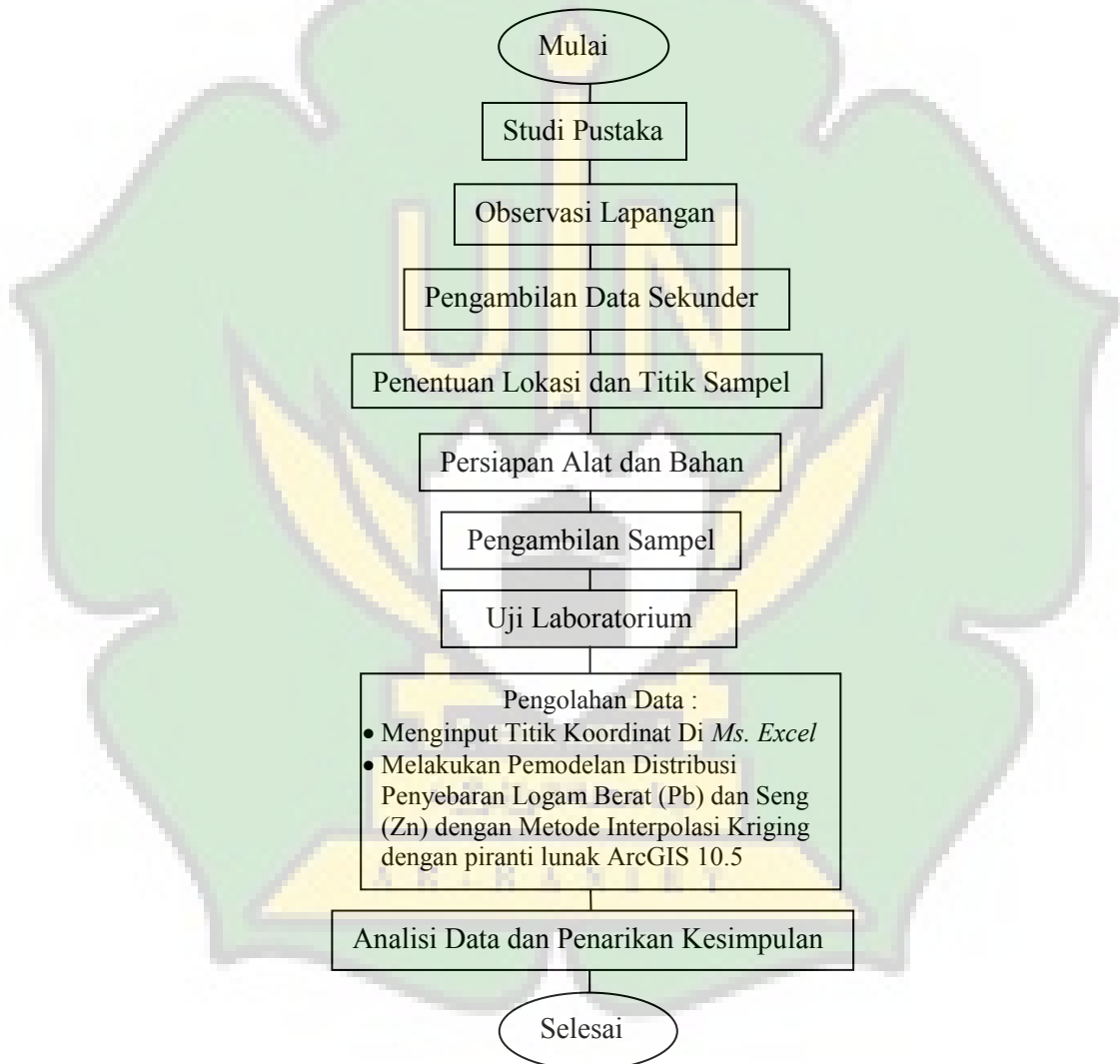
Kriging mempunyai keunggulan yaitu dengan kemampuannya untuk dapat mengkuantifikasi variansi dari nilai yang dapat diperkirakan sehingga dapat diketahui. Metode *Kriging* tetap dapat digunakan walaupun tidak ditemukan korelasi spasial antar data. Pada pengamatan yang saling bebas, proses perkiraan *Kriging* akan sama dengan perkiraan menggunakan analisa regresi kuadrat terkecil (Respatti dkk., 2014).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tahapan studi pustaka, observasi lapangan, pengambilan data sekunder, penentuan lokasi, penentuan titik sampel, pemetaan, pengambilan sampel, uji laboratorium dan pengolahan data. Tahapan penelitian yang digambarkan melalui diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

3.2 Lokasi dan Titik Sampel

Berdasarkan data dari Dinas Perhubungan Kota Banda Aceh Jln.T. Nyak Arief merupakan salah satu jalan dengan kecepatan lalu lintas yang padat. Data dari Dinas Perhubungan dapat dilihat pada lampiran 4. Penentuan lokasi penelitian juga dipilih berdasarkan jalan yang memiliki badan jalan dan memiliki vegetasi tanaman Tanjung. Pengambilan 6 titik sampel diambil berdasarkan belokan jalan diharapkan polutan lebih banyak terpapar dan 3 titik diambil dengan sistematis pada interval yang seimbang dengan 6 titik sebelumnya. Pengambilan tiga titik tersebut untuk merapatkan interval interpolasi. Adapun peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Lampiran 7. Sedangkan titik koordinat pengambilan sampel dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Titik Koordinat Pengambilan Sampel

Sampel	Titik koordinat		Keterangan
	Bujur	Lintang	
1	95°20'21.86"E	5°34'3.37"N	Titik 1 simpang empat Mesjid Oman
2	95°20'17.50"E	5°34'5.17"N	Titik 2 Anjungan PKA (bukan belokan)
3	95°20'33.04"E	5°34'3.34"N	Titik 3 arah Ulee Kareng
4	95°20'32.31"E	5°34'13.90"N	Titik 4 Mahkamah Syariah
5	95°20'40.89"E	5°34'22.43"N	Titik 5 Asrama Haji (bukan belokan)
6	95°20'54.70"E	5°34'34.95"N	Titik 6 Mesjid Kapolda
7	95°21'5.31"E	5°34'43.73"N	Titik 7 BNI Sepeda Motor (bukan belokan)
8	95°21'12.50"E	5°34'49.87"N	Titik 8 Tugu Simpang Mesra
9	95°21'16.72"E	5°34'40.00"N	Titik 9 Kacha Rayeuk

3.3 Analisis Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

Sampel daun yang dipakai adalah daun tanaman Tanjung (*Mimusops elengi*). Penggunaan daun tanaman Tanjung dikarenakan jenis tanaman inilah yang paling banyak terdapat di sekitar lokasi penelitian. Pengambilan sampel dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel daun diambil setelah periode tanpa hujan minimal selama 7 hari berturut turut untuk memaksimalkan kadar polutan yang mengendap pada daun (Rahmadani, 2019).

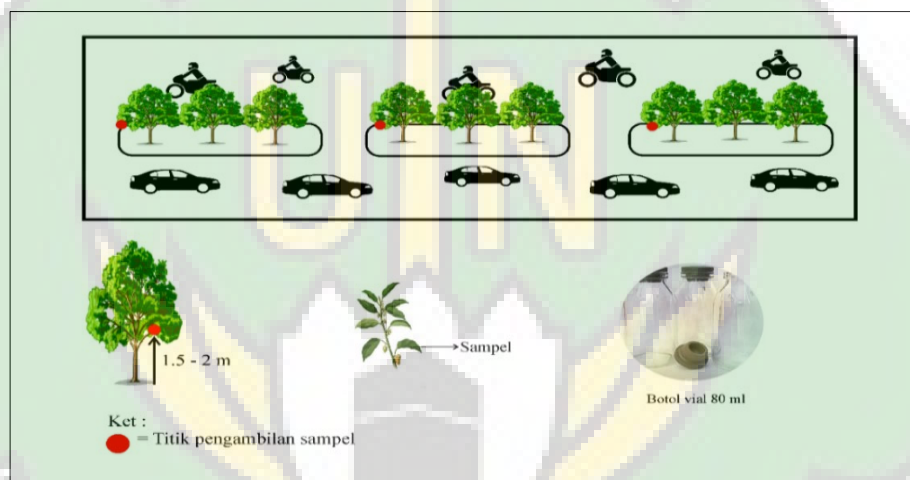
2. Berdasarkan pada titik-titik yang telah ditentukan dan dilakukan pada waktu siang hari pada pukul 12.30, hal ini untuk mendapatkan deposit polutan yang maksimum.
3. Daun diambil yang berada pada ketinggian 1,5-2 m dari permukaan tanah, hal ini dilakukan untuk penyeragaman sampel dan diambil secara serempak pada hari yang sama (Rahmadani, 2019).
4. Letak daun yang diambil adalah daun yang telah membuka sempurna, berwarna hijau tua, menempati posisi paling ujung pada terletak pada ranting pohon diharapkan polutan timbal sudah banyak terpapar.
5. Daun yang tidak mengalami kerusakan akibat hama dan penyakit.
6. Daun yang terletak pada lapisan tajuk paling bawah dan dekat dengan jalan lalu lintas, hal ini dikarenakan kandungan timbal kemungkinan lebih banyak terpapar pada posisi ini seperti pada sebagai berikut :



Gambar 3.2 Bagian daun yang akan disampel



Gambar 3.3 Contoh daun yang akan dijadikan sampel



Gambar 3.4 Ilustrasi pengambilan sampel dan sketsa lokasi pengambilan titik sampel

3.3.1 Analisis Debu yang Terdeposisi

Adapun analisis debu yang terdeposisi pada daun adalah sebagai berikut:

1. Daun-daun yang ada dalam kantong plastik dicuci dengan air aquades sampai daun bersih dari debu (sampai air cucian jernih/tidak mengandung debu).
2. Air cucian ditampung dalam gelas beaker dan didiamkan selama 1 hari supaya debu mengendap dan terpisah dari air pelarut.
3. Debu dibilas ke dalam cawan petri yang sudah diketahui beratnya dan diuapkan pada suhu 60°C selama 2 jam atau sampai kering.
4. Debu didinginkan dan ditimbang beratnya untuk dianalisa kandungan Pb dan Zn di dalamnya (Hermawan., dkk 2011).

3.3.2 Analisis Konsentrasi Pb dan Zn di Dalam Debu

Kandungan Pb dan Zn di dalam debu dianalisa dengan langkah-langkah berikut:

1. Melarutkan debu ke dalam cawan petri dengan 2 ml HCl 25% dan 0,5 ml HNO pekat.
2. Diaduk sampai larut dan diencerkan menjadi 10 ml.
3. Dilarutkan Pipet 1 ml dan diencerkan menjadi 10 ml.
4. Dari larutan ini dilakukan pengukuran timbal dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spechtrphotometer*) (Hermawan., dkk 2011).

3.3.3 Analisis Pb dan Zn yang Terperangkap dalam Stomata

Analisa Pb dan Zn di dalam daun dianalisa dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Sampel daun-daun yang telah dibersihkan dihitung luasannya dengan menggunakan metoda analisa citra dengan piranti lunak Image J.
2. Sampel dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 60°C. Analisa kandungan air dengan menggunakan metode gravimetrik.
3. Daun yang kering ditimbang massanya dengan menggunakan timbangan analitik.
4. Sampel dihaluskan dengan mortar dan pastel.
5. Sampel dimasukan ke dalam tabung labu kzdeldhal.
6. Masukan HNO₃ 5 ml kedalam tabung labu kzdeldhal, setelah itu goyang perlahan sehingga larutan menyatu.
7. Dimasukan HClO₄ 2,5 ml dan goyang perlahan.
8. Dipanaskan tabung labu kzdeldhal dalam destruksi dengan suhu 100°C sampai mengeluarkan uap kuning.
9. Memanaskan kembali tabung labu kzdeldhal dengan suhu 200°C sampai mengeluarkan uap putih.
10. Ditunggu sampai larutan berubah menjadi bening, kemudian dinginkan.
11. Sampel dipindahkan ke labu ukur 50 ml lalu diencerkan dengan air suling dan diamkan selama 1 hari.

3.3.4 Analisis Konsentrasi Pb dan Zn dalam Daun dan Debu

Pengukuran konsentrasi Pb dan Zn pada sampel daun menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyiapkan peralatan AAS (*Atomic Absorption Spektrophotometer*).
2. Menyetting *Hollow Cathode*.
3. Menyambungkan AAS (*Atomic Absorption Spektrophotometer*) dengan PC (Perangkat Cuite).
4. Menganalisis kandungan logam berat timbal dan seng pada sampel debu dan daun tanjung di layar monitor PC (Perangkat Cuite) (Hermawan., dkk 2011).

3.3.5 Analisis Data Efektivitas Daun dalam Mendeposisi Debu

Efektivitas daun tanaman Tanjung mendeposisi debu dihitung dengan dua pendekatan yaitu sebagai berikut :

- a. Efektivitas berbasis massa

$$E_m = \frac{M_d}{m_{dk}} \quad (3.1)$$

Dengan M_d adalah massa debu dan m_{dk} adalah massa daun kering.

Sedangkan efektifitas berbasis luas dihitung dengan persamaan,

- b. Efektivitas berbasis luas

$$E_A = \frac{M_d}{m_A} \quad (3.2)$$

Dengan m_A adalah luasan daun. Sementara itu, efektifitas daun tanaman Tanjung menyerap Pb dan Zn juga dihitung dengan pendekatan berbasis massa dan berbasis luas (Hermawan., dkk 2011).

3.4 Analisis Pencemaran Logam Berat

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan data 2 jenis sampel dari logam berat timbal dan seng. Pengolahan data dilakukan menggunakan Microsoft Excel 2013. Data setiap logam dari hasil pengukuran AAS selanjutnya dianalisis menggunakan Indeks Geoakumulasi (I_{geo}) dan Faktor Kontaminasi (FK) yang ditunjukkan oleh persamaan :

$$\text{Indeks Geoakumulasi} = \log_2 \left[\frac{C_n}{1,5B_n} \right] \quad (3.3)$$

$$\text{Faktor Kontaminasi} = \frac{C_n}{B_n} \quad (3.4)$$

Keterangan:

Cn : Konsentrasi logam n dalam contoh (mg/kg)

Bn : Konsentrasi normal logam n di alam (background)

1.5 : Konstanta

Nilai tersebut kemudian dikategorikan menurut kriteria tingkat pencemaran dan kontaminasi logam berdasarkan Indeks Geoakumulasi (I_{geo}) dan Faktor Kontaminasi yang terdapat pada Tabel 1.1. dan Tabel 1.2.

3.5 Analisis Distribusi Polutan

Untuk membuat analisis sebaran tingkat kontaminasi timbal dari partikel yang terdeposisi pada daun tanaman tanjung di jalan digunakan metode *Interpolasi Kriging*. Untuk membuat sebaran spasial konsentrasi partikel timbal dan seng dengan metode *Interpolasi Kriging* digunakan software ArcGIS versi 10.5 Data yang diperlukan adalah massa debu setiap satu satuan luasan daun dan konsentrasi partikel timbal dan seng udara pada berbagai titik pengukuran. Selain itu, juga diperlukan data koordinat *Global Position System* (GPS).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

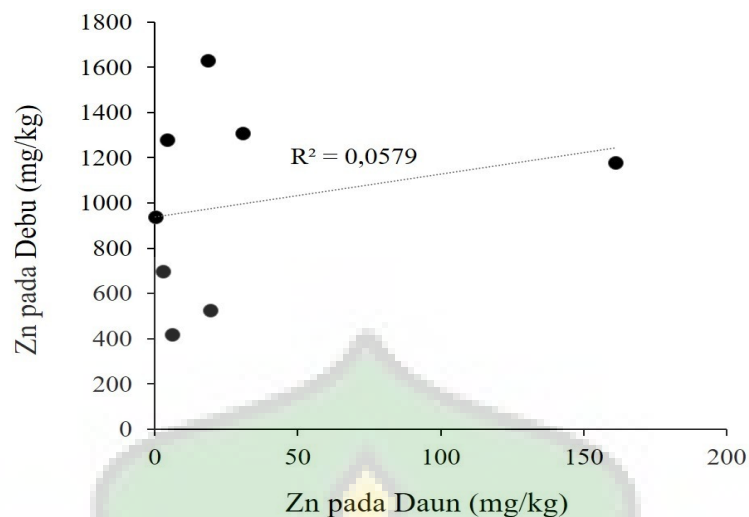
4.1 Hasil

Hasil analisis kandungan Zn dan Pb yang diuji menggunakan metoda AAS menunjukkan hasil bahwa kandungan Pb di dalam sampel berada di bawah batas deteksi instrumen. Sementara itu, kandungan Zn di dalam sampel terdeteksi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. Untuk hasil-hasil yang lebih rinci ditunjukkan pada Lampiran 2. Sedangkan hasil analisis indeks geoakumulasi (I_{geo}) dan faktor kontaminasi (FK) ditunjukkan pada Tabel 4.1. Grafik korelasi antara kandungan Zn pada daun dan debu ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan Lampiran 3. Selanjutnya, hasil analisa efektivitas daun dalam menyerap debu ditunjukkan pada Tabel 4.2. Pemetaan spasial hasil interpolasi penyebaran kontaminan Zn berdasarkan konsentrasinya pada debu untuk masing-masing lokasi ditunjukkan di dalam Gambar 4.2. Sementara itu pemetaan spasial hasil interpolasi Zn berdasarkan konsentrasinya pada daun ditunjukkan di dalam Gambar 4.3. Hasil analisa I_{geo} dan FK pada daun ditunjukkan pada Gambar 4.4. dan analisa I_{geo} dan FK pada debu ditunjukkan di dalam Gambar 4.5.

Tabel 4.1 Hasil pengujian dan analisa kandungan Zn pada debu dan daun. I_{geo} adalah indeks geoakumulasi, FK adalah faktor kontaminasi, TC adalah tidak tercemar, R adalah ringan, S adalah sedang, C adalah cukup, P adalah parah, SC adalah sangat tercemar dan LBS luar biasa tercemar. Sedangkan FK adalah faktor kontaminan, R adalah rendah, C adalah cukup dan T adalah tercemar.

Hasil Analisa Daun					
Kode sampel	Zn pada daun (mg/kg)	I_{geo}	Kriteria	FK	Kriteria
1	2	3	4	5	6
Sampel 1	30,93	-0,66	TC	0,77	R
Sampel 2	161,22	0,98	R	4,03	T
Sampel 3	0,00	0,00	TC	0,00	R
Sampel 4	6,20	-2,26	TC	0,15	R
Sampel 5	0,35	-5,14	TC	0,08	R
Sampel 6	2,94	-3,01	TC	0,07	R
Sampel 7	4,50	-2,59	TC	0,11	R

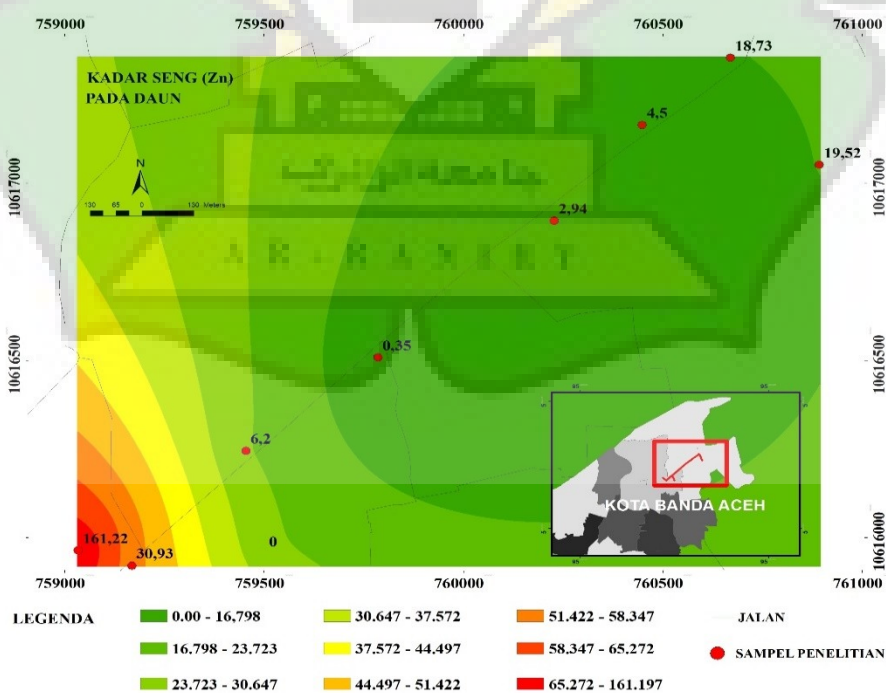
1	2	3	4	5	6
Sampel 9	19,52	-1,12	TC	0,49	R
Maximal	161,22	0,98		4,03	
Minimal	0	-5,14		0,00	
Rata-rata	27,15	-1,66		0,67	
Standar Deviasi	51,37	1,82		1,28	
Hasil Analisa Debu					
Kode sampel	Zn pada debu (mg/kg)	I _{geo}	Kriteria	FK	Kriteria
1	2	3	4	5	6
Sampel 1	1.306,60	2,85	C	26,13	T
Sampel 2	1.177,91	2,75	C	23,55	T
Sampel 3	797,21	2,36	C	15,94	T
Sampel 4	415,49	1,71	S	8,30	T
Sampel 5	936,92	2,52	C	18,73	T
Sampel 6	694,90	2,22	C	13,89	T
Sampel 7	1.278,73	2,83	C	25,57	T
Sampel 8	1.627,09	3,07	P	32,54	T
Sampel 9	523,21	1,94	S	76,94	T
Maximal	1.627,09	3,07		32,54	
Minimal	415,49	1,711		8,30	
Rata-rata	973,11	2,47		19,46	
Standar Deviasi	402,68	0,45		8,05	



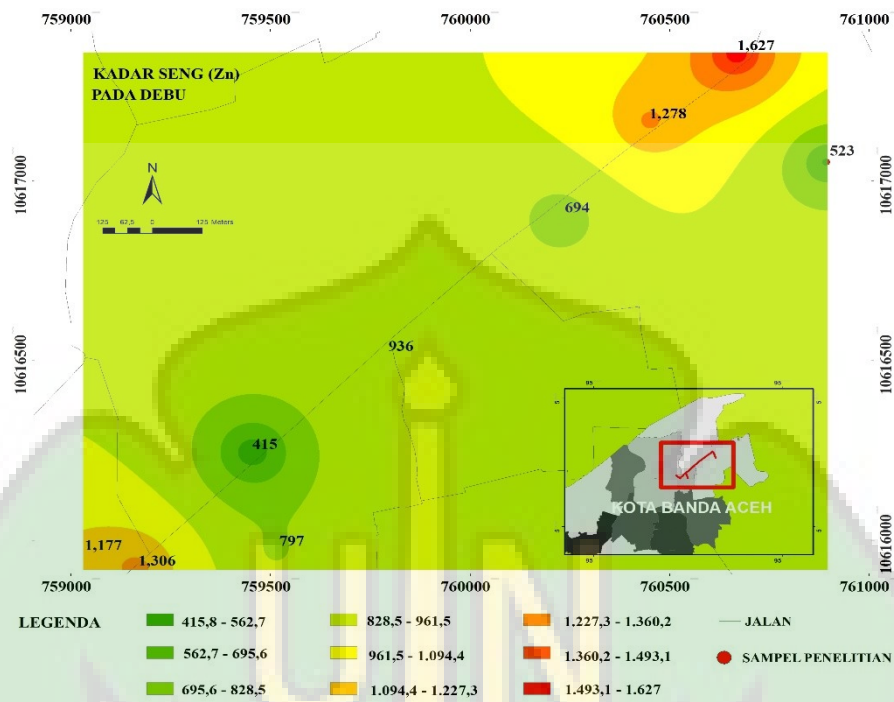
Gambar 4.1 Grafik korelasi konsentrasi Zn pada daun terhadap konsentrasi Zn pada debu

Tabel 4.2 Hasil analisa efektifitas daun dalam menyerap debu berbasis massa dan luasan

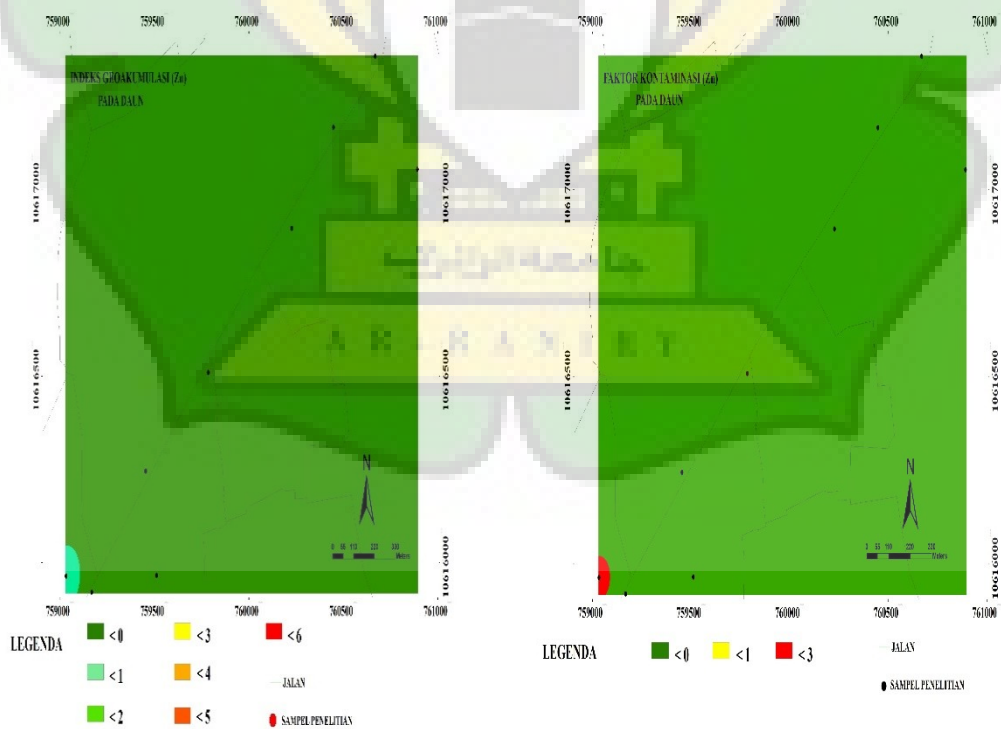
Persamaan	Berbasis massa	Berbasis luasan
Md	5,55 g	5,55 g
Mdk	410,32 g	-
Ma	-	5.848.782.534 cm ²
Eefektifitas	3.29×10^{-5} g/g	$0,95 \times 10^{-10}$ g/cm ²



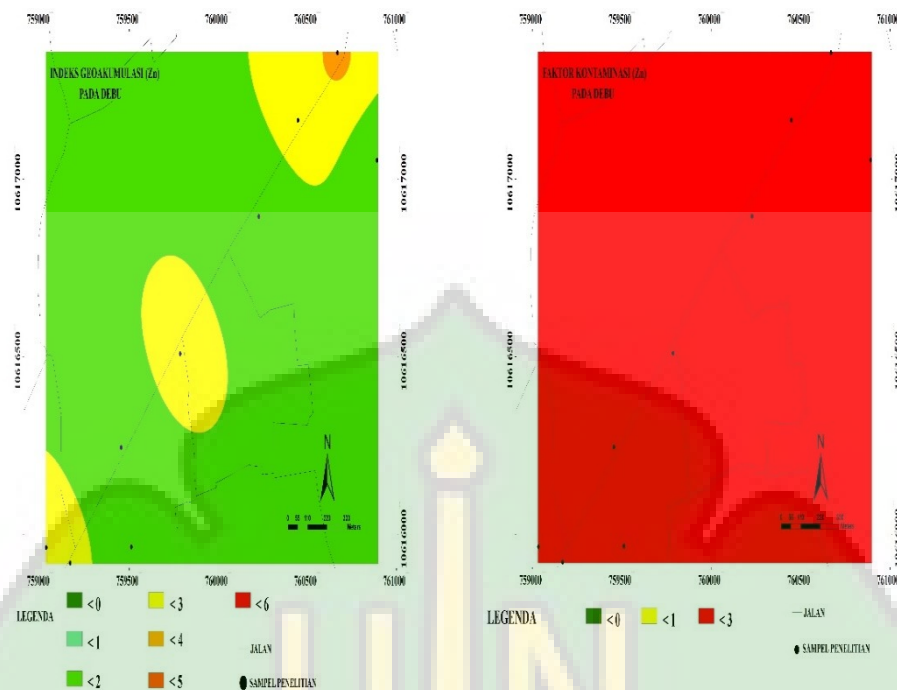
Gambar 4.2 Sebaran logam berat seng (Zn) pada daun diudara Kota Banda Aceh



Gambar 4.3 Sebaran logam berat seng (Zn) pada debu diudara Kota Banda Aceh



Gambar 4.4 Sebaran logam berat (Zn) pada daun berdasarkan I_{geo} dan Faktor Kontaminasi



Gambar 4.5 Sebaran logam berat (Zn) pada debu berdasarkan I_{geo} dan Faktor Kontaminasi

4.2 PEMBAHASAN

4.2.1 Konsentrasi Pb dalam Daun dan Debu

Berdasarkan hasil uji AAS pada Lampiran 2 menunjukkan konsentrasi Pb pada daun dan debu di semua titik tidak terkandung Pb atau berada di bawah batas deteksi instrumen. Kemungkinan pada lokasi penelitian partikel yang mengandung Pb dari kendaraan mengendap pada tanah yang dekat jalan raya daripada menempel dibagian daun. Sekitar 90% partikulat pada jarak 1,5 meter dari jalan raya dengan ukuran partikel kurang lebih 5 μm jatuh ke permukaan tanah (Hamamci dkk., 1997). Permukaan tanah disepanjang jalan raya yang padat kendaraan banyak terkontaminasi cemaran Pb, dan jumlahnya bervariasi tergantung jarak tanah tersebut dengan jalan raya (Samsuedin dkk., 2015). Debu atau partikulat yang terdapat pada permukaan daun kemungkinan tidak mengandung Pb karena debu yang melayang di udara tidak semua mempunyai ikatan dengan Pb karena logam berat lain juga terkandung dalam debu. Menurut Badrunnasar dkk. (2015) tanaman Tanjung memiliki ketahanan yang tinggi

terhadap pencemaran debu semen baik dalam menyerap atau menyerap debu, namun penyerapan terhadap Pb rendah.

Panjang stomata daun adalah 10 μm dan lebarnya 27 μm . Sedangkan ukuran partikulat dari jalan raya adalah 2 μm . Sehingga partikel debu yang berikatan dengan Pb tidak sekecil ukuran partikel yang dapat masuk ke dalam stomata daun (Samsoedin dkk., 2015). Hal ini menunjukkan adanya indikasi bahwa di Jl. Teuku Nyak Arief banyak mengandung polutan debu yang berikatan dengan Pb berukuran diatas 2 μm sehingga tidak dapat terserap oleh stomata daun.

4.2.2 Konsentrasi Zn dalam Daun

Hasil uji AAS yang terdapat pada Lampiran 2.1 menunjukkan adanya perbedaan besar konsentrasi Zn di dalam daun Tanjung (*Mimusops elengi* L.) di setiap titik pengambilan sampel. Konsentrasi Zn di dalam daun yang tertinggi ditemukan pada Titik 2 yaitu sebesar 161,22 mg/kg. Berdasarkan morfologi jalan pada lokasi pengambilan sampel, Titik 2 berada di titik dengan lalu lintas relatif berkepadatan lebih rendah dibandingkan dengan titik-titik yang lain, karena Titik 2 tidak berada di persimpangan jalan dan bukan perhentian lalu lintas. Sementara itu, konsentrasi Zn di dalam daun yang terendah ditemukan pada Titik 3 yaitu bernilai kurang dari batas deteksi instrumen. Batas deteksi instrumen AAS diketahui sebesar $<0,0001$ mg/kg. Temuan ini berbeda dengan pernyataan Sufariz (2016) yang menyebutkan bahwa semakin banyak kendaraan yang lewat pada jalan raya semakin tinggi pula konsentrasi logam berat yang terdapat di dalam jaringan pada tanaman.

Ambang batas normal konsentrasi Zn pada tanaman yang dibutuhkan dalam metabolismenya adalah sebesar 40 mg/kg (Putra, 2019). Berdasarkan hasil analisa konsentrasi Zn di dalam Tabel 4.1, hanya daun di Titik 2 yang memiliki konsentrasi Zn di atas ambang batas tersebut. Besar rata-rata konsentrasi Zn di dalam daun adalah 27,15 mg/kg. Hasil ini menunjukkan adanya kemungkinan kemampuan Tanjung (*Mimusops elengi* L.) dalam menoleransi Zn di atas ambang batas konsentrasi yang dibutuhkan. Namun, tumbuhan ini belum dapat disebut sebagai hiperakumulator, yang diketahui merupakan sebagai kelompok tumbuhan yang dapat menyerap Zn hingga lebih dari 1.000 $\mu\text{g/g}$ di dalam biomassa

keringnya. Tumbuhan ini dianggap memiliki potensi ekonomis dalam remediasi lingkungan (Hamdan dkk., 2019).

Berdasarkan sebaran konsentrasi Zn di dalam daun pada masing-masing titik, konsentrasi Zn di dalam daun tidak dapat dijadikan indikator kepadatan lalu lintas. Hal ini disebabkan karena kehadiran Zn pada daun tidak selalu berasal dari debu yang masuk melalui stomata. Pernyataan ini didukung oleh fakta bahwa akumulasi Zn di dalam jaringan tidak hanya berasal dari penangkapan organ stomata di permukaan daun. Selain masuk melalui stomata, Zn juga dapat masuk ke dalam jaringan melalui sistem fisiologi dari dalam akar (Samsoedin dkk., 2015). Hasil ini mendukung hasil investigasi Siregar (2020) yang menunjukkan bahwa daun Tanjung mempunyai kerapatan stomata rendah, sehingga tidak mampu menyerap jumlah polutan lebih banyak. Ketidakmampuan tersebut, juga dapat disebabkan oleh faktor karakter permukaan daun yang halus dan tidak memiliki rambut. Karakter ini menyebabkan daun tidak dapat mendeposisi debu dengan baik (Saebo dkk, 2012 dan Simon 2014). Namun, terdapat dugaan lain bahwa partikulat memiliki diameter yang lebih besar daripada ukuran diameter stomata. Menurut Samsoedin dkk. (2015) panjang stomata daun adalah 10 μm dan lebarnya 27 μm . Sedangkan ukuran partikulat dari jalan raya adalah 2 μm .

Hasil studi ini berbeda dengan investigasi Norouzi (2015) yang menunjukkan bahwa daun dari spesies Berangan (*Platanus orientalis* L.) dapat digunakan sebagai bioindikator untuk memantau logam berat akibat polusi udara. Temuan ini juga berbeda dengan Lehndorff dan Schwark (2010) yang menunjukkan daun tanaman Jarum pinus yang tumbuh di Kota Cologne dapat dijadikan bioindikator polusi pencemaran udara. Begitu juga dengan hasil penelitian lain di Yordania mengenai daun Kurma (*P. dactylifera* L.) dapat digunakan sebagai bioindikator kontaminasi logam berat yang murah di daerah yang terkena pencemaran industri dan lalu lintas (Al-Khashman dkk, 2011).

4.2.3 Konsentrasi Zn dalam Debu

Konsentrasi paling tinggi terdapat pada titik 8 yaitu sebesar 1.627,09 mg/kg, lokasi tersebut berada pada persimpangan jalan dan perhentian lalu lintas dan konsentrasi Zn terendah terdapat pada titik 4 yaitu sebesar 415,49 mg/kg juga berada pada persimpangan jalan dan perhentian lalu lintas. Sedangkan konsentrasi

Zn rata-rata sebesar 973,11 mg/kg. Artinya, Konsentrasi Zn pada debu sudah melewati ambang batas normal yaitu sebesar 50 mg/kg (Sezgin, 2004). Dengan demikian, debu yang terdeposisi pada permukaan daun dari titik-titik pengambilan sampel merupakan debu yang telah mengalami pengayaan Zn yang berasal dari kontaminan.

Konsentrasi Zn pada debu yang terdeposisi paling tinggi pada Titik 8 diikuti Titik 1. Berdasarkan peta pada Lampiran 7, Titik 8 merupakan titik perlambatan lalu lintas dan memiliki kepadatan relatif lebih tinggi dibandingkan titik yang lain. Titik 8 merupakan daerah persimpangan tiga jalan. Sementara itu, Titik 1 merupakan titik perhentian lampu lalu lintas. Dengan demikian, pengayaan Zn pada debu yang terdeposisi dapat dijadikan indikator dalam mengidentifikasi pencemaran dari kendaraan bermotor di jalan. yang dilakukan Norouzi dkk. (2015) Atmosfer debu dan polutan pada permukaan daun pohon bidang yang menunjukkan bahwa spesies ini cocok untuk biomonitoring atmosfer polusi.

Hasil-hasil ini menunjukkan bahwa daun Tanjung mampu menjadi reseptor debu di jalan raya. Tabel 4.2 diketahui bahwa persamaan efektivitas daun Tanjung dalam mendposisi debu dapat dihitung dengan pendekatan berbasis massa dan luas. Efektifitas daun dalam mendposisi debu yaitu $3,29 \times 10^{-5}$ g/g daun kering dan $0,95 \times 10^{-10}$ g/cm² luas permukaan daun. Kemampuan suatu daun tanaman menjadi resptor ditentukan oleh faktor bentuk dan morofologi daun (Saebo dkk, 2012 dan Simon 2014). Menurut Rahmadhani (2019) daun Tanjung efektif dalam sebagai reseptor debu karena memiliki karakteristik daun yang melengkung ke atas. Dengan demikian, meskipun berdasarkan pernyataan sebelumnya daun Tanjung tidak mampu mengakumulasi Zn melalui stomata, namun mampu menjadi reseptor debu yang baik.

Berdasarkan hasil uji korelasi menggunakan SPSS pada Lampiran 3 dan Gambar 4.1, konsentrasi Zn pada daun dengan konsentrasi Zn pada debu tidak berkorelasi signifikan. Hasil korelasi tersebut dapat diartikan bahwa meningkatnya jumlah Zn pada debu tidak berhubungan terhadap konsentrasi Zn pada daun. Hasil ini mendukung studi yang dilakukan Keane dkk. (2001) yang menunjukkan bahwa tidak ada korelasi antara konsentrasi logam di dalam daun Dandelion dengan konsentrasi logam di dalam partikulat debu. Namun, hasil

studi ini berbeda dengan hasil yang ditunjukkan oleh Norouzi dkk. (2015) bahwa terdapat korelasi logam di dalam daun Berangan (*Platanus orientalis* L.) dengan kandungan logam di dalam debu yang terdeposisi. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan daun tanaman sebagai reseptor dan indikator pengayaan logam ditentukan oleh spesies tanaman. Hasil ini mendukung hasil kajian yang dilakukan Simon dkk. (2011) bahwa polusi udara di daerah perkotaan dapat dipantau berdasarkan konsentrasi logam berat di dalam debu dan jaringan daun. Dengan demikian, dalam pemilihan tanaman yang di tanam di badan jalan agar dapat digunakan sebagai reseptor dan indikator perlu dilakukan kajian kemampuan spesies tersebut. Spesies yang dipilih hendaknya memiliki kriteria sebagai berikut: (i) mampu menoleransi Zn, (ii) mampu mengakumulasi Zn melalui stomata. (iii) memiliki morfologi yang berambut, kasar, luas dan melengkung ke atas.

Berdasarkan hasil analisis, konsentrasi Zn pada debu memiliki rata-rata 36 kali lebih besar daripada konsentrasi yang ada pada jaringan daun. Nilai ini mengindikasikan bahwa untuk analisis debu yang terdeposisi di permukaan daun dapat dilakukan lebih efisien dengan tanpa prosedur pemisahan debu dari permukaan daun. Hasil ini menguatkan rekomendasi Norouzi dkk. (2015) yang menyatakan bahwa analisis debu pada permukaan daun tidak perlu dilakukan pencucian dan dapat langsung dilakukan pengukuran.

4.2.4 Distribusi Tingkat Kontaminasi Logam Berat Zn

Berdasarkan Gambar 4.2 hasil pemodelan *Interpolasi Kriging* pada konsentrasi Zn dalam daun menggambarkan bahwa pada beberapa titik penelitian berada pada warna hijau dan kuning dimana penyebarannya diketahui rentang skor antara 0,00-16,798 dan berbeda dengan Titik 1 dan 2, dimana terlihat didominasi oleh warna merah dengan skor antara 67,00-120,9. Gambar 4.3 bahwa setiap konsentrasi Zn dalam debu menunjukkan pola penyebaran yang bervariasi dimana pada Titik 1 dan 8 yang diketahui tempat perhentian dan perlambatan lalu lintas di dominasi warna merah dengan skor 1.493-1.626. Pola penyebaran dengan penggambaran *interpolasi kriging* pada lokasi menunjukkan adanya pembacaan yang signifikan dimana setiap titik adanya penggambaran pola yang berbeda.

Gambar 4.4 menunjukkan tingkat kontaminasi Zn pada daun ditentukan berdasarkan Indeks Geoakumulasi dan Faktor Kontaminasi. Nilai I_{geo} pada Tabel 4.1. sebagian besar sampel daun didominasi warna hijau dengan nilai $I_{geo} \leq 0$ yaitu antara -5,14-0,00 artinya lokasi penelitian tidak tercemar dan hanya pada titik 2 penggambaran warna biru dengan nilai $0 \leq I_{geo} \leq 1$ yaitu 0,98 artinya tercemar ringan. Nilai Faktor Kontaminasi pada daun ditunjukkan pada Tabel 4.1. sebagian besar sampel berdasarkan nilai $FK \leq 1$ yaitu antara 0,00-0,77 dengan didominasi warna hijau artinya lokasi penelitian rendah pencemaran dan hanya titik 2 menunjukkan nilai $FK \leq 3$ yaitu 4,03 dengan penggambaran warna merah, hal ini menyatakan bahwa pada titik 2 tercemar tinggi.

Gambar 4.5 tingkat kontaminasi Zn dalam debu berdasarkan nilai I_{geo} pada Tabel 4.1. sebagian besar sampel menunjukkan nilai $2 \leq I_{geo} \leq 3$ yaitu antara 2,22 - 2,85, dan didominasi warna kuning. Hasil ini lokasi penelitian cukup tercemar, sedangkan titik 4 dan 5 dengan nilai $1 \leq I_{geo} \leq 2$ yaitu antara 1,71-1,94 tercemar pada kondisi sedang. Nilai I_{geo} paling tinggi ditunjukkan pada titik 8 dimana lokasi ini padat lalu lintas yaitu dengan nilai $4 \leq I_{geo} \leq 5$ yaitu 3,07, ini tercemar parah, sehingga pada Gambar 4.5 di dominasi warna merah. Nilai Faktor Kontaminasi pada debu ditunjukkan pada Tabel 4.1. Semua titik sampel berdasarkan nilai $FK \leq 3$ yaitu antara 8,30-32,54 dengan penggambaran warna merah yang artinya semua titik penelitian telah terkontaminasi Zn sangat tinggi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan pembahasan diatas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Daun Tanjung (*Mimusops elengi* L.) efektif sebagai reseptor dalam mendeposisi debu di Jalan Kota Banda Aceh. Namun, daun Tanjung tidak efektif untuk dijadikan bioindikator untuk kepadatan lalu lintas dan pencemaran Zn. Konsentrasi rata-rata Zn di dalam daun berada di bawah ambang batas normal konsentrasi Zn pada tumbuhan biasa. Debu yang terdepresiasi pada daun Tanjung (*Mimusops elengi* L.) dapat menjadi indikator dalam mengidentifikasi pencemaran Zn di udara. Konsentrasi rata-rata Zn di dalam debu yang terdepresiasi di permukaan daun telah melewati ambang batas normal.
2. Tanjung (*Mimusops elengi* L.) tidak efektif digunakan sebagai indikator dalam menyerap atau mendepresiasi logam berat Pb di Jalan Kota Banda Aceh. Konsentrasi Pb pada daun dan debu di semua titik tidak terkandung Pb atau berada di bawah batas deteksi instrumen. Kemungkinan pada lokasi penelitian partikel yang mengandung Pb dari kendaraan mengendap pada tanah yang dekat jalan raya daripada menempel dibagian daun.
3. Distribusi tingkat kontaminasi di jalan Kota Banda Aceh berdasarkan pada daun Tanjung (*Mimusops elengi* L.) menurut Indeks Geoakumulasi (I_{geo}) rata-rata pada setiap titik sampel menunjukkan kondisi kontaminasi rendah. Berdasarkan Faktor kontaminasi (FK) rata-rata setiap sampel menunjukkan kontaminasi rendah. Distribusi tingkat kontaminasi di jalan Kota Banda Aceh pada debu yang terdepresiasi pada daun Tanjung (*Mimusops elengi* L.) menurut Indeks Geoakumulasi (I_{geo}) pada Titik 1 dan 8 menunjukkan tercemar parah sedangkan pada titik lainnya rata-rata cukup tercemar. Berdasarkan Faktor kontaminasi (FK) setiap sampel menunjukkan kontaminasi tinggi.

5.2 Saran

Adapun saran dan masukan yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam mengamati penyebaran Zn di udara akan lebih baik menggunakan debu sebagai reseptor untuk indikator pencemaran Zn diudara.
2. Dalam mengamati penyebaran Zn di udara dengan menggunakan daun Tanjung lebih baik jangan melakukan pencucian antara daun dan debu karena konsentrasi Zn pada daun relatif lebih kecil daripada konsentrasi Zn dalam debu sehingga dapat diabaikan.
3. Sebaiknya tumbuhan indikator yang digunakan untuk ditanami di jalan raya yaitu tumbuhan yang mampu menyerap lebih dari 1.000 $\mu\text{g/g}$ lebih besar daripada tanaman biasa dan mampu melakukan remediasi lingkungan lebih baik yaitu seperti tumbuhan *Rinorea bengalensis* dan *Planchonella oxyhedra*.

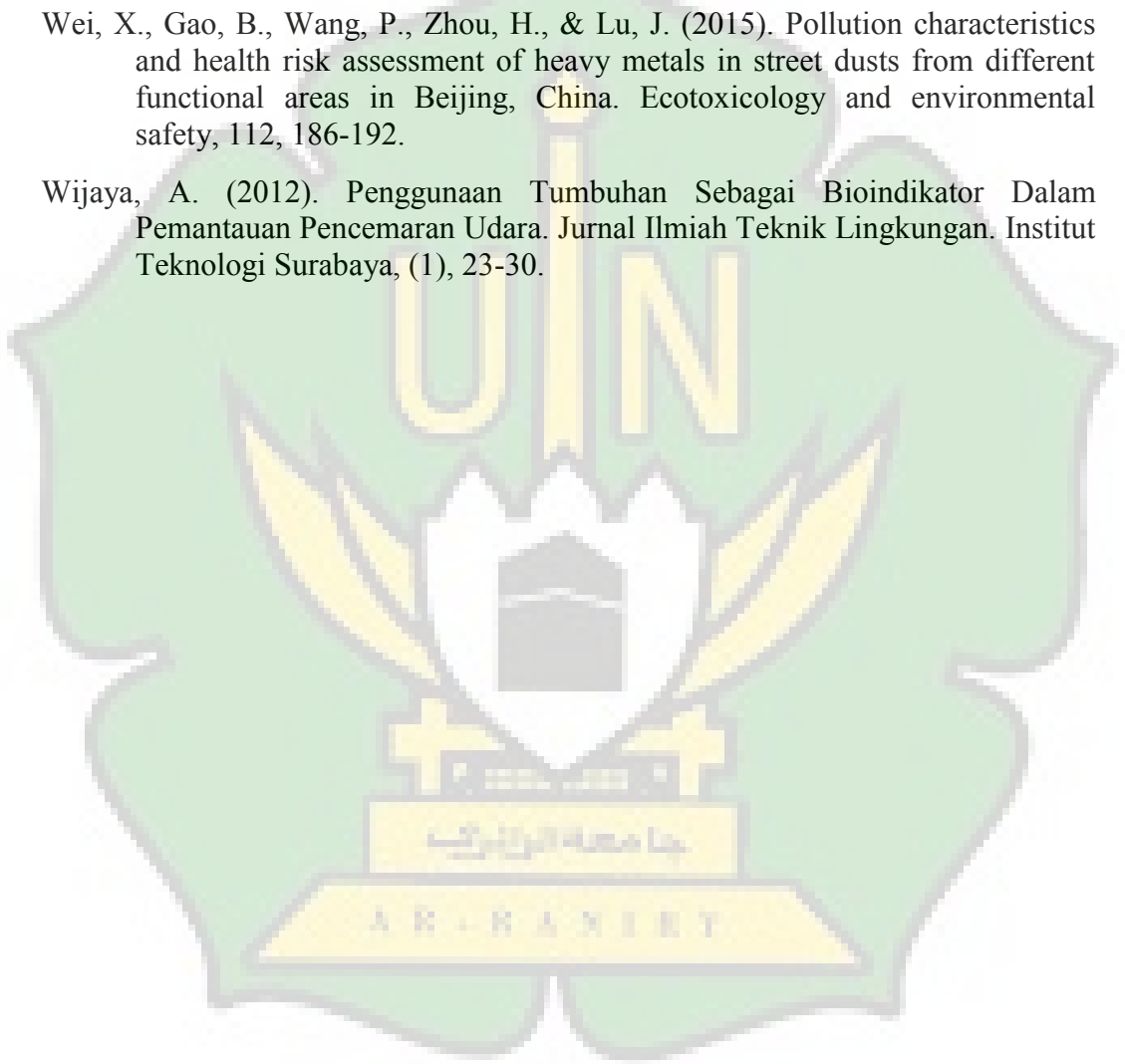
DAFTAR PUSTAKA

- Al-Khashman, OA, Al-Muhtaseb, AH, Ibrahim, KA. (2011). Date palm (*Phoenix dactylifera* L.) leaves as biomonitors of atmospheric metal pollution in arid and semi-arid environments. *Mengepung. Pollut.* 159, 1635–1640.
- Al-Khashman, O. A. (2013). Assessment of heavy metals contamination in deposited street dusts in different urbanized areas in the city of Ma'an, Jordan. *Environmental earth sciences*, 70(6), 2603-2612.
- Al-Khashman, O. A. (2004). Heavy metal distribution in dust, street dust and soils from the work place in Karak Industrial Estate, Jordan. *Atmospheric environment*, 38(39), 6803-6812.
- Ambarwati, R. (2017). Peran Zinc Terhadap Peningkatan Sistem Immunitas The Role Of Zinc To Increase The Immune System. *Jurnal Keperawatan*, 5(2), 98-103.
- Badan Pusat Statistik,. (2018). Kota Banda Aceh Dalam Angka 2018.
- Badrunnasar, Anas & Nurahmah, Y. (2012). Pertelaan Jenis Pohon Koleksi Arboretum Balai Penelitian Teknologi Agroforestry.
- Bahri, S., Darusman, D., & Ali, S. A. (2012). Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Kota Banda Aceh. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*, 1(1), 10-22.
- Budiono, R. Kadar Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg) dan Seng (Zn) Pada Tanah di Sekitar Rumah Susun Pantai Losari Kota Makassar.
- Dinas Perhubungan Kota Banda Aceh,. (2019).
- Hadi, B. S. (2013). Metode Interpolasi Spasial dalam Studi Geografi (Ulasan Singkat dan Contoh Aplikasinya). *Geomedia: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*, 11(2).
- Hamdan, A. M., Bijaksana, S., Tjoa, A., Dahrin, D., & Kirana, K. H. (2019). Magnetic characterizations of nickel hyperaccumulating plants (*Planchonella oxyhedra* and *Rinorea bengalensis*) from Halmahera, Indonesia. *International journal of phytoremediation*, 21(4), 364-371.
- Hermawan, R., Kusmana, C., Nasrullah, N., & Prasetyo, L. B. (2011). Pengaruh Jumlah Baris Tanaman Jalur Hijau jalan Dalam Mereduksi Partikel Timbal (Pb) Dari Emisi Kendaraan Bermotor (Studi Kasus Jalur Hijau Acacia Mangium Jalan Tol Jagorawi). *Media Konservasi*, 16(2).
- Hendrasarie, N. (2007). Kajian efektifitas tanaman dalam menyerap kandungan Pb di udara. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*, 3(2), 1-15.
- Herni, H. (2011). Analisis Cemarkan Logam Berat Seng (Zn) dan Timbal (Pb) pada Tiram Bakau (*Crassostrea cucullata*) Asal Kabupaten Takalar dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).

- Hidayati, S. R. (2009). Analisis karakteristik stomata, kadar klorofil dan kandungan logam berat pada daun pohon pelindung jalan kawasan lumpur porong sidoarjo (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Issani, W.M., Amanah, N., Saputra, I. A. M. (2014). Paper Biomonitoring Lichens Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara.
- Istiaroh, P. D., Martuti, N. K. T., & Bodijanto, F. P. M. H. (2014). Uji Kandungan Timbal (Pb) Dalam Daun Tanaman Peneduh di Jalan Protokol Kota Semarang. Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education, 6(1), 60-66.
- Keane, B., Collier, M. H., Shann, J. R., & Rogstad, S. H. (2001). Metal content of dandelion (*Taraxacum officinale*) leaves in relation to soil contamination and airborne particulate matter. Science of the Total Environment, 281(1-3), 63-78.
- Lehndorff, E., & Schwark, L. (2010). Biomonitoring of air quality in the Cologne Conurbation using pine needles as a passive sampler–Part III: Major and trace elements. Atmospheric Environment, 44(24), 2822-2829.
- Momongan, J. F., Gosal, P. H., & Kumurur, V. (2017). Efektivitas Jalur Hijau Dalam Menyerap Emisi Gas Rumah Kaca Di Kota Manado. Spasial, 4(1), 36-43.
- Mukhlison, M. Pemilihan Jenis Pohon untuk Pengembangan Hutan Kota di Kawasan Perkotaan Yogyakarta. Jurnal Ilmu Kehutanan, 7(1), 37-47.
- Norouzi, S., Khademi, H., Cano, A. F., & Acosta, J. A. (2015). Using plane tree leaves for biomonitoring of dust borne heavy metals: A case study from Isfahan, Central Iran. Ecological indicators, 57, 64-73.
- Nurul Fathia, L. A., Baskara, M., & Sitawati, S. (2015). Analisis Kemampuan Tanaman Semak Di Median Jalan Dalam Menyerap Logam Berat Pb. Jurnal Produksi Tanaman, 3(7).
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara Di Daerah Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Putra, B. A., Santoso, A., & Riniatsih, I. (2019). Kandungan Logam Berat Seng pada *Enhalus acoroides* di Perairan Jepara. Buletin Oseanografi Marina, 8(1), 9-16.
- Rahmadhani, S. (2019). Efektivitas Jerapan Debu Beberapa Spesies Pohon Daun Lebar Di Median Jalan Kota Bandar Lampung.
- Rahmayanti, D. P. (2018). Analisis Risiko Logam Berat Seng (Zn) Dalam Total Suspended Particulate (Tsp) Terhadap Kesehatan Manusia di Terminal Bus Giwangan dan Jombor, di Yogyakarta.
- Rawtani, D., Parmar, T., & Agrawal, Y. (2016). Bioindicators: The natural indicator of environmental pollution, Front. Life Science, 9, 110-118.

- Respatti, E., Goejantoro, R., & Wahyuningsih, S. (2014). Perbandingan Metode Ordinary Kriging dan Inverse Distance Weighted untuk Estimasi Elevasi Pada Data Topografi (Studi Kasus: Topografi Wilayah FMIPA Universitas Mulawarman) *Comparison of Ordinary Kriging and Inverse Distance Weighted Methods for Estimasi*.
- Riska, N., Suedy, S. W. A., & Izzati, M. (2019). Kandungan Mineral Dan Logam Berat Pada Biosalt Rumput Laut Padina sp. Pro-Life, 6(2), 171-179.
- Ruktiningsih, R. (2014). Kajian Hubungan Volume Lalu Lintas Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan di Ruas Jalan Majapahit Semarang (Studi Kasus: Kadar CO dan PM10).
- Salim. (2014). Pemetaan Konsentrasi Particulate Matter 10 μm (PM10) Dan Penentuan Nilai Air Pollution Tolerance Index (APTI) Pada Tanaman Angsana (*Pterocarpus indicus Willd.*) Di Jalan Raya, I. T. S.
- Samsoedin, I., Susidharmawan, I. W., & Pratiwi, D. W. (2015). Peran Pohon dalam Menjaga Kualitas Udara di Perkotaan.
- Sæbø, A., Popek, R., Nawrot, B., Hanslin, HM, Gawronska, H., Gawronski, SW. (2012). Plant species differences in particulate matter accumulation on leaf surfaces. *Sci. Total Environ.* 427–428, 347–354.
- Saleha, A., & Gunawan, R. (2013). Distribusi Logam Timbal (Pb) Pada Tanaman Wedelia (*Wedelia trilobata* (L.) Hitch) Akibat Emisi Kendaraan Bermotor Di Beberapa Jalan Kota Samarinda. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 10(2).
- Sembiring, E., & Sulistyawati, E. (2006). Akumulasi Pb dan pengaruhnya pada kondisi daun *Swietenia macrophylla* King. In *Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Penelitian Lingkungan di Perguruan Tinggi (1-10), di Kampus Institut Teknologi Bandung*.
- Sezgin, N., Ozcan, H. K., Demir, G., Nemlioglu, S., & Bayat, C. (2004). Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul E-5 highway. *Environment international*, 29(7), 979-985.
- Simon, E., Baranyai, E., Braun, M., Cserhádi, C., Fábíán, I., Tóthmérés, B. (2014). Elemental concentrations in deposited dust on leaves along an urbanization gradient. *Sci. Total Environ.* 490, 514–520.
- Simon, E., Braun, M., Vidic, A., Bogyo, D., Fabian, I., Tothmeresz, B. (2011). Air pollution assessment based on elemental concentration of leaves tissue and foliage dust along an urbanization gradient in Vienna. *Mengepung. Pollut.* 159, 1229– 1233.
- Sinolungan, J. (2009). Dampak Polusi Partikel Debu dan Gas Kendaraan Bermotor Pada Volume dan Kapasitas Paru. *Jurnal Biomedik*, 1(2).
- Siregar, S. R., Irwan, S. N. R., & Putra, E. T. S. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Pengaruhnya Pada Angsana (*Pterocarpus indicus*), Tanjung (*Mimosa elengi*), dan Asam Jawa (*Tamarindus indica*) di Jalan Lingkar Alun–Alun Yogyakarta. *Vegetalika*, 9(1), 316-329.

- Sufariz, R. (2016). Uji Kandungan Logam Berat Plumbum Pada Tanaman Peneduh Di Jalan Protokol Kota Bandung (Doctoral Dissertation, Fkip Unpas).
- Suhaemi, S., Maryono, M., & Sugiarti, S. (2014). Analisis Kandungan Timbal (Pb) Pada Daun Trembesi (*Samanea Saman* (Jacq.) Merr) Di Jalan Perintis Kemerdekaan Makassar Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *CHEMICA*, 15(2), 85-94.
- Tugaswati, A. (2004). Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Health And Human Ecology Journal*, 61, 261-275.
- Wei, X., Gao, B., Wang, P., Zhou, H., & Lu, J. (2015). Pollution characteristics and health risk assessment of heavy metals in street dusts from different functional areas in Beijing, China. *Ecotoxicology and environmental safety*, 112, 186-192.
- Wijaya, A. (2012). Penggunaan Tumbuhan Sebagai Bioindikator Dalam Pemantauan Pencemaran Udara. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Surabaya*, (1), 23-30.



LAMPIRAN

Lampiran 1

Dokumentasi Penelitian



L1.1



L1.2



L1.3



L1.4



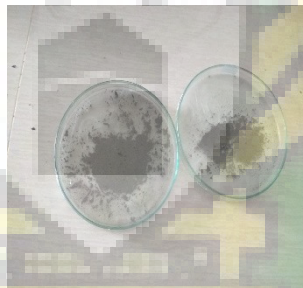
L1.5



L1.6



L1.7



L1.8



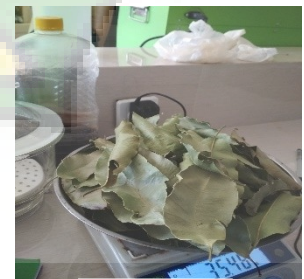
L1.9



L1.10



L1.11



L1.12



L1.13



L1.14

Keterangan :

- L1.1 = Proses pengambilan sampel
- L1.2 = Daun sampel
- L1.3 = Botol semprot
- L1.4 = Cawan petri dan sampel debu
- L1.5 = Proses pemisahan debu dari daun
- L1.6 = Proses pengendapan debu dalam gelas beaker
- L1.7 = Sampel debu di oven pada suhu 60° C
- L1.8 = Sampel debu setelah dikeringkan
- L1.9 = Hasil semua perlakuan pada sampel debu
- L1.10 = Daun Tanaman Tanjung di ukur luas
- L1.11 = Proses pengeringan untuk mendapatkan berat konstan
- L1.12 = Daun sampel ditimbang
- L1.13 = Proses penghalusan sampel daun
- L1.14 = Hasil semua perlakuan pada sampel daun

Lampiran 2

1. Hasil Uji Laboratorium Sampel Daun



Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJI BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH (LABBA)

Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642
E-mail: brs_bna@yahoo.com Website: http://baristandaceh.kemperin.go.id



KAN
Laboratorium Penguji
LP-800-IGN

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : 29 Juni 2020
Date of issue

Kepada : Ummul Khair
To
UIN AR-Raniry
di - Banda Aceh

Nomor Laporan : 907/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/6/2020
Report Number

Nomor Analisis : KIM - 20.339 s.d 20.347
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that examination

Dari Contoh : Serbuk Daun
Of the Sample (s)

Keterangan contoh : Diantar
Identity Sample

Kode Contoh : 1 s/d 9
Code Sample

Tanggal Sampling : -
Date of Sampling

Tanggal Analisis : 4 Juni 2020
Date of Analysis

Nomor BAPC : 136/INS/D/KIM/6/2020
BAPC Number

Untuk Analisis : Sesuai Parameter Uji
For Analysis

Diambil dari : -
Taken from

Tanggal Penerimaan : 4 Juni 2020
Received On

Hasil :
Results

NO	KODE CONTOH	PARAMETER UJI :					
		Timbal (Pb)			Seng (Zn)		
		SATUAN	METODE UJI	HASIL UJI	SATUAN	METODE UJI	HASIL UJI
1	1	mg/kg	AAS	<0,0001 ^{*)}	mg/kg	AAS	30,93
2	2	mg/kg	AAS	<0,0001 ^{*)}	mg/kg	AAS	161,22
3	3	mg/kg	AAS	<0,0001 ^{*)}	mg/kg	AAS	<0,0001 ^{*)}
4	4	mg/kg	AAS	<0,0001 ^{*)}	mg/kg	AAS	6,20
5	5	mg/kg	AAS	<0,0001 ^{*)}	mg/kg	AAS	0,35
6	6	mg/kg	AAS	<0,0001 ^{*)}	mg/kg	AAS	2,94
7	7	mg/kg	AAS	<0,0001 ^{*)}	mg/kg	AAS	4,50
8	8	mg/kg	AAS	<0,0001 ^{*)}	mg/kg	AAS	18,73
9	9	mg/kg	AAS	<0,0001 ^{*)}	mg/kg	AAS	19,52

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH
Manajer Teknis II LABBA,



Nurliana ST, MT
NIP: 19621108-198303 2 002

F. 5.10.01.02

Terbit/Revisi : 3/4

* Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas

* Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh

2. Hasil Uji Laboratorium Sampel Debu



Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJI BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH (LABBA)
Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642
E-mail: brs_bna@yahoo.com Website: <http://baristandaceh.kemperin.go.id>



KAN
Laboratorium Penguji
LP-800-12H

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : 29 Juni 2020
Date of issue

Kepada : Ummul Khair
To UIN AR-Raniry
di - Banda Aceh

Nomor Laporan : 908/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/6/2020
Report Number

Nomor Analisis : KIM - 20.330 s.d 20.338
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that examination

Dari Contoh : Debu
Of the Sample (s)

Keterangan contoh : Diantar
Identify Sample

Kode Contoh : 1 s/d 9
Code Sample

Tanggal Sampling : -
Date of Sampling

Tanggal Analisis : 4 Juni 2020
Date of Analysis

Nomor BAPC : 135/NSD/KIM/6/2020
BAPC Number

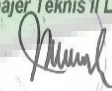
Untuk Analisis : Sesuai Parameter Uji
For Analysis

Diambil dari : -
Taken from

Tanggal Penerimaan : 4 Juni 2020
Received On

Hasil :
Results

NO	KODE CONTOH	PARAMETER UJI :					
		Timbal (Pb)			Seng (Zn)		
		SATUAN	METODE UJI	HASIL UJI	SATUAN	METODE UJI	HASIL UJI
1	1	mg/kg	AAS	<0,0001 ^(*)	mg/kg	AAS	1306,60
2	2	mg/kg	AAS	<0,0001 ^(*)	mg/kg	AAS	1177,91
3	3	mg/kg	AAS	<0,0001 ^(*)	mg/kg	AAS	797,21
4	4	mg/kg	AAS	<0,0001 ^(*)	mg/kg	AAS	415,49
5	5	mg/kg	AAS	<0,0001 ^(*)	mg/kg	AAS	936,92
6	6	mg/kg	AAS	<0,0001 ^(*)	mg/kg	AAS	694,90
7	7	mg/kg	AAS	<0,0001 ^(*)	mg/kg	AAS	1278,73
8	8	mg/kg	AAS	<0,0001 ^(*)	mg/kg	AAS	1627,09
9	9	mg/kg	AAS	<0,0001 ^(*)	mg/kg	AAS	523,21

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH
Manajer Teknis II LABBA,

Nurlaila, ST, MT
NIP. 19621108 198303 2 002

F. 5.10.01.02

Terbit/Revisi : 3/4

* Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas

* Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh

Lampiran 3

Uji Korelasi Antara Konsentrasi Zn Pada Daun Dengan Konsentrasi Zn Pada Debu

Correlations

		Konsentrasi Zn pada serbuk daun	Konsentrasi Zn pada debu
Konsentrasi Zn pada serbuk daun	Pearson Correlation	1	-,076
	Sig. (2-tailed)		,846
	N	9	9
Konsentrasi Zn pada debu	Pearson Correlation	-,076	1
	Sig. (2-tailed)	,846	
	N	9	9

Berdasarkan nilai signifikansi (2-tailed) dari tabel diatas diketahui nilai signifikansi (2-tailed) antara konsentrasi Zn pada serbuk daun dengan jumlah debu adalah sebesar $,846 < 0,05$ berarti tidak terdapat korelasi yang signifikan antara konsentrasi Zn pada serbuk daun dengan konsentrasi Zn pada debu. Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa konsentrasi Zn pada daun tidak ada pengaruh dengan konsentrasi pada debu berarti kenaikan pada keduanya tidak saling berpengaruh.

Lampiran 4

Data Kendaraan Kota Banda Aceh Tahun 2011-2018

No .	Uraian	Tahun 2011	Tahun 2012	Tahun 2013	Tahun 2014	Tahun 2015	Tahun 2016	Tahun 2017	Tahun 2018
1	Persimpangan Utama								
2	Kendaraan Bermotor :								
	a. Sedan, Sedan Station dan sejenisnya	4,618 unit	4.773 unit	4.794 unit	4.841 unit	31.634 unit	2.686 unit	10.202 unit	10.834 unit
	b. Jeep dan sejenisnya	3,645 unit	3.830 unit	3.932 unit	4.058 unit				
	c. St. Wagon, Minibus, Bemo dan sejenisnya	16.772 unit	18.556 unit	20.142 unit	21.979 unit		7.039 unit	30.330 unit	33.78 unit
	d. Bus, Microbus dan sejenisnya	1.215 unit	1.279 unit	1.291 unit	1.341 unit	747 unit	751 unit		
	e. Pick up, Truck Deliverivan, D. Cabin, Dump Truck, Truck Tangki dan sejenisnya	8.365 unit	8,862 unit	9.446 unit	10.231 unit	8.964 unit	6005 unit	13.334 unit	14.023 unit
	f. Sepeda Motor Roda Dua dan Roda Tiga	140.103 unit	151,369 unit	160.224 unit	168.902 unit	101.769 unit	165.867 unit	192.416 unit	202.899 unit
	g. Alat-alat Berat	141 unit	148 unit	162 unit	178 unit	437 unit	189 unit	1.203 unit	1.209 unit
3	Kendaraan Wajib Uji Umum	3.653 unit	1.390 unit	1.390 unit	4888 unit	3283 unit	11.008 unit	6.279 unit	
4	Kendaraan Wajib Uji TU	2.948 unit	3.827 unit	3.827 unit	3930 unit	3440 unit	10.874 unit	8.882 unit	
JUMLAH		181.460 Unit	194.034 Unit	205.208 Unit	220.348 Unit	149.527 Unit	204.230 Unit	262.646 Unit	262.745 unit

Sumber : Dinas Keuangan Aceh

Lampiran 5

Volume Kendaraan/Kapasitas Jalan Kota Banda Aceh Tahun 2017

No	Titik	Nama Jalan	Waktu	Arah	Volume	Kapasitas	VCR	LOS
1	1	Jalan T. Nyak Arief, Darussalam (Sp. Tanjung – Sp. Mesra)	Jam sibuk pagi	Sp Mesra - Sp Tanjung	1689	2405	0,70	C
				Sp Tanjung - Sp Mesra	1534	2405	0,64	C
			off peak	Sp Mesra - Sp Tanjung	1566	2405	0,65	C
				Sp Tanjung - Sp Mesra	1936	2405	0,80	D
			Jam sibuk sore	Sp Mesra - Sp Tanjung	1557	2405	0,65	C
				Sp Tanjung - Sp Mesra	1594	2405	0,66	C
2	2	Jalan Laksamana Malahayati (Batas Kota – Sp Mesra)	Jam sibuk pagi	Batas Kota - Sp Mesra	843	2911	0,29	B
				Sp Mesra - Batas Kota	497	2911	0,17	A
			off peak	Batas Kota - Sp Mesra	513	2911	0,18	A
				Sp Mesra - Batas Kota	457	2911	0,16	A
			Jam sibuk sore	Batas Kota - Sp Mesra	530	2911	0,18	A
				Sp Mesra - Batas Kota	1201	2911	0,41	B
3	3	Jalan T. Nyak Arief (Sp. Mesra – Sp. PDAM)	Jam sibuk pagi	Sp Mesra - PDAM	3106	3493	0,89	E
				PDAM - Sp Mesra	1868	3493	0,53	C
			off peak	Sp Mesra - PDAM	707	3493	0,20	B
				PDAM - Sp Mesra	1645	3493	0,47	C
			Jam sibuk sore	Sp Mesra - PDAM	714	3493	0,20	B
				PDAM - Sp Mesra	1713	3493	0,49	C
4	4	Jalan Tgk. Mohd. Daud Beureueh (Sp. PDAM - Sp. Jambo Tape)	Jam sibuk pagi	Sp PDAM - Sp Jambotape	2969	3564	0,83	D
				Sp Jambotape - Sp PDAM	2234	3564	0,63	C
			off peak	Sp PDAM - Sp Jambotape	441	3564	0,12	A
				Sp Jambotape - Sp PDAM	1537	3564	0,43	B
			Jam sibuk sore	Sp PDAM - Sp Jambotape	535	3564	0,15	A
				Sp Jambotape - Sp PDAM	2030	3564	0,57	C
5	5	Jalan Tgk. Mohd. Daud Beureueh (Sp. Jambo Tape - Sp. Lima)	Jam sibuk pagi	Sp Jambotape - Sp Lima	1067	3060	0,35	B
				Sp Lima - Sp Jambotape	1804	3060	0,59	C
			off peak	Sp Jambotape - Sp Lima	1317	3060	0,43	B
				Sp Lima - Sp Jambotape	1413	3060	0,46	C
			Jam sibuk sore	Sp Jambotape - Sp Lima	1399	3060	0,46	C
				Sp Lima - Sp Jambotape	1129	3060	0,37	B
6	6	Jalan Panglima Polem (Sp. Lima – Sp. Methodist)	Jam sibuk pagi	Sp Lima - Sp Methodist	776	3202	0,24	B
				Sp Methodist - Sp Lima	1539	3435	0,45	B
			off peak	Sp Lima - Sp Methodist	887	3202	0,28	B
				Sp Methodist - Sp Lima	980	3435	0,29	B
			Jam sibuk	Sp Lima - Sp Methodist	1252	3202	0,39	B

			sore	Sp Methodist - Sp Lima	1693	3435	0,49	C
7	7	Jalan Pocut Baren (Sp. Methodist – Sp. MAN)	Jam sibuk pagi	Sp Methodist - Sp Man	596	2462	0,24	B
				Sp Man - Sp Methodist	596	2462	0,24	B
			off peak	Sp Methodist - Sp Man	585	2462	0,24	B
				Sp Man - Sp Methodist	585	2462	0,24	B
			Jam sibuk sore	Sp Methodist - Sp Man	615	2462	0,25	B
				Sp Man - Sp Methodist	615	2462	0,25	B
8	8	Jalan Syiah Kuala (Sp. MAN - Sp. Jambo Tape)	Jam sibuk pagi	Sp Man - Sp Jambotape	523	4995	0,10	A
				Sp Jambotape - Sp Man	1006	4968	0,20	B
			off peak	Sp Man - Sp Jambotape	571	4995	0,11	A
				Sp Jambotape - Sp Man	636	4968	0,13	A
			Jam sibuk sore	Sp Man - Sp Jambotape	647	4995	0,13	A
				Sp Jambotape - Sp Man	579	4968	0,12	A
9	9	Jalan Syiah Kuala (Sp. MAN - Makam Syiahkuala)	Jam sibuk pagi	Sp Man - Makam Syiahkuala	245	2673	0,09	A
				Makam Syiahkuala - Sp Man	523	2673	0,20	A
			off peak	Sp Man - Makam Syiahkuala	338	2673	0,13	A
				Makam Syiahkuala - Sp Man	321	2673	0,12	A
			Jam sibuk sore	Sp Man - Makam Syiahkuala	390	2673	0,15	A
				Makam Syiahkuala - Sp Man	349	2673	0,13	A
10	10	Jalan P. Nyak Makam (Sp. PDAM- Sp. BPKP)	Jam sibuk pagi	Sp Pdam - Sp BPKP	963	2678	0,36	B
				Sp BPKP - Sp Pdam	1441	2349	0,61	C
			off peak	Sp Pdam - Sp BPKP	1123	2678	0,42	B
				Sp BPKP - Sp Pdam	1039	2349	0,44	B
			Jam sibuk sore	Sp Pdam - Sp BPKP	1257	2678	0,47	C
				Sp BPKP - Sp Pdam	1107	2349	0,47	C
11	11	Jalan Prof. Ali Hasyimi (Sp. BPKP – Sp. Akhir jembatan Pango)	Jam sibuk pagi	Sp Bpkp - Sp Akhir Jmbtn Pango	1128	2970	0,38	B
				Sp Akhir Jmbtn Pango - Sp Bpkp	674	3356	0,20	B
			off peak	Sp Bpkp - Sp Akhir Jmbtn Pango	754	2970	0,25	B
				Sp Akhir Jmbtn Pango - Sp Bpkp	747	3356	0,22	B
			Jam sibuk sore	Sp Bpkp - Sp Akhir Jmbtn Pango	1062	2970	0,36	B
				Sp Akhir Jmbtn Pango - Sp Bpkp	1087	3356	0,32	B
12	12	Jalan Teuku Iskandar (Sp.	Jam sibuk pagi	Sp Bpkp - Sp Tujuh	496	2904	0,17	A

		BPKP - Sp. Tujuh)		Sp Tujuh - Sp Bpkp	799	2904	0,28	B
			off peak	Sp Bpkp - Sp Tujuh	606	2904	0,21	B
				Sp Tujuh - Sp Bpkp	496	2904	0,17	A
			Jam sibuk sore	Sp Bpkp - Sp Tujuh	805	2904	0,28	B
				Sp Tujuh - Sp Bpkp	597	2904	0,21	B
13	13	Jalan Teuku Iskandar (Sp. BPKP - Sp. Beurawe)	Jam sibuk pagi	Sp Bpkp - Sp beurawe	847	2648	0,32	B
				Sp Beurawe - Sp Bpkp	566	2648	0,21	B
			off peak	Sp Bpkp - Sp beurawe	814	2648	0,31	B
				Sp Beurawe - Sp Bpkp	794	2648	0,30	B
			Jam sibuk sore	Sp Bpkp - Sp beurawe	993	2648	0,37	B
				Sp Beurawe - Sp Bpkp	1095	2648	0,41	B
		Jalan T. Hasan Dek (Sp. Beurawe – Sp. Surabaya)	Jam sibuk pagi	Sp Beurawe - Sp Surabaya	2111	3148	0,67	C
				Sp Surabaya - Sp Beurawe	3007	3148	0,96	E
			off peak	Sp Beurawe - Sp Surabaya	2180	3148	0,69	C
				Sp Surabaya - Sp Beurawe	2215	3148	0,70	C
			Jam sibuk sore	Sp Beurawe - Sp Surabaya	2604	3148	0,83	D
				Sp Surabaya - Sp Beurawe	2374	3148	0,75	D
14	14	Jalan Prof. DR. Mr. Moehammad Hasan (Sp. Surabaya – Terminal Batoh)	Jam sibuk pagi	Sp Surabaya - Terminal Batoh	1397	2787	0,50	C
				Terminal Batoh - Sp Surabaya	990	2732	0,36	B
			off peak	Sp Surabaya - Terminal Batoh	1088	2787	0,39	B
				Terminal Batoh - Sp Surabaya	1125	2732	0,41	B
			Jam sibuk sore	Sp Surabaya - Terminal Batoh	1377	2787	0,49	C
				Terminal Batoh - Sp Surabaya	1408	2732	0,52	C
15	15	Jalan Tgk. Imuem Lueng Bata (Sp. Surabaya – Batas Kota)	Jam sibuk pagi	Sp Surabaya - Batas Kota	542	2939	0,18	A
				Batas Kota - Sp Surabaya	967	3255	0,30	B
			off peak	Sp Surabaya - Batas Kota	714	3255	0,22	B
				Batas Kota - Sp Surabaya	608	3255	0,19	A
			Jam sibuk sore	Sp Surabaya - Batas Kota	1132	3255	0,35	B
				Batas Kota - Sp Surabaya	696	3255	0,21	B
		Jalan Teuku Chik Ditiro (Sp. Gedung keuangan- Sp.	Jam sibuk pagi	Sp Gedung Keuangan - Sp Kodim	1753	3033	0,58	C
				Sp Kodim - Sp Gedung Keuangan	1451	2623	0,55	C

		Kodim)	off peak	Sp Gedung Keuangan - Sp	1673	3033	0,55	C
				Kodim				
				Sp Kodim - Sp Gedung Keuangan	1104	2623	0,42	B
			Jam sibuk sore	Sp Gedung Keuangan - Sp Kodim	1968	3033	0,65	C
				Sp Kodim - Sp Gedung Keuangan	1209,4	2623	0,46	C
18	18	Jalan STA. Mahmudsyah (Sp. Lima – Sp. Kodim)	Jam sibuk pagi	Sp Lima - Sp Kodim	1453	3964	0,37	B
				Sp Kodim - Sp Lima	1455	3964	0,37	B
			off peak	Sp Lima - Sp Kodim	2020	3964	0,51	C
				Sp Kodim - Sp Lima	1326	3964	0,33	B
			Jam sibuk sore	Sp Lima - Sp Kodim	3933	3964	0,99	E
				Sp Kodim - Sp Lima	1450	3964	0,37	B
19	19	Jalan Mohd. Jam (Sp. Kodim – Sp. Zikra)	Pagi	Sp Kodim - Sp Zikra	1715	2558	0,67	C
			Siang	Sp Kodim - Sp Zikra	1478	2558	0,58	C
			Sore	Sp Kodim - Sp Zikra	1677	2558	0,66	C
20	20	Jalan Tentara Pelajar (Sp. Suzuya/BNI- Sp. Toko ET)	Jam sibuk pagi	Sp. Suzuya/BNI - Sp Toko ET	459	2969	0,15	A
				Sp Toko ET - Sp Suzuya/BNI	225	3202	0,07	A
			off peak	Sp. Suzuya/BNI - Sp Toko ET	676	2969	0,23	B
				Sp Toko ET - Sp Suzuya/BNI	404	3202	0,13	A
			Jam sibuk sore	Sp. Suzuya/BNI - Sp Toko ET	571	2969	0,19	A
				Sp Toko ET - Sp Suzuya/BNI	354	3202	0,11	A
21	21	Jalan Dipenogoro (Sp. Suzuya/BNI – Sp. Sinbun Sibreh)	Pagi	Sp Suzuya/BNI - Sp Sinbun Sibreh	861	3565	0,24	B
			Siang	Sp Suzuya/BNI - Sp Sinbun Sibreh	1121	3565	0,31	B
			Sore	Sp Suzuya/BNI - Sp Sinbun Sibreh	1340	3565	0,38	B
22	22	Jalan Rama Setia (Sp. BNI – Jembatan Lampaseh)	Pagi	Sp BNI - Jmbtn Lampaseh	436	2281	0,19	A
			Siang	Sp BNI - Jmbtn Lampaseh	282	2281	0,12	A
			Sore	Sp BNI - Jmbtn Lampaseh	367	2281	0,16	A
23	23	Jalan Prof Majid Ibrahim (Sp. Rumah PANGDAM – Sp. Jl. Panglath (warkop Sanusi))	Pagi	Sp Rmh pangdam - sp jl panglath	1547	2089	0,74	C
			Siang	Sp Rmh pangdam - sp jl panglath	1243	2089	0,60	C
			Sore	Sp Rmh pangdam - sp jl panglath	1240	2089	0,59	C
24	24	Jalan Sultan Iskandar Muda (Sp. Rumah PANGDAM –	Jam sibuk pagi	Sp rmh pangdam - sp msjid Baiturrahim	324	3027	0,11	A
				Sp msjid Baiturrahim - sp rmh pangdam	250	4570	0,05	A

		Sp. Mesjid Baiturrahim)	off peak	Sp rmh pangdam - sp msjid Baiturrahim	551	3027	0,18	A
				Sp msjid Baiturrahim - sp rmh pangdam	511	4570	0,11	A
			Jam sibuk sore	Sp rmh pangdam - sp msjid Baiturrahim	556	3027	0,18	A
				Sp msjid Baiturrahim - sp rmh pangdam	626	4570	0,14	A
25	25	Jalan Teuku Umar (Sp. Seulawah – Sp. Tiga P.U)	Jam sibuk pagi	Sp Selawah - Sp Tiga PU	1010	2968	0,34	B
				Sp Tiga PU - Sp Selawah	1961	4769	0,41	B
			off peak	Sp Selawah - Sp Tiga PU	1400	2968	0,47	C
				Sp Tiga PU - Sp Selawah	1241	4769	0,26	B
			Jam sibuk sore	Sp Selawah - Sp Tiga PU	1701	2968	0,57	C
				Sp Tiga PU - Sp Selawah	1376	4769	0,29	B
26	26	Jalan Jenderal Sudirman (Sp. Tiga P.U – Sp. Keutapang)	Jam sibuk pagi	Sp Tiga Pu - Sp keutapan	566	1527	0,37	B
				Sp Keutapang - Sp Tiga Pu	923	1597	0,58	C
			off peak	Sp Tiga Pu - Sp keutapan	627	1527	0,41	B
				Sp Keutapang - Sp Tiga Pu	509	1597	0,32	B
			Jam sibuk sore	Sp Tiga Pu - Sp keutapan	864	1527	0,57	C
				Sp Keutapang - Sp Tiga Pu	571	1597	0,36	B
27	27	Jalan Soekarno Hatta (Sp. Keutapang – Sp. Lampeunerut)	Jam sibuk pagi	Sp keutapang - Sp Lampeunerut	1162	2650	0,44	B
				Sp Lampeunerut - Sp Keutapang	569	2678	0,21	B
			off peak	Sp keutapang - Sp Lampeunerut	794	2650	0,30	B
				Sp Lampeunerut - Sp Keutapang	635	2678	0,24	B
			Jam sibuk sore	Sp keutapang - Sp Lampeunerut	875	2650	0,33	B
				Sp Lampeunerut - Sp Keutapang	1063	2678	0,40	B
28	28	Jalan Sultan Malikul Saleh (Sp. Lampeunerut – Sp. Bank Aceh)	Jam sibuk pagi	Sp Lampeneurut - Sp Bank Aceh	605	3730	0,16	A
				Sp Bank Aceh - Sp Lampeneurut	549	3238	0,17	A
			off peak	Sp Lampeneurut - Sp Bank Aceh	509	3730	0,14	A
				Sp Bank Aceh - Sp Lampeneurut	471	3238	0,15	A
			Jam sibuk sore	Sp Lampeneurut - Sp Bank Aceh	518	3730	0,14	A
				Sp Bank Aceh - Sp Lampeneurut	609	3238	0,19	A
29	29	Jalan Taman Makam Pahlawan (Sp. Gedung	Jam sibuk pagi	Sp Gedung Keuangan-Sp Rm wong solo	278	2652	0,10	A
				Sp Rm wong solo-sp Gedung Keuangan	401	2596	0,15	A

		Keuangan – Sp. RM. Wong Solo)	off peak	Sp Gedung Keuangan-Sp Rm wong solo	379	2652	0,14	A
				Sp Rm wong solo-sp Gedung Keuangan	373	2596	0,14	A
			Jam sibuk sore	Sp Gedung Keuangan-Sp Rm wong solo	470	2652	0,18	A
				Sp Rm wong solo-sp Gedung Keuangan	661	2596	0,25	B
30	30	Jalan Hasan Saleh (Sp. Bank Aceh – Sp. Wong Solo Neusu)	Jam sibuk pagi	Sp Bank Aceh - Sp Wong solo Neusu	1030	2558	0,40	B
				Sp Wong solo Neusu - Sp Bank Aceh	622	2558	0,24	B
			off peak	Sp Bank Aceh - Sp Wong solo Neusu	692	2558	0,27	B
				Sp Wong solo Neusu - Sp Bank Aceh	758	2558	0,30	B
			Jam sibuk sore	Sp Bank Aceh - Sp Wong solo Neusu	770	2558	0,30	B
				Sp Wong solo Neusu - Sp Bank Aceh	991	2558	0,39	B
31	31	Jalan Teungku Abdurrahman Meunasah Meucap (Sp. Mesjid Baiturrahim – Sp. Dodik)	Jam sibuk pagi	Sp Mesjid Baiturrahim - Sp Dodik	92	2401	0,04	A
				Sp Dodik - Sp Mesjid Baiturrahim	236	2401	0,10	A
			off peak	Sp Mesjid Baiturrahim - Sp Dodik	153	2401	0,06	A
				Sp Dodik - Sp Mesjid Baiturrahim	170	2401	0,07	A
			Jam sibuk sore	Sp Mesjid Baiturrahim - Sp Dodik	386	2401	0,16	A
				Sp Dodik - Sp Mesjid Baiturrahim	271	2401	0,11	A
32	32	Jalan Mayjend. T. Hamzah Bendahara (Sp. Hermes Mall – Sp. Lima)	Jam sibuk pagi	Sp hermes Mall - Sp Lima	701	2648	0,26	B
				Sp Lima - Sp hermes Mall	422	2648	0,16	A
			off peak	Sp hermes Mall - Sp Lima	576	2648	0,22	B
				Sp Lima - Sp hermes Mall	578	2648	0,22	B
			Jam sibuk sore	Sp hermes Mall - Sp Lima	734	2648	0,28	B
				Sp Lima - Sp hermes Mall	703	2648	0,27	B
33	33	Jalan Jendral Ahmad Yani (Sp. Lima – Jembatan Peunayong)	Pagi	Sp Lima - Jembatan Peunayong	841	2558	0,33	B
			Siang	Sp Lima - Jembatan Peunayong	836	2558	0,33	B
			Sore	Sp Lima - Jembatan Peunayong	1092	2558	0,43	B
34	34	Jalan Sultan Alaidin Mahmud Syah (Sp. Kodim – Sp. Jam)	Jam sibuk pagi	Sp Kodim - Sp jam	927	2994	0,31	B
				Sp Jam - Sp Kodim	1531	2908	0,53	C
			off peak	Sp Kodim - Sp jam	1198	2994	0,40	B
				Sp Jam - Sp Kodim	1164	2908	0,40	B
			Jam sibuk sore	Sp Kodim - Sp jam	1513	2994	0,51	C

				Sp Jam - Sp Kodim	1448	2908	0,50	C
35	35	Jalan Teuku Iskandar (Sp. Tujuh – Batas Kota)	Jam sibuk pagi	Sp Tujuh - Batas Kota	383	2737	0,14	A
				Batas Kota - Sp Tujuh	550	2737	0,20	B
			off peak	Sp Tujuh - Batas Kota	388	2737	0,14	A
				Batas Kota - Sp Tujuh	374	2737	0,14	A
			Jam sibuk sore	Sp Tujuh - Batas Kota	535	2737	0,20	A
				Batas Kota - Sp Tujuh	393	2737	0,14	A
36	36	Jalan Iskandar Muda (Sp. Jam – Sp. Rumah PANGDAM)	Jam sibuk pagi	Sp jam - Sp Rumah Pangdam	1365	2737	0,50	C
				Sp Rumah Pangdam - Sp jam	628	2737	0,23	B
			off peak	Sp jam - Sp Rumah Pangdam	620	2737	0,23	B
				Sp Rumah Pangdam - Sp jam	711	2737	0,26	B
			Jam sibuk sore	Sp jam - Sp Rumah Pangdam	608	2737	0,22	B
				Sp Rumah Pangdam - Sp jam	771	2737	0,28	B
37	37	Jalan Teuku Umar (Sp. Jam – Sp. Seulawah)	Jam sibuk pagi	Sp Jam - Sp Seulawah	1040	3006	0,35	B
				Sp seulawah - Sp Jam	1809	3115	0,58	C
			off peak	Sp Jam - Sp Seulawah	1720	3006	0,57	C
				Sp seulawah - Sp Jam	1422	3115	0,46	C
			Jam sibuk sore	Sp Jam - Sp Seulawah	2003	3006	0,67	C
				Sp seulawah - Sp Jam	1260	3115	0,40	B

206500 616221
 5581,09 16654,6
 1860,36 5551,54 0,3351

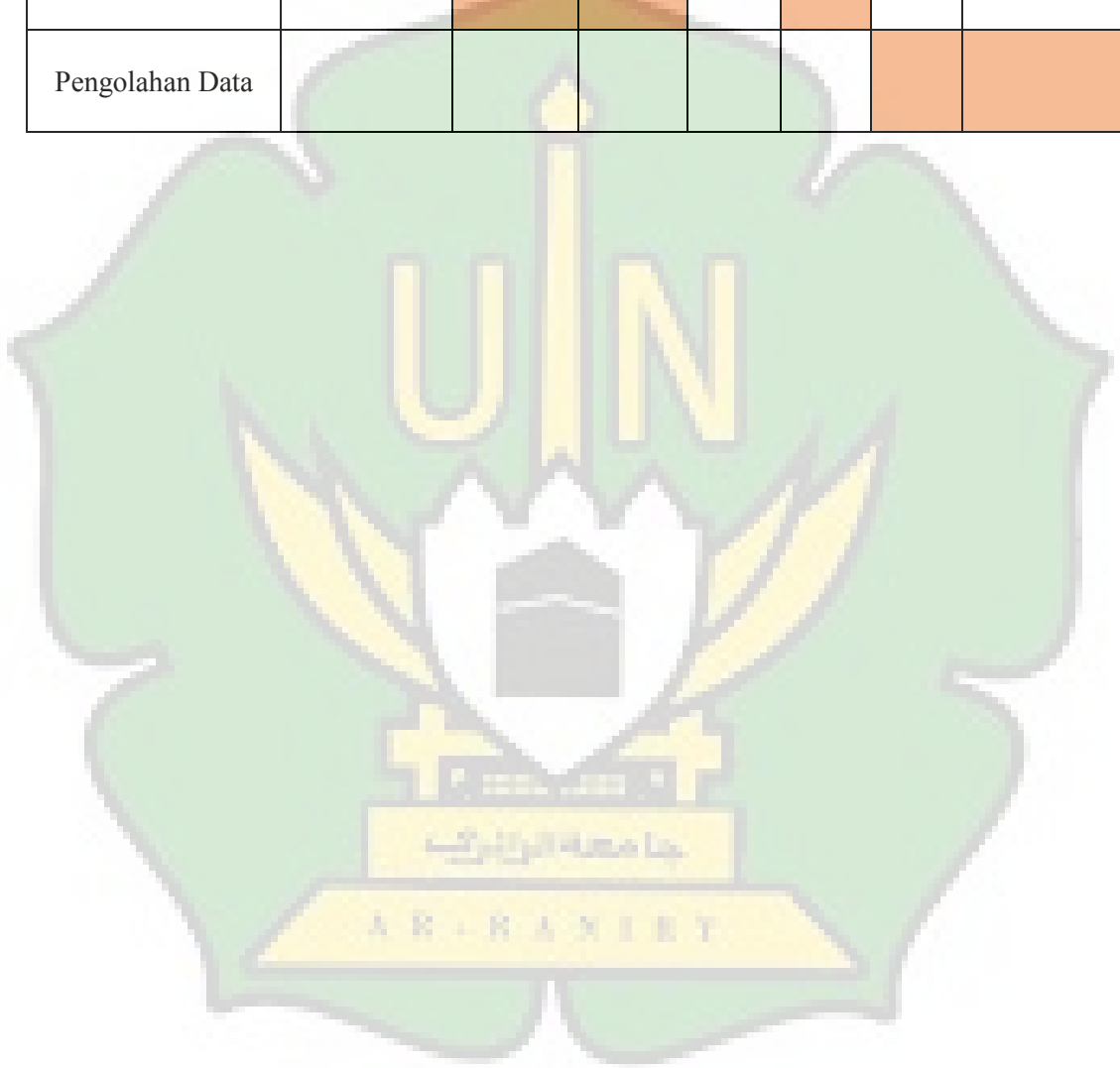
VCR = indikator pelayanan jalan

Volume kendaraan/

Lampiran 6

Jadwal Pelaksanaan Penelitian

	Jadwal Penelitian						
Tahapan Penelitian	Bulan						
	Februari	Maret	April	Mai	Juni	Juli	Agustus
Pengambilan Sampel							
Uji Laboratorium							
Pengolahan Data							



LAMPIRAN 7 PETA LOKASI PENGAMBILAN SAMPEL DI JLN.T. NYAK ARIEF KOTA BANDA ACEH

