

**AKUMULASI LOGAM BERAT SENG (Zn) PADA AKAR DAN DAUN MANGROVE
Avicennia marina SERTA SEDIMEN DI SEKITAR KAWASAN MANGROVE
WONOREJO, SURABAYA, JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh :

VANITY KURNIA BAIHAQI

NIM. 155080107111022



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2019

**AKUMULASI LOGAM BERAT SENG (Zn) PADA AKAR DAN DAUN MANGROVE
Avicennia marina SERTA SEDIMEN DI SEKITAR KAWASAN MANGROVE
WONOREJO, SURABAYA, JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan di Fakultas
Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :

VANITY KURNIA BAIHAQI

NIM. 155080107111022



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
JANUARI, 2019**

SKRIPSI

AKUMULASI LOGAM BERAT SENG (Zn) PADA AKAR DAN DAUN MANGROVE
Avicennia marina SERTA SEDIMEN DI SEKITAR KAWASAN MANGROVE
WONOREJO, SURABAYA, JAWA TIMUR

Oleh :

VANITY KURNIA BAIHAQI
NIM. 155080107111022

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 26 Juni 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. M. Erdaus, MP
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal : 15 JUL 2019

Andi Kuniawan, S.Pi., M.Eng., D.Sc
NIP. 19790331 200501 1 003
Tanggal :

15 JUL 2019

IDENTITAS NAMA PENGUJI

**Judul : AKUMULASI LOGAM BERAT SENG (Zn) PADA AKAR DAN DAUN
MANGROVE *Avicennia marina* SERTA SEDIMEN DI SEKITAR KAWASAN
MANGROVE WONOREJO, SURABAYA, JAWA TIMUR**

Nama Mahasiswa : Vanity Kurnia Baihaqi

NIM : 155080107111022

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING :

Pembimbing : Andi Kurniawan, S.Pi., M.Eng., D.Sc

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING :

Dosen Penguji 1 : Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, M.Si

Dosen Penguji 2 : Evellin Dewi Lusiana, S.Si., M.Si

Tanggal Ujian : 26 Juni 2019

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi dengan judul **“AKUMULASI LOGAM BERAT SENG (Zn) PADA AKAR DAN DAUN MANGROVE *Avicennia marina* SERTA SEDIMEN DI SEKITAR KAWASAN MANGROVE WONOREJO, SURABAYA, JAWA TIMUR”**.yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia. Penelitian ini berada dibawah bimbingan Andi Kurniawan, S.Pi., M.Eng., D.Sc.

Malang, 11 Juni 2019
Mahasiswa

Vanity Kurnia Baihaqi
NIM.155080107111022

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas karunia dan kesehatan yang diberikan selama ini sehingga praktik kerja magang ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. M. Firdaus, MP. selaku Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan.
3. Bapak Andi Kurniawan, S.Pi., M.Eng., D.Sc., selaku Dosen Pembimbing dan Mas Amin serta Mbak Lutfi selaku Asisten Pak Andi.
4. Ibu Dr. Uun Yanuhar, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.
6. Orang tua dan adik kandung yang selalu memberi semangat.
7. Sahabat dekat (Rennis, Dias dan Ulfa) serta Lilik, Lina dan Vetty yang selalu membantu jika ada kendala.
8. Sahabat dari kecil Eka Ayu Wardani (ARMY'12) yang selalu memotivasi
9. Sahabat SMA Shiella Regina Febriyanisa dan Rizki Segha Jovanda yang selalu ada selama kuliah di Malang.
10. Teman sebimbingan yang selalu memberi semangat
11. Teman-teman ARCANA (MSP 2015) yang selalu memberi informasi dan semangat.

Malang, 11 Juni 2019

Penulis

RINGKASAN

VANITY KURNIA BAIHAQI. Akumulasi Logam Berat Seng (Zn) pada Akar dan Daun Mangrove *Avicennia Marina* serta Sedimen Di Sekitar Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur (dibawah bimbingan **Andi Kurniawan, S.Pi., M.Eng., D.Sc**)

Kota Surabaya merupakan salah satu kota industri terbesar di Indonesia. Keberadaan sejumlah industri di Kota Surabaya juga mempengaruhi seberapa besar jumlah limbah yang dihasilkan dan terbuang ke wilayah perairan. Logam berat Zn (seng) merupakan salah satu kandungan yang ada pada limbah. Ekowisata Mangrove Wonorejo yang ada di Surabaya diharapkan mampu untuk menanggulangi pencemaran perairan di Kota Surabaya. *Avicennia marina* merupakan salah satu jenis mangrove yang tumbuh di Ekowisata Mangrove Wonorejo. Mangrove ini berperan penting sebagai fitoremediasi bagi lingkungan.

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menganalisis kandungan Zn pada akar dan daun *Avicennia marina* serta sedimen di sekitar Kawasan Mangrove Wonorejo, Rungkut, Wonorejo, Kota Surabaya, Jawa Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2019 di Kawasan Mangrove Wonorejo, Rungkut, Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur. Analisis kandungan Zn dilakukan di Laboratorium Halal Center, Universitas Islam Malang.

Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Pengambilan sampel akar dan daun *Avicennia marina* serta sedimen, dilakukan pada 3 stasiun dengan 3 kali ulangan. Analisis Zn dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Analisis kualitas air yang meliputi suhu, pH dan salinitas dilakukan di lapangan.

Hasil dari analisis Zn didapatkan nilai tertinggi yang didasarkan pada stasiun yaitu pada stasiun 1 dan terendah pada stasiun 2. Berdasarkan sampel yang telah diambil, konsentrasi Zn tertinggi terdapat pada bagian sedimen dan terendah pada bagian daun. Hasil konsentrasi Zn pada akar dan daun *Avicennia marina* serta sedimen pada setiap stasiun tidak berbeda jauh. Nilai perhitungan BCF dan TF bernilai kurang dari 1. Analisis kualitas air dari ketiga parameter masih dalam kondisi yang normal untuk pertumbuhan biota mangrove.

Kesimpulan dari penelitian ini, *Avicennia marina* termasuk dalam jenis mangrove yang dapat menyerap logam berat dengan konsentrasi yang rendah. Hal tersebut sesuai dengan nilai BCF dan TF yang didapatkan. Penyerapan logam berat yang rendah, jenis mangrove ini masih tergolong sebagai fitoremediator.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perlu adanya penelitian lanjutan tentang analisis Zn pada *Avicennia marina* dengan jenis *Avicennia* yang lainnya di Kawasan Mangrove Wonorejo. Penelitian lanjutan lainnya dapat dilakukan dengan mengidentifikasi dari seluruh jenis mangrove terhadap paparan konsentrasi Zn yang ada. Penelitian lanjutan tersebut merupakan salah satu langkah untuk menjaga keadaan ekosistem di Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya.

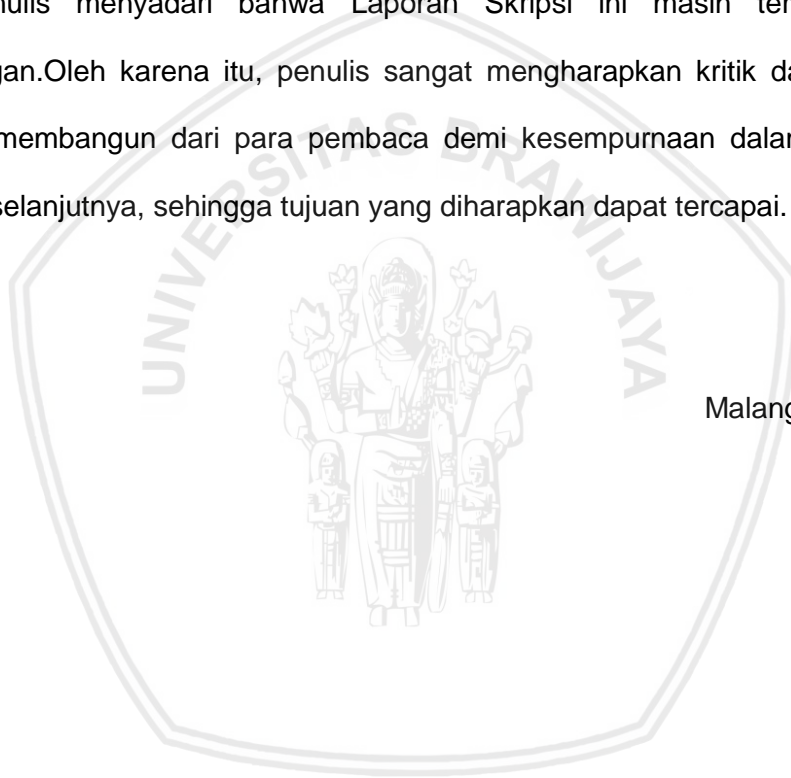
KATA PENGANTAR

Puji syukur kami haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul **“AKUMULASI LOGAM BERAT SENG (Zn) PADA AKAR DAN DAUN MANGROVE *Avicennia marina* SERTA SEDIMEN DI SEKITAR KAWASAN MANGROVE WONOREJO, SURABAYA, JAWA TIMUR**”. Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa Laporan Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan dalam penyusunan laporan selanjutnya, sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai.

Malang, 11 Juni 2019

Penyusun



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Kegunaan	5
1.5 Tempat, Waktu/Jadwal Pelaksanaan	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Ekosistem Mangrove	6
2.1.1 Pengertian dan Habitat	6
2.2 Morfologi dan Klasifikasi	7
2.2.1 <i>Avicennia marina</i>	7
2.3 Logam Berat Seng (Zn)	10
2.3.1 Logam Berat 10	
2.3.2 Seng (Zn)	11
2.3.3 Sumber Logam Zn	12
2.3.4 Proses Akumulasi Zn pada <i>Avicennia marina</i>	13
2.3.5 Pengaruh Logam Berat Zn pada Tumbuhan Mangrove	16
2.3.6 Pengaruh Logam Berat Zn pada Manusia	17
2.4 Parameter Kualitas Air	18
2.4.1 Parameter Fisika	18
2.4.2 Parameter Kimia	19
3. METODE PENELITIAN	21
3.1 Materi Penelitian	21
3.1.1 Bahan Penelitian	21
3.1.2 Data Penelitian	21
3.2 Metode Penelitian	22
3.3 Ruang Lingkup Penelitian	22
3.4 Variabel Penelitian	23
3.5 Alat dan Bahan Penelitian	23
3.6 Teknik Pengambilan Sampel	23
3.6.1 Penetapan Stasiun Pengambilan Sampel	23
3.6.2 Teknik Pengambilan Sampel Mangrove <i>Avicennia marina</i>	24
3.6.3 Teknik Pengambilan Sedimen	25

3.7 Analisis Logam Berat Seng (Zn)	25
3.7.1 Analisis Zn pada Sampel Akar dan Daun	26
3.7.2 Analisis Zn pada Sampel Sedimen	26
3.8 Prosedur Parameter Kualitas Air	27
3.8.1 Parameter Fisika	27
3.8.2 Parameter Kimia	27
3.9 Analisis Data	28
3.9.1 Faktor Biokonsentrasi / <i>Bioconcentration Factor</i> (BCF)	28
3.9.2 Faktor Translokasi / <i>Translocation Factor</i> (TF)	29
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Keadaan Umum Lokasi	30
4.2 Deskripsi Stasiun Pengambilan Sampel	31
4.2.1 Deskripsi Stasiun 1 Pengambilan Sampel	31
4.2.2 Deskripsi Stasiun 2 Pengambilan Sampel	32
4.2.3 Deskripsi Stasiun 3 Pengambilan Sampel	33
4.3 Konsentrasi Logam Berat Seng (Zn)	34
4.4 Nilai Faktor Biokonsentrasi / <i>Bioconcentration Factor</i> (BCF)	38
4.5 Faktor Translokasi / <i>Translocation Factor</i> (TF)	39
4.6 Kualitas Air pada 3 Stasiun Pengambilan Sampel	39
4.6.1 Suhu	40
4.6.2 pH (<i>Power of Hidrogen</i>)	41
4.6.3 Salinitas	42
5. KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	51

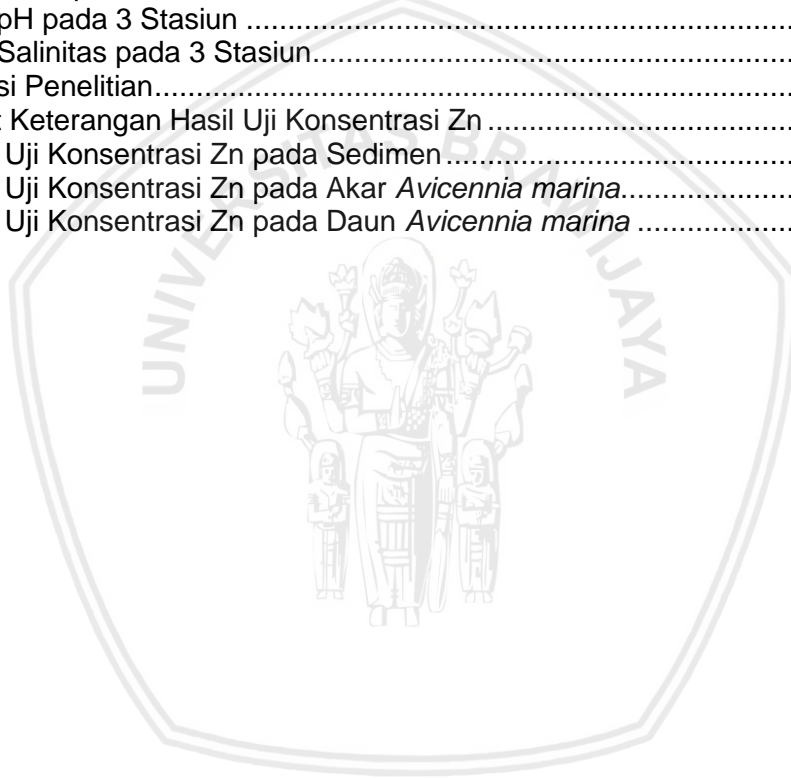
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil BCF Akar dan Daun <i>Avicennia marina</i>	38
2. Hasil TF Daun <i>Avicennia marina</i>	39
3. Hasil Kualitas Air pada 3 Stasiun serta Baku Mutu KEMENLH No. 51 Tahun 2004	40
4. Variabel Penelitian.....	52
5. Alat dan Bahan Penelitian.....	53
6. Data Hasil Penelitian Suhu	58
7. Data Hasil Penelitian pH.....	58
8. Data Hasil Penelitian Salinitas	58
9. Dokumentasi Penelitian	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mangrove <i>Avicennia marina</i>	7
2. Akar dan Batang <i>Avicennia marina</i>	8
3. Daun <i>Avicennia marina</i>	8
4. Bunga <i>Avicennia marina</i>	9
5. Buah <i>Avicennia marina</i>	9
6. Stasiun 1 (Dekat Pemukiman)	32
7. Stasiun 2 (Dekat Ekowisata)	33
8. Stasiun 3 (Muara Sungai)	33
9. Hasil Konsentrasi Zn pada Akar dan Daun <i>Avicennia marina</i> dan Sedimen.....	34
10. Nilai Suhu pada 3 Stasiun.....	40
11. Nilai pH pada 3 Stasiun	41
12. Nilai Salinitas pada 3 Stasiun.....	42
13. Lokasi Penelitian.....	51
14. Surat Keterangan Hasil Uji Konsentrasi Zn	54
15. Hasil Uji Konsentrasi Zn pada Sedimen	55
16. Hasil Uji Konsentrasi Zn pada Akar <i>Avicennia marina</i>	56
17. Hasil Uji Konsentrasi Zn pada Daun <i>Avicennia marina</i>	57



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lokasi Penelitian.....	51
2. Variabel Penelitian.....	52
3. Alat dan Bahan Penelitian.....	53
4. Data Hasil Penelitian.....	54
5. Perhitungan BCF dan TF	59
6. Dokumentasi.....	61



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan jumlah pulau lebih dari 13.000 yang terletak diantara Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Berdasarkan Konvensi Hukum Laut (UNCLOS) (1982), Indonesia memiliki kedaulatan atas wilayah perairan seluas 3,2 juta km² yang terdiri dari perairan kepulauan seluas 2,9 juta km² dan laut teritorial seluas 0,3 juta km². Letak Indonesia yang strategis menyebabkan sebagian besar wilayah Indonesia adalah perairan dan pesisir. Kawasan pesisir sendiri menurut Zakiyah, *et al.* (2017) merupakan kawasan yang unik dimana peralihan antara darat dan laut, dimana keduanya saling berinteraksi. Kawasan pesisir memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Sumberdaya pesisir yang tinggi didukung dengan garis pantai Indonesia sepanjang 81.000 km. Menurut Mardiatno, *et al.* (2018) potensi pesisir secara umum terdiri dari ekosistem terumbu karang, padang lamun dan mangrove.

Kawasan mangrove merupakan salah satu komponen ekosistem di pesisir yang cukup luas. Menurut Siburan dan Haba (2016), total luas kawasan mangrove di Indonesia sebesar 4,25 juta hektar atau 3,98% dari seluruh hutan di Indonesia. Luasan mangrove tersebut sebesar 58,82% atau 2,5 juta hektar dalam keadaan baik. Menurut Ansari, *et al.* (2016) tumbuhan mangrove terdiri dari sekitar 16 *family* dan 40-50 spesies (tergantung dari klasifikasi). Wilayah pesisir merupakan tempat habitat utama tumbuhnya tumbuhan mangrove tersebut. Ekosistem mangrove memiliki peranan yang sangat besar, selain menunjang perekonomian pantai yang secara tidak langsung juga berperan sebagai dalam mendukung keberadaan

ekosistem lainnya baik perikanan pantai, terumbu karang maupun padang lamun. Tumbuhan mangrove memiliki kemampuan untuk hidup dalam keadaan salinitas yang tinggi, anoksik serta toleran terhadap paparan logam berat yang ada dalam perairan. Mangrove mampu menyerap paparan logam berat yang esensial maupun non esensial yang ada di perairan. Logam berat yang terkandung di dalam perairan akan terabsorpsi ke dalam tubuh tumbuhan mangrove, dan pertama kali terpapar melalui akar yang selanjutnya akan terakumulasi pada bagian tumbuhan lainnya misalnya pada bagian daun. Logam berat esensial yang diserap mangrove memiliki nilai batas tertentu, keberadaan logam berat esensial yang berlebihan akan menghambat proses metabolisme mangrove.

Avicennia marina atau api-api merupakan salah satu jenis mangrove di Indonesia. Jenis mangrove ini merupakan jenis mangrove utama dari suatu kawasan mangrove. Pertumbuhan *Avicennia marina* mudah ditemukan di semua hutan mangrove. Menurut Gruben (2004), *Avicennia marina* memiliki sifat dalam mentoleran salinitas yang tinggi maupun jumlah logam berat terpapar pada tanah. *Avicennia marina* memiliki akar nafas yang tumbuh secara vertikal dan daun yang sederhana. Mangrove tersebut memiliki kemampuan dengan melemahkan efek toksik melalui proses dilusi dengan menyimpan air berlebih dalam jaringan tubuhnya yang berguna untuk mengencerkan zat toksik tersebut misalnya adalah logam berat. Proses akumulasi logam berat di mangrove tersebut secara tidak langsung akan membantu keadaan ekosistem di sekitarnya.

Pencemaran di wilayah perairan merupakan salah satu masalah yang sering terjadi di Indonesia. Penyebab dari adanya pencemaran di wilayah perairan salah satunya dengan terpaparnya konsentrasi logam berat. Salah satu jenis logam berat yang terkandung dalam perairan adalah seng (Zn). Menurut Handayanto, *et al.*

(2017) Zn merupakan unsur hara mikro esensial yang berguna bagi proses metabolisme pada tumbuhan. Menurut Soemardjo (2009), sumber utama Zn yaitu kawasan perindustrian maupun limbah rumah tangga. Konsentrasi Zn yang berlebih pada tumbuhan akan memberikan dampak buruk misalnya menghambat proses metabolisme tumbuhan, memperlambat pertumbuhan dan mempercepat penuaan.

Kota Surabaya merupakan salah satu kota besar di Indonesia dengan jumlah perusahaan industri cukup tinggi. Menurut Bawani, *et al.* (2011) dalam kurun waktu 5 tahun jumlah industri di Kota Surabaya terus meningkat, dimana peningkatan yang terjadi sebesar kurang lebih 97%. Jenis industri yang berkembang di Kota Surabaya meliputi industri makanan dan minuman, tekstil, kulit, kayu, kertas, kimia dan obat-obatan, plastik, barang-barang dari galian bukan logam dan sebagainya. Secara tidak langsung, banyaknya perindustriaan di Kota Surabaya telah memberikan dampak buruk bagi perairan. Limbah cair yang dikeluarkan dari kawasan industri, akan bercampur dengan air sungai dan mengalir hingga menuju pangkal hilir yaitu kembali ke perairan laut. Kawasan Mangrove Wonorejo Surabaya merupakan suatu kawasan hutan dengan luasan 200 hektar, dimana di dalamnya terdapat lebih dari 15 jenis mangrove. Hutan mangrove yang telah ditanam pada tanah luasan 200 hektar memiliki peranan tersendiri salah satunya menjaga keseimbangan ekosistem lingkungan perairan. Kemampuan mangrove dalam menjaga keseimbangan ekosistem lingkungan perairan ditinjau dari proses akumulasi Zn pada bagian akar dan daun serta sedimen di sekitar mangrove. Zn yang terserap dalam tubuh tumbuhan mangrove memiliki kisaran tertentu untuk menunjang proses tumbuh kembangnya, jika konsentrasi Zn sangat tinggi maka akan menghambat proses tumbuhnya. Proses terakumulasinya Zn pada akar dan daun mangrove serta sedimen disekitarnya perlu dianalisis, untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi

Zn yang mampu diserap, apakah nilai tersebut melebihi ambang batas atau dalam kisaran normal Zn yang terakumulasi pada tumbuhan mangrove.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukannya penelitian dengan judul “Akumulasi Logam Berat Seng (Zn) pada Akar dan Daun Mangrove *Avicennia marina* serta Sedimen di Sekitar Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur” untuk dijadikan evaluasi lingkungan dengan mengontrol kegiatan manusia yang ada di sekitar Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur, sehingga keberadaan sumberdaya tersebut terjaga dari pencemaran logam berat.

1.2 Perumusan Masalah

Jumlah kawasan industri di Kota Surabaya secara tidak langsung telah menyumbangkan limbah ke perairan dengan salah satu kandungannya adalah Zn. Fitoremediasi merupakan salah satu cara efektif untuk mengatasi permasalahan limbah di perairan melalui tumbuhan mangrove. Tumbuhan mangrove memiliki kemampuan dalam mengakumulasi logam berat yang terkandung dalam perairan. Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat diambil yaitu adakah perbedaan akumulasi Zn pada akar dan daunmangrove jenis *Avicennia marina* serta sedimen sekitar kawasan mangrove yang didasarkan padastasiun pengambilan sampel di Kawasan Mangrove Wonorejo, Rungkut, Wonorejo, Kota Surabaya, Jawa Timur. Analisis Zn pada akar dan daun *Avicennia marina* serta sedimen disekitarnya untuk mengetahui seberapa banyak konsentrasi Zn yang ada, dimana *Avicennia marina* memiliki kisaran yang baik dalam memanfaatkan Zn untuk menunjang proses perkembangannya. Analisis pada bagian akar dan daun *Avicennia marina* serta sedimen disekitarnya telah diasumsikan untuk mewakili seberapa besar konsentrasi Zn yang mampu diserap.

1.3 Tujuan

Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis kandungan logam berat seng (Zn) pada akar dan daun *Avicennia marina* serta sedimen di sekitar Kawasan Mangrove Wonorejo, Rungkut, Wonorejo, Kota Surabaya, Jawa Timur.

1.4 Kegunaan

Adapun kegunaan dengan dilaksanakan penelitian ini antara lain :

1. Bagi Mahasiswa

Diharapkan meningkatkan pengetahuan dan memperluas wawasan mengenai limbah di perairan yang mengandung logam berat seng (Zn) dan terakumulasi pada jenis mangrove *Avicennia marina*. Mengetahui kualitas air serta tanah tempat tumbuh mangrove yang berperan sebagai fitoremediasi. Memberikan inovasi lebih lanjut masalah penelitian pada tumbuhan mangrove yang berkaitan dengan logam berat di perairan. Memberikan gambaran permasalahan di lingkungan yang berkaitan langsung dengan tumbuhan mangrove, baik proses metabolisme maupun pertumbuhan mangrove itu sendiri.

2. Bagi Masyarakat

Diharapkan memberikan pengetahuan lebih mengenai peranan mangrove di Kawasan Wonorejo. Memberikan informasi lebih mengenai kualitas air di Kawasan Mangrove Wonorejo. Mengetahui dampak positif dengan adanya Kawasan Mangrove Wonorejo

1.5 Tempat, Waktu/Jadwal Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2019 di Kawasan Mangrove Wonorejo, Rungkut, Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur. Analisis kandungan logam berat seng (Zn) dilakukan di Laboratorium Halal Center, Universitas Islam Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Mangrove

2.1.1 Pengertian dan Habitat

Kata mangrove menurut Tomlinson (1986), berasal dari kata mangal yang berarti komunitas dari suatu tumbuhan di lingkungan. Menurut Baderan (2017), mangrove merupakan tumbuhan yang habitat hidupnya di daerah pesisir pantai yang masih dipengaruhi oleh pasang surut. Wilayah pesisir adalah tempat mangrove dapat tumbuh dan berkembang. Menurut Siburian dan Haba (2016), ekosistem mangrove merupakan segala jenis tumbuhan mangrove yang khas dengan tempat hidupnya di sepanjang pantai atau muara sungai yang hidupnya dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan lingkungannya baik biotik maupun abiotik. Definisi lain ekosistem mangrove merupakan ekosistem hutan yang toleran terhadap kadar garam pada daerah intertidal di sepanjang garis pantai. Ekosistem hutan mangrove mendukung keberadaan ekosistem lainnya seperti perikanan pantai, terumbu karang dan padang lamun.

Keberadaan hutan mangrove berfungsi sebagai pelindung pantai, sehingga garis pantai tidak tergerus oleh gelombang laut. Bahan organik yang ada pada kawasan hutan mangrove sangat tinggi sehingga terdapat beberapa komunitas biota perairan yang mendiaminya sebagai habitat alami. Menurut Arief (2003), salah satu fungsi biologi dari kawasan mangrove yaitu sebagai kawasan pemijahan (*nursery ground*) bagi udang, kepiting, ikan, kerang dan sebagainya. Peranan kawasan mangrove dari segi fisika salah satunya yaitu sebagai pengolah limbah perairan. Pengolahan limbah perairan tersebut melalui proses akumulasi limbah pada tumbuhan mangrove.

2.2 Morfologi dan Klasifikasi

2.2.1 *Avicennia marina*

Avicennia marina merupakan salah satu jenis tumbuhan dikotil dari family *Avicenniaceae* yang hidupnya pada zona paling luar atau dekat dengan laut. Menurut Gruben (2004), jenis mangrove ini tumbuh secara belukar dan tegak atau menyebar dengan ketinggian 10-15 meter dan diameter percabangan batangnya sebesar 40-50 cm. Mangrove *Avicennia marina* dapat dilihat pada **Gambar 1** dibawah ini.



Gambar 1. Mangrove *Avicennia marina* (Data Primer, 2019)

Menurut Harianto, *et al.* (2015), mangrove jenis ini memiliki sistem perakaran yang rumit dan berbentuk pensil, jenis akarnya adalah akar nafas tegak. Kulit kayunya halus dengan warna abu-abu kehijauan, ranting muda dan tangkai daun berwarna kuning. Akar serta batang *Avicennia marina* dapat dilihat pada **Gambar 2**. Daunnya berbentuk elips, bulat memanjang, ujungnya meruncing hingga membundar dengan warna di bagian bawah putih hingga abu-abu muda dengan ukuran 9x4,5 cm. Daun tersebut dapat dilihat pada **Gambar 3**. Bunga *Avicennia marina* berbentuk seperti trisula, bergerombol, warna kuning pucat hingga jingga tua. Bunga tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4**. Bentuk buah agak bulat dengan

warna hijau keabu-abuan dan berukuran 1,5x4,5 cm. Bentuk buah *Avicennia marina* dapat dilihat pada **Gambar 5** dibawah ini.



Gambar 2. Akar dan Batang *Avicennia marina*(Data Primer, 2019)



Gambar 3. Daun *Avicennia marina* (Data Primer, 2019)



Gambar 4. Bunga *Avicennia marina*(Halidah, 2014)



Gambar 5. Buah *Avicennia marina* (Halidah, 2014)

Menurut Cronquist (1981), klasifikasi *Avicennia marina* yaitu:

- Kingdom* : Plantae
- Divisi* : Magnoliophyta
- Ordo* : Lamiales
- Family* : *Avicenniaceae*
- Genus* : *Avicennia*
- Spesies* : *Avicennia marina*

2.3 Logam Berat Seng (Zn)

2.3.1 Logam Berat

Menurut Duffus (1980), dalam ilmu kimia logam berat merupakan logam transisi dengan nomor atom lebih besar dari 20 dan berat jenis lebih besar dari 5 gr/cm³. Unsur logam dalam tabel periodik terdapat pada golongan 3 hingga 6 serta periode 4 atau lebih. Menurut Handayanto, *et al.* (2017) logam berat dalam ilmu biologi diartikan sebagai unsur logam yang dapat bersifat racun bagi tumbuhan dan hewan meskipun keberadaannya dalam jumlah yang sedikit. Bidayani (2014) menambahkan bahwa logam berat merupakan substansi yang bersifat toksik sehingga bersifat berbahaya bagi organisme laut. Reaksi logam berat yang terbawa oleh aliran air di dalam perairan, dan secara tidak langsung akan berdampak pada kelangsungan hidup biota di dalamnya. Menurut Harti (2015), keberadaan logam berat secara alami sulit untuk diuraikan, sehingga mudah terakumulasi. Terakumulasinya logam berat semakin lama akan merugikan lingkungan tersebut.

Menurut Shammas, *et al.* (2016) logam berat diklasifikasikan menjadi 2 jenis yaitu logam berat esensial dan non esensial. Logam berat esensial merupakan logam berat yang dibutuhkan oleh organisme dalam jumlah sedikit dalam proses metabolismenya. Jenis dari logam berat esensial seperti Fe, Mn, Cu, Zn dan Ni. Menurut Furness (2018), konsentrasi logam berat esensial dapat menghambat proses metabolisme apabila jumlah konsentrasinya sangat tinggi. Logam berat non esensial merupakan logam berat yang tidak dibutuhkan oleh organisme dalam proses metabolismenya. Jenis logam berat non esensial seperti Cd, Pb, As, Hg dan Cr. Keberadaan logam berat non esensial di lingkungan sangat berbahaya meskipun konsentrasinya sedikit, seperti menghambat proses metabolisme organisme.

2.3.2 Seng (Zn)

Menurut Handayanto, *et al.* (2017) seng (Zn) merupakan logam transisi yang terdapat pada periode 4, kelompok IIB, nomor atom 30 dengan nilai konfigurasi $[\text{Ar}]3d^{10}4s^2$. Zn memiliki karakteristik yaitu berat atom 65,4 gr/mol, berat jenis 7,14 gr/cm³, titik leleh 419,5 °C dan titik didih sebesar 906 °C. Zn termasuk kedalam reduktor kuat. Secara umum seng memiliki nilai oksidasi +2. Pembentukan oksidasi +2 menyebabkan nilai konfigurasi dari seng berubah menjadi $[\text{Ar}]3d^{10}$, elektron s akan terlepas.

Seng merupakan logam berwarna putih kebiruanyang sangat mudah ditempa. Seng terbentuk secara alami di dalam tanah dan dipengaruhi oleh faktor antropogenik, yang berasal dari daerah perindustrian. Konsentrasi seng dalam tanah normalnya berkisar 70 mg/kg dalam kerak batuan. Konsentrasi tersebut dapat berubah seiring seberapa besar faktor antropogenik yang mempengaruhi keberadaan seng dalam tanah. Logamnya yang murni, akan larut secara lambat dalam asam maupun basa, adanya zat-zat pencemar atau kontak dengan platinum atau tembaga, yang dihasilkan oleh penambahan beberapa tetes larutan garam dari logam-logam ini dapat mempercepat reaksi. Hal tersebut menjelaskan seng dapat dengan mudah larut dalam asam klorida encer dan asam sulfat encer dengan mengeluarkan gas hidrogen: $\text{Zn(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2(\text{g})$. Asam nitrat pekat akan membentuk ion-ion seng (II) dan nitrogen oksida (NO): $3\text{Zn(s)} + 8\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Zn}^{2+} + 2\text{NO}(\text{g}) + 6\text{NO}_3^- + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$. Asam nitrat pekat mempunyai pengaruh yang kecil terhadap seng, karena rendahnya kelarutan seng nitrat. Dengan asam sulfat pekat akan melarutkan seng dan melepaskan belerang dioksida: $\text{Zn(s)} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$. Seng membentuk

hanya satu seri garam, garam-garam ini mengandung kation seng (II), yang diturunkan dari seng oksida, ZnO (Vogel, 1985).

2.3.3 Sumber Logam Zn

Menurut Rahmadani, *et al.* (2015) sumber Zn yaitu penggunaan pupuk kimia pada lahan pertanian yang mengandung Zn. Jenis pupuk yang mengandung Zn salah satunya adalah *Zinc Sulfate*. Fungsi Zn dalam pertanian adalah sebagai metabolisme tanaman. Sisa-sisa pupuk tersebut selanjutnya akan terbang ke perairan. Limbah rumah tangga juga menyumbang kandungan logam Zn dalam perairan. Kegiatan rumah tangga seperti halnya korosi pada pipa-pipa air serta produk konsumen (formula dan deterjen). Menurut Setiawan (2014), penduduk kota yang terlalu padat dan bergabung dengan kawasan rumah sakit secara tidak langsung menyumbangkan limbahnya ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu. Limbah industri juga menyumbang limbah dimana kandungan Zn dalam limbah tersebut akan bercampur di dalam perairan. Seperti halnya bahan baku minyak, cat besi dan material lain yang telah digunakan tersebut masuk ke dalam perairan.

Kadar kandungan Zn yang meningkat di wilayah perairan disebabkan adanya aktivitas perkapalan. Menurut Neff (2002) perairan pantai pelabuhan dan jalur pelayaran yang dimanfaatkan sebagai tempat *docking* kapal yang bergerak dalam pembuatan industri galangan kapal dapat menyumbang bahan polutan yang mengandung logam berat. Limbah domestik serta kepadatan dari aktivitas perkapalan yang dekat dengan pelabuhan dapat berperan sebagai sumber pencemaran logam berat seperti Zn. Area dermaga dengan kondisi yang kumuh karena banyaknya tumpukan sampah yang dibuang langsung ke laut selain itu tempat *docking* kapal yang digunakan untuk kegiatan cat dan perbaikan kapal yang mengalami kerusakan. Aktivitas manusia seperti pengangkutan penumpang yang

terdapat di pelabuhan dan buangan limbah yang berasal dari area pemukiman dan tempat *docking* kapal diduga dapat menyumbang bahan polutan beracun seperti logam berat seperti seng (Zn).

2.3.4 Proses Akumulasi Zn pada *Avicennia marina*

Keberadaan logam berat di perairan sangat penting untuk diperhatikan dan ditindak lanjuti. Logam berat di perairan umumnya berdampak buruk bagi proses biologi. Menurut Wahikun (2016), pencemaran logam berat di perairan memiliki sifat yang beracun, tidak dapat dihancurkan oleh organisme dan terakumulasi dalam organisme. Keadaan tersebut secara tidak langsung akan memberikan dampak negatif bagi organisme perairan yaitu terjadi kematian. Jenis logam berat yang sering mencemari wilayah perairan yaitu logam berat timah (Pb), seng (Zn) dan tembaga (Cu).

Proses distribusi dan transportasi Zn berbeda-beda yang disesuaikan dengan ukuran serta sifat Zn yang dilepaskan ke udara. Menurut Simmon-Hettich (2001), keberadaan seng murni yang ada di udara membentuk lapisan yang dapat melindungi logam dari korosi. Keadaan udara yang kering, lapisan ini akan membentuk lapisan berupa oksida, sedangkan pada keadaan udara basah, lapisan ini akan membentuk lapisan berupa karbonat hidroksida. Partikel di atmosfer yang mengandung Zn akan diangkut ke tanah dan air melalui proses pengendapan basah (hujan dan salju) serta pengendapan kering (pengendapan gravitasi dan pengendapan pada air serta tanah). Seng oksida (ZnO), seng karbonat (ZnCO₃), seng sulfida (ZnS) dari udara tidak larut dalam air tetapi mudah beraksi dengan asam non pengoksidasi, membentuk seng (II) dan melepaskan hydrogen. Jenis seng yang ditemukan di kerak bumi dari hasil pelapukan batu, mineral dan dilepaskan di perairan.

Zn dalam perairan mudah ditemukan yaitu dalam bentuk Zn^{2+} . Menurut Bashkin (2002), konsentrasi rata-rata Zn terlarut di perairan laut global sekitar $5 \mu\text{g} / \text{L}$, dengan jumlah yang relevan di air laut 6.800×10^6 ton. Polutan Zn yang ada dalam perairan menurut Novotny (2003) berupa *Zinc blende* (ZnS), *willemite* ($ZnSiO_4$) dan *calamine* ($ZnCO_3$). Menurut Siregar (2009), logam berat yang masuk ke wilayah perairan akan mengalami berbagai proses transport oleh pasang surut, pengenceran, berasosiasi dengan bahan tersuspensi, koagulasi dan sedimentasi ke dasar, berasosiasi dengan bahan organik, sedimen, dan diserap oleh plankton. Menurut Siregar dan Edward (2010), logam berat di dalam air mudah terserap dan terakumulasi oleh fitoplankton yang berperan sebagai produsen primer dalam rantai makanan. Kadar logam berat di perairan fluktuasi nilainya, tergantung pada jumlah buangan limbah, tingkat kesempurnaan pengelolaan limbah dan musim. Logam berat yang terikat dalam sedimen relatif sukar untuk larut dalam air, sehingga semakin banyak jumlah sedimen maka jumlah kandungan logam berat di dalamnya juga semakin besar. Sedimen berperan sebagai tempat penimbunan segala pencemar yang ada di kolom air. Melalui proses pengikatan dengan bahan tersuspensi, terkoagulasi dan mengendap dan menjadi terakumulasi pada sedimen dasar. Akumulasi pada sedimen dasar akan terus terjadi dengan adanya input pencemar dari badan air dan terikat dengan bahan tersuspensi. Hasil akumulasi akan sulit tersuspensi kecuali adanya gaya pengadukan pada dasar perairan.

Menurut Wulandari, *et al.* (2018) proses mekanisme masuknya Zn ke dalam *Avicennia marina* adalah dalam bentuk senyawa kation. Absorpsi Zn dilakukan oleh ujung akar, penyerapan terjadi pada epidermis akar. Kemudian ion-ion tersebut bergerak menuju xilem, melalui sistem sitoplasma (simplas) bergerak dari sel ke sel. Proses penyerapan selanjutnya terjadi dua proses yaitu secara mobil ion-ion

diabsorpsi secara langsung ke dalam sel meristem daun yang nantinya berfungsi sebagai penyokong pertumbuhan tanaman, kemudian secara immobil ion-ion diabsorpsi pada sel daun yang sudah tua, untuk nantinya digugurkan. Proses pengambilan logam Zn pada tanaman mangrove merupakan sistem transport pasif. Sistem transport pasif adalah transport yang digerakkan oleh kekuatan fisik, yaitu konsentrasi tinggi ke rendah yang terjadi di dalam sel. Setelah diabsorpsi oleh akar, Zn akan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman mangrove. Mekanisme akar tanaman dalam menyerap Zn yaitu dengan mengkombinasikan keuntungan luas permukaan akar yang lebih besar dengan afinitas (ketertarikan) reseptor kimia yang tinggi. Logam Zn bersamaan dengan hara yang lain berikatan dengan permukaan akar. Bagian dalam sel-sel akar, sistem pengangkutan dan pengambilan logam Zn terjadi melalui plasma membran. Pengambilan logam Zn melalui pengangkut sekunder seperti saluran protein atau protein pembawa H^+ dimana potensial negatif membran mendorong pengambilan kation melalui pengangkut sekunder. Urutan pengambilan logam Zn ke dalam simpas akar, dan pergerakan ke *xylem* mencakup tiga tahapan yaitu penahanan logam Zn dalam sel akar, pengangkutan simplastik (menggunakan simpas) ke stele, kemudian dilepas ke *xylem* yang dibantu oleh membran pengangkutan protein. Fitokelatin dan Metalothionein memainkan peran penting dalam pengangkutan dan translokasi Zn. Fitokelatin adalah kelompok protein yang memiliki asam amino *cystein*, *glycine*, dan asam glutamat, protein ini yang menginduksi tanaman jika tanaman mengalami cekaman Zn. Senyawa fitokelatin mengikat ion logam dan membawanya ke vakuola dimana logam Zn tidak lebih lama menjadi toksik atau terjadi pengenceran konsentrasi toksik dari logam Zn tersebut. Metalothionein menciptakan ruang penyimpanan ion untuk kelebihan ion

ion logam Zn. Metalothionein merupakan proteintransport yang bertanggung jawab pada pemindahan kelebihan logam Zn dari satu tempat pada tanaman (Palar, 1994).

2.3.5 Pengaruh Logam Berat Zn pada Tumbuhan Mangrove

Wilayah perairan keberadaannya sangat rentan terhadap pencemaran, yaitu melalui masukan limbah baik rumah tangga maupun industri. Menurut Fardiaz (1992), air sering tercemar oleh komponen anorganik, salah satunya adalah logam berat. Penggunaan logam berat pada industri jumlahnya sangat besar, dan dengan penggunaan bahan kimia tersebut seharusnya mendapat pengawasan ketat terhadap pengolahan limbah. Kurangnya pengawasan tersebut, limbah yang memasuki wilayah perairan dengan kandungan logam berat akan terbawa oleh aliran air dan dengan berjalannya waktu akan terakumulasi pada organisme perairan. Konsentrasi logam berat yang ada di perairan jumlahnya semakin hari semakin meningkat dan melebihi batas normalnya, sehingga sangat berbahaya terhadap kehidupan organisme perairan. Jenis logam berat terutama yang sering mencemari wilayah perairan yaitu merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), seng (Zn) dan nikel (Ni).

Menurut Novizan (2002), seng merupakan salah satu unsur mikro esensial bagi tanaman. Konsentrasi seng di dalam tumbuhan berperan sebagai katalisator dalam pembentukan protein, mengatur pembentukan asam indoleasetik (asam yang berfungsi sebagai zat pengatur tumbuh tanaman), dan berperan aktif dalam transformasi karbohidrat. Seng yang diserap dalam tanaman berbentuk ion Zn^{2+} .

Menurut Santoso, *et al.* (2014) terpaparnya konsentrasi logam berat di perairan dapat menyebabkan terakumulasinya logam berat tersebut pada jaringan tubuh organisme pada setiap *trophic level*. Menurut Sukandarrumidi (2018), keberadaan logam berat sangat memungkinkan untuk terserap pada tanaman, terutama pada

bagian akar, daun maupun buah. Konsentrasi logam berat yang semakin meningkat dapat menyebabkan tumbuhan mangrove mati. Daun mangrove akan gugur atau terlihat keriput, jika paparan logam berat yang ada dalam jaringan tubuhnya sangat banyak atau melebihi batas normalnya. Terakumulasinya logam berat pada jaringan tubuh tumbuhan maupun organisme dapat mencapai tingkatan manusia atau biasa disebut dengan biomagnifikasi.

Penyerapan Zn yang berlebih dapat memberikan dampak negatif pada tanaman tersebut. Salah satu dampaknya adalah menghambat proses metabolisme tanaman, memperlambat pertumbuhan dan mempercepat penuaan. Keracunan yang terjadi pada tanaman terdapat pada bagian akar dan tajuk. Keracunan pada tanaman dapat juga ditandai dengan terjadinya klorosis pada daun muda dan dapat juga terjadi pada daun tua yang telah terpapar Zn lebih lama. Menurut Pranata (2010), kekurangan Zn pada tanaman dapat menyebabkan daun berwarna kuning atau kemerahan, daun berlubang, mengering dan bisa mati. Tumbuhan mangrove yang telah mati akan mengalami dekomposisi dengan kandungan Zn didalamnya. Kandungan Zn yang ada pada tumbuhan dan telah mengalami dekomposisi selanjutnya akan tercampur dengan partikel sedimen kembali.

2.3.6 Pengaruh Logam Berat Zn pada Manusia

Manusia sebagai makhluk hidup memerlukan logam berat esensial salah satunya adalah Zn. Konsentrasi Zn yang dibutuhkan manusia dalam jumlah yang kecil. Menurut Sembel dan Agr (2015), seng merupakan logam yang juga mineral penting bagi proses pertumbuhan dan perkembangan tubuh manusia. Tubuh manusia mendapatkan sumber seng yang berasal dari sayuran atau makanan multivitamin. Kekurangan seng dalam tubuh manusia dapat mengurangi nafsu makan serta penciuman. Menurut Santoso, *et al.* (2014) logam berat dapat masuk ke tubuh

manusia melalui rantai makanan, pernafasan maupun penetrasi melalui kulit. Campuran logam berat dapat menjadi bahan yang sangat beracun bila dikonsumsi oleh manusia meskipun dalam bentuk kombinasi dengan mineral lain yang cukup aman.

2.4 Parameter Kualitas Air

2.4.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter fisika untuk menentukan kualitas perairan. Suhu air yang tinggi disebabkan oleh intensitas sinar matahari yang masuk ke badan air cukup tinggi. Lokasi pengukuran sampel merupakan daerah terbuka yang terkena sinar matahari secara langsung. Intensitas paparan radiasi sinar matahari yang masuk ke badan air. Kerapatan vegetasi di sekitar bantaran kawasan mangrove mempengaruhi suhu air perairan. Semakin banyak intensitas radiasi sinar matahari yang mengenai badan air maka akan membuat suhu perairan akan semakin tinggi (Marlina *et al.*, 2017).

Menurut Effendi (2003), suhu suatu badan perairan dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian, waktu dalam hari, tutupan awan dan aliran serta ke dalam badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi air. Perubahan suhu sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Nilai suhu umumnya dinyatakan dengan satuan derajat celsius atau derajat fahrenheit. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan biota di perairan 20-30°C.

2.4.2 Parameter Kimia

a. Salinitas

Salinitas merupakan tingkat kadar garam terlarut yang ada dalam air. Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air. Salinitas perairan menggambarkan kandungan garam dalam suatu perairan. Garam yang dimaksud adalah berbagai ion yang terlarut dalam air termasuk garam dapur (NaCl). Pada umumnya salinitas disebabkan oleh 7 ion utama yaitu natrium (Na), klorida (Cl), kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), sulfat (SO₄) dan bikarbonat (HCO₃) (Effendi, 2003).

Menurut Prarikeslan (2016), tinggi rendahnya salinitas yang ada di perairan di pengaruhi oleh penguapan, curah hujan, *run off* dan pencairan es di kutub. Semakin banyaknya masukan air tawar ke wilayah perairan laut dapat menyebabkan salinitas bernilai rendah. Pengaruh salinitas di perairan dapat menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen termasuk pada badan perairan yang mendapat pengaruh dari estuari. Kisaran nilai salinitas pada mangrove berbeda-beda, tergantung dari jenis mangrove. Menurut Shahid, *et al.* (2013) nilai kisaran salinitas untuk *Avicennia marina* bernilai mendekati 90 ppt.

b. pH Air

Menurut Mahyudin *et al.* (2015), nilai derajat keasamaan (pH) menunjukkan derajat keasaman atau kebasaan suatu perairan karena pH mempunyai pengaruh yang besar terhadap kehidupan tumbuhan dan hewan akuatik. Besaran pH berkisar antara 0-14, nilai pH kurang dari 7 menunjukkan lingkungan yang masam sedangkan nilai di atas 7 menunjukkan lingkungan yang basa, untuk pH = 7 disebut sebagai netral. Perairan dengan pH < 4 merupakan perairan yang sangat asam dan dapat menyebabkan kematian makhluk hidup. Sedangkan pH > 9,5 merupakan

perairan yang sangat basa yang dapat menyebabkan kematian dan mengurangi produktivitas perairan.

Peningkatan nilai pH dipengaruhi oleh limbah bahan organik maupun anorganik yang dibuang ke sungai. Semakin banyak bahan organik yang masuk kedalam perairan maka akan mengakibatkan pH diperairan menjadi menurun hingga menjadi asam. Air dengan nilai pH berkisar 6,5-7,5 merupakan air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan. Nilai pH yang melebihi ambang batas normal secara otomatis akan mengganggu kehidupan biota perairan yang ada didalamnya.



3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Objek penelitian ini adalah akar dan daun mangrove *Avicennia marina* serta sedimen di Kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo. Akar dan daun *Avicennia marina* serta sedimen merupakan sampel yang diambil, dimana sampel tersebut telah terpapar oleh konsentrasi Zn. Parameter untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi Zn yaitu dengan menganalisis konsentrasi Zn. Parameter tambahan lainnya yang terkait dengan kualitas air yaitu suhu, pH serta salinitas. Objek serta parameter tersebut dapat lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan *Avicennia marina* dalam menyerap Zn.

3.1.2 Data Penelitian

Data yang mendukung dalam penelitian ini ada 2 jenis yaitu:

a. Data Primer

Data primer yang didapatkan dari penelitian ini berasal dari objek data penelitian. Objek data penelitian ini meliputi nilai konsentrasi Zn pada akar dan daun *Avicennia marina* serta sedimen disekitarnya. Nilai kualitas air yang mencakup nilai suhu, pH, dan salinitas.

b. Data Sekunder

Data sekunder yang diperoleh dari penelitian bersumber dari referensi jurnal Nasional maupun Internasional mulai tahun 2014-2019. Pedoman dari buku Nasional maupun Internasional juga digunakan untuk melengkapi proses penelitian. Kedua pedoman tersebut dapat digunakan sebagai acuan dimana tema dari jurnal maupun buku tersebut sama dengan tema penelitian.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Menurut Umar (2003), metode survei merupakan riset yang dilakukan dengan memperoleh fakta-fakta tentang gejala dari suatu permasalahan yang muncul. Fakta tersebut digunakan dalam pemecahan masalah yang muncul. Survei yang dilakukan berguna dalam membandingkan kondisi yang terjadi dengan kriteria yang sudah ada sebelumnya. Metode survei ini dapat dikategorikan dalam metode deskriptif dalam hal penelitian. Melalui pengamatan terhadap setiap permasalahan yang ada dan dihubungkan dengan variabel terkait.

Penelitian ini didukung dengan data primer maupun data sekunder. Data primer yang digunakan meliputi data observasi lapang. Observasi lapang ini berkaitan dengan pengambilan sampel pada akar dan daun mangrove *Avicennia marina* serta sedimen sekitar kawasan mangrove, untuk selanjutnya dilakukan pengujian kandungan Zn. Data pendukung yaitu dilakukan uji kualitas air di kawasan mangrove tersebut. Data sekunder diperoleh melalui beberapa jurnal ilmiah dan buku-buku. Pola hubungan antara kandungan Zn pada lingkungan dengan kandungan Zn pada bagian akar dan daun mangrove *Avicennia marina* menggunakan rumus BCF dan TF.

3.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi seluruh bagian Kawasan Mangrove Wonorejo, Kota Surabaya, Jawa Timur, dimana pada kawasan tersebut terjadi pencemaran logam berat seng (Zn). Kandungan Zn dianalisis pada bagian akar dan daun mangrove jenis *Avicennia marina* serta sedimen sekitar kawasan mangrove. Analisis logam berat pada bagian akar dan daun tersebut dilakukan di

Laboratorium Halal Center, Universitas Islam Malang. Analisis parameter fisika (suhu) dan kimia (salinitas dan pH air) pada perairan dilakukan secara langsung pada Kawasan Mangrove Wonorejo.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan gejala variabel yang bervariasi yang meliputi faktor-faktor yang dapat berubah atau dapat juga diubah sesuai dengan tujuan penelitian. Menurut Bungin (2005), variabel penelitian perlu untuk ditentukan dan dijelaskan agar hubungan dari variabel tersebut dapat dianalisis dengan baik. Variabel dari penelitian ini dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

3.5 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian tentang akumulasi logam berat seng (Zn) pada akar dan daun mangrove *Avicennia marina* serta sedimen di sekitar Kawasan Mangrove Wonorejo Surabaya, Jawa Timur dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

3.6 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini yaitu dengan menentukan stasiun pengambilan sampel mangrove *Avicennia marina* dan sedimen. Penelitian ini dilakukan sebanyak 2 tahap, tahap awal dimana pengambilan sampel di lapangan dan tahap kedua yaitu dengan menganalisis kandungan Zn di Laboratorium Halal Center, Universitas Islam Malang.

3.6.1 Penetapan Stasiun Pengambilan Sampel

Metode yang digunakan pada penetapan stasiun pengambilan sampel yaitu dengan melakukan survei. Survei ini dilakukan pada Kawasan Mangrove Wonorejo,

Surabaya, Jawa Timur. Survei dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui penyebaran vegetasi dari jenis mangrove *Avicennia marina* di lokasi tempat penelitian dan penetapan stasiun pengambilan sampel. Penetapan stasiun pengambilan sampel yang dilakukan berdasarkan penyebaran *Avicennia marina* di Kawasan Mangrove Wonorejo pada 3 stasiun. Stasiun 1 dekat kawasan pemukiman, stasiun 2 dekat kawasan ekowisata dan stasiun 3 di muara sungai.

3.6.2 Teknik Pengambilan Sampel Mangrove *Avicennia marina*

Teknik pengambilan sampel mangrove *Avicennia marina* yaitu dengan melihat umur mangrove tersebut. Menurut Harnani dan Titah (2017), teknik pemilihan sampel pada tumbuhan mangrove yaitu dengan melihat diameter batang mangrove berukuran lebih dari 5 cm. Ukuran tersebut berkaitan dengan sistem perakaran dan kualitas dari jenis tumbuhan mangrove tersebut. Bagian tumbuhan mangrove yang akan dianalisis kandungan Zn ada 2 yaitu bagian akar dan daun. Sistem perakarannya lebih kuat dan umur dari mangrove lebih lama dan dengan tumbuh di wilayah perairan yang telah terpapar logam berat. Daun yang tumbuh juga lebih banyak, sehingga lebih mudah dalam pengambilan sampel. Rentangan waktu terakumulasinya Zn lebih lama pada tumbuhan yang telah lama hidup di kawasan ini.

a. Akar

Teknik pengambilan sampel pada bagian akar dilakukan yang pertama dengan memilih jenis pohon diameter 5 cm seperti dijelaskan sebelumnya. Menurut Supriyantini, *et al.* (2017), pengambilan akar dilakukan dengan cara mengambil akar yang terendam dalam air. Pengambilan akar dipilih dengan ukuran $\pm 10-20$ cm dari ujung akar. Akar yang dipilih memiliki berat masing-masing sebanyak 500 gram, kemudian akar dicuci dimasukkan ke dalam plastik yang sudah diberi label dan

selanjutnya dianalisis kandungan Zn. Bagian akar mangrove memiliki peranan, salah satunya menyerap segala jenis kandungan yang ada di dalam tanah yang terendam di dalam air. Kondisi ini diasumsikan bahwa keberadaan Zn telah terakumulasi pada bagian akar mangrove.

b. Daun

Teknik pengambilan sampel daun yaitu dengan memilih daun berwarna hijau tua dengan ukuran 4-8 cm. Daun tersebut terletak pada pangkal ranting pohon. Pengambilan daun ± 10 lembar daun dalam satu pohon di setiap stasiunnya. Setiap stasiun dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Pengulangan dilakukan pada jenis yang sama dan diameter sama namun berbeda pohon. Pemilihan sampel daun diasumsikan sebagaimana pohon menjadi tempat terakhir terakumulasinya logam berat Zn.

3.6.3 Teknik Pengambilan Sedimen

Teknik pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan alat celurit. Sedimen yang ada di sekitar kawasan mangrove diambil secara langsung menggunakan celurit. Sampel sedimen diambil pada setiap jenis mangrove di setiap stasiun pengambilan sampel mangrove. Sedimen yang diambil sebanyak kurang lebih 1 gram. Sampel sedimen yang telah diambil dimasukkan ke dalam plastik yang telah ditandai. Setelah ditandai sampel sedimen bisa di bawa ke Laboratorium untuk di uji kandungan Zn.

3.7 Analisis Logam Berat Seng (Zn)

Analisis logam berat seng (Zn) dalam penelitian ini meliputi analisis Zn pada sampel akar dan daun serta sampel air laut pada kawasan mangrove. Penjelasan mengenai analisis tersebut di bawah ini:

3.7.1 Analisis Zn pada Sampel Akar dan Daun

Menurut Laboratorium Halal Center, UNISMA (2019), analisis logam berat Zn pada sedimen yaitu:

- Melakukan preparasi sampel akar / daun
- Menimbang sampel sebanyak 1 gram
- Mencampur sampel dengan HNO₃ 10 ml, akuades 10 ml dan H₂SO₄ 10 ml
- Memanaskan sampel dengan suhu 200 °C selama 2-3 jam
- Membiarkan sampel hingga asap pada sampel hilang dengan waktu 24-28 jam
- Menyaring sampel tersebut dan mendinginkan lagi hingga asap benar-benar hilang
- Menganalisis sampel dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* dengan panjang gelombang 235,5 nm
- Mencatat hasilnya dengan satuan ppm.

3.7.2 Analisis Zn pada Sampel Sedimen

Menurut Laboratorium Halal Center, UNISMA (2019), analisis logam berat Zn pada sedimen yaitu:

- Melakukan preparasi sampel akar / daun
- Menimbang sampel sebanyak 1 gram
- Mencampur sampel dengan HNO₃ 10 ml, akuades 10 ml dan H₂SO₄ 10 ml
- Memanaskan sampel dengan suhu 200 °C selama 2-3 jam
- Membiarkan sampel hingga asap pada sampel hilang dengan waktu 24-28 jam
- Menyaring sampel tersebut dan mendinginkan lagi hingga asap benar-benar hilang
- Menganalisis sampel dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* dengan panjang gelombang 235,5 nm

- Mencatat hasilnya dengan satuan ppm.

3.8 Prosedur Parameter Kualitas Air

3.8.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Menurut Louis (1975), pengukuran suhu di perairan yang menggunakan *thermometer*Hg dilakukan dengan cara:

- Mengkalibrasi terlebih dahulu *thermometer* Hg menggunakan akuades
- Membersihkan *thermometer* Hg menggunakan tisu atau lap
- Memasukkan *thermometer* Hg ke dalam perairan hingga seluruh badan *thermometer* Hg masuk ke dalam air
- Menunggu selama 2-3 menit *thermometer* Hg yang sudah dicelupkan ke dalam perairan
- Membaca nilai suhu melalui angka yang ada pada pinggir *thermometer* Hg, tanpa mengangkat *thermometer* Hg dari perairan
- Mencatat nilai suhu perairan sebagai data penelitian

3.8.2 Parameter Kimia

a. Salinitas

Menurut Sirois (2018), pengukuran salinitas yang menggunakan alat refraktometer dapat dilakukan dengan cara:

- Mengkalibrasi refraktometer menggunakan akuades
- Membersihkan menggunakan tisu secara searah
- Mengambil air sampel menggunakan pipet tetes
- Menuangkan air sampel yang diambil ke permukaan prisma refraktometer
- Menutup permukaan prisma refraktometer

- Melihat nilai salinitas pada refraktometer dengan membaca angka pada ujung bulat refraktometer.
- Mencatat nilai salinitas pada perairan sebagai data penelitian

b. pH Air

Menurut Nilsen (1996), cara pengukuran pH yang dilakukan menggunakan pH meter yaitu:

- Menyiapkan pH meter yang akan digunakan dalam pengukuran pH
- Menyalakan pH meter dengan menekan tombol *on*
- Mengkalibrasi pH meter menggunakan akuades
- Mencilupkan pH meter ke dalam perairan
- Menunggu 1-2 menit untuk mendapatkan hasil pH perairan
- Melihat nilai pH yang muncul pada pH meter

3.9 Analisis Data

3.9.1 Faktor Biokonsentrasi / *Bioconcentration Factor* (BCF)

Biokonsentrasi merupakan kecenderungan bahan kimia yang ada di perairan memasuki tubuh organisme yang ada dalam perairan tersebut. Menurut Handayanto, *et al.* (2017) BCF dihitung untuk mengetahui potensi fitoremediasi. Menurut Lee (2005), faktor biokonsentrasi dapat dihitung dengan membagi nilai konsentrasi bahan kimia yang ada di tubuh organisme dibagi dengan nilai konsentrasi bahan kimia yang ada di perairan. Berdasarkan penelitian maka nilai konsentrasi logam berat yang ada pada tubuh mangrove (akar atau daun) dibagi dengan konsentrasi logam berat yang ada pada sedimen. Menurut Andras, *et al.* (2016) nilai BCF digolongkan menjadi 3 yaitu nilai $BCF < 1$ disebut *excluder*, $BCF = 1$ tergolong dalam tanaman indikator dan $BCF > 1$ termasuk akumulator. Nilai BCF yang semakin tinggi,

maka tanaman tersebut mampu mengakumulasi logam berat lebih tinggi dibandingkan dengan akumulasi logam berat pada tanah. Rumus BCF dapat dihitung seperti di bawah ini:

$$BCF = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Akar atau Daun}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen}}$$

3.9.2 Faktor Translokasi / *Translocation Factor* (TF)

Menurut Li dan Yang (2008), TF merupakan nisbah konsentrasi logam berat pada tajuk terhadap konsentrasi logam berat pada akar. Faktor translokasi dalam penelitian yaitu untuk mengetahui nilai perpindahan akumulasi logam berat dari akar ke daun. Menurut Handayanto, *et al.* (2017) nilai TF dihitung untuk mengevaluasi potensi fitoekstraksi tanaman akumulator. Menurut Esteban, *et al.* (2014) faktor translokasi dapat menentukan status tumbuhan termasuk fitoekstraktor atau fitostabilizer. Status fitoekstraktor terjadi apabila nilai TF bernilai lebih dari 1, dimana tumbuhan tersebut mampu mengakumulasi logam berat pada bagian daun yang berasal dari tanah maupun air. Nilai TF kurang dari 1 maka tumbuhan tersebut termasuk ke dalam status fitostabilizer. Menurut Tsibangu, *et al.* (2014) ada 3 kategori status fitostabilizer, nilai kurang dari 0,01 termasuk *non accumulator*, nilai 0,01-0,1 termasuk *low accumulator* dan nilai 0,1-1 termasuk *moderate accumulator*. Rumus perhitungan TF dapat dituliskan sebagai berikut:

$$TF = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Daun}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Akar}}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo Surabaya, Jawa Timur. Ekowisata Mangrove Wonorejo merupakan salah satu cagar alam yang terletak di Jalan Wonorejo No. 1, Desa Wonorejo, Kelurahan Wonorejo, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya, Jawa Timur. Lokasi tersebut berada di pesisir timur Pantai Surabaya, lokasinya tidak jauh dengan Kawasan Industri Rungkut. Lokasi ini berada di pertemuan antara aliran Sungai Kali Rungkut, Muara Kali Rungkut dan Perairan Selat Madura yang memisahkan antara Pulau Jawa dan Pulau Madura. Secara geografis, kawasan ini terletak pada koordinat $7^{\circ}18'21''\text{S}$ dan $112^{\circ}50'39''\text{E}$. Luas dari wilayah ekowisata ini sebesar kurang lebih 800 hektar. Batas-batas dari wilayah Ekowisata Mangrove Wonorejo Surabaya sebagai berikut:

- Sebelah utara : Kelurahan Keputih, Sukolilo
- Sebelah selatan: Kelurahan Medokan Ayu, Rungkut
- Sebelah timur : Selat Madura
- Sebelah barat : Kelurahan Penjaringansari, Rungkut

Jenis mangrove yang terdapat di Kawasan Ekowisata Mangrove ada 15 jenis, yaitu *Aegiceras corniculatum* (L.) Bianco, *Avicennia lanata* Ridley, *Avicennia alba* Blume, *Acanthus ilicifolius* L, *Avicennia marina* (Forsal) Vierh, *Rhizophora mucronata* Lam, *Bruguiera cylindrica* Blumme, *Ceriops tagal* C.B.Rob, *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lam, *Nypa fruticans* Wurmb, *Rhizophora apiculata* Blume, *Sonneratia casiolearis* (L) Engl, *Derris trifoliata* Lour, *Rhizophora stylisa* Gryff, *Xylocarpus mollucensis* (Lam) M.Roem. Keberadaan Kawasan Mangrove Wonorejo bertujuan untuk melindungi keadaan lingkungan serta mencegah abrasi yang terjadi

di kawasan pesisir timur Surabaya dari gelombang laut Selat Madura. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

4.2 Deskripsi Stasiun Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian dilakukan pada 3 stasiun, yaitu stasiun 1 berada di dekat pemukiman warga, stasiun 2 berada di dekat kawasan ekowisata dan terakhir stasiun 3 berada di muara sungai. Penetapan ketiga stasiun tersebut untuk mengetahui perbedaan dari kandungan logam berat yang ada pada akar dan mangrove, sedimen sekitar mangrove serta kualitas air. Berikut penjelasan dari ketiga stasiun tersebut:

4.2.1 Deskripsi Stasiun 1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian yang telah dilakukan pada stasiun 1 yang berada di dekat pemukiman warga. Aktivitas warga secara tidak langsung telah menyumbangkan limbah ke perairan. Salah satu aktivitas warga yang terjadi yaitu mencuci, dimana air sisa mencuci akan terbuang ke perairan. Menurut Palar (1994), kasus pencemaran akibat dari aktivitas manusia jauh lebih besar daripada yang dihasilkan oleh proses alamiah. Hal tersebut menunjukkan bahwa sumber logam Zn yang berasal dari proses alamiah memiliki jumlah lebih sedikit daripada yang berasal dari aktivitas industri maupun rumah tangga. Secara fisik, kondisi perairan pada stasiun 1 cenderung lebih tenang dan warna airnya berwarna coklat yang bercampur lumpur. Menurut Susanti, *et al.* (2014) Zn dari sumber cemaran industri berasal dari industrimakanan, farmasi, rumah tangga, peleburan timah, pembuangan oli dan limbah minyak. Menurut Darmono (1995), seng ditemukan dalam suatu pertambangan logam, sebagai bentuk sulfida. Seng dan beberapa bentuk senyawanya digunakan dalam produksi logam campuran, seperti perunggu, loyang,

dan kuningan. Selain itu juga sering digunakan dalam pelapisan logam seperti baja, besi yang merupakan produk anti karat, serta sebagai zat pewarna untuk cat, lampu, gelas, bahan keramik, dan pestisida. Kondisi dari stasiun 1 dapat dilihat pada **Gambar 6** di bawah ini.



Gambar 6. Stasiun 1 (Dekat Pemukiman) (Data Primer, 2019)

4.2.2 Deskripsi Stasiun 2 Pengambilan Sampel

Stasiun 2 dalam pengambilan sampel dilakukan pada wilayah dekat ekowisata. Kondisi aktivitas pada stasiun 2 cenderung beragam, dimana adanya wisatawan yang berkunjung ke tempat Ekowisata Mangrove Wonorejo, secara otomatis akan menghasilkan limbah baik dari sisa dari warung sekitar maupun toilet yang berada pada tempat wisata tersebut. Aktivitas yang lain dapat terlihat dari wisatawan yang berkunjung untuk memancing ikan. Perahu yang telah disewakan bagi wisatawan secara tidak langsung, bahan bakar yang telah digunakan akan tercampur dengan perairan sekitarnya. Menurut Supriyantini, *et al.* (2016) sumber Zn biasanya berasal dari aktivitas wisatawan, fasilitas wisatawan dan kapal pariwisata. Secara fisik kondisi perairan cenderung sedikit berombak akibat dari aktivitas perahu. Kondisi dari stasiun 2 dapat dilihat pada **Gambar 7** di bawah ini.



Gambar 7. Stasiun 2 (Dekat Ekowisata) (Data Primer, 2019)

4.2.3 Deskripsi Stasiun 3 Pengambilan Sampel

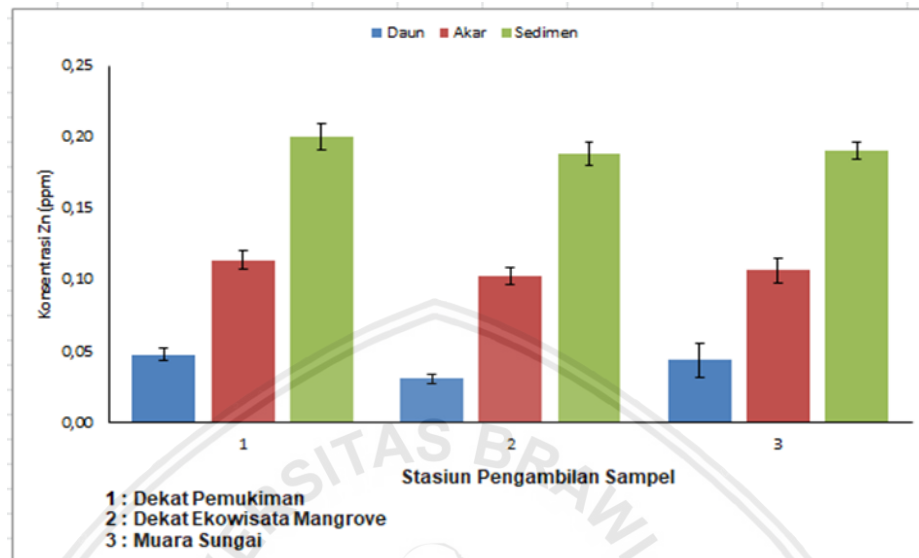
Stasiun 3 atau stasiun terakhir dari pengambilan sampel saat penelitian dilakukan di wilayah muara sungai. Kondisi dari stasiun 3 dimana banyak aktivitas perahu yang digunakan nelayan untuk bekerja. Perairan pada muara sungai cenderung bergelombang. Warna air yang ada di perairan tidak terlalu coklat karena mulai tercampur dengan air yang berada pada wilayah laut. Menurut Susantoro, *et al.* (2015) sumber logam berat yang ada pada muara sungai merupakan hasil akumulasi dari aliran sebelumnya. Kondisi dari stasiun 3 dapat dilihat pada **Gambar 8** di bawah ini.



Gambar 8. Stasiun 3 (Muara Sungai) (Data Primer, 2019)

4.3 Konsentrasi Logam Berat Seng (Zn)

Hasil analisis untuk konsentrasi Zn pada ketiga stasiun, didapatkan nilai yang berbeda. Nilai konsentrasi tersebut dapat dilihat pada **Gambar 9** di bawah ini.



Gambar 9. Hasil Konsentrasi Zn pada Akar dan Daun *Avicennia marina* dan Sedimen

Berdasarkan stasiun pengambilan sampel, konsentrasi Zn pada akar dan daun *Avicennia marina* serta sedimen tertinggi terdapat pada stasiun 1 (dekat pemukiman), dengan nilai konsentrasi Zn pada daun sebesar 0,048 ppm, akar sebesar 0,114 ppm dan sedimen sebesar 0,201 ppm dibandingkan dengan stasiun 2 (dekat kawasan ekowisata) dan stasiun 3 (muara sungai). Nilai konsentrasi Zn yang tinggi pada wilayah dekat pemukiman terutama disebabkan oleh jumlah limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga yang langsung masuk ke perairan dan terakumulasi pada mangrove. Menurut Setiawan dan Subandono (2015), tingginya konsentrasi Zn dekat pemukiman juga disebabkan oleh limbah industri, rumah sakit, hotel dan sebagainya dan mengalir menuju wilayah pemukiman tersebut yang letaknya berdekatan dengan kawasan mangrove lalu menuju muara sungai. Adanya berbagai sumber limbah, konsentrasi logam berat yang ada pada wilayah

pemukiman masih sangat tinggi. Hal tersebut sesuai dengan penelitian dimana sampel didapat dari akar dan daun mangrove serta sedimen pada wilayah pemukiman dekat Ekowisata Wonorejo Surabaya.

Nilai konsentrasi Zn tertinggi kedua terdapat pada stasiun 3 wilayah muara sungai yang bernilai lebih tinggi daripada stasiun 2, namun lebih rendah dari stasiun 1. Nilai konsentrasi Zn pada daun sebesar 0,043 ppm, pada akar sebesar 0,107 ppm dan sedimen sebesar 0,19 ppm. Menurut Sari, *et al.* (2017) wilayah muara sungai merupakan salah satu wilayah yang rentan terhadap bahan pencemar yang berasal dari masukan limbah dari berbagai anak sungai serta aktivitas nelayan. Menurut Wardani, *et al.* (2014) bahan pencemar yang masuk ke muara sungai akan mengalami proses pengendapan sehingga logam berat yang tersebar dalam perairan akan terakumulasi pada sedimen serta biota perairan salah satunya adalah tumbuhan mangrove. Berdasarkan penelitian konsentrasi logam berat pada stasiun 3, muara sungai kembali tinggi, hal tersebut sesuai pernyataan di atas.

Nilai konsentrasi Zn terendah terdapat pada stasiun 2 yaitu wilayah kawasan ekowisata mangrove Wonorejo. Nilai konsentrasi pada daun sebesar 0,03 ppm, pada akar sebesar 0,103 ppm dan sedimen sebesar 0,188 ppm. Menurut Astuti, *et al.* (2016) limbah yang telah masuk di kawasan mangrove akan terserap oleh tumbuhan mangrove. Sifat tumbuhan mangrove sebagai penyerap logam berat, sehingga dapat mengurangi konsentrasi logam berat yang terkandung dalam limbah. Menurut Setiawan (2014), vegetasi mangrove memiliki kemampuan dalam beradaptasi dengan kondisi yang ekstrim, salah satunya dengan kondisi lingkungan yang tercemar. Kemampuan yang dimiliki tumbuhan mangrove, dapat berperan penting dalam mengurangi bahan pencemar yang ada di perairan maupun tanah, karena mangrove akan mengakumulasi bahan pencemar tersebut dalam tubuhnya.

Nilai konsentrasi Zn yang didasarkan pada jenis sampel yang diambil, tertinggi didapatkan pada sedimen sekitar mangrove. Nilai konsentrasi sedimen pada ketiga berkisar antara 0,188-0,201 ppm. Menurut Supriyantini, *et al.* (2017), nilai konsentrasi Zn yang tinggi pada sedimen disebabkan oleh kepadatan mangrove. Menurut Nybakken dan Bertness (2005), keadaan dari sistem perakaran yang padat pada mangrove akan mengurangi pergerakan air sehingga partikel yang sangat halus mengendap disekeliling akar mangrove dan membentuk kumpulan lapisan sedimen. Daun-daun dan ranting-ranting pohon mangrove yang berguguran didekomposisi oleh pengurai dan dengan adanya kondisi fisika kimia perairan yang mendukung, kandungan bahan organik ini akan terikat bersama konsentrasi Zn yang akhirnya akan mengendap di sedimen, sehingga kandungan Zn di sedimen menjadi lebih tinggi dan secara tidak langsung di akar juga mengandung Zn tinggi dibandingkan dengan daun.

Nilai konsentrasi Zn tertinggi kedua yaitu pada bagian akar. Nilai konsentrasi Zn pada akar pada ketiga stasiun berkisar 0,103-0,114 ppm. Menurut Khairuddin, *et al.* (2018) tumbuhan mangrove merupakan agen bioremediasi alami, hal tersebut karena secara alami mangrove dapat menyerap logam berat, salah satunya adalah Zn. Peranan tumbuhan sebagai agen bioremediasi, maka tanaman mangrove ini dapat digunakan sebagai salah satu bioindikator pencemaran lingkungan. Logam berat Zn yang terpapar pada tumbuhan mangrove selanjutnya akan dimanfaatkan salah satunya sebagai proses metabolisme. Menurut Nugrahanto, *et al.* (2014) nilai konsentrasi logam berat yang ada pada akar bernilai paling tinggi dibandingkan dengan bagian organ pada mangrove, hal tersebut dikarenakan logam berat yang ada pada akar mampu menggantikan ion lain yang terkandung pada akar dan diikat kuat pada akar tersebut. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh mangrove,

awalnya akan terakumulasi pertama kali di akar, proses akumulasi tersebut melalui proses regulasi logam berat dengan cara merelokasi logam berat yang ada pada mangrove. Menurut Supriyanti, *et al.* (2017) jaringan akar akan berinteraksi langsung dengan sedimen, sehingga kadar Zn pada akar lebih tinggi dibandingkan pada bagian daun. Menurut Hartanti, *et al.* (2014) mekanisme penyerapan logam berat oleh tumbuhan ada 3, yaitu penyerapan oleh akar, translokasi dan lokalisasi.

Mekanisme penyerapan logam berat yaitu melalui pembentukan zat khelat atau fitosidorofor. Molekul fitosidorofor yang terbentuk akan mengikat logam dan membawanya ke sel akar melalui proses transport aktif. Senyawa-senyawa yang larut dalam air akan terserap pada akar bersama air, sedangkan senyawa hidrofobik akan diserap oleh permukaan akar. Menurut Foth (1991), sel-sel akar tanaman umumnya mengandung ion dengan konsentrasi yang lebih tinggi dari pada medium sekitarnya yang biasanya bermuatan negatif. Proses penyerapan dimana kation masuk ke dalam sel secara pasif ke dalam gradien elektrokimia, sedangkan anion harus diangkut secara aktif ke dalam sel akar tanaman sesuai dengan keadaan gradien konsentrasi melawan gradien elektrokimia.

Nilai konsentrasi Zn pada daun, dimana nilai tersebut paling rendah dibandingkan pada akar mangrove serta sedimen yang ada di sekitar mangrove tersebut. Nilai konsentrasi Zn pada daun berkisar 0,03-0,048 ppm. Menurut Supriyanti, *et al.* (2017) konsentrasi Zn yang rendah di bagian organ daun disebabkan salah satunya adalah letak daun yang tidak berinteraksi langsung dengan sedimen, dimana sedimen merupakan dasar dari terakumulasinya logam berat.

Menurut Nugrahanto, *et al.* (2014) mekanisme tumbuhan yang terpapar oleh konsentrasi toksik yaitu dengan meminimumkan pengaruh toksik (ameliorasi),

lokalisasi yang terjadi pada organ akar, ekskresi secara aktif melalui kelenjar pada tajuk atau secara pasif melalui akumulasi pada daun-daun tua yang diikuti dengan pengguguran daun, dilusi dengan melemahkan konsentrasi toksik melalui pengenceran, inaktivasi secara kimia.

4.4 Nilai Faktor Biokonsentrasi / *Bioconcentration Factor* (BCF)

Nilai BCF akar dan daun pada ketiga stasiun didapatkan nilai kurang dari 1. Hasil BCF dapat dilihat pada **Tabel 1** di bawah ini.

Tabel 1. Hasil BCF Akar dan Daun *Avicennia marina*

Stasiun	BCF	
	Akar	Daun
1	0,56	0,24
2	0,53	0,14
3	0,51	0,29

Menurut Korzeniowska, *et al.* (2014) nilai BCF kurang dari 1 digolongkan sebagai *excluder*. Nilai $BCF < 1$ menunjukkan rendahnya kapasitas fitoekstraksi dari vegetasi sehingga logam tidak tertransfer dari tanah ke akar (Tsibangu *et al.*, 2014). Efisiensi fitoekstraksi tergantung pada beberapa faktor, antara lain tingkat kontaminasi logam, bioavailabilitas logam, jenis logam, serta kemampuan vegetasi untuk menahan, menyerap, dan mengakumulasi logam di jaringan vegetasi (Alqahtani, 2012). Menurut Supriyantini (2017), nilai BCF akar lebih tinggi dibandingkan dengan nilai BCF daun, disebabkan oleh posisi akar yang berinteraksi langsung dengan sedimen. Menurut T.M Kariada dan Irsadi (2014), terakumulasinya Zn pada bagian tumbuhan mangrove dapat berkurang seiring banyaknya air yang terserap pada akar tersebut. Banyaknya air akan mengencerkan Zn dan pengenceran tersebut berlangsung pada jaringan daun. Proses pengenceran pada daun dapat menyebabkan penebalan pada daun. Selain melalui proses pengenceran, ekskresi

juga memungkinkan untuk mengurangi zat toksik yang ada dalam tumbuhan mangrove. Zat toksik tersebut banyak terdapat pada daun yang sudah tua dan batang yang akan terkelupas, sehingga BCF yang ada pada bagian daun akan menjadi lebih sedikit dibandingkan BCF akar

4.5 Faktor Translokasi / *Translocation Factor* (TF)

Hasil perhitungan TF akar pada ketiga stasiun didapatkan nilai kurang dari 1. Hasil TF dapat dilihat pada **Tabel 2** di bawah ini.

Tabel 2. Hasil TF Daun *Avicennia marina*

Stasiun	TF
	Daun
1	0,43
2	0,27
3	0,57

Menurut Prasad (2016), nilai TF kurang dari 1 digolongkan sebagai fitostabilizer. Menurut Tsibangu, *et al.* (2014) nilai TF yang bernilai 0,1-1 termasuk *moderate accumulator*. *Moderate accumulator* ini berarti mengindikasikan bahwa konsentrasi logam berat dari akar menuju tajuk dalam kapasitas yang cukup. Merchand, *et al.* (2016) nilai TF yang rendah disebabkan adanya sistem penghentian logam berat dari akar menuju daun, sehingga terjadi penumpukan pada akar. Nilai TF dan atau BCF yang <1 mengindikasikan terjadinya salah satu dari mekanisme pertahanan vegetasi dalam mengadaptasi atau merespon toksisitas logam.

4.6 Kualitas Air pada 3 Stasiun Pengambilan Sampel

Hasil analisis kualitas air yaitu suhu, pH dan salinitas di dapatkan nilai yang berbeda-beda, nilai tersebut dapat dilihat pada **Tabel 3** di bawah ini.

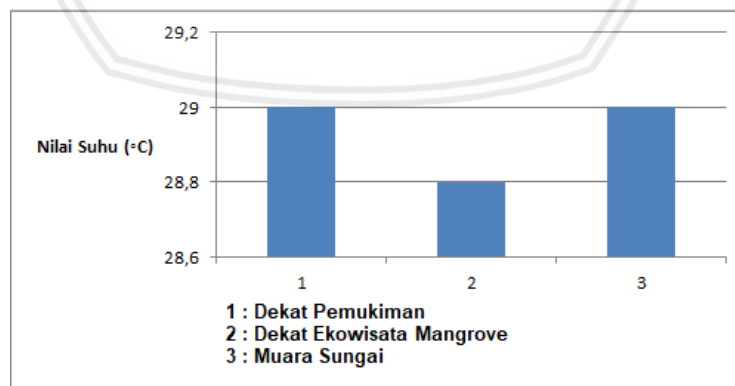
Tabel 3. Hasil Kualitas Air pada 3 Stasiun serta Baku Mutu KEMENLH No. 51 Tahun 2004

No	Parameter	Stasiun			Rata-rata	Baku Mutu (Keputusan Kementerian Lingkungan Hidup No. 51 Th. 2004)
		1	2	3		
1	Suhu (°C)	29	28,8	29	28,93	28-32
2	pH	7,73	7,95	8,18	7,95	7-8.5
3	Salinitas (ppt)	1	2	3	2,00	sd 34

Pengambilan sampel kualitas air dilakukan pada 3 stasiun yaitu stasiun 1 yang berada pada kawasan dekat pemukiman, stasiun 2 dekat dengan ekowisata dan stasiun 3 berada pada muara sungai. Setiap stasiun dilakukan pengukuran sebanyak satu kali. Pengukuran sampel kualitas air meliputi pengukuran suhu, pH dan salinitas. Pengukuran kualitas air tersebut dilakukan secara langsung pada setiap stasiun.

4.6.1 Suhu

Hasil pengukuran suhu yang dilakukan pada 3 stasiun didapatkan nilai yang berbeda-beda. Stasiun 1 nilai suhu sebesar 29 °C, stasiun 2 nilai suhu sebesar 28,8°C. Nilai suhu pada stasiun ketiga, yang berada pada muara sungai, didapatkan nilai suhu sebesar 29 °C. Hasil pengukuran suhu pada ketiga stasiun dapat dilihat pada **Gambar 10** di bawah ini.

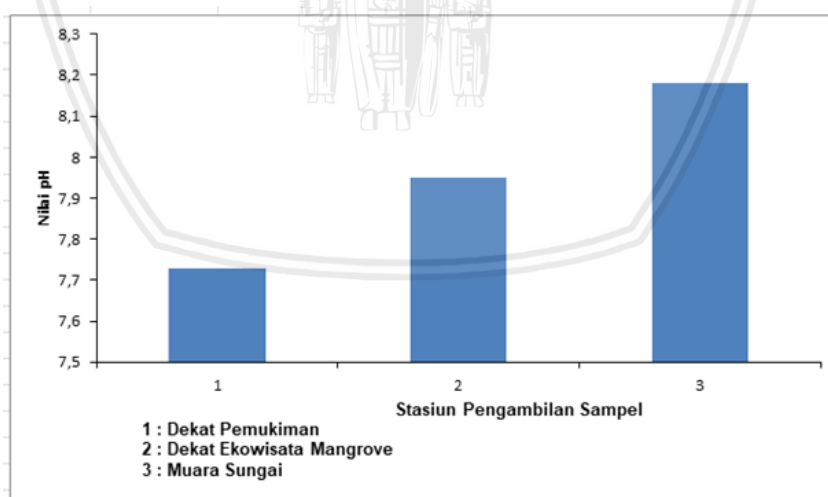


Gambar 10. Nilai Suhu pada 3 Stasiun

Menurut Akbar, *et al.* (2014) kisaran suhu yang baik bagi kehidupan biota mangrove sebesar 27-32 °C. Nilai kisaran dari pengukuran suhu yang dilakukan pada ketiga stasiun tersebut sebesar 28,8-29°C. Nilai tersebut tergolong dalam kondisi normal dimana sesuai dengan baku mutu yang didasarkan pada keputusan Kementerian Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004, dimana nilai kisaran suhu sebesar 28-32 °C. Menurut Chakraborty, *et al.* (2014) nilai suhu sangat mempengaruhi konsentrasi logam berat yang ada di perairan. Tingginya nilai suhu dapat menyebabkan kelarutan logam berat tinggi sehingga toksisitas dari logam berat tersebut juga tinggi.

4.6.2 pH (*Power of Hidrogen*)

Hasil pengukuran pH pada ketiga stasiun pengukuran nilainya cenderung berbeda-beda. Nilai pH pada stasiun 1 senilai 7,73, stasiun 2 nilai pH sebesar 7,95 dan pada stasiun ketiga atau terakhir didapatkan hasil sebesar 8,18. Nilai rata-rata dari ketiga stasiun tersebut senilai 7,95. Nilai pH pada ketiga stasiun dapat dilihat pada **Gambar 11** di bawah ini.



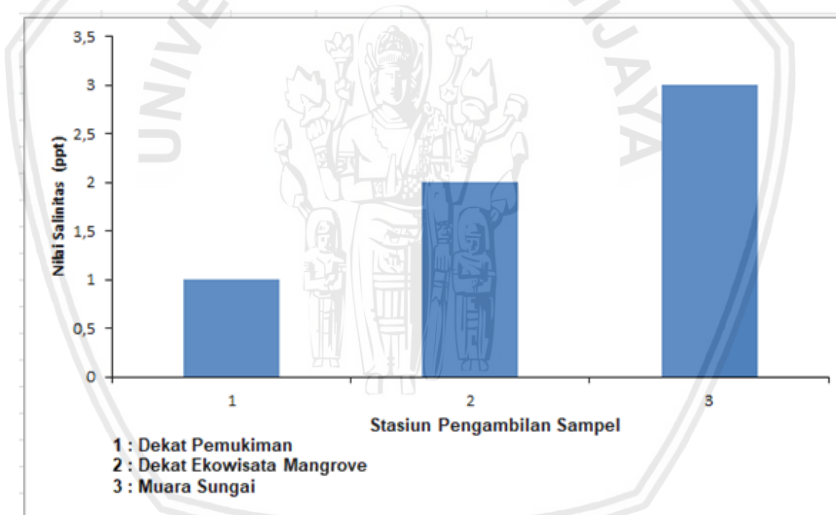
Gambar 11. Nilai pH pada 3 Stasiun

Menurut Supriyantini, *et al.* (2017) nilai pH yang ada bagi kehidupan mangrove berkisar 6,8-8,7. Nilai kisaran pH tersebut masih tergolong baik yang sesuai dengan

baku mutu Kementerian Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004, dimana nilai pH yang baik berkisar 7-8,5. Menurut Palar (1994), nilai pH yang tinggi menyebabkan kelarutan logam berat dalam air rendah. pH basa akan menyebabkan toksisitas logam berat berkurang, karena ion logam membentuk senyawa kompleks dengan senyawa ion yang ada di perairan sehingga mengendap di dasar perairan bersama sedimen.

4.6.3 Salinitas

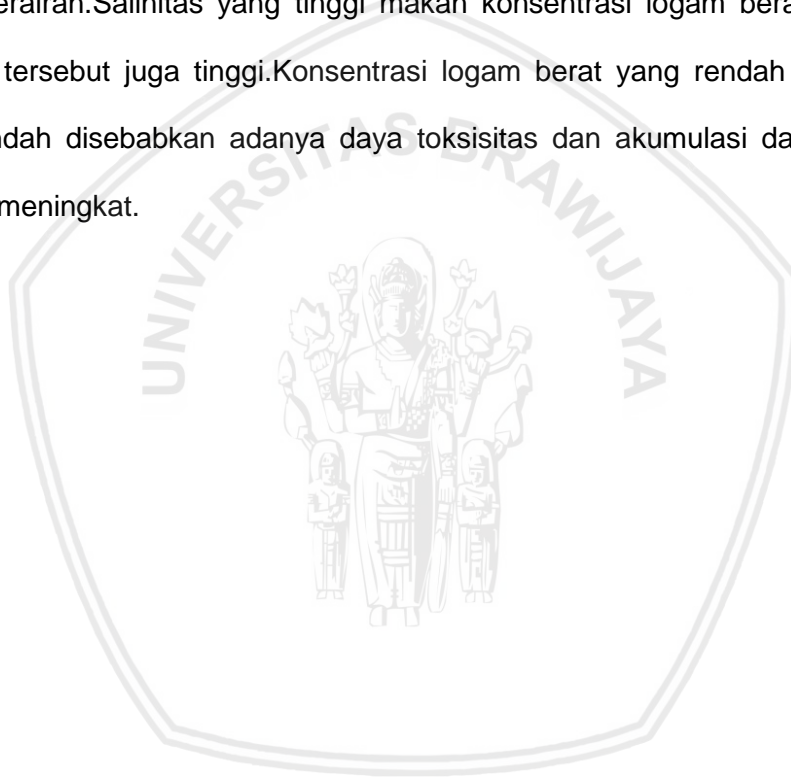
Hasil pengukuran salinitas pada 3 stasiun didapatkan hasil yang berbeda-beda. Nilai salinitas pada stasiun 1 didapatkan nilai sebesar 1 ppt, stasiun 2 sebesar 2 ppt dan stasiun 3 sebesar 3 ppt. Hasil dari salinitas pada ketiga stasiun dapat dilihat pada **Gambar 12** di bawah ini.



Gambar 12. Nilai Salinitas pada 3 Stasiun

Nilai salinitas tersebut cenderung sangat kecil yaitu berkisar 1-3 ppt. Menurut penelitian Supriyantini, *et al.* (2017) nilai salinitas bagi kehidupan mangrove kurang dari 33 ppt. Nilai salinitas bagi biota mangrove menurut Kementerian Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 bernilai sampai dengan batas maksimum 34 ppt. Nilai salinitas pada ketiga stasiun semakin meningkat seiring semakin dekat stasiun

dengan wilayah lautan. Stasiun 1 memiliki nilai yang paling kecil karena dominan campuran dengan air tawar. Stasiun 3 memiliki nilai tertinggi dimana muara sungai tersebut sangat dekat dengan laut, sehingga campuran dengan air laut sangat dominan. Nilai rata-rata salinitas dari ketiga stasiun tersebut sebesar 2 ppt. Menurut Darmono (2001), faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya salinitas salah satunya adalah curah hujan. Tingginya curah hujan dapat menyebabkan nilai salinitas rendah. Konsentrasi salinitas juga mempengaruhi konsentrasi logam berat dalam perairan. Salinitas yang tinggi makan konsentrasi logam berat yang ada di perairan tersebut juga tinggi. Konsentrasi logam berat yang rendah serta salinitas yang rendah disebabkan adanya daya toksisitas dan akumulasi dari logam berat tersebut meningkat.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Nilai konsentrasi Zn pada akar dan daun *Avicennia marina* serta sedimen di sekitarnya tidak ada perbedaan yang cukup banyak untuk setiap stasiunnya. Mangrove jenis *Avicennia marina* termasuk mangrove yang dapat menyerap konsentrasi Zn di perairan dalam jumlah yang cukup rendah. Konsentrasi Zn yang terakumulasi cukup rendah tersebut didasarkan pada nilai BCF daun dan akar bernilai kurang dari 1 serta nilai TF daun bernilai kurang dari 1. Terpaparnya logam berat Zn pada *Avicennia marina* dapat disebutkan bahwa mangrove jenis tersebut tergolong salah satu tanaman fitoremediasi, karena secara tidak langsung logam berat yang ada di tanah maupun perairan akan berkurang dengan adanya *Avicennia marina*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perlu adanya penelitian lanjutan tentang analisis logam Zn pada *Avicennia marina* dengan jenis *Avicennia* yang lainnya di Kawasan Mangrove Wonorejo. Penelitian lanjutan tersebut sangat berperan penting untuk mengetahui jenis *Avicennia* yang paling efektif sebagai bioindikator pencemaran. Penelitian lanjutan lainnya dapat dilakukan dengan mengidentifikasi dari seluruh jenis mangrove terhadap paparan konsentrasi logam Zn yang ada. Penelitian lanjutan tersebut merupakan salah satu langkah untuk menjaga keadaan ekosistem di Kawasan Mangrove Wonnorejo, Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, J., Bahtiar dan E. Ishak. 2014. Studi Morfometrik Kerang Kalandue (*Polymesoda erosa*) di Hutan Mangrove Teluk Kendari. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. **4** (1): 1-12.
- Al-qahatani, K.M. 2012. Assessment of Heavy Metals Accumulation in Native Plant Species from Contaminated Soils in Riyadh City, Saudi Arabia. *Life Sci. J.* **9**: 384-392.
- Andras, P., I. Turisova, G. Buccheri, J. M. X. de Matos and V. Dirner. 2016. Comparison of Heavy Metal Bioaccumulation Properties in *Pinus sp.* and *Quercus sp.* in Selected European Cu Deposits. *Web Ecol.* **16**: 81-87.
- Ansari, A. A., S. S. Gill, R. Gill and G. R. Lanza. Phytoremediation: Management of Environmental Contaminants, Volume 4. Springer. New York. 285 pp.
- Arief, A. 2003. Hutan Mangrove. Kansius. Yogyakarta. Hal 14.
- Astuti, I., S. Karina dan I. Dewiyanti. 2016. Analisis Kandungan Logam Berat Pb pada Tiram *Crassostrea cucullata* di Pesisir Krueng Raya, Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. **1** (1): 104-113.
- Baderan, D.W.K. 2017. Serapan Karbon Hutan Mangrove Gorontalo. Deepublish. Yogyakarta. Hal 1.
- Bashin Vladimir N. 2002. Modern Biogeochemistry. Kluwer Academic Publisher. Netherlands. 173 pp.
- Basset, G. J., R. C. Denney, G. H. Jeffery dan J. Mendham. 1994. Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik. EGC Kedokteran. Jakarta.
- Bawani, I., A. Zaini, A. Muzakki, S. Jazil, Biyanto dan M. Hilmy. Pesantren Buruh Pabrik: Pemberdayaan Buruh Pabrik Berbasis Pendidikan Pesantren. LKiS Yogyakarta. Yogyakarta. Hal 84.
- Bidayani, E. 2014. Ekonomi Sumberdaya Pesisir yang Tercemar. UB Press. Malang. Hal 8.
- Bungin Burhan. 2005. Metode Penelitian Kuantitatif. Kencana. Jakarta. Hal 103.
- Chakraborty, S., T. Bhattacharya, G. Singh and J. P. Maity. 2014. Benthic Macroalgae as Biological Indicators of Heavy Metal Pollution in The Marine Environments: A Biomonitoring Approach for Pollution Assessment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. **100**: 61-68.
- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. New York. 1262p.

- Darmono. 1995. Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Universitas Indonesia. Jakarta.
- _____. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. UI Press. Jakarta.
- Duffus, J. H. 1980. Environmental Toxicology: Resource and Environmental Sciences Series. Arnold. London.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kansius. Yogyakarta. Hal 219.
- Esteban, J. P., C. Escolastico, A. Moliner, A. Masaguer and J. R. Fernandez. 2014. Phytostabilization of Metals in Mine Soils Using *Brassica juncea* in Combination with Organic Amendments. *Plant and Soil*. **377** (1-2): 97-109.
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Kansius. Yogyakarta. Hal 48.
- Foth, H. D. 1991. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Furness, R. W. 2018. Heavy Metals In The Marine Environment. CRC Press. Florida. 1-2 pp.
- Gruben, G. J. H. 2004. Plant Resources of Tropical Africa (PROTA). PROTA Foundation Wageningen. Netherlands. 94-95 pp.
- Halidah. 2014. *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh Jenis Mangrove yang Kaya Manfaat. *Info TEKNIS EBONI*. **11** (1): 37-44.
- Handayanto, E., Y. Nuraini, N. Muddarisna, N. Syam dan A. Fiqri. 2017. Fitoremediasi dan *Phytominig* Logam Berat Tercemar Tanah. UB Press. Malang. Hal: 3-22.
- Harianto, S. P., B. S. Dewi dan M. D. Wicaksono. 2015. Mangrove Pesisir Lampung Timur: Upaya Rehabilitasi dan Peran Serta Masyarakat. Plantaxia. Yogyakarta. Hal 33-34.
- Harnani, B. R. D dan H. S. Titah. 2017. Kemampuan *Avicennia alba* untuk Menurunkan Konsentrasi Tembaga (Cu) di Muara Sungai Wonorejo, Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*. **6** (2): 218-222.
- Hartanti, P. I., A. T. S. Haji dan R. Wirosoedarmo. 2014. Pengaruh Kerapatan Eceng Gondok (*Eichornia crasipes*) terhadap Penurunan Logam Chromium pada Limbah Cair Penyamakan Kulit. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. **1** (2): 31-37.
- Harti, A. S. 2015. Mikrobiologi Kesehatan: Peran Mikrobiologi Dalam Bidang Kesehatan. CV. ANDI OFFSET. Yogyakarta. Hal 260.

- J. M. Neff. 2002. Bioaccumulation in Marine Organisms: Effects of Contaminants from Oil Well Produced Water. Elsevier. United Kingdom. 188-190 pp.
- Jain, S. M and S. D. Gupta. 2013. Biotechnology of Neglected and Underutilized Crops. Springer. New York. 426 pp.
- Kartawinata Kuswata. 2013. Diversitas Ekosistem Alami Indonesia: Ungkapan Singkat dengan Sajian Foto dan Gambar. LIPI Press. Jakarta. Hal: 17-19.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51/MNKLH/1/2004 tentang pedoman penetapan baku mutu air laut. Menteri Lingkungan Hidup. Jakarta. Hal: 6-7.
- Khairuddin, M. Yamin dan A. Syukur. 2018. Analisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Mangrove sebagai Bioindikator di Teluk Bima. *Jurnal Biologi Tropis*. **18** (1): 69-79.
- Koci, V., T. Ruml, P. Dao and P. A. Duc. 2017. Environmental Technology and Innovations. CRC Press. London.
- Korzeniowska, J and E. S. Glubiak. 2015. Phytoremediation Potential of *Mischantus x giganteus* and *Spartina pectinata* in Soil Contaminated with Heavy Metals. *Environ Sci Pollut Res*. **22**: 11648-11657.
- Kurniawan Albert. 2002. Belajar Mudah SPSS untuk Pemula. MediaKom. Yogyakarta. Hal 62.
- Lee, C. C. 2005. Environmental Engineering Dictionary. The Scarecrow Press. Toronto. 84 pp.
- Li, M.S. and S.X. Yang. 2008. Heavy metal contamination in soils and phytoaccumulation in a manganese mine wasteland, South China. *Air Soil Water Res*. **1**: 31-41.
- Louis, J. 1975. A Test Method for Volatile Component Stripping of Waste Water. The Supt of Docs. US Government. 25 pp.
- Mahyudin, Soemarno, dan T. B. Prayogo. Analisis Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang. *I-PAL*. **6** (2): 105 – 115.
- Mardiatno, D., B. Susilo dan E. T. W. Mei. 2018. Potensi Sumberdaya Pesisir Kabupaten Jepara. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hal: 1-3.
- Marlina, N., Hudori dan R. Hafidh. 2017. Pengaruh Kekasaran Saluran Dan Suhu Air Sungai Pada Parameter Kualitas Air Cod, Tss Di Sungai Winongo Menggunakan Software Qual2kw. *Jurnal Sain dan Teknologi Lingkungan*. **9**(2): 122-133.

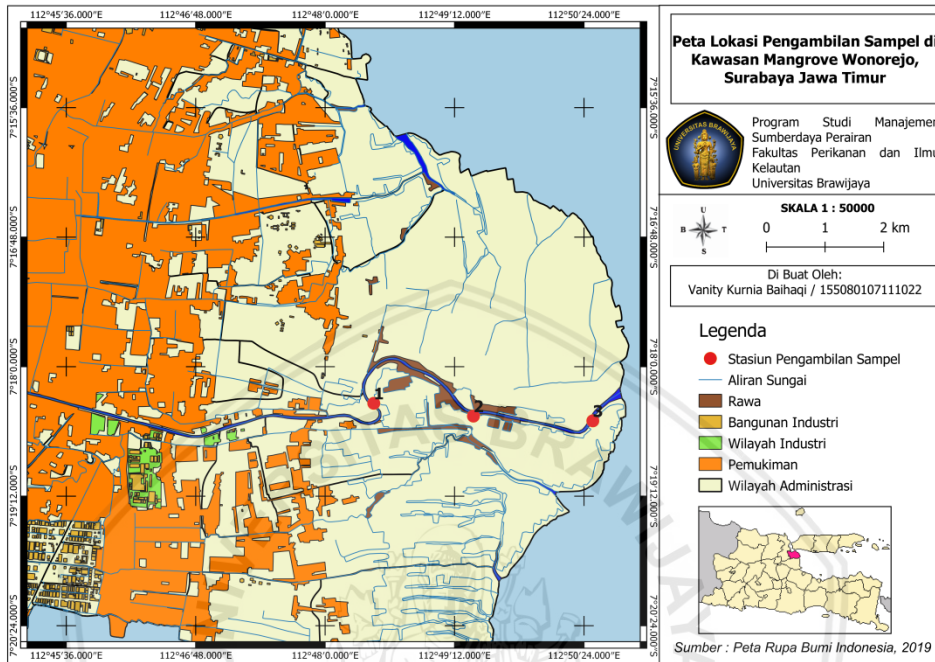
- Merchand, C., J-M.Fernandez and B. Moreton. 2016. Trace Metal Geochemistry in Mangrove Sediments and Their Transfer to Mangrove Plants (New Caledonia). *Science of The Total Environment*. **562** : 216-227.
- Nilsen. C. L. 1996. Managing the Analytical Laboratory Plain and Simple. Interpharm Press. Washington.
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. PT Agro Media Pustaka. Depok. Hal 50.
- Novotny Vladimir. 2003. Water Quality: Diffuse Pollution and Watershed Management. John Wiley & Sons Inc. New York. 351 pp.
- Nugrahanto, N. P., B. Yulianto dan R. Azizah. 2014. Pengaruh Pemberian Logam Berat Pb terhadap Akar, Daun dan Pertumbuhan Anakan Mangrove *Rhizophora mucronata*. *Jurnal Penelitian Kelautan*. **1** (1): 107-114.
- Nybakken, J. W and M. D. Bertness .2005. Marine Biology - An Ecological Approach. Benjamins Cummings. San Fransisco.
- Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta. Hal 50.
- Parikeslan Widya. 2016. Oseanografi. Kencana. Jakarta. Hal 27.
- Pranata, A. S., 2010. Meningkatkan Hasil Panen dengan Pupuk Organik. PT Agro Media Pustaka. Depok. Hal 19.
- Prasad. M. N. V. 2016. Bioremediation and Bioeconomy. Elsevier. Netherlands.
- Purba, N. P. Dan A. M. A. Khan. 2010. Karakteristik Fisika-Kimia Perairan Pantai Dumai Pada Musim Peralihan. *Jurnal Akuatika*. **1**(1): 69-83.
- Rahmadani, T., S. M. Sabang dan I. Said. 2015. Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) dan Timbal (Pb) dalam Air Laut Pesisir Pantai Mamboro Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademika Kimia*. **4**(4): 197-203.
- Santoso, L. W., T. N. Adji, A. J. Pitoyo dan A. Suyanto. 2018. Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) Kabupaten Banggai Kepulauan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hal: 288-290.
- Sari, S. H. J., J. F. A. Kirana dan Guntur. 2017. Analisis Kandungan Logam Berat Hg dan Cu Terlarut di Perairan Pesisir Wonorejo, Pantai Timur Surabaya. *Jurnal Pendidikan Geografi*. **22** (1): 1-9.
- Sarkar Santosh Kumar. 2018. Trace Metals in a Tropical Mangrove Wetland. Springer. Singapore.

- Sembel, D. T dan B. Agr.Sc. 2015. Toksikologi Lingkungan. ANDI.Yogyakarta.Hal 137.
- Setiawan Heru. 2014. Pencemaran Logam Berat di Perairan Pesisir Kota Makassar dan Upaya Penanggulannya.*Info Teknis EBONI*.11 (1): 1-13.
- Setiawan, H dan E. Subiandono.2015. Kosentrasi Logam Berat pada Air dan Sedimen di Perairan Pesisir Provinsi Sulawesi Selatan.*Forest Rehabilitation Journal*.3 (1): 67-79.
- Shahid, S. A., M. A. Abdelfattah and F. K. Taha. 2013. Developments in Soil Salinity Assesment and Reclamation: Innovative Thinking and Use of Marginal Soil and Water Resources in Irrigated Agriculture. Springer. New York. 570 pp.
- Shammas, N. K., J. P. Chen, L. K. Wang, Mu-Hao. S. Wang and Yung-Tse Hung. 2016. Remediation of Heavy Metals in Environment.CRC Press. Florida.
- Siburian.R dan H. John.2016. Konservasi Mangrove dan Kesejahteraan Masyarakat.Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta. Hal: 1-2.
- Simon-Hettich, B. 2001.Ecototoxicology Properties of Liquid-Crystal Compounds.*J Soc Inf Dsp*. 9 (4): 307.
- Siregar Y. I., 2009. Ekotoksikologi Ekosistem Akuatik. Minamandiri Press. Pekanbaru.
- _____ dan J. Edaward. 2010. Faktor Konsentrasi Pb, Cd, Cu, Ni, Zn dalam Sedimen Perairan Pesisir Kota Dumai. *Maspri Journal*. 1 : 1-10.
- Sirois Margi. 2018. Laboratory Procedures fo Veterinary Technicians. Elsevier. St. Louis. 13 pp.
- Sukandarrumidi. 2018. Batubara dan Pemanfaatannya: Pengantar Teknologi Batubara Menuju Lingkungan Bersih. Gajah Mada University Press.Yogyakarta.Hal 234.
- Sumardjo Damin. 2009. Pengantar Kimia: Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata 1 Fakultas Bioeksakta. Kedokteran EGC. Jakarta. Hal 631.
- Supriharyono. 2000. Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis. Gramedia. Jakarta. Hal 40.
- Suprihatin, I. E., M. Manurung dan D. Mayangsari.2014. Logam Kromium (Cr) dan Seng (Zn) dalam Akar, Batang dan Daun Tumbuhan Mangrove *Rhizophora apiculata* di Muara Sungai Badung.*Jurnal Kimia*. 8 (2): 178-182.

- Supriyantini, E., R. A. T. Nuraini dan C. P. Dewi. 2017. Daya Serap Mangrove *Rhizophora sp.* Terhadap Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan Mangrove Park, Pekalongan. *Jurnal Kelautan Tropis*. **20** (1): 16-24.
- _____, S. Sedjati dan Z. Nurfadhli. 2016. Akumulasi Logam Berat Zn (Seng) pada Lamun *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii* di Pantai Perairan Kartini Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*. **5** (1): 14-20.
- Susanti, R., D. Mustikaningtyas dan F. A. Sasi. 2014. Analisis Kadar Logam Berat pada Sungai di Jawa Tengah. *Jurnal Sains dan Teknologi*. **12** (1): 35-40.
- Susantoro, T. M., D. Sunarjanto dan A. Andayani. 2015. Distribusi Logam Berat pada Sedimen di Perairan Muara dan Laut Provinsi Jambi. *Jurnal Kelautan Nasional*. **10** (1): 1-11.
- T. M. Kariada dan A. Irsadi. 2014. Peranan Mangrove sebagai Biofilter Pencemaran Air Wilayah Tambak Bandeng Tapak, Semarang. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. **21** (2): 188-194.
- Tomlinson, P. B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press. Cambridge. 25 pp.
- Tsibangu, M.I., V.I. Nsahlai, M.H. Kiatoko, and J.L. Hornick. 2014. Heavy metals Concentration in *Adenodolichos rhomboideus* (O. Hoffm.) Harms Forage Growing on Tining tailings in South East of Democratic Republic of Congo: Influence of Washing, pH and Soil Concentrations. *Int J. Cur. Res. Biosci. Plant Biol*. **1**: 16-27.
- Umar Hussein. 2003. *Metode Riset Bisnis: Panduan Mahasiswa untuk Melaksanakan Riset Dilengkapi Contoh Proposal dan Hasil Riset Bidang Manajemen dan Akuntansi*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hal 44.
- Vogel. 1985. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Edisi kelima. Bagian I. PT Kalman Pustaka : Jakarta.
- Wahikun. 2016. *Radioaktivitas pada Perairan Pesisir Cilacap*. Depublish. Yogyakarta. Hal 38.
- Wardani, D. A. K., N. K. Dewi dan N. R. Utami. 2014. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Unnes Journal of Life Science*. **3** (1): 1-8.
- Wulandari, T., R. Budihastutui dan E. D. Hastuti. 2018. Kemampuan Akumulasi Timbal (Pb) pada Akar Mangrove Jenis *Avicennia marina* (Forsk.) dan *Rhizophora mucronata* (Lamk.) di Lahan Tambak Mangunharjo Semarang. *Jurnal Biologi*. **7** (1): 89-96.
- Zakiyah, D. M., A. Subagiyo dan W. P. Wijayanti. 2017. *Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. UB Press. Malang. Hal 1.

LAMPIRAN

Lampiran 1.Lokasi Penelitian



Gambar 13. Lokasi Penelitian (Data Primer, 2019)

Lampiran 2. Variabel Penelitian

Tabel 4. Variabel Penelitian

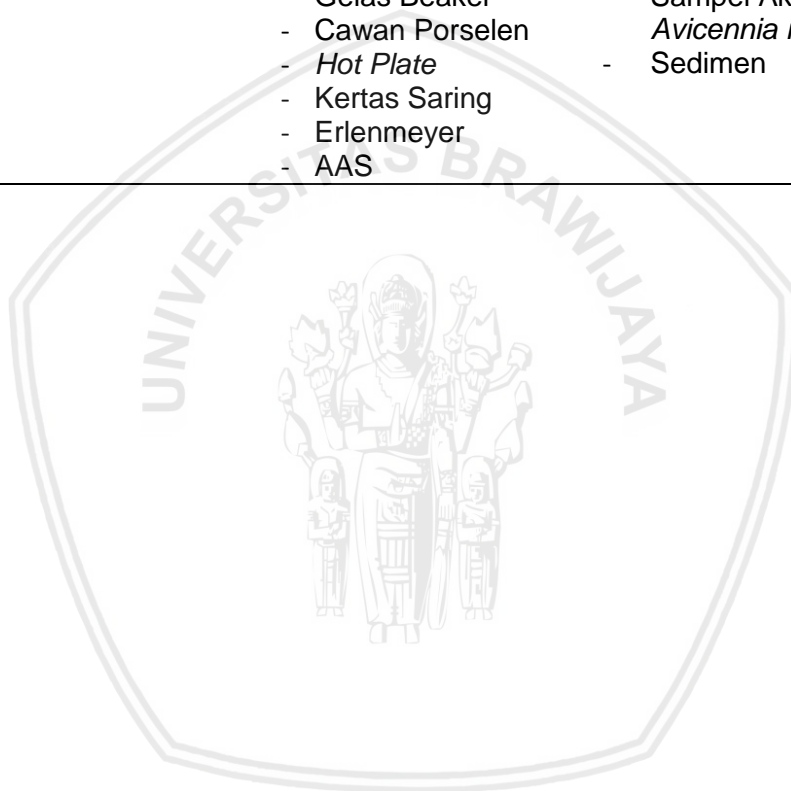
Input	Parameter	Variabel	Jenis Data	Sumber Data
Kualitas Air pada Setiap Stasiun	Fisika	Suhu	Primer	Pengukuran langsung di lapangan
	Kimia	pH Salinitas		
Sedimen Sekitar Mangrove	Logam Berat	Zn	Primer	Pengukuran langsung di lapangan dan dianalisis di laboratorium
Tanaman Mangrove (Akar dan Daun)	Logam Berat	Zn	Primer	Pengukuran langsung di lapangan dan dianalisis di laboratorium



Lampiran 3. Alat dan Bahan Penelitian

Tabel 5. Alat dan Bahan Penelitian

No.	Parameter	Variabel	Alat	Bahan
1.	Fisika	Suhu	Termometer Hg	Air Sampel
		Salinitas	Refraktometer	Air Sampel
		pH air	pH meter	Air Sampel
2.	Kimia	Zn	- Oven	- Larutan Zn ²⁺
			- <i>Furnance</i> (tanur)	- Larutan HCO
			- Timbangan Analitik	- Larutan HCl
			- Wadah Sampel	- Akuades
			- Labu Takar	- Sampel Air Laut
			- Gelas Beaker	- Sampel Akar dan Daun <i>Avicennia marina</i>
			- Cawan Porselen	- Sedimen
			- <i>Hot Plate</i>	
			- Kertas Saring	
			- Erlenmeyer	
	- AAS			



Lampiran 4. Data Hasil Penelitian

a. Konsentrasi Logam Berat Zn

UNIVERSITAS ISLAM MALANG
(UNISMA)
LABORATORIUM HALAL CENTER

Jalan Mayjend Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144 Indonesia Telp. 0341 551932 ext 164 Faks. 0341 552249 E-mail: halalcenter@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

SURAT KETERANGAN
No: 023/L.31/U.II/HC/2019

1. Data Konsumen

Nama Pemilik Sampel	: Vanity Kurnia B
Nama Sampel	: Akar, Daun, dan Sedimen
Alamat	: Perum Pondok Alam Sigura-gura Malang
Keperluan Analisa	: Uji Logam Berat Zn
Tanggal Terima Sampel	: 13 Februari 2019
Tanggal Hasil Analisa	: 28 Februari 2019

2. Data Hasil Analisa (Terlampir)

Catatan :

1. Hasil analisa ini hanya berlaku satu kali uji
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Malang, 28 Februari 2019
Mengetahui,
Ketua Laboratorium Halal Center


Dr. Nour Ahiron AS, S.Si., M.Kes
NIP. 196907172005012001

Gambar 14. Surat Keterangan Hasil Uji Konsentrasi Zn



**UNIVERSITAS ISLAM MALANG
(UNISMA)
LABORATORIUM HALAL CENTER**

Jalan Mayjend Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144 Indonesia Telp. 0341 551932 ext 164 Faks. 0341 552249 E-mail: halalcenter@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

Hasil Uji AAS untuk Logam Berat Zn

Sample masuk : 13 Feb 2019

Hasil Keluar : 28 Feb 2019

Pemilik Sampel : Vanity

No	Nama	Conc. (ppm)	Abs.	Actual conc (ppm)
1	St 1 (SD 1)	0,2141	0,0014	0,2141
2	St 1 (SD 1)	0,1989	0,0011	0,1989
3	St 1 (SD 1)	0,2001	0,001	0,2001
4	St 1 (SD 2)	0,2101	0,0009	0,2101
5	St 1 (SD 2)	0,2014	0,001	0,2014
6	St 1 (SD 2)	0,2111	0,0008	0,2111
7	St 1 (SD 3)	0,1978	0,0007	0,1978
8	St 1 (SD 3)	0,177	0,0009	0,177
9	St 1 (SD 3)	0,1952	0,0009	0,1952
10	St 2 (SD 1)	0,1786	0,0009	0,1786
11	St 2 (SD 1)	0,1788	0,0008	0,1788
12	St 2 (SD 1)	0,187	0,0007	0,187
13	St 2 (SD 2)	0,1987	0,001	0,1987
14	St 2 (SD 2)	0,1994	0,0011	0,1994
15	St 2 (SD 2)	0,1937	0,0009	0,1937
16	St 2 (SD 3)	0,1876	0,0011	0,1876
17	St 2 (SD 3)	0,1833	0,0009	0,1833
18	St 2 (SD 3)	0,1872	0,0012	0,1872
19	St 3 (SD 1)	0,1964	0,0009	0,1964
20	St 3 (SD 1)	0,1938	0,0008	0,1938
21	St 3 (SD 1)	0,1919	0,0008	0,1919
22	St 3 (SD 2)	0,1867	0,0011	0,1867
23	St 3 (SD 2)	0,1831	0,0012	0,1831
24	St 3 (SD 2)	0,1829	0,0009	0,1829
25	St 3 (SD 3)	0,1983	0,0007	0,1983
26	St 3 (SD 3)	0,1911	0,0009	0,1911
27	St 3 (SD 3)	0,1925	0,0008	0,1925

Gambar 15. Hasil Uji Konsentrasi Zn pada Sedimen



**UNIVERSITAS ISLAM MALANG
(UNISMA)
LABORATORIUM HALAL CENTER**

Jalan Mayjend Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144 Indonesia Telp. 0341 551932 ext 164 Faks. 0341 552249 E-mail: halalcenter@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

Hasil Uji AAS untuk Logam Berat Zn

Sample masuk : 13 Feb 2019

Hasil Keluar : 28 Feb 2019

Pemilik Sampel : Vanity

No	Nama	Conc. (ppm)	Abs.	Actual conc (ppm)
1	St 1 (Akar 1)	0,1217	0,0014	0,1217
2	St 1 (Akar 1)	0,1211	0,0012	0,1211
3	St 1 (Akar 1)	0,1207	0,0017	0,1207
4	St 1 (Akar 2)	0,1121	0,002	0,1121
5	St 1 (Akar 2)	0,1174	0,0021	0,1174
6	St 1 (Akar 2)	0,1144	0,0022	0,1144
7	St 1 (Akar 3)	0,1176	0,0011	0,1176
8	St 1 (Akar 3)	0,1009	0,0012	0,1009
9	St 1 (Akar 3)	0,1032	0,0013	0,1032
10	St 2 (Akar 1)	0,0997	0,0021	0,0997
11	St 2 (Akar 1)	0,0988	0,0022	0,0988
12	St 2 (Akar 1)	0,0983	0,0021	0,0983
13	St 2 (Akar 2)	0,1043	0,0016	0,1043
14	St 2 (Akar 2)	0,1074	0,0017	0,1074
15	St 2 (Akar 2)	0,1093	0,0018	0,1093
16	St 2 (Akar 3)	0,0983	0,0024	0,0983
17	St 2 (Akar 3)	0,0999	0,0021	0,0999
18	St 2 (Akar 3)	0,0974	0,0022	0,0974
19	St 3 (Akar 1)	0,1143	0,0019	0,1143
20	St 3 (Akar 1)	0,0993	0,0018	0,0993
21	St 3 (Akar 1)	0,1041	0,0019	0,1041
22	St 3 (Akar 2)	0,1178	0,0023	0,1178
23	St 3 (Akar 2)	0,1193	0,0022	0,1193
24	St 3 (Akar 2)	0,1127	0,0022	0,1127
25	St 3 (Akar 3)	0,0984	0,0024	0,0984
26	St 3 (Akar 3)	0,1002	0,0021	0,1002
27	St 3 (Akar 3)	0,099	0,0022	0,099

Gambar 16. Hasil Uji Konsentrasi Zn pada Akar *Avicennia marina*



**UNIVERSITAS ISLAM MALANG
(UNISMA)
LABORATORIUM HALAL CENTER**

Jalan Mayjend Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144 Indonesia Telp. 0341 551932 ext 164 Faks. 0341 552249 E-mail: halalcenter@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

Hasil Uji AAS untuk Logam Berat Zn

Sample masuk : 13 Feb 2019

Hasil Keluar : 28 Feb 2019

Pemilik Sampel : Vanity

No	Nama	Conc. (ppm)	Abs.	Actual conc (ppm)
1	St 1 (Daun 1)	0,0481	0,0022	0,0481
2	St 1 (Daun 1)	0,0455	0,0021	0,0455
3	St 1 (Daun 1)	0,0437	0,0023	0,0437
4	St 1 (Daun 2)	0,0512	0,0017	0,0512
5	St 1 (Daun 2)	0,0524	0,0019	0,0524
6	St 1 (Daun 2)	0,0532	0,0021	0,0532
7	St 1 (Daun 3)	0,0484	0,0019	0,0484
8	St 1 (Daun 3)	0,0449	0,0017	0,0449
9	St 1 (Daun 3)	0,0461	0,0016	0,0461
10	St 2 (Daun 1)	0,0346	0,0022	0,0346
11	St 2 (Daun 1)	0,0322	0,0024	0,0322
12	St 2 (Daun 1)	0,0334	0,0025	0,0334
13	St 2 (Daun 2)	0,0319	0,0016	0,0319
14	St 2 (Daun 2)	0,0322	0,0017	0,0322
15	St 2 (Daun 2)	0,0331	0,0013	0,0331
16	St 2 (Daun 3)	0,0284	0,0021	0,0284
17	St 2 (Daun 3)	0,0245	0,0024	0,0245
18	St 2 (Daun 3)	0,0276	0,0021	0,0276
19	St 3 (Daun 1)	0,0311	0,0023	0,0311
20	St 3 (Daun 1)	0,0324	0,0024	0,0324
21	St 3 (Daun 1)	0,0342	0,0022	0,0342
22	St 3 (Daun 2)	0,0415	0,0009	0,0415
23	St 3 (Daun 2)	0,0423	0,0011	0,0423
24	St 3 (Daun 2)	0,0437	0,0012	0,0437
25	St 3 (Daun 3)	0,0576	0,0014	0,0576
26	St 3 (Daun 3)	0,0557	0,0011	0,0557
27	St 3 (Daun 3)	0,0567	0,0013	0,0567

Gambar 17. Hasil Uji Konsentrasi Zn pada Daun *Avicennia marina*

b. Data Hasil Penelitian Suhu

Tabel 6. Data Hasil Penelitian Suhu

No.	Stasiun	Nilai Suhu (°C)
1.	1	29
2.	2	28,9
3.	3	29

c. Data Hasil Penelitian pH

Tabel 7. Data Hasil Penelitian pH

No.	Stasiun	Nilai pH
1.	1	7,73
2.	2	7,95
3.	3	8,18

d. Data Hasil Penelitian Salinitas

Tabel 8. Data Hasil Penelitian Salinitas

No.	Stasiun	Nilai Salinitas (ppt)
1.	1	1
2.	2	2
3.	3	3

Lampiran 5.Perhitungan BCF dan TF

- Stasiun 1

1. BCF Akar

$$BCF \text{ Akar} = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Akar}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen}}$$

$$BCF \text{ Akar} = \frac{0,11434}{0,20063}$$

$$BCF \text{ Akar} = 0,56$$

2. BCF Daun

$$BCF \text{ Daun} = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Daun}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen}}$$

$$BCF \text{ Daun} = \frac{0,04817}{0,20063}$$

$$BCF \text{ Daun} = 0,24$$

3. TF Daun

$$TF = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Daun}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Akar}}$$

$$TF = \frac{0,04817}{0,11434}$$

$$TF = 0,43$$

- Stasiun 2

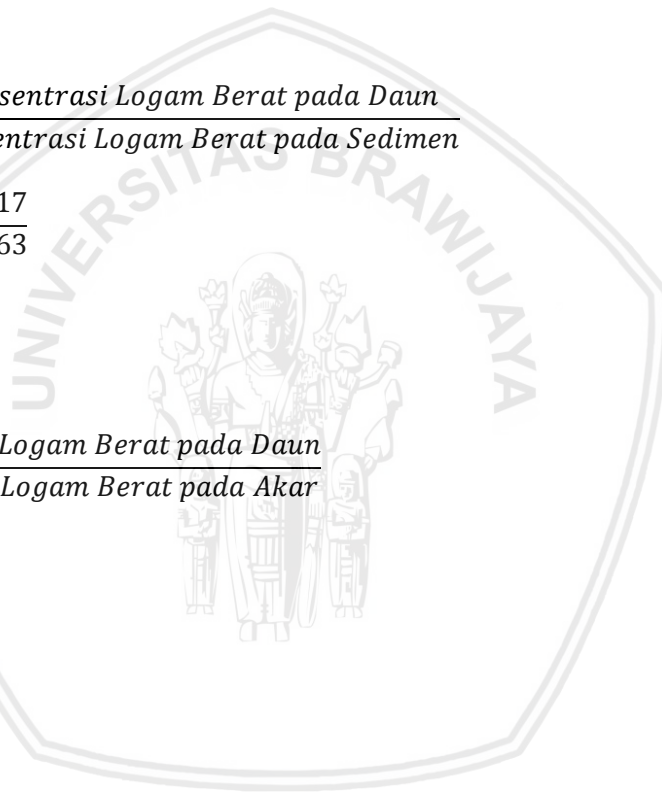
1. BCF Akar

$$BCF \text{ Akar} = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Akar}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen}}$$

$$BCF \text{ Akar} = \frac{0,29859}{0,18826}$$

$$BCF \text{ Akar} = 0,53$$

2. BCF Daun



$$BCF \text{ Daun} = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Daun}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen}}$$

$$BCF \text{ Daun} = \frac{0,03088}{0,18826}$$

$$BCF \text{ Daun} = 0,14$$

3. TF Daun

$$TF = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Daun}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Akar}}$$

$$TF = \frac{0,03088}{0,29859}$$

$$TF = 0,27$$

• Stasiun 3

1. BCF Akar

$$BCF \text{ Akar} = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Akar}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen}}$$

$$BCF \text{ Akar} = \frac{0,10723}{0,19074}$$

$$BCF \text{ Akar} = 0,51$$

2. BCF Daun

$$BCF \text{ Daun} = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Daun}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen}}$$

$$BCF \text{ Daun} = \frac{0,04391}{0,19074}$$

$$BCF \text{ Daun} = 0,29$$


3. TF Daun




$$TF = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Daun}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Akar}}$$

$$TF = \frac{0,04391}{0,10723} = 0,57$$

Lampiran 6. Dokumentasi

Tabel 9. Dokumentasi Penelitian

No.	Gambar	Keterangan
1.		Pengukuran Salinitas
2.		Pengukuran pH
3.		Pengukuran Suhu
4.		Pengukuran Pohon untuk Pengambilan Sampel Akar dan Daun <i>Avicennia marina</i>

No.	Gambar	Keterangan
5.		<p>Pengambilan Sampel Sedimen di Sekitar Mangrove <i>Avicennia marina</i></p>
6.		<p>Proses Pengambilan Sampel Daun <i>Avicennia marina</i></p>
7.		<p>Sampel Sedimen yang di simpan pada <i>Freezer</i> Sebelum di analisis</p>