

**ANALISIS LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA SEDIMEN DAN AKAR
Avicennia marina DI DESA PANGKAH WETAN KECAMATAN
UJUNGPANGKAH KABUPATEN GRESIK JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh:

**FAIRUZ HABIBIE ROMADHONY
NIM. 155080107111033**



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

**ANALISIS LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA SEDIMEN DAN AKAR
Avicennia marina DI DESA PANGKAH WETAN KECAMATAN
UJUNGPANGKAH KABUPATEN GRESIK JAWA TIMUR**

SKRIPSI

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

Oleh :

FAIRUZ HABIBIE ROMADHONY

NIM. 155080107111033



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

SKRIPSI

ANALISIS LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA SEDIMEN DAN AKAR
Avicennia marina DI DESA PANGKAH WETAN KECAMATAN
UJUNGPAKKAH KABUPATEN GRESIK JAWA TIMUR

Oleh :

FAIRUZ HABIBIE ROMADHONY
NIM. 155080107111033

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 4 Juli 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP



(Dr. Ir. M. Firdaus, MP)

NIP. 19680919 200501 1 001
TANGGAL : 16 JUL 2019

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



(Dr. Ir. Mulyanto, M.Si)

NIP. 119600317 198602 1 001
TANGGAL : 16 JUL 2019



LEMBAR IDENTITAS PENGUJI

Judul : **ANALISIS LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA
SEDIMEN DAN AKAR *Avicennia marina* DI DESA
PANGKAH WETAN KECAMATAN UJUNGPAKKAH
KABUPATEN GRESIK JAWA TIMUR**

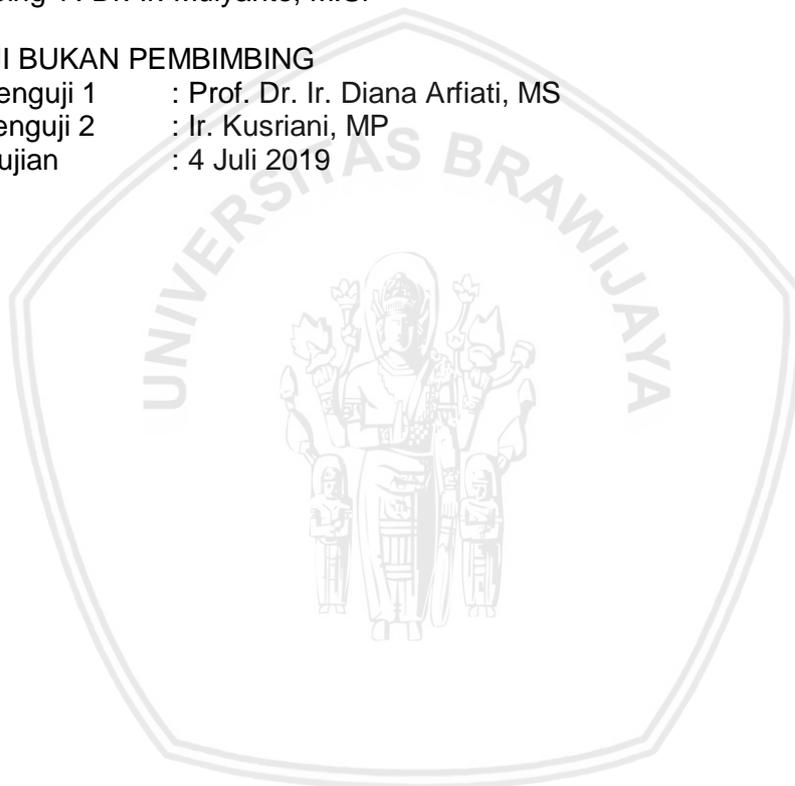
Nama Mahasiswa : FAIRUZ HABIBIE ROMADHONY
Nim : 155080107111033
Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Mulyanto, M.Si

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS
Dosen penguji 2 : Ir. Kusriani, MP
Tanggal ujian : 4 Juli 2019



PERNYATAAN ORISINALITAS

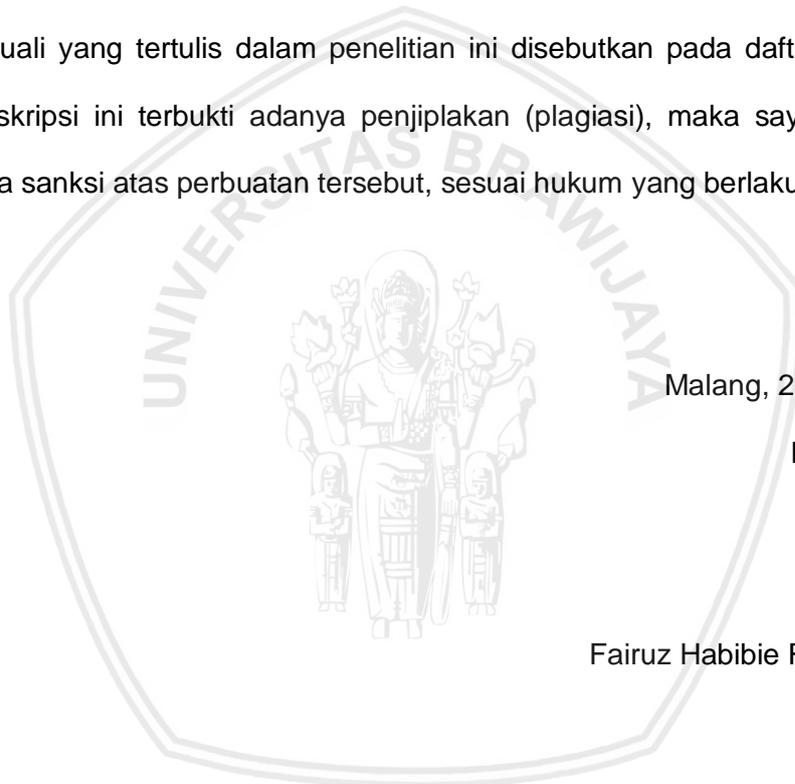
Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fairuz Habibie Romadhony

Nim : 155080107111033

Program studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri, yang dibimbing oleh dosen pembimbing bapak Dr. Ir. Mulyanto, M.Si kecuali yang tertulis dalam penelitian ini disebutkan pada daftar pustaka. Apabila skripsi ini terbukti adanya penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku.



Malang, 28 Juni 2019

Mahasiswa,

Fairuz Habibie Romadhony

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah berkehendak atas segala kelancaran dan kemudahan yang diberikan dalam penyelesaian laporan Skripsi ini.
2. Bapak Attakhiyat, Ibu Suwartini, Mas Yoppy Vergiawan dan semua keluarga penulis yang telah memberikan doa, dukungan dan materi sehingga laporan Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Dr. Ir. Mulyanto, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, petunjuk dan pengarahan dalam proses skripsi sehingga selesai dengan baik.
4. Bapak Nul selaku kepala nelayan Desa Pangkah Wetan yang telah banyak membantu penulis dalam memberikan informasi.
5. Aulia Mayang, Desiana Tri, Dian Hakiky dan Rizqi Nur selaku teman yang sudah membantu pada saat pengambilan sampel di lapang.
6. Windah Wulandari, M. Robby Mulyanto, Berlyna Ariadne, Leny Muchlisin, Yuni Dwi Lestari dan lainnya selaku teman yang telah membantu dan memberi dukungan dalam proses skripsi.
7. Ghalvano, Fatchul Alam, Wahid Rahmaan, Alfath Tawakkal, Ferbi Dwitya, Rakhmat Safri, Khusnul Ikhsan, Rica Dyah, Maurizka K, Shierly Raghvir dan Aulia Wibowo selaku teman dekat yang selalu membantu untuk mengerjakan skripsi.
8. Keluarga besar MSP FPIK UB 2015 Aquatic Solid, yang senantiasa menemani dan membantu dalam proses skripsi.

RINGKASAN

Fairuz Habibie. Analisis Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen dan Akar *Avicennia marina* di Desa Pangkah Wetan Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik Jawa Timur (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Mulyanto, M.Si**)

Pencemaran logam berat merupakan salah satu masalah yang sering terjadi di perairan pesisir. Wilayah pesisir merupakan daerah perikanan yang sangat penting karena potensial untuk perikanan budidaya dan tangkap. Oleh sebab itu perlu mendapat perhatian karena banyaknya bahan berbahaya seperti logam berat yang dibuang ke sungai akan bermuara ke laut. Bahan pencemar logam berat yang berasal dari kegiatan industri, transportasi, pertambangan dan pertanian yang masuk ke perairan dapat mempengaruhi kualitas lingkungan perairan sehingga dapat mengakibatkan terganggunya ekosistem alami wilayah tersebut. Mangrove memiliki kemampuan untuk menyerap bahan organik dan anorganik dari lingkungan sekitarnya ke dalam tubuhnya melalui membran sel. Vegetasi mangrove ini dapat menyerap logam berat yang terdapat pada sedimen maupun kolom air melalui akar-akarnya. Salah satu jenis mangrove yang memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat yaitu mangrove *Avicennia marina*. Salah satu limbah logam berat yang dapat mempengaruhi lingkungan perairan yaitu Pb. Logam berat Pb di alam dapat berupa mineral yang masih berbentuk senyawa yang dapat lapuk dan masuk ke perairan. Selain itu, Pb juga dapat bersumber dari aktivitas manusia seperti aktivitas pengecatan perahu dan limbah industri. Logam berat Pb memiliki bentuk Pb total pada air, sedangkan pada sedimen berbentuk ion karena mengikat bahan organik dan mengendap. Pb berbentuk ion ini bersifat toksik. Konsentrasi Pb di perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu pH. Apabila pH di air tinggi (basa) maka Pb di sedimen juga akan tinggi. Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi konsentrasi Pb di perairan yaitu salinitas. Apabila salinitas di air tinggi, maka di sedimen juga akan tinggi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan logam berat Pb pada akar dan sedimen serta untuk menganalisis kemampuan mangrove *Avicennia marina* dalam menyerap logam berat Pb. Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Mangrove Desa Pangkah Wetan Kabupaten Gresik. Penelitian ini dilakukan di 6 titik sampling. Hasil pengukuran kandungan logam berat Pb pada akar yaitu sekitar 0,0301– 0,0611 mg/l dimana kandungan tertinggi pada akar *Avicennia marina* terdapat pada titik sampling 1 sedangkan kandungan logam berat Pb pada akar terendah pada titik sampling 6. Kandungan logam berat Pb pada sedimen yaitu sekitar 0,1717 – 0,2102 mg/l dimana kandungan logam berat tertinggi terdapat pada titik sampling 2, sedangkan kandungan logam berat Pb terendah pada sedimen yaitu pada titik sampling 5 .

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini yaitu tingkat pencemaran logam berat Pb pada Desa Pangkah Wetan masih tergolong rendah dengan hasil yaitu kurang 1 mg/l pada sedimen maupun akar. Selain itu *Avicennia marina* pada Desa Pangkah Wetan memiliki kemampuan yang rendah dalam menyerap logam berat karena nilai biokonsentrasi yang kurang dari 1. Saran yang dapat diberikan yaitu diperlukan adanya pengawasan lebih lanjut dari pihak terkait yang berhubungan dengan aktivitas pembuangan limbah dan diperlukan adanya penyuluhan kepada masyarakat agar tetap melindungi vegetasi mangrove karena mangrove dapat menjadi akumulator pencemaran logam berat yang ada di dalam perairan khususnya pada wilayah pesisir.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan Rahmat, Taufik serta Hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen dan Akar *Avicennia marina* di Desa Pangkah Wetan Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik Jawa Timur”. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Ir. Mulyanto M.Si selaku dosen pembimbing dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan proposal ini.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan dalam penyusunan laporan kedepannya sehingga tujuan ini dapat bermanfaat bagi kita semua, demikian penulis sampaikan terimakasih.

Malang, 28 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR IDENTITAS PENGUJI	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
RINGKASAN.....	vii
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 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Kegunaan	4
1.5 Tempat dan Waktu	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Logam Berat	5
2.1.1 Logam Berat Timbal (Pb) di Alam	6
2.1.2 Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan dan Sedimen	8
2.2 Mekanisme Penyerapan Logam Berat pada Tumbuhan	8
2.3 Pengertian dan Fungsi Mangrove	9
2.4 Mangrove <i>Avicennia marina</i>	10
2.5 Salinitas.....	13



3. METODE PENELITIAN	14
3.1 Materi Penelitian	14
3.2 Metode Penelitian	14
3.3 Alat dan Bahan	14
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.5 Prosedur Penelitian	15
3.5.1 Penentuan Titik Sampling	15
3.5.2 Pengambilan Sampel	16
3.5.3 Pengukuran Logam Berat pada Sedimen	16
3.5.3 Pengukuran Logam Berat pada Sampel Akar	17
3.5.4 Salinitas	18
3.6 Analisa Data	18
3.7 Analisa Statistik	19
4 HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian	23
4.2 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel	24
4.3 Konsentrasi Logam Berat Pb	28
4.3.1 Konsentrasi Logam Berat Pb pada Akar <i>Avicennia marina</i>	28
4.3.2 Konsentrasi Logam Berat Pb pada Sedimen	30
4.4 Hasil Salinitas	32
4.5 Hasil Faktor Biokonsentrasi	34
5 PENUTUP	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	41

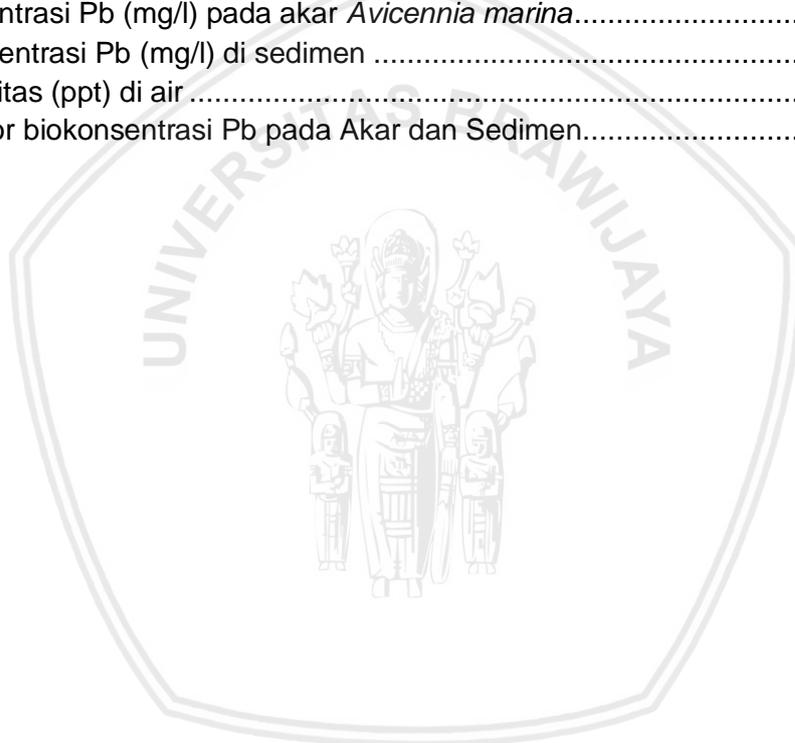
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat dan Bahan	15
2. ANOVA	19



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pohon mangrove <i>Avicennia marina</i>	11
2. Akar napas <i>Avicennia marina</i>	12
3. Lokasi Pengambilan Sampel 1. Muara.....	24
4. Lokasi Pengambilan Sampel 2. Wisata Mangrove	25
5. Lokasi Pengambilan Sampel 3. Tengah Tambak	25
6. Lokasi Pengambilan Sampel 4. Sungai bagian tengah	26
7. Lokasi Pengambilan Sampel 2. Tepi tambak	27
8. Lokasi Pengambilan Sampel 6. Area Pemukiman.....	28
9. Konsentrasi Pb (mg/l) pada akar <i>Avicennia marina</i>	29
10. Konsentrasi Pb (mg/l) di sedimen	31
11. Salinitas (ppt) di air	32
12. Faktor biokonsentrasi Pb pada Akar dan Sedimen.....	34



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lokasi Pengambilan Titik Sampling	41
2. Perhitungan Faktor Biokonsentrasi	42
3. Hasil Uji Statistik	43
4. Data Hasil Analisis Laboratorium	47
5. Dokumentasi.....	48



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran laut adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan/atau fungsinya (PP No. 19 Tahun 1999). Pencemaran logam berat merupakan salah satu masalah yang sering terjadi di perairan pesisir. Wilayah pesisir merupakan daerah perikanan yang sangat penting karena potensial untuk perikanan budidaya dan tangkap. Oleh sebab itu perlu mendapat perhatian karena banyaknya bahan berbahaya seperti logam berat yang dibuang ke sungai akan bermuara ke laut. Bahan pencemar logam berat yang berasal dari kegiatan industri, transportasi, pertambangan dan pertanian yang masuk ke perairan dapat mempengaruhi kualitas lingkungan perairan sehingga dapat mengakibatkan terganggunya ekosistem alami wilayah tersebut (Yennie dan Murtini, 2005).

Menurut Said (2019), limbah yang dikeluarkan oleh industri biasanya mengandung logam berat seperti Pb, Zn, Cd dan Cu. Logam berat ini karena bersifat racun, oleh karena itu apabila masuk ke perairan dapat membahayakan habitat di dalamnya. Menurut Palar (1994 *dalam* Triadyani *et al.* 2010), Pb merupakan salah satu jenis logam berat yang dapat menyebabkan pencemaran di perairan. Suatu perairan yang telah tercemar oleh Pb akan berdampak pada organisme yang hidup di perairan tersebut. Logam berat Pb dapat masuk ke dalam tubuh organisme yaitu melalui difusi, rantai makanan dan insang. Logam

berat tersebut nantinya akan terakumulasi di dalam jaringan dan dapat merusak organ dalam jaringan tubuh.

Vegetasi mangrove yang banyak tumbuh di wilayah perairan pesisir dan di muara-muara sungai merupakan tempat penampungan terakhir bagi limbah-limbah yang terbawa oleh aliran sungai, baik limbah rumah tangga maupun limbah industri. Keberadaan ekosistem mangrove di kawasan perairan pesisir menjadi sangat penting karena vegetasi mangrove mempunyai kemampuan mengakumulasi logam berat dan membantu mengurangi tingkat konsentrasi bahan pencemar di air (Arisandi, 2005). Supriyantini dan Soenardjo (2015) menyatakan bahwa, mangrove memiliki kemampuan untuk menyerap bahan organik dan anorganik dari lingkungan sekitarnya ke dalam tubuhnya melalui membran sel. Proses ini merupakan adaptasi mangrove terhadap kondisi lingkungan yang cukup ekstrim. Vegetasi mangrove ini dapat menyerap logam berat yang terdapat pada sedimen maupun kolom air melalui akar-akarnya. Salah satu jenis mangrove yang memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat yaitu mangrove *Avicennia marina*. Menurut Naibaho *et al.* (2015), *Avicennia marina* dapat digunakan sebagai bioakumulator lingkungan yang tercemar oleh adanya logam berat terutama timbal Pb, Cu dan Zn.

Adanya aktivitas pelabuhan dan industri yang berada pada pesisir utara Kabupaten Gresik dapat menyebabkan pencemaran logam Pb di perairan. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian mengenai analisis logam berat Pb pada akar *Avicennia marina* dan sedimen pada kawasan mangrove Desa Pangkah Wetan, Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik.

1.2 Rumusan Masalah

Desa Pangkah Wetan merupakan kawasan yang terletak di sisi utara Kecamatan Ujungpangkah. Desa Pangkah Wetan dilalui oleh Sungai Bengawan

Solo dan banyak ditumbuhi oleh mangrove. Salah satu spesiesnya adalah *Avicennia marina*. Keberadaan *Avicennia marina* mudah ditemukan karena terdapat di sepanjang tepi Sungai Bengawan Solo hingga. Disebabkan keberadaan *Avicennia marina* yang mudah dijumpai ini membuat peneliti ingin mengetahui tentang kadar logam timbal (Pb) pada akar *Avicennia marina* dan juga di sedimen. Logam berat Pb dipilih karena pada penelitian sebelumnya dilain desa di Kecamatan Ujungpangkah didapatkan hasil bahwa pada sedimen dan kerang hijau terdapat logam berat Pb.

Berdasarkan uraian di atas dapat diambil rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana kandungan logam berat Pb pada akar di kawasan mangrove Desa Pangkah Wetan Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik?
2. Bagaimana kemampuan *Avicennia marina* dalam mengakumulasi logam berat di Kawasan mangrove Desa Pangkah Wetan Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan diatas, maka tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis kandungan logam berat Pb pada akar *Avicennia marina* dan sedimen di Kawasan mangrove Desa Pangkah Wetan Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik.
2. Untuk menganalisis kemampuan *Avicennia marina* dalam mengakumulasi logam berat Pb di Kawasan mangrove Desa Pangkah Wetan Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik.

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian tentang analisis logam berat timbal pada akar dan sedimen mangrove *Avicennia marina* yang diperoleh yaitu:

1. Sebagai informasi mengenai kandungan logam berat timbal yang terdapat pada sedimen dan akar mangrove *Avicennia marina*.
2. Memberikan informasi bagi kalangan pihak terkait dan masyarakat untuk pengelolaan sumberdaya perairan di wilayah pesisir Desa Pangkah Wetan Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik dengan tepat guna, serta bermanfaat bagi penelitian selanjutnya terkait dengan analisis logam berat Pb.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di kawasan mangrove Desa Pangkah Wetan, Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik. Pengujian kadar logam berat timbal (Pb) pada akar *Avicennia marina* dan sedimen dilakukan di Laboratorium Halal Center, Universitas Islam Malang. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2019. Lokasi penelitian dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

Menurut Sukandarrumudi *et al.* (2018), logam dikelompokkan menjadi dua, yaitu logam ringan dan logam berat. Logam ringan adalah logam yang mempunyai berat jenis kurang dari 5g/cm^3 , sedangkan logam berat adalah logam yang mempunyai berat jenis lebih dari 5g/cm^3 . Menurut Sembel (2015), logam berbeda dengan senyawa beracun lainnya karena logam tidak dapat mensintesis atau dihancurkan dan dimusnahkan dalam tubuh manusia. Logam yang masuk ke dalam tubuh manusia dapat melalui beberapa media seperti udara yang kita hirup, air minum, makanan yang dikonsumsi serta melalui proses penguraian senyawa yang mengandung logam. Menurut Yulianto *et al.* (2006), logam berat dibedakan menjadi dua sesuai fungsinya yaitu logam berat esensial dan logam berat non esensial. Logam berat esensial merupakan logam berat yang dibutuhkan keberadaannya dan dapat dimanfaatkan oleh organisme namun dalam jumlah yang kecil. Logam berat esensial ini berguna untuk memacu aktivitas enzim selama proses metabolisme. Jenis dari logam berat esensial yaitu Fe, Zn, Cu, Sn, Se, Mn dan Mo. Logam berat esensial dapat bersifat racun apabila kadarnya diambang batas. Logam berat non esensial yaitu logam berat yang keberadaannya di dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya. Jenis dari logam berat non esensial yaitu seperti Cr, Pb, Cd dan Hg.

Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya adalah karena sifatnya yang tidak dapat dihancurkan (*nondegradable*) oleh organisme hidup yang ada di lingkungan. Akibatnya, logam-logam tersebut terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi (Agustina, 2014). Menurut Maslukah (2007), Peningkatan kadar logam berat

dalam air biasanya terjadi karena masuknya limbah yang mengandung logam berat ke lingkungan laut. Keberadaan logam berat di perairan sangat mengkhawatirkan terutama yang bersumber dari industri sekitar. Industri menggunakan logam berat sebagai bahan baku dan juga sebagai tambahan. Selain itu, logam berat juga dapat berasal dari kegiatan pertambangan, pemukiman dan juga pertanian. Diantara keempat sumber tersebut, yang paling banyak memproduksi limbah logam berat yaitu dari industri. Hal tersebut disebabkan karena industri biasanya memakai logam berat untuk bahan baku maupun bahan tambahan. Meningkatnya kadar logam berat di perairan dapat bersifat toksik bagi biota perairan dan dapat menyebabkan kematian.

2.1.1 Logam Berat Timbal (Pb) di Alam

Menurut Handayanto *et al.* (2017), timbal adalah logam yang memiliki berat jenis $11,4 \text{ g/cm}^3$, titik leleh $327,4 \text{ }^\circ\text{C}$, dan titik didih sebesar 1725°C . Secara alami, timbal berwarna biru kelabu dan biasa ditemukan sebagai mineral yang berkombinasi dengan unsur yang lain seperti belerang (PbS , PbSO_4) dan oksigen (PbCO_3). Rata-rata konsentrasi dari logam Pb pada tanah lapisan atas yaitu 32 mg/kg , dan berkisar dari 10 hingga 67 mg/kg . Logam lain yang biasa dipadukan dengan Pb adalah Kalsium (Ca), Timah Putih (Sn), Perak (Ag), Strontium (Sr), Telurium (Te) dan Antimon (Sb). Menurut Purnomo dan Muchyiddin (2007), timbal merupakan salah satu logam berat non esensial yang cukup berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan pada makhluk hidup apabila kadarnya melebihi yang telah ditentukan. Racun ini bersifat kumulatif, yang berarti sifat racun ini akan timbul apabila telah terakumulasi dalam jumlah yang besar di dalam tubuh makhluk hidup. Timbal juga terdapat di air karena adanya kontak antara air dengan udara yang tercemar oleh timbal atau tanah.

Timbal juga dapat berasal dari air yang tercemar oleh limbah industri dan akibat dari korosi pipa.

Menurut Reffiane *et al.* (2011), timbal tidak pernah ditemukan dalam bentuk aslinya. Timbal selalu bergabung dengan logam yang lain. Timbal dapat berbentuk organik maupun anorganik. Menurut Fardiaz (1992), penggunaan timbal terbesar yaitu dalam produksi baterai penyimpanan untuk mobil. Bagian yang aktif dari baterai terdiri dari timbal dioksida (PbO_2) dan logam timbal yang terikat pada grid. Penggunaan lain dari timbal yaitu untuk produk logam seperti amunisi, pipa dan solder, pelapis kabel, bahan kimia dan pewarna. Penggunaan timbal yang bukan alloy terutama terbatas pada produk yang tahan karat contohnya seperti pipa. Komponen timbal juga digunakan sebagai pewarna cat karena kelarutannya di dalam air cukup rendah dan dapat berfungsi sebagai pelindung dan juga terdapat dalam berbagai warna.

Menurut Amriani *et al.* (2011), logam berat pb memiliki sifat yaitu sulit terurai di alam sehingga logam berat mudah untuk terakumulasi dengan lingkungan sekitarnya. Selain itu, logam berat juga memiliki sifat mudah untuk mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan. Seiring berjalannya waktu, logam berat tersebut akan menyatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat yang terakumulasi pada sedimen biasanya lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kadar yang ada di air. Menurut Sukandarrumidi (2018), timbal bersifat lunak dan lentur, sangat rapuh dan mudah mengkerut apabila didinginkan. Timbal juga sulit larut dalam air panas, air dingin dan air asam. Sifat lain dari timbal yaitu berwarna kebiru-biruan, sangat tahan pada reaksi kimia, kurang tahan terhadap asam cuka dan kapur, kurang tahan terhadap getaran, tahan korosi dan agak lunak dan juga mudah untuk dicairkan, mempunyai titik lebur yang rendah dan dapat membentuk alloy dengan logam lainnya. Menurut Naria (2005), sumber utama pencemaran timbal yaitu berasal dari emisi gas

buang kendaraan bermotor. Selain itu, timbal juga dapat berasal dari limbah cair industri yang menggunakan timbal pada tahap produksinya seperti industri cat, industri keramik dan industri baterai. Timbal digunakan sebagai aditif pada bahan bakar khususnya bensin dimana timbal ini bertujuan untuk memperbaiki mutu bakar kendaraan bermotor. Timbal juga digunakan untuk anti letup (*knocking*), anti oksidan, diaktifator logam, pencegah korosi dan anti pengembunan dan zat pewarna.

2.1.2 Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan dan Sedimen

Secara alamiah timbal dapat masuk ke dalam badan perairan melalui pengkristalan timbal di udara dengan bantuan air hujan (Khasanah, 2009 dalam Ika *et al.* 2012). Said *et al.* (2009) menyatakan bahwa, akumulasi logam berat di perairan merupakan akibat dari muara sungai yang mengarah ke laut mengandung banyak mengandung limbah salah satunya yaitu timbal. Kandungan logam berat yang menumpuk pada air dan juga sedimen akan masuk ke dalam sistem rantai makanan dan dapat berpengaruh pada kehidupan organisme perairan. Hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya bioakumulasi dimana kadar logam berat akan terakumulasi di tubuh organisme perairan. Akibatnya kadar logam berat tersebut akan meningkat dan berpindah melalui rantai makanan. Proses rantai makanan ini nantinya akan sampai ke tubuh manusia.

2.2 Mekanisme Penyerapan Logam Berat pada Tumbuhan

Mekanisme penyerapan logam berat pada tumbuhan dapat dibagi menjadi 3 proses. Pertama yaitu penyerapan melalui akar. Senyawa-senyawa yang terlarut di perairan akan diserap oleh akar bersama dengan air sedangkan senyawa hidrofobik diserap oleh permukaan akar. Proses kedua adalah translokasi logam berat dari akar menuju bagian-bagian tumbuhan yang lain dan

proses ketiga yaitu menetapnya logam pada sel dan jaringan. Proses tersebut merupakan salah satu upaya tumbuhan agar logam tidak menghambat metabolisme tumbuhan. Tumbuhan mempunyai mekanisme detoksifikasi yaitu menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar (Priyanto dan Prayitno, 2006).

Menurut Arisandy *et al.* (2012), berdasarkan mekanisme secara fisiologisnya mangrove secara aktif akan mengurangi penyerapan logam berat apabila kandungan logam berat yang ada di sedimen tinggi. Penyerapan logam berat tetap dilakukan, namun dalam jumlah yang terbatas dan terakumulasi di akar. Selain itu, terdapat sel endodermis pada akar yang menjadi penyangga dalam aktivitas penyerapan logam berat. Logam selanjutnya akan ditranslokasikan ke jaringan lainnya seperti batang dan daun yang sebelumnya terdapat pada akar dan mengalami proses kompleksasi dengan zat lain seperti fitokelatin. Menurut Herdina *et al.* (2018), fitokelatin merupakan senyawa protein yang dihasilkan oleh tanaman pada saat tanaman itu memiliki kandungan logam berat yang tinggi dan mengandung peptide yang terdiri dari asam amino dan mempunyai gugus sistein sulfhidril yang dapat mengikat logam berat.

2.3 Pengertian dan Fungsi Mangrove

Menurut Mayudin (2012), mangrove berasal dari gabungan kata *mangal* dari bahasa Portugis dan *grove* dari bahasa Inggris. Kata mangrove dipergunakan untuk individu dari jenis tumbuhan dan kata *mangal* untuk komunitas yang terdiri dari berbagai individu jenis mangrove. Dalam bahasa Inggris, kata mangrove dipergunakan untuk komunitas dari pohon-pohon maupun semak belukar yang tumbuh di area pesisir dan juga untuk individu jenis tumbuhan yang berasosiasi dengannya. Menurut Baderan (2017), mangrove adalah tumbuhan yang habitatnya berada di daerah pesisir pantai yang masih dipengaruhi oleh aktivitas pasang surut air laut. Tumbuhan mangrove merupakan

tumbuhan yang hidup di kondisi khusus. Tumbuhan ini membentuk hutan pasang surut tertinggi pada air sedang pasang. Sebagai ekosistem yang khas di wilayah pesisir, mangrove memiliki beberapa fungsi yang cukup penting yaitu seperti melindungi wilayah pesisir dari abrasi, menahan sedimen, pengolah bahan-bahan limbah, tempat pemijahan dan juga sebagai sumber plasma nutfah.

Menurut Arisandi *et al.* (2001) dalam Wijayanti (2007), mangrove memiliki beberapa manfaat bagi kehidupan disekitarnya. Pertama yaitu sebagai tempat pemeliharaan keanekaragaman fauna dimana hutan mangrove dapat menyokong kehidupan organisme karena dapat memberikan tempat hidup dan juga sebagai sumber makanan. Kedua yaitu sebagai tempat pemijahan organisme, dimana lingkungan mangrove memiliki produktifitas yang tinggi dan sebagai tempat berteduh. Ketiga yaitu sebagai bioakumulator logam berat, dimana logam berat seperti Cu, Cd, Pb dan Zn dapat diserap melalui akar mangrove dan diakumulasi didalam jaringan tubuhnya. Menurut Pratikno (2002), mangrove juga dapat berfungsi untuk mengurangi resiko bahaya tsunami, dimana ekosistem mangrove dapat mereduksi tinggi gelombang dan juga energi gelombang.

2.4 Mangrove *Avicennia marina*

Avicennia marina merupakan spesies mangrove yang selalu ditemukan pada ekosistem mangrove. *Avicennia marina* adalah mangrove yang dapat tumbuh di rawa-rawa air tawar dan tepi pantai berlumpur. Mangrove jenis *Avicennia marina* dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Menurut Dekky *et al.* (2016), *Avicennia marina* merupakan jenis mangrove dari famili Avicenniaceae. Masyarakat lokal biasa mengenal jenis mangrove ini dengan sebutan api-api. Ciri umum dari *Avicennia marina* ini memiliki daun yang berbentuk *elliptical-lanceolata*, ujung daun berbentuk runcing dengan permukaan

daun bagian atas yang berwarna hijau kekuningan dan pada daun bagian bawah berwarna abu-abu keputihan. Buah dari *Avicennia marina* ini berbentuk membulat berwarna hijau agak keabu-abuan dan diselubungi bulu halus pendek dan ujung buah agak tajam seperti paruh. Batang *Avicennia marina* dapat mencapai diameter 40 cm dan tinggi pohonnya bisa mencapai 25 m.



Gambar 1. Pohon mangrove *Avicennia marina* (Dokumentasi Pribadi, 2019)

Menurut Halidah (2014), reproduksi *Avicennia marina* bersifat *kryptovivipary*, yaitu biji tumbuh keluar dari kulit biji saat masih menggantung pada *Avicennia marina* tanaman induk, tetapi tidak tumbuh keluar menembus buah sebelum biji jatuh ke tanah. Buah berbentuk bulir seperti mangga, ujung buah tumpul dan panjang 1 cm, daun berbentuk elips dengan ujung tumpul dan panjang daun sekitar 7 cm, lebar daun 3-4 cm, permukaan atas daun berwarna hijau mengkilat dan permukaan bawah berwarna hijau abu-abu dan suram.

Menurut Monim *et al.* (2017), akar napas merupakan akar yang tumbuh dan juga berkembang yang mempunyai fungsi untuk membantu tanaman untuk mengambil oksigen. Menurut Rizki *et al.* (2015), pertumbuhan *Avicennia marina*

tergolong lambat dan sangat bergantung pada akar napas untuk memperoleh pasokan oksigen yang cukup, oleh karena itu *Avicennia marina* sangat responsif terhadap perubahan pasang surut yang berkepanjangan. Pohon api-api memiliki akar napas yakni akar percabangan yang tumbuh dengan jarak teratur secara vertikal dari akar horizontal yang terbenam didalam tanah. Daun dan buah *Avicennia marina* dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Akar napas *Avicennia marina*
(Dokumentasi Pribadi, 2019)

Api – api merupakan salah satu tumbuhan mangrove yang termasuk kedalam kingdom Plantae, divisi Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga), kelas Magnoliopsida (Tumbuhan dikotil), ordo Lamiales (Tumbuhan berbunga dengan biji dikotil), famili Avicenniaceae, genus *Avicennia* dan ,masuk dalam spesies *Avicennia marina*. Pohon api – api banyak ditemukan di ekosistem mangrove yang terletak paling luar atau dekat dengan lautan. Hidup di tanah berlumpur agak lembek atau dangkal, dengan substrat berpasir, sedikit bahan organik dan kadar garam tinggi (Afzal *et al.* 2011). Klasifikasi *Avicennia marina* menurut Sina *et al.* (2015) adalah sebagai berikut:

- Kingdom : Plantae
- Divisi : Magnoliophyta
- Kelas : Magnoliopsida
- Ordo : Lamiales

Family : Avicenniaceae
Genus : Avicennia
Spesies : *Avicennia marina*

2.5 Salinitas

Salinitas didefinisikan sebagai berat dalam gram dari semua zat padat yang terlarut dalam 1 kilo gram air laut jikalau semua brom dan yodium digantikan dengan khlor dalam jumlah yang setara, semua karbonat diubah menjadi oksidanya dan semua zat organik dioksidasikan. Salinitas merupakan faktor penting bagi penyebaran organisme perairan laut dan oksigen dapat merupakan faktor pembatas dalam penentuan kehadiran makhluk hidup didalam air (Nurhayati, 2006 *dalam* Darmawan *et al.* 2011).

Menurut Amri *et al.* (2018), salinitas mempengaruhi proses biologi dan secara langsung akan memepengaruhi kehidupan organisme antara lain laju pertumbuhan, jumlah makanan yang dikonsumsi, nilai konversi makanan dan daya kelangsungan hidup organisme. Menurut Hutagalung (1991 *dalam* Jupriyati *et al.* 2013), bahwa nilai salinitas perairan laut mempengaruhi faktor konsentrasi logam berat yang mencemari lingkungan, dimana penurunan salinitas pada perairan dapat menyebabkan tingkat bioakumulasi logam berat pada organisme semakin meningkat.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi penelitian adalah kandungan logam berat Pb pada sedimen dan akar mangrove *Avicennia marina* dari 6 sampel dan memetakan persebaran logam berat di kawasan mangrove Desa Pangkah Wetan, Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik Jawa Timur.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Menurut Sugiyono (2012), metode survei adalah suatu pengamatan yang dilakukan secara langsung dan melakukan observasi dan wawancara atau komunikasi langsung sebagai alat pengumpul data. Metode survei ini dilakukan untuk mengetahui dan juga untuk menentukan titik sampling agar mempermudah dalam hal pengambilan sampel nantinya. Sumber data dalam penelitian ini merupakan data hasil pengukuran parameter kimia perairan dilapangan dan di laboratorium. Menurut Danim (2002), penelitian deskriptif adalah dimaksudkan untuk mendeskripsikan secara sistematis dan akurat situasi atau area populasi tertentu yang bersifat faktual.

3.3 Alat dan Bahan

Sampel yang diambil yaitu sedimen dan akar mangrove *Avicennia marina* kemudian analisis sampel yaitu perhitungan simpanan logam berat timbal. Selain itu sampel yang diambil yaitu berupa air untuk keperluan perhitungan salinitas. Alat dan bahan yang digunakan telah disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Objek	Alat dan Bahan
1	Sampel sedimen dan akar	Pisau, Cetok, GPS, plastik bening, timbangan digital, <i>cool box</i> , kamera digital, sedimen, akar mangrove, kertas label, tisu.
2	Logam berat timbal pada sedimen dan akar	Lampu elektroda Pb, timbangan sartorius, AAS merk Shimadzu AA700, labu ukur, oven, beaker glass, hot plate, sedimen, akar mangrove, kertas saring, larutan standart, aquades.
3	Salinitas	Botol, Refraktometer, aquades, tisu.

3.4 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan mangrove Desa Pangkah Wetan, Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik Jawa Timur. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret 2019.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Penentuan Titik Sampling

Penentuan titik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*. Menurut Nursalam (2008), metode *purposive sampling* yaitu suatu teknik pengambilan sampel dengan dengan melihat pertimbangan yang dilakukan oleh peneliti. Lokasi pengambilan sampel akar mangrove *Avicennia marina* dan sedimen yang digunakan sampel dalam penelitian diambil dari kawasan mangrove Desa Pangkah Wetan, Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik. Titik pengambilan sampel dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

3.5.2 Pengambilan Sampel

a. Pengambilan Air Sampel

Sampel air diambil secara langsung di 6 titik sampling dan ditempatkan pada botol air mineral berukuran 330 ml. Sampel air yang diambil merupakan air yang terdapat pada bagian permukaan. Sampel yang sudah dimasukkan kedalam botol air mineral selanjutnya disimpan dalam *cool box* yang nantinya akan diteliti kadar salinitasnya menggunakan refraktometer.

b. Pengambilan Sampel Akar

Sampel akar diambil secara langsung di 6 titik sampling dengan cara memotong sepanjang 30 cm akar napas mangrove *Avicennia marina* \pm 3 buah yang terendam di dalam sedimen dengan pisau pada pohon mangrove yang berukuran paling besar. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam plastik dalam keadaan kering dan dimasukkan ke dalam *cool box*. sampel dianalisa di laboratorium menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spechtometry*).

c. Pengambilan Sampel Sedimen

Sampel sedimen diambil secara langsung di 6 titik sampling dengan cara menggali sedimen dengan cetok dengan kedalaman \pm 20 cm dan diambil sampel sebanyak \pm 200 gram. Sampel dimasukkan ke dalam plastik dan disimpan di dalam *cool box* yang bertujuan agar sampel yang akan diukur menjadi awet karena sampel ini tidak langsung di analisis di laboratorium. Sampel dianalisa di laboratorium menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spechtometry*).

3.5.3 Pengukuran Logam Berat pada Sedimen

Sampel sedimen yang telah didapatkan dilakukan pengukuran logam berat dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spechtometry*) di Laboratorium Halal Center, Universitas Islam Malang. Pengukuran sampel ini

dilakukan dengan menggunakan lampu katoda. Metode yang digunakan di laboratorium tersebut yaitu sebagai berikut:

1. Menimbang sampel sedimen ± 2 gram, masukan sampel kedalam cawan porselen.
2. Memasukkan kedalam tanur lalu panaskan pada suhu ± 700 °C selama 2 jam hingga menjadi abu
3. Mendinginkan sampel, menambahkan 5 ml larutan aquaregia (3HCl, HNO₃) panaskan diatas kompor listrik sampai kering dan mendinginkannya kembali.
4. Menambahkan larutan HNO₃ encer (2,5N) sebanyak 10 ml, memanaskan diatas kompor listrik perlahan – lahan ± 5 menit sambil diaduk dengan pengaduk gelas.
5. Menyaring kedalam labu 100 ml dan menambahkan aquades sampai tanda batas, lalu mengocoknya hingga homogen
6. Membaca sampel menggunakan metode AAS memakai katoda yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya. (Contoh: jika ingin menentukan kadar logam berat Pb maka menggunakan lampu Pb).

3.5.3 Pengukuran Logam Berat pada Sampel Akar

Sampel sedimen yang telah didapatkan dilakukan pengukuran logam berat dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spechtrophotometry*) merk Shimadzu AA-700 di Laboratorium Halal Center, Universitas Islam Malang. Pengukuran sampel ini dilakukan dengan menggunakan lampu katoda. Metode yang digunakan di laboratorium tersebut yaitu sebagai berikut:

1. Memotong sampel akar sampai kecil-kecil hingga halus.
2. Menimbang sampel akar ± 2 gram, masukkan sampel kedalam cawan porselen.
3. Memasukkan kedalam tanur lalu panaskan pada suhu ± 700 °C selama 2 jam hingga menjadi abu

4. Mendinginkan sampel, menambahkan 5 ml larutan aquaregia (3HCl, HNO₃) panaskan diatas kompor listrik sampai kering dan mendinginkannya kembali.
5. Menambahkan larutan HNO₃ encer (2,5N) sebanyak 10 ml, memanaskan diatas kompor listrik perlahan – lahan ± 5 menit sambil diaduk dengan pengaduk gelas.
6. Menyaring kedalam labu 100 ml dan menambahkan aquades sampai tanda batas, lalu mengocoknya hingga homogen
7. Membaca sampel menggunakan metode AAS memakan katoda yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya. (Contoh: jika ingin menentukan kadar logam berat Pb maka menggunakan lampu Pb).

3.5.4 Salinitas

Menurut Rilek *et al.* (2017), cara pengukuran kadar salinitas menggunakan refraktometer yaitu sebagai berikut :

1. Membuka penutup kaca prisma
2. Mengkalibrasi refraktometer menggunakan aquades
3. Membersihkan menggunakan tisu secara searah
4. Meneteskan air sampel pada refraktometer
5. Menutup bagian refraktometer
6. Mencatat hasilnya
7. Mengkalibrasi refraktometer menggunakan aquades

3.6 Analisa Data

Kemampuan mangrove dalam mengakumulasi logam berat dapat diidentifikasi melalui Faktor biokonsentrasi (BCF). Menurut Lase *et al.* (2016), faktor biokonsentrasi adalah konsentrasi suatu senyawa didalam organisme yang dibagi dengan konsentrasi senyawa berada pada mediumnya. Faktor biokonsentrasi dapat dihitung menggunakan rumus :

$$BCF Pb = \frac{\text{Logam berat pada tumbuhan}}{\text{Logam berat pada medium}}$$

Keterangan :

BCF Pb : Biokonsentrasi pada Pb

3.7 Analisa Statistik

Data yang diperoleh dianalisa menggunakan Anova (*Analysis of Variant One Way*) dengan perangkat lunak IBM SPSS 25. Anova satu arah (*Anova One Way*) merupakan Anova yang didasarkan pada pengamatan 1 kriteria atau satu faktor yang menimbulkan variasi. *One Way* Anova juga dapat digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata dari 2 sampel atau lebih. Proses analisis data ini harus terdistribusi normal dan juga bersifat homogen. Berikut ini adalah rumus dari Anova pada **Tabel 2**.

Tabel 2. ANOVA

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	Statistik F
perlakuan	k-1	JKP	KRP=JKP/(k-1)	KRP/KRG
galat	k(n-1)	JKG	KRG=JKG/(k(n-1))	
Total	nk-1	JKT		

Rumus dari Anova yaitu sebagai berikut:

$$FK = \frac{T^2}{nK}$$

$$JKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 - FK$$

$$JKP = \sum_{i=1}^k \frac{T^2}{n} - FK$$

$$JKG = JKT - JKP$$

Adapun hipotesis yang diuji adalah:

1. a. H_0 : Tidak ada perbedaan konsentrasi logam berat Pb di akar antar lokasi titik sampling
 b. H_1 : Ada perbedaan konsentrasi logam berat Pb di akar antar lokasi titik sampling
2. a. H_0 : Tidak ada perbedaan konsentrasi logam berat Pb di sedimen antar lokasi titik sampling
 b. H_1 : Ada perbedaan konsentrasi logam berat Pb di sedimen antar lokasi titik sampling

a. Uji normalitas

Uji normalitas merupakan uji yang dilakukan yang bertujuan untuk mengetahui sebaran data tersebut apakah terdistribusi secara normal atau tidak. Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan uji *kolmogorov-smirnov* dengan aplikasi IBM SPSS 25 dengan tingkat signifikansi $\alpha=0,05$. Data akan dinyatakan terdistribusi secara normal apabila nilai $P > \alpha=0,05$, sedangkan data akan dinyatakan tidak terdistribusi secara normal apabila nilai $P < \alpha=0,05$. Uji yang digunakan yaitu :

$$Z = \text{Maks } |F(x) - s(x)|$$

Keterangan:

$F(x)$: Fungsi distribusi kumulatif dari suatu distribusi normal.

$S(x)$: Fungsi distribusi kumulatif dari suatu distribusi pengamatan.

Adapun hipotesis yang diuji yaitu:

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

b. Uji homogenitas

Uji homogenitas merupakan uji yang berfungsi untuk mengetahui bahwa sampel memiliki varian yang sama. Uji homogenitas dalam penelitian ini

menggunakan uji *levene* dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS 25 dengan tingkat signifikansi $\alpha=0,05$. Data akan bersifat homogen apabila nilai $P > \alpha=0,05$, sedangkan data akan bersifat tidak homogen apabila nilai $P < \alpha=0,05$. Hipotesis yang digunakan yaitu :

H_0 : Variansi populasi adalah sama.

H_1 : Variansi populasi adalah tidak sama.

Uji yang digunakan yaitu:

$$W = \frac{(N - k) \sum_{i=1}^k N_i (Z_i - Z)^2}{(k - 1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} (Z_{ij} - Z_i)^2}$$

Keterangan:

N : Jumlah perlakuan

Z.. : Median untuk keseluruhan data

Z_i : Median data pada kelompok ke-i

k : Banyaknya kelompok

c. Uji LSD (*Least Significance Different*)

Uji LSD (*Least Significance Different*) atau bisa disebut dengan Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing perlakuan atau beda nyata terkecil antar perlakuan yaitu dengan $\alpha=0,05$. Uji LSD dalam penelitian ini menggunakan aplikasi IBM SPSS 25. Rumus dari uji LSD yaitu sebagai berikut:

$$LSD = (t_{\alpha, dbg}) \sqrt{\frac{2 KTG}{r}}$$

Keterangan :

$(t_{\alpha, dbg})$: t tabel untuk db galat pada taraf nyata

KTG : Kuadrat tengah galat

α : Taraf nyata

df_e : Galat

Keputusan LSD ini diambil yaitu apabila rata-rata dari 2 populasi dari sampel lebih kecil atau sama dengan nilai LSD tersebut, maka dinyatakan tidak berbeda. Berikut ini merupakan persamaannya:

$$|(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)| \leq LSD_{\alpha} = \text{Tidak berbeda signifikan}$$



4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Secara geografis wilayah Kabupaten Gresik terletak antara 112° sampai 113° Bujur Timur dan 7° sampai 8° Lintang Selatan. Sebagian besar wilayahnya merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2 sampai 12 meter di atas permukaan air laut kecuali Kecamatan Panceng yang mempunyai ketinggian 25 meter di atas permukaan air laut. Hampir sepertiga bagian dari wilayah Kabupaten Gresik merupakan daerah pesisir pantai, yaitu sepanjang 140 Km meliputi Kecamatan Kebomas, Gresik, Manyar, Bungah, Sidayu, Ujungpangkah, dan Panceng serta Kecamatan Tambak dan Sangkapura yang berada di Pulau Bawean (KabGresik, 2013).

Lokasi pengambilan sampel terletak di Desa Pangkah Wetan Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Substrat di mangrove Desa Pangkah Wetan memiliki kondisi yang berlumpur. Kecamatan Ujungpangkah memiliki luas sekitar 94,82 km². Desa Pangkah Wetan ini merupakan Desa terluas yang ada di Kecamatan Ujungpangkah ini. Masyarakat Desa Pangkah Wetan banyak yang bekerja sebagai nelayan. Selain itu, masyarakat Desa Pangkah Wetan juga banyak yang mempunyai usaha tambak. Desa Pangkah Wetan ini memiliki ketinggian ± 3 meter di atas permukaan laut dan seluruh wilayahnya merupakan dataran rendah yang merupakan daerah pemukiman dan juga tambak. Secara Administratif, batas wilayah Desa Pangkah Wetan dibatasi oleh desa-desa di sekitarnya yaitu di sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa, di sebelah timur berbatasan dengan Desa Serowo Kecamatan Sidayu, di sebelah selatan berbatasan dengan Desa Karangrejo, di sebelah barat berbatasan dengan Desa Pangkahkulon.

4.2 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel

Penelitian ini menggunakan *Avicennia marina* karena jumlahnya lebih banyak daripada mangrove jenis *Rhizophora mucronata* dan *Sonneratia alba*. Lokasi pengambilan sampel ini dilakukan di 6 lokasi yang berbeda. Lokasi pengambilan sampel 1 dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Lokasi Pengambilan Sampel 1. Muara (Dokumentasi Pribadi, 2019)

Lokasi titik sampel 1 yaitu di koordinat $6^{\circ} 55' 29.28''$ LS dan $112^{\circ} 36' 32.76''$ BT yang berada di muara sungai. Secara fisik, kondisi perairan pada titik pengambilan sampel ini tidak banyak tergenang air. Lokasi ini berbatasan langsung dengan laut Jawa. Kerapatan mangrove pada titik sampling ini termasuk kerapatan yang tinggi. Pada lokasi titik sampling 1 ini banyak ditumbuhi mangrove *Avicennia marina* yang berukuran cukup besar. Terdapat jalan setapak untuk akses ke lokasi ini sehingga memudahkan akses untuk menjangkau pada lokasi ini..

Lokasi titik sampel 2 yaitu di koordinat $6^{\circ} 53' 24.72''$ LS dan $112^{\circ} 36' 48.6''$ BT yang berada di lokasi wisata Mangrove Pangkah Wetan. Secara fisik kondisi perairan pada titik sampling ini tidak banyak tergenang air. Pada lokasi titik sampling 2 ini selain mangrove *Avicennia marina*, terdapat juga mangrove

Rhizopora mucronata yang berukuran cukup besar. Kerapatan mangrove pada lokasi pengambilan sampling 2 ini termasuk sedang. Terdapat jalan jembatan yang terbuat dari kayu untuk memudahkan akses ke dalam lokasinya. Jarak lokasi pengambilan sampel 1 dengan lokasi pengambilan 2 cukup jauh yaitu sekitar 5 km. Lokasi pengambilan sampel 2 dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Lokasi Pengambilan Sampel 2. Wisata Mangrove (Dokumentasi Pribadi, 2019)



Gambar 5. Lokasi Pengambilan Sampel 3. Tengah Tambak (Dokumentasi Pribadi, 2019)

Lokasi titik sampel 3 yaitu di koordinat $6^{\circ} 54' 1.44''$ LS dan $112^{\circ} 36' 28.07''$ BT yang berada di tengah tambak. Secara fisik kondisi perairan pada titik sampling ini banyak tergenang air. Lokasi titik sampling 3 ini dikelilingi oleh tambak. Pada lokasi titik sampling 3 ini selain mangrove *Avicennia marina*,

terdapat juga mangrove *Sonneratia alba*. Kerapatan mangrove pada lokasi titik sampling 3 ini termasuk rendah karena sudah mulai dialihfungsikan menjadi tambak. Pada lokasi titik sampling 3 ini terdapat jalan setapak untuk memudahkan akses masuk ke dalam lokasinya. Jarak lokasi pengambilan sampel 3 dengan lokasi pengambilan 2 yaitu sekitar 1 km. Lokasi pengambilan sampel 3 dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 6. Lokasi Pengambilan Sampel 4. Sungai bagian tengah (Dokumentasi Pribadi, 2019)

Lokasi titik sampel 4 yaitu di koordinat $6^{\circ} 53' 52.08''$ LS dan $112^{\circ} 36' 24.12''$ BT yang berada di tepi sungai bagian tengah. Secara fisik kondisi perairan pada titik sampling ini banyak tergenang air karena berlokasi di tepi sungai. Pada lokasi titik sampling 4 ini banyak ditumbuhi mangrove *Avicennia marina*. Kerapatan mangrove pada lokasi titik sampling 4 ini termasuk sedang. Untuk menuju lokasi titik sampling 4 ini tidak terdapat jalan setapak dan langsung berjalan diatas substratnya yang berlumpur. Jarak lokasi pengambilan sampel 4 dengan lokasi pengambilan 3 yaitu sekitar 500 m. Lokasi pengambilan sampel 4 dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 7. Lokasi Pengambilan Sampel 2. Tepi tambak (Dokumentasi Pribadi, 2019)

Lokasi titik sampel 5 yaitu di koordinat $6^{\circ} 54' 13.68''$ LS dan $112^{\circ} 36' 1.08''$ BT yang berada di tepi tambak. Secara fisik kondisi perairan pada titik sampling ini banyak tergenang air karena berlokasi di tepi tambak. Pada lokasi titik sampling 5 ini hanya ditumbuhi mangrove *Avicennia marina*. Kerapatan mangrove pada lokasi titik sampling 4 ini termasuk rendah. Untuk menuju lokasi titik sampling 5 terdapat jalan setapak sehingga memudahkan untuk menjangkau lokasi ini. Jarak lokasi pengambilan sampel 5 dengan lokasi pengambilan 4 yaitu sekitar 2 km. Lokasi pengambilan sampel 4 dapat dilihat pada **Gambar 7**.

Lokasi titik sampel 6 yaitu di koordinat $6^{\circ} 55' 12.72''$ LS dan $112^{\circ} 35' 16.44''$ BT yang berada di dekat area pemukiman. Secara fisik kondisi perairan pada titik sampling ini banyak tergenang air karena berlokasi di tepi tambak. Pada lokasi titik sampling 6 ini hanya ditumbuhi mangrove *Avicennia marina*. Kerapatan mangrove pada lokasi titik sampling 4 ini termasuk rendah. Untuk menuju lokasi titik sampling 6 terdapat jalan setapak sehingga memudahkan untuk menjangkau lokasi ini. Jarak lokasi pengambilan sampel 6 dengan lokasi pengambilan 5 yaitu sekitar 2,5 km. Lokasi pengambilan sampel 6 dapat dilihat pada **Gambar 8**.

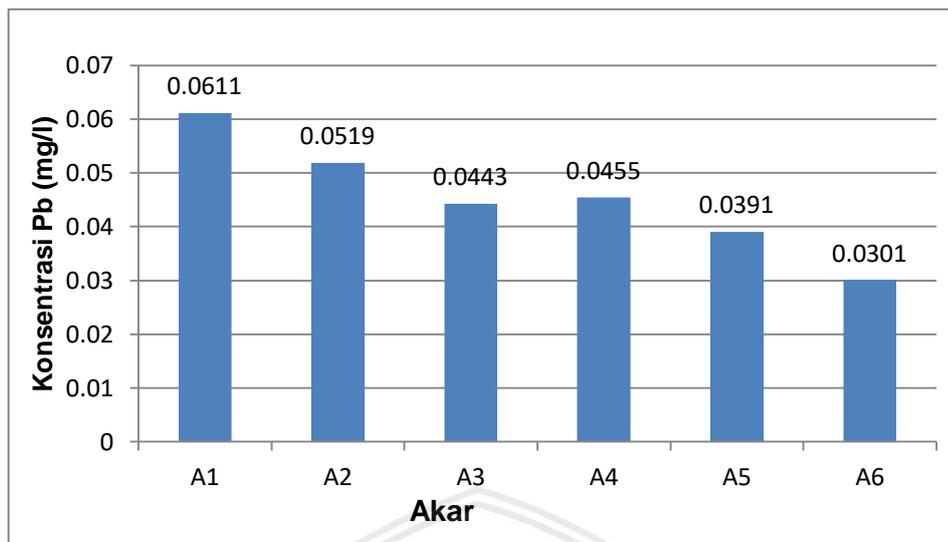


Gambar 8. Lokasi Pengambilan Sampel 6. Area Pemukiman
(Dokumentasi Pribadi, 2019)

4.3 Konsentrasi Logam Berat Pb

4.3.1 Konsentrasi Logam Berat Pb pada Akar Mangrove *Avicennia marina*

Analisis konsentrasi logam berat Pb pada akar mangrove *Avicennia marina* dilakukan di Laboratorium Halal Center Universitas Islam Malang. Berdasarkan uji *Kolmogorov-smirnov* diperoleh data bersifat normal ($P > 0,05$) dan homogen ($P > 0,05$). Kemudian dilanjutkan dengan uji *one way ANOVA* yang dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan konsentrasi Pb pada akar. Uji lanjutan yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji LSD yang dapat diketahui bahwa antar lokasi titik sampling 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 memiliki perbedaan. Pengambilan sampel akar dilakukan pada pagi hingga sore hari. Hasil analisis konsentrasi logam berat Pb pada akar *Avicennia marina* dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Konsentrasi Pb (mg/l) pada akar *Avicennia marina*

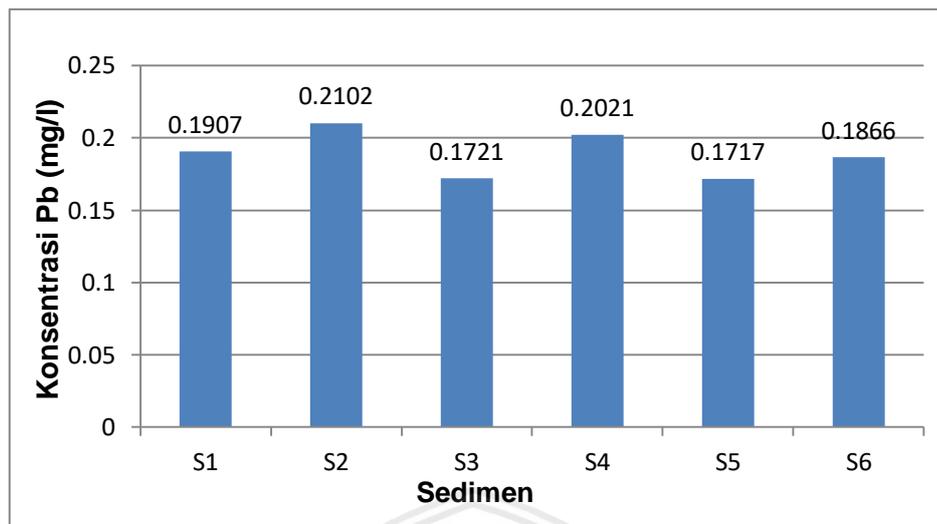
Berdasarkan grafik data diatas, hasil kandungan logam berat Pb pada akar *Avicennia marina* yaitu konsentrasi Pb tertinggi terdapat pada titik sampling 1 sebesar 0,0611 mg/l yang merupakan daerah muara. Hal tersebut disebabkan pada muara terdapat aktivitas hilir mudik kapal yang secara langsung maupun tidak langsung ikut berkontribusi dalam perubahan konsentrasi logam Pb. Selain dari kapal nelayan, dapat juga disebabkan karena pada daerah muara ini dilewati kapal besar yang beraktivitas di pelabuhan. Sisa dari bahan bakar kapal ini yang masuk ke dalam perairan akan berikatan dengan bahan organik dan mengendap di sedimen. Hal ini terlihat dari tekstur sedimen tersebut yang berupa lumpur, dimana lumpur tersebut mempunyai pori-pori yang cukup kecil dimana daya adsorbsinya cukup tinggi dan yang selanjutnya akan diserap oleh akar mangrove. Konsentrasi Pb terendah terdapat pada titik sampling 6 yaitu sebesar 0,0301 mg/l yang merupakan daerah dekat pemukiman, disebabkan pada daerah pemukiman ini tidak banyak terjadi aktivitas yang menghasilkan limbah Pb. Hasil rata-rata kandungan logam berat pada akar yang didapat yaitu sebesar 0,0453 mg/l. Konsentrasi logam berat Pb pada akar *Avicennia marina* yaitu sebesar 4,53%.

Penelitian mengenai kandungan logam berat Pb pada akar *Avicennia marina* sebelumnya telah dilakukan oleh Jupriyati *et al.* (2013) yang dilakukan di Perairan Mangunharjo Semarang, dimana selama penelitian diperoleh hasil pada akar sebesar 0,37 mg/l – 0,65 mg/l. Hal ini sesuai dengan pernyataan Siregar (2005 *dalam* Istiaroh *et al.* 2014) bahwa konsentrasi Pb yang dapat ditolerir oleh tumbuhan yaitu tidak lebih dari 3,0 mg/l. Kandungan logam berat Pb pada ke 6 titik sampling masih dapat ditoleransi, karena kandungan logam beratnya tidak melebihi batas baku mutu logam berat Pb pada tumbuhan.

Menurut Purwiyanto (2013), logam yang berada pada sedimen selanjutnya akan diserap oleh akar mangrove dan didistribusikan pada bagian tumbuhan yang lain seperti batang dan juga daun. Selain menyerap logam berat di sedimen, akar mangrove juga dapat menyerap logam berat yang ada di air karena akar mangrove yang selalu terendam air pada saat air sedang pasang. Menurut Setiawan (2013) bahwa besarnya konsentrasi logam di jaringan akar diduga karena jaringan akar mempunyai interaksi langsung dengan sedimen dan air yang telah terkontaminasi oleh logam yang mengendap.

4.3.2 Konsentrasi Logam Berat Pb pada Sedimen

Analisis konsentrasi logam berat Pb sedimen dilakukan di Laboratorium Halal Center Universitas Islam Malang. Berdasarkan uji *Kolmogorof-smirnov* diperoleh data bersifat normal ($P > 0,05$) dan homogen ($P > 0,05$). Kemudian dilanjutkan dengan uji *one way ANOVA* yang dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan konsentrasi Pb pada sedimen. Uji lanjutan yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji LSD yang dapat diketahui bahwa antar lokasi titik sampling 1 dengan titik sampling 2, 3, 4, dan 5 memiliki perbedaan, namun pada titik sampling 1 dengan 6 dan 3 dengan 5 tidak memiliki perbedaan. Hasil analisis konsentrasi logam berat Pb pada sedimen dapat dilihat pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Konsentrasi Pb (mg/l) di sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada pagi hingga sore hari. Berdasarkan grafik data diatas, hasil konsentrasi logam berat Pb yaitu konsentrasi Pb tertinggi terdapat pada titik sampling 2 yaitu sebesar 0,2102 mg/l yang merupakan daerah wisata Mangrove Pangkah Wetan yang dekat dengan muara. Hal tersebut karena pada tempat wisata Mangrove Pangkah Wetan mempunyai salinitas yang cukup tinggi sehingga aktivitas penyerapan logam berat Pb mengalami peningkatan. Konsentrasi Pb terendah terdapat pada titik sampling 5 yaitu sebesar 0,1717 mg/l yang merupakan daerah tepi tambak, disebabkan pada daerah tepi tambak tidak mendapat masukan dari air sungai dan cenderung mempunyai sistem pengairan yang tertutup sehingga kadar logam berat Pb yang cenderung rendah. Hasil rata-rata kandungan logam berat pada sedimen yang didapat yaitu sebesar 0,1889 mg/l. Konsentrasi logam berat Pb pada sedimen yaitu sebesar 18,89%.

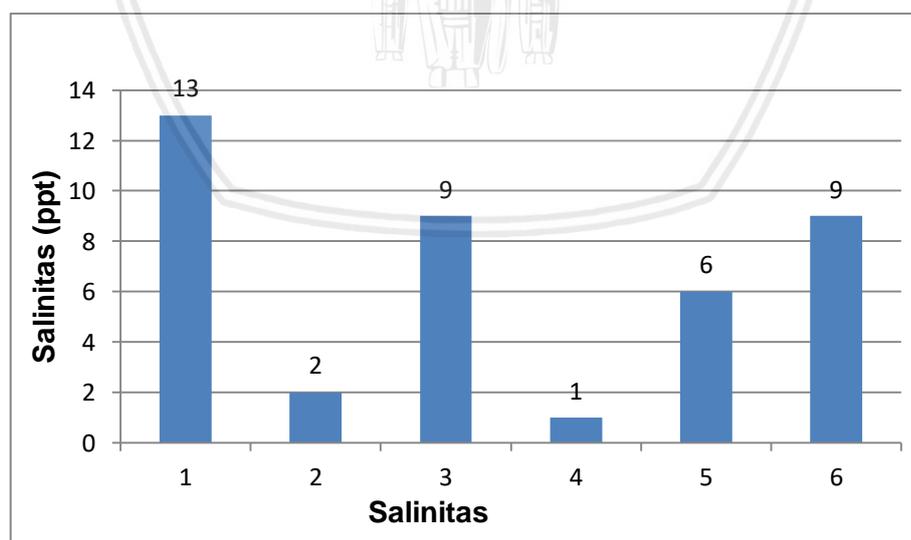
Penelitian mengenai kandungan logam berat timbal (Pb) pada sedimen sebelumnya telah dilakukan oleh Harlyan *et al.* (2015) yang dilakukan di Muara Sungai Porong, dimana selama penelitian diperoleh hasil pada sedimen sebesar 0,0605 – 0,650 mg/l. Menurut IADC/CEDA (1997 dalam Pradifita *et al.* 2017), konsentrasi logam berat Pb yang masih dapat ditoleransi oleh sedimen yaitu

sebesar 85 mg/l. Kandungan logam berat Pb pada ke 6 titik sampling tidak berbahaya dan masih dapat ditoleransi, karena kandungan logam beratnya tidak melebihi batas baku mutu logam berat Pb di sedimen.

Menurut Sahara (2009), jumlah kandungan logam berat disedimen juga dipengaruhi oleh ukuran partikel sedimen. Semakin kecil ukuran partikel, semakin besar kandungan logam beratnya. Hal ini disebabkan karena partikel sedimen yang halus memiliki luas permukaan yang besar dengan kerapatan ion yang lebih stabil untuk mengikat logam berat daripada partikel sedimen yang lebih besar. Menurut Nugraha (2009), logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat dan mengendap di dasar perairan. Oleh karena itu biasanya logam berat pada sedimen lebih tinggi daripada logam berat yang ada di air.

4.4 Hasil Salinitas

Salinitas merupakan salah faktor yang dapat berpengaruh terhadap penyerapan logam berat yang ada di perairan. Hasil pengukuran salinitas dapat dilihat pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Salinitas (ppt) di air

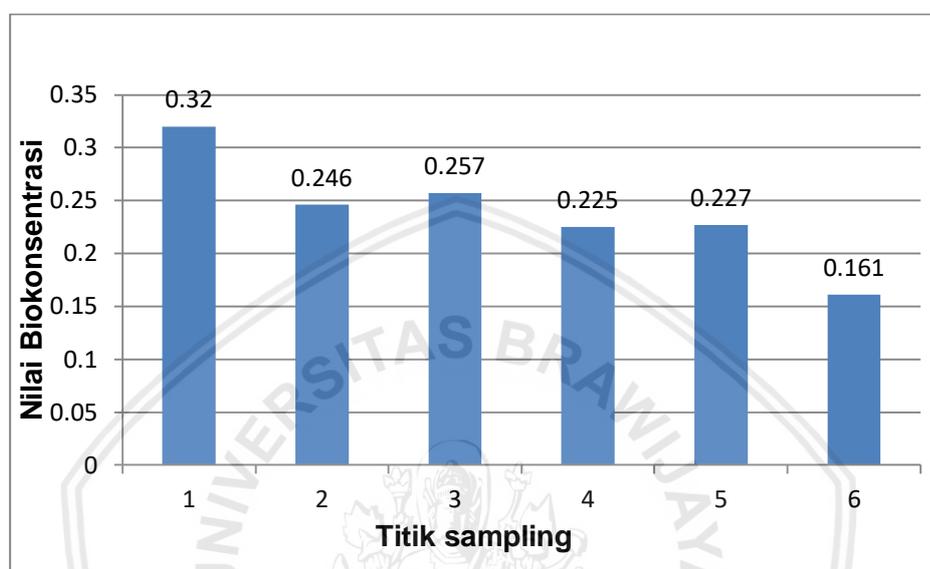
Pengambilan sampel air dilakukan pada pagi hingga sore hari. Berdasarkan grafik data diatas, hasil pengukuran salinitas yang dilakukan di

kawasan mangrove Desa Pangkah Wetan yaitu salinitas tertinggi terdapat pada titik sampling 1 yaitu sebesar 13 ppt yang merupakan daerah muara. Hal tersebut disebabkan pada muara mendapat masukan dari air laut yang memiliki salinitas yang tinggi. Salinitas terendah terdapat pada titik sampling 4 yaitu sebesar 1 ppt yang merupakan daerah tepi tambak, disebabkan pada saat pengambilan air sampel terjadi hujan yang bersifat tawar sehingga kadar salinitas berkurang. Menurut Tsai (2003 *dalam* Putri *et al.* 2014), kadar salinitas dapat mempengaruhi penyerapan logam berat. Salinitas yang tinggi dapat mengakibatkan kelarutan logam berat pada air berkurang, sehingga logam berat akan mengendap ke dalam sedimen. Sedangkan menurut Riani (2010), penurunan salinitas akan menyebabkan toksisitas logam berat meningkat dan akan menyebabkan peningkatan bioakumulasi pada organisme di perairan.

Menurut Walangare *et al.* (2013) ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar salinitas yaitu seperti penguapan, dimana semakin besar tingkat penguapan air yang terjadi di suatu wilayah maka salinitasnya akan semakin tinggi dan juga sebaliknya. Selain itu, salinitas juga dapat dipengaruhi oleh adanya curah hujan, dimana semakin besar curah hujan di suatu wilayah tersebut maka salinitas airnya akan semakin rendah, sebaliknya jika semakin sedikit curah hujan di suatu wilayah maka salinitasnya akan semakin tinggi. Menurut Saputri *et al.* (2014), perbedaan kadar salinitas pada air laut dan air sungai yang bertemu di muara dapat menyebabkan keduanya bercampur dan membentuk air payau. Oleh karena kadar salinitas air laut lebih besar, maka air laut cenderung bergerak ke arah dasar perairan dan aliran air sungai bergerak ke arah permukaan.

4.5 Hasil Faktor Biokonsentrasi

Faktor biokonsentrasi adalah ukuran kecenderungan dari suatu zat dalam air untuk berakumulasi dalam organisme. Hasil faktor biokonsentrasi pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 12**.

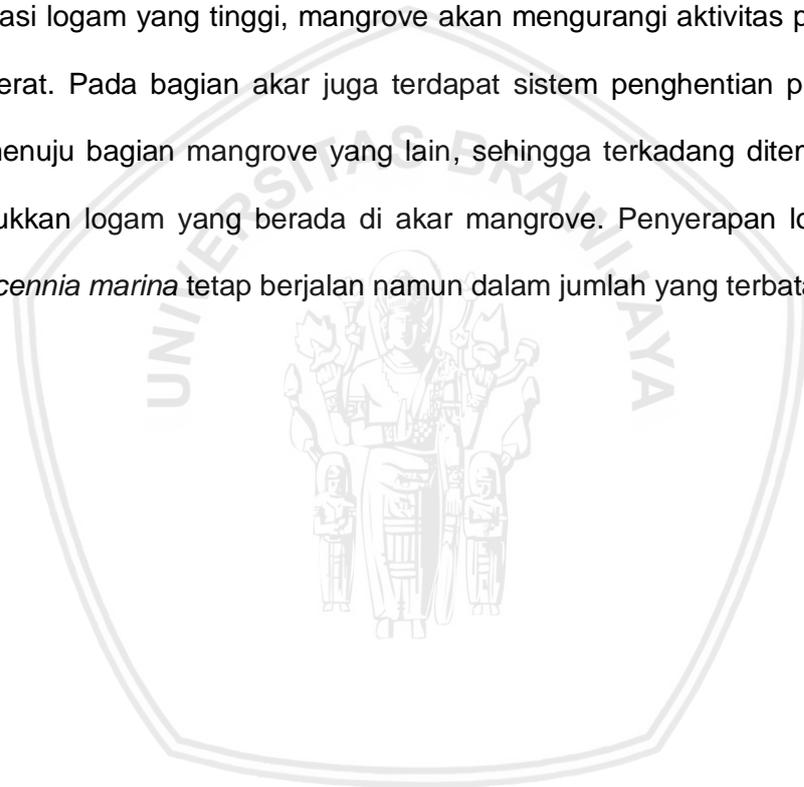


Gambar 12. Nilai faktor biokonsentrasi Pb pada Akar dan Sedimen

Berdasarkan grafik data diatas, didiapatkan hasil nilai biokonsentrasi di yaitu nilai biokonsentrasi tertinggi terdapat pada titik sampling 1 yaitu dengan nilai 0,32 yang merupakan daerah muara. Hal tersebut disebabkan pada hasil kandungan logam berat pada akar dan sedimen di titik sampling 1 juga tinggi sehingga nilai konsentrasi yang didapat juga menjadi paling tinggi jika dibanding dengan titik sampling lainnya. Nilai biokonsentrasi terendah terdapat pada titik sampling 6 yaitu dengan nilai 0,161 yang merupakan daerah yang dekat pemukiman, disebabkan pada pada hasil kandungan logam berat pada akar dan sedimen di titik sampling 6 juga rendah sehingga nilai konsentrasi yang didapat juga menjadi paling rendah jika dibanding dengan titik sampling lainnya. Hasil rata-rata nilai biokonsentrasi yang didapat yaitu sebesar 0,239. Berdasarkan hasil yang didapat, mangrove *Avicennia marina* pada kawasan mangrove Desa

Pangkah Wetan memiliki kemampuan yang rendah dalam menyerap logam berat karena nilai biokonsentrasinya yang tidak lebih dari 1.

Menurut Nugrahanto *et al.* (2014), mangrove *Avicennia marina* merupakan spesies mangrove yang sangat ketat dalam hal penyerapan logam berat timbal atau bahkan dapat tidak menyerap sama sekali. *Barrier* pada akar mangrove *Avicennia marina* yang merupakan penghalang bagi unsur logam untuk masuk ke berbagai jaringan mangrove yang sensitif. Ketika sedimen memiliki konsentrasi logam yang tinggi, mangrove akan mengurangi aktivitas penyerapan logam berat. Pada bagian akar juga terdapat sistem penghentian pemindahan logam menuju bagian mangrove yang lain, sehingga terkadang ditemui adanya penumpukkan logam yang berada di akar mangrove. Penyerapan logam pada akar *Avicennia marina* tetap berjalan namun dalam jumlah yang terbatas.



5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Hasil penelitian ini telah menunjukkan bahwa pada Kawasan Mangrove Desa Pangkah Wetan, Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik tidak mengalami pencemaran karena hasil yang didapatkan baik pada akar mangrove *Avicennia marina* maupun sedimen masih jauh dibawah batas toleransi. Hasil rata-rata konsentrasi logam berat pada akar yang didapat yaitu sebesar 0,0453 mg/l, sedangkan pada sedimen hasil rata-rata konsentrasi logam berat yang didapat yaitu sebesar 0,1889 mg/l. Perbedaan konsentrasi Pb pada akar dan sedimen yaitu sebesar 61,24%.
2. Mangrove *Avicennia marina* yang berada pada kawasan mangrove Desa Pangkah Wetan, Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik memiliki kemampuan yang rendah dalam menyerap logam berat. Hal tersebut disebabkan bahwa nilai biokonsentrasi di semua titik sampling yang didapat masih dibawah 1.

5.2 Saran

Diperlukan adanya pengawasan lebih lanjut dari pihak terkait yang berhubungan dengan aktivitas pembuangan limbah. Selain itu diperlukan juga adanya penyuluhan kepada masyarakat agar tetap melindungi vegetasi mangrove yang ada di Kawasan Mangrove Desa Pangkah Wetan karena mangrove dapat menjadi akumulator pencemaran logam berat yang ada di dalam perairan khususnya pada wilayah pesisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Afzal, M., F.S. Mehdi., F.M. Abbasi., dan H. Ahmad. 2011. Efficacy of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. Leaves extracts against some atmospheric fungi. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 10 **(52)**. Pp. 1079-1094.
- Agustina, T. 2014. Kontaminasi Logam Berat pada Makanan dan Dampaknya Pada Kesehatan. *Teknobuga*, 1**(1)**: 53 – 65.
- Amri, K., Muchlizar., dan A. Ma'mun. 2018. Variasi Bulanan Salinitas, pH, dan Oksigen Terlarut di Perairan Estuari Bengkalis. *Majalah Ilmiah Globé*. Vol 20**(2)**: 57-66.
- Arisandy, K. R., E. Y. Herawati dan E. Suprayitno. 2012. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Gambaran Histologi pada Jaringan *Avicennia marina* (forsk.) Vierh di Perairan Pantai Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan*, 1**(1)**: 15 – 25.
- Baderan, D. W. K. 2017. Distribusi Spasial dan Luas Kerusakan Hutan Mangrove di Wilayah Pesisir Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo. *Jurnal GeoEco*. 3**(1)**: 1 – 8.
- Danim, S. 2002. Menjadi Peneliti Kualitatif, Bandung: Pustaka Setia.
- Darmawan, M. P., G. E. Sumantra dan K. Budiarta. 2011. Sebaran Suhu Permukaan Laut, Salinitas Permukaan Laut dan Arus Permukaan Laut Indonesia Tahun 2011 Secara Temporal. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 1 – 7.
- Dekky, R. Linda, dan E R. P. Wardoyo. 2016. Inventarisasi Jenis-Jenis Mangrove yang Ditemukan di Kawasan Tanjung Bila Kecamatan Pemangkat Kabupaten Sambas. *Protobiont*. 5**(3)**.
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air Dan Udara. Kanisius. Yogyakarta. 193 Hal.
- Halidah. 2014. *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh Jenis Mangrove yang Kaya Manfaat. *Buletin Eboni*. 11**(1)**: 37 – 44.
- Handayanto. E., Y. Nuraini., N. Muddarisna., N. Syam dan A. Fiqri. 2017. Fitoremediasi dan *Phytoning* Logam Berat Pencemar Tanah. UB Press. Malang. 211 Hal.
- Harlyan, L. I., D. Retnowati., S. H. J. Sari dan F. Iranawati. 2015. Concentration of Heavy Metal (Pb and Cu) in Sediment and Mangrove *Avicennia Marina* at Porong River Estuary, Sidoarjo, East Java. *Research Journal of Life Science*. 2**(2)**: 124 - 132.
- Herdina, S. P., B. Budiyo dan Suhartono. 2018. Efektivitas Variasi Lama Kontak Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dalam Menurunkan Logam Berat Kromium Heksavalen. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 6**(6)**: 315 - 324.



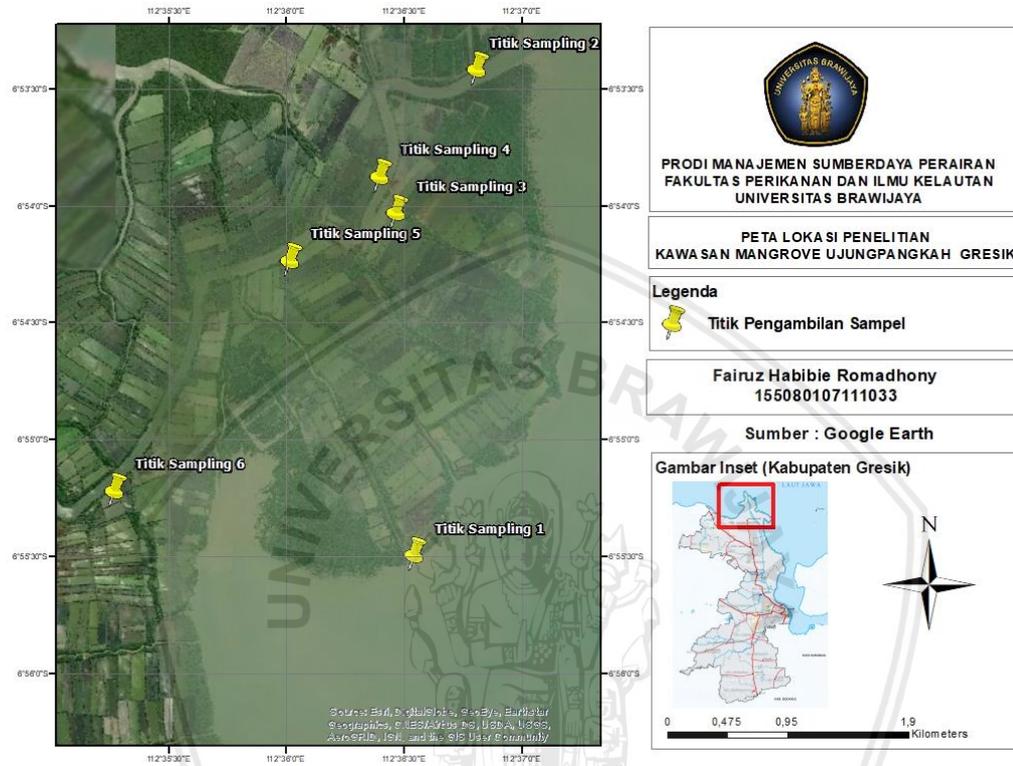
- Ika., Tahril dan I. Said. 2012. Analisis Logam Timbal (Pb) Dan Besi (Fe) Dalam Air Laut Di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademika Kimia*. 1(4): 181 – 186.
- Istiaroh, P. D., N. K. T. Martuti dan F. P. M. H. Bodijanto. 2014. Uji Kandungan Timbal (Pb) dalam Daun Tanaman Peneduh di Jalan Protokol Kota Semarang. *Biosantifika*. 60 – 66.
- Jawa Timur. (2013). Buku Potensi dan Produk Unggulan Jawa Timur. Gresik: Pemprov Jatim.
- Jupriyati, R., N. Soenardjo., dan C. A. Suryono. 2013. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Pengaruhnya Terhadap Histologi Akar Mangrove *Avicennia marina* (Forssk). Vierh. di Perairan Mangunharjo Semarang. *Journal Of Marine Research*. 3(1) : 61-68.
- Lase, V. A., Yunasfi dan Desrita. 2016. Daya Serap Mangrove *Avicennia marina* Terhadap Logam Berat Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) di Kampung Nelayan Kecamatan Medan Belawan Sumatera Utara. *Aquacostmarine*. 12(2) : 92 – 102.
- Maslukah, L.. 2007. Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Zn) Terlarut dalam Seston dan dalam Sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang. *Jurnal Sumberdaya Perairan*. 2: 1-4.
- Mayudin, A. 2012. Kondisi Ekonomi Pasca Konversi Hutan Mangrove Menjadi Lahan Tambak Di Kabupaten Pangkajene Kepulauan Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal EKSOS*. 8(2): 90 – 104.
- Monim, Y., F. Luhulima dan D. W. Purnomo. 2017. Inventarisasi dan Karakterisasi Jenis-Jenis Sagu (*Metroxylon* spp) di Distrik Sentani Tengah dan Distrik Sentani Timur Kabupaten Jayapura Provinsi Papua. *Jurnal AGROTEK*. 5(6): 68 – 80.
- Muammar, M. Rais dan Patang. 2010. Pengaruh Limbah Industri Terhadap Tingkat Pencemaran Timbal di Perairan Sungai Tallo. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 5: 230 – 250.
- Naibaho, R. F., Yunasfi dan A. Suryanti. 2015. Laju Dekomposisi Serasah Daun *Avicennia marina* dan Kontribusinya Terhadap Nutrisi di Perairan Pantai Serambi Deli Kecamatan Pantai Lambu. *Aquacostmarine*. 7(2): 13 – 27.
- Naria. E. 2005. Mewaspada Dampak Bahan Pencemar Timbal (Pb) Di Lingkungan Terhadap Kesehatan. *Jurnal Komunikasi Penelitian*. 17 (4):66-72.
- Nugraha, W. A. 2009. Kandungan Logam Berat pada Air dan Sedimen di Perairan Socah dan Kwanyar Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan*. 2(2): 158 – 164.
- Nugrahanto, N. P., B. Yulianto dan R. Azizah. 2014. Pengaruh Pemberian Logam Berat Pb terhadap Akar, Daun, dan Pertumbuhan Anakan Mangrove *Rhizophora mucronata*. 2(3): 107 – 114.

- Nursalam. 2008. Konsep dan Penerapan Metodologi Penelitian Ilmu Keperawatan. Jakarta: Salemba Medika.
- Pemerintah Indonesia. 1999. Peraturan Pemerintah No. 19 Tahun 1999 Pengendalian Pencemaran Dan/Atau Perusakan Laut. Lembaran Negara RI Tahun 1999. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Pradifita, G. S., Yunasfi dan R. Leidonald. 2017. Bioakumulasi Logam Berat Cd dan Pb pada Api-Api (*Avicennia alba*) di Desa Bagan Deli Kecamatan Medan Belawan. *Jurnal Aquacostmarine*. 15(1): 1 – 11.
- Pratikto, W. 2002. Perencanaan Perlindungan Pantai Alami untuk Mengurangi Resiko terhadap Bahaya Tsunami. Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Jakarta. Kementerian Perikanan Republik Indonesia.
- Priyanto. B. dan J. Prayitno. 2008. Fitoremediasi Sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat.
- Purnomo, T. dan Muchyiddin. 2007. Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) di Tambak Kecamatan Gresik. *Neptunus*. 68-77.
- Purwiyanto A. I. S. 2013. Daya Serap Akar dan Daun Mangrove Terhadap Logam Tembaga (Cu) di Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan. *Maspari Journal*. 5(1): 1 – 5.
- Putri, Z. L., S. Y. Wulandari dan L. Maslukah. 2014. Studi Sebaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Air dan Sedimen Dasar di Perairan Muara Sungai Manyar Kabupaten Gresik, Jawa Timur. *Journal of Oceanography*. 3(4): 589 - 595.
- Reffiane, F. M. N. Arifin dan B. Santoso. 2011. Dampak Kandungan Timbal (Pb) dalam Udara Terhadap Kecerdasan Anak Sekolah Dasar. 1(2): 96 – 107.
- Riani, E. 2010. Kontaminasi Merkuri (Hg) dalam Organ Tubuh Ikan Petek (*Leiognathus equulus*) di Perairan Ancol, Teluk Jakarta. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 11(2): 313 – 322.
- Rilek, N. M., N. Hidayat dan Y. Sugiarto. 2017. Hidrolisis Lignoselulosa Hasil Pretreatment Pelepah Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) menggunakan H₂SO₄ pada Produksi Bioetanol. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 6(2): 76 – 82.
- Rizki., E. Safitri dan Asroen. 2015. Morfologi *Bruguiera cylindrica* (L.) Blume Yang Tumbuh di Hutan Mangrove Kecamatan Siberut Utara Kabupaten Kepulauan Mentawai. *Jurnal Saintek*. 7(1): 26 – 32.
- Sahara, E. 2009. Distribusi Pb dan Cu Pada Berbagai Ukuran Partikel Sedimen di Pelabuhan Benoa. *Jurnal Kimia*. 75 – 80.
- Said, I., M. N. Jalaluddin., A. Upe dan A. W. Wahab. 2009. Penetapan Konsentrasi Logam Berat Krom dan Timbal dalam Sedimen Estuaria Sungai Matangpondo Palu. *Jurnal Chemica*. 10(2): 40 – 47.
- Said, N. I. 2010. Metoda Penghilangan Logam Merkuri di Dalam Air Limbah Industri. *JAI* 6(1): 11 – 23.

- Saputri, A., M. T. S. Johnny dan D. Rahayu. 2014. Analisis Sebaran Oksigen Terlarut Pada Sungai Raya. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 2(1): 1 – 10.
- Sembel, D. T. 2015. Toksikologi Lingkungan. Penerbit Abadi. 341 Hal.
- Setiawan, H. 2013. Akumulasi dan Distribusi Logam Berat Pada Vegetasi Mangrove di Perairan Pesisir Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 7(1): 12 – 24.
- Sina., R. A. Kuswardani dan J. Nasution. 2015. Keanekaragaman Jenis Mangrove di Pantai Mutiara Desa Kota Pari Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara. *BioLink*. 2(1): 82 – 96.
- Sugiyono. 2012. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. ALFABETA. Bandung. 92 Hal.
- Sukandarrumidi, A. N. Rakhman dan F. W. Maulana. 2018. Geotoksikologi : Usaha Mencegah Keracunan Akibat Bencana Geologi. UGM Press. Yogyakarta. 391 Hal.
- Sukandarrumidi. 2018. Geologi Mineral Logam. UGM Press. Yogyakarta. 209 Hal.
- Supriyanti. E dan N. Soenardjo. 2015. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Pada Akar Dan Buah Mangrove *Avicennia marina* Di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*. 18(2): 98 – 106.
- Triadyani, A. E., R. Aryawati dan G. Diansyah. 2010. Pengaruh Logam Timbal (Pb) terhadap Jaringan Hati Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*). *Maspuri Journal*. 1: 42 – 47.
- Walangare, K. B. A., A. S. M. Lumenta, J. O. Wuwung dan B. A. Sugiarto. 2013. Rancang Bangun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum Dengan Proses Destilasi Sederhana Menggunakan Pemanas Elektrik. *e-Jurnal Elektro dan Komputer*. 1 – 11.
- Wijayanti. 2007. Konservasi Hutan Mangrove Sebagai Wisata Pendidikan. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 1: 15 – 25.
- Yennie, Y dan J. T. Murtini. 2005. Kandungan Logam Berat Air Laut, Sedimen dan Daging Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Mentok dan Tanjung Jabung Timur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan*. 12(1): 27-32.
- Yulianto B., R. Ario dan A. Triono. 2006. Daya Serap Rumput Laut (*Gracilaria sp*) Terhadap Logam Berat Tembaga (Cu) Sebagai Biofilter. *Ilmu Kelautan*. 11(2): 72-78.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi Pengambilan Titik Sampling



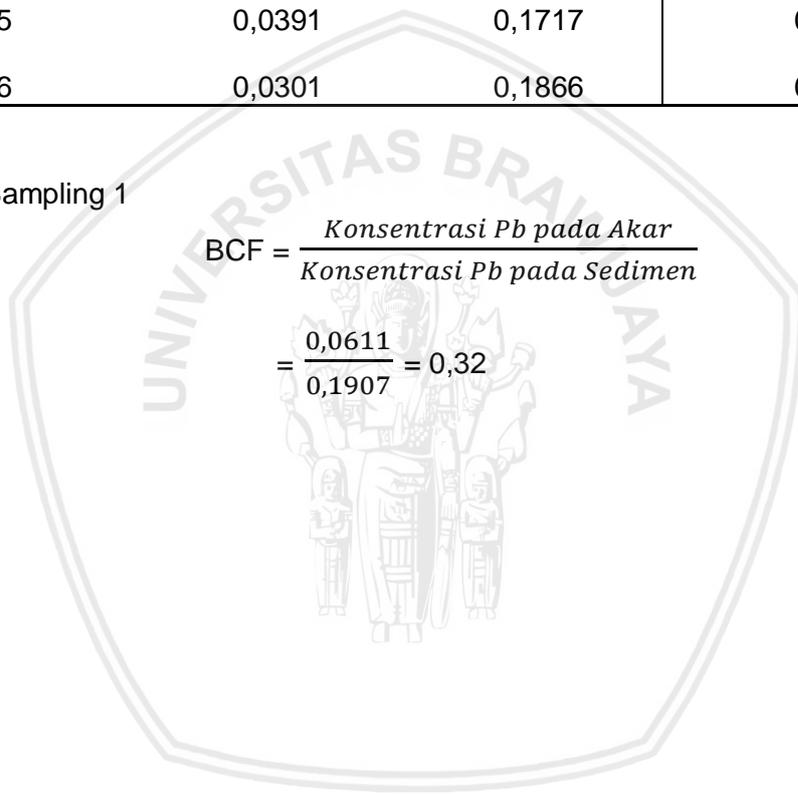
Lampiran 2. Perhitungan Faktor Biokonsentrasi

Titik Sampling	Konsentrasi Pb (mg/l)		Nilai BCF Pb
	Akar	Sedimen	
1	0,0611	0,1907	0,32
2	0,0519	0,2102	0,246
3	0,0443	0,1721	0,257
4	0,0455	0,2021	0,225
5	0,0391	0,1717	0,227
6	0,0301	0,1866	0,161

- Titik Sampling 1

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

$$= \frac{0,0611}{0,1907} = 0,32$$



Lampiran 3. Hasil Uji Statistik

1. Uji perbedaan akar

a. Uji normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		logam_berat_akar
N		6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	,045333
	Std. Deviation	,0106180
Most Extreme Differences	Absolute	,160
	Positive	,160
	Negative	-,128
Test Statistic		,160
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

b. Uji homogen

Test of Homogeneity of Variances

logam_berat_akar

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,004	5	12	,150

ANOVA

logam_berat_akar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,002	5	,000	323,800	,000
Within Groups	,000	12	,000		
Total	,002	17			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: logam_berat_akar

LSD

(I) pengulangan	(J) pengulangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
titik sampling 1	titik sampling 2	,0090667 [*]	,0008226	,000	,007274	,010859
	titik sampling 3	,0174000 [*]	,0008226	,000	,015608	,019192
	titik sampling 4	,0153000 [*]	,0008226	,000	,013508	,017092
	titik sampling 5	,0206333 [*]	,0008226	,000	,018841	,022426
	titik sampling 6	,0308667 [*]	,0008226	,000	,029074	,032659
titik sampling 2	titik sampling 1	-,0090667 [*]	,0008226	,000	-,010859	-,007274
	titik sampling 3	,0083333 [*]	,0008226	,000	,006541	,010126
	titik sampling 4	,0062333 [*]	,0008226	,000	,004441	,008026
	titik sampling 5	,0115667 [*]	,0008226	,000	,009774	,013359
	titik sampling 6	,0218000 [*]	,0008226	,000	,020008	,023592
titik sampling 3	titik sampling 1	-,0174000 [*]	,0008226	,000	-,019192	-,015608
	titik sampling 2	-,0083333 [*]	,0008226	,000	-,010126	-,006541
	titik sampling 4	-,0021000 [*]	,0008226	,025	-,003892	-,000308
	titik sampling 5	,0032333 [*]	,0008226	,002	,001441	,005026
	titik sampling 6	,0134667 [*]	,0008226	,000	,011674	,015259
titik sampling 4	titik sampling 1	-,0153000 [*]	,0008226	,000	-,017092	-,013508
	titik sampling 2	-,0062333 [*]	,0008226	,000	-,008026	-,004441
	titik sampling 3	,0021000 [*]	,0008226	,025	,000308	,003892
	titik sampling 5	,0053333 [*]	,0008226	,000	,003541	,007126
	titik sampling 6	,0155667 [*]	,0008226	,000	,013774	,017359
titik sampling 5	titik sampling 1	-,0206333 [*]	,0008226	,000	-,022426	-,018841
	titik sampling 2	-,0115667 [*]	,0008226	,000	-,013359	-,009774
	titik sampling 3	-,0032333 [*]	,0008226	,002	-,005026	-,001441
	titik sampling 4	-,0053333 [*]	,0008226	,000	-,007126	-,003541
	titik sampling 6	,0102333 [*]	,0008226	,000	,008441	,012026
titik sampling 6	titik sampling 1	-,0308667 [*]	,0008226	,000	-,032659	-,029074
	titik sampling 2	-,0218000 [*]	,0008226	,000	-,023592	-,020008
	titik sampling 3	-,0134667 [*]	,0008226	,000	-,015259	-,011674
	titik sampling 4	-,0155667 [*]	,0008226	,000	-,017359	-,013774
	titik sampling 5	-,0102333 [*]	,0008226	,000	-,012026	-,008441

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

2. Uji perbedaan sedimen

a. Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		logam_berat_sedimen
N		18
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	,189467
	Std. Deviation	,0167807
Most Extreme Differences	Absolute	,164
	Positive	,164
	Negative	-,111
Test Statistic		,164
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200 ^{c,d}

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.
- d. This is a lower bound of the true significance.

b. Homogen

Test of Homogeneity of Variances

logam_berat_sedimen

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,407	5	12	,099

ANOVA

logam_berat_sedimen

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,005	5	,001	41,469	,000
Within Groups	,000	12	,000		
Total	,005	17			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: logam_berat_sedimen

LSD

(I) titik_sampling	(J) titik_sampling	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1,00	2,00	-,0202667*	,0038144	,000	-,028578	-,011956
	3,00	,0227000*	,0038144	,000	,014389	,031011
	4,00	-,0112333*	,0038144	,012	-,019544	-,002922
	5,00	,0217000*	,0038144	,000	,013389	,030011
	6,00	,0073000	,0038144	,080	-,001011	,015611
2,00	1,00	,0202667*	,0038144	,000	,011956	,028578
	3,00	,0429667*	,0038144	,000	,034656	,051278
	4,00	,0090333*	,0038144	,036	,000722	,017344
	5,00	,0419667*	,0038144	,000	,033656	,050278
	6,00	,0275667*	,0038144	,000	,019256	,035878
3,00	1,00	-,0227000*	,0038144	,000	-,031011	-,014389
	2,00	-,0429667*	,0038144	,000	-,051278	-,034656
	4,00	-,0339333*	,0038144	,000	-,042244	-,025622
	5,00	-,0010000	,0038144	,798	-,009311	,007311
	6,00	-,0154000*	,0038144	,002	-,023711	-,007089
4,00	1,00	,0112333*	,0038144	,012	,002922	,019544
	2,00	-,0090333*	,0038144	,036	-,017344	-,000722
	3,00	,0339333*	,0038144	,000	,025622	,042244
	5,00	,0329333*	,0038144	,000	,024622	,041244
	6,00	,0185333*	,0038144	,000	,010222	,026844
5,00	1,00	-,0217000*	,0038144	,000	-,030011	-,013389
	2,00	-,0419667*	,0038144	,000	-,050278	-,033656
	3,00	,0010000	,0038144	,798	-,007311	,009311
	4,00	-,0329333*	,0038144	,000	-,041244	-,024622
	6,00	-,0144000*	,0038144	,003	-,022711	-,006089
6,00	1,00	-,0073000	,0038144	,080	-,015611	,001011
	2,00	-,0275667*	,0038144	,000	-,035878	-,019256
	3,00	,0154000*	,0038144	,002	,007089	,023711
	4,00	-,0185333*	,0038144	,000	-,026844	-,010222
	5,00	,0144000*	,0038144	,003	,006089	,022711

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



Lampiran 4. Data Hasil Analisis Laboratorium



UNIVERSITAS ISLAM MALANG
(U N I S M A)
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 Pb
Sample masuk : 8 Mar 2019 Hasil Keluar : 20 Mar 2019
Pemilik Sampel : Fairuz

No	Nama	Conc. (ppm)	Abs.	Actual conc (ppm)
1	T1	0,1987	0,0011	0,1987
2	T1	0,1891	0,0012	0,1891
3	T1	0,1907	0,0011	0,1907
4	T2	0,2192	0,0009	0,2192
5	T2	0,2099	0,0011	0,2099
6	T2	0,2102	0,001	0,2102
7	T3	0,1649	0,0009	0,1649
8	T3	0,1734	0,0008	0,1734
9	T3	0,1721	0,0009	0,1721
10	T4	0,2119	0,0012	0,2119
11	T4	0,1982	0,0013	0,1982
12	T4	0,2021	0,0011	0,2021
13	T5	0,1725	0,0011	0,1725
14	T5	0,1692	0,0009	0,1692
15	T5	0,1717	0,0011	0,1717
16	T6	0,1864	0,0019	0,1864
17	T6	0,1836	0,0018	0,1836
18	T6	0,1866	0,0019	0,1866
19	A1	0,0623	0,0013	0,0623
20	A1	0,0617	0,0014	0,0617
21	A1	0,0611	0,0012	0,0611
22	A2	0,0538	0,0013	0,0538
23	A2	0,0522	0,0012	0,0522
24	A2	0,0519	0,0014	0,0519
25	A3	0,0448	0,0011	0,0448
26	A3	0,0438	0,0013	0,0438
27	A3	0,0443	0,0013	0,0443
28	A4	0,0474	0,0015	0,0474
29	A4	0,0463	0,0011	0,0463
30	A4	0,0455	0,0014	0,0455
31	A5	0,0423	0,0008	0,0423
32	A5	0,0418	0,0011	0,0418
33	A5	0,0391	0,0009	0,0391
34	A6	0,0308	0,0013	0,0308
35	A6	0,0316	0,0012	0,0316
36	A6	0,0301	0,0012	0,0301



Lampiran 5. Dokumentasi



Peninjauan lokasi



Pengukuran lingkaran batang pada mangrove



Pengambilan sampel akar Mangrove
Avicennia marina



Pengambilan sampel sedimen



Proses penyimpanan sampel pada plastik



Proses pengambilan sampel air

