

**KADAR LOGAM BERAT Pb (TIMBAL) PADA AKAR, DAN DAUN MANGROVE  
(*Avicennia marina* Forsk.) DI PULAU SARINAH, KECAMATAN JABON,  
SIDOARJO, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :

**HANANTA BAYU PRIMA**

**NIM. 125080100111029**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2016**

**KADAR LOGAM BERAT Pb (TIMBAL) PADA AKAR, DAN DAUN  
MANGROVE (*Avicennia marina* Forsk) DI PULAU SARINAH, KECAMATAN  
JABON, SIDOARJO, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan di Fakultas

Perikanan dan Ilmu Kelautan

Universitas Brawijaya

Oleh :

**HANANTA BAYU PRIMA**

**NIM. 125080100111029**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2016**

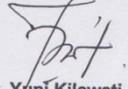
SKRIPSI

KADAR LOGAM BERAT Pb (TIMBAL) PADA MANGROVE (*Avicennia marina*  
Forsk) DI PULAU SARINAH, KECAMATAN JABON, SIDOARJO, JAWA.  
TIMUR

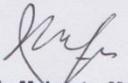
Oleh :  
HANANTA BAYU PRIMA  
NIM. 125080100111029

Telah dipertahankan didepan penguji pada tanggal 1 Agustus 2016  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

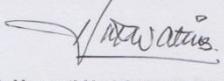
Dosen Penguji I

  
(Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si)  
NIP. 19730702 20051 2 001  
Tanggal : 5 AUG 2016

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing I

  
(Dr. Ir. Mulyanto, M.Si)  
NIP. 19600317 198602 1 001  
Tanggal : 5 AUG 2016

Dosen Pembimbing II

  
(Dr. Herwati Umi Subarijanti, MS)  
NIP. 19520402 198003 2 001  
Tanggal: 5 AUG 2016



Mengetahui,  
Ketua Jurusan  
(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)  
NIP. 19620605 198603 2 001  
Tanggal: 5 AUG 2016



## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi 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 penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, Juli 2016

Hananta Bayu Prima

## Ucapan terimakasih

Penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberikan segala nikmat dan kemudahan serta kekuatan hati yang luar biasa kepada saya selama penyusunan laporan ini
2. Kedua orang tua dan saudara-saudara saya yang selalu mendukung dan mendoakan saya.
3. Dr. Ir. Mulyanto, M.Si dan Ir. Herawati Umi Subarijanti selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan membimbing serta menasehati saya.
4. Ayu Nhevy Tia yang selalu mendukung dan menemani :\*
5. Farid Rizal Zul Fahmi, Ricky Bagus Prasetya, Beny Mustofa, dan Madha Rival yang telah membantu dalam suka dan duka
6. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, yang telah memberikan fasilitas kuliah untuk dapat menunjang proses kegiatan skripsi ini
7. Tim Sarinah yang telah membantu dalam suka dan duka
8. Bapak Koramil Jabon, Sidoarjo yang telah membantu penelitian di Pulau Sarinah
9. Teman – teman MSP angkatan 2012 yang selalu memberi saya semangat dan motivasi

## RINGKASAN

**HANANTA BAYU PRIMA.** Kadar Logam Berat Pb (Timbal) pada Akar dan Daun Mangrove *Avicennia marina* di Pulau Sarinah, Kecamatan Jabon, Sidoarjo, Jawa Timur (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Mulyanto M.Si** dan **Ir. Herawati Umi Subarijanti, MS**)

---

Latar belakang penelitian di pulau Sarinah ini adalah menjelaskan tentang adanya pulau Sarinah yang merupakan hasil pembentukan dari buangan lumpur lapindo yang dialirkan melalui Sungai Porong. Pulau Sarinah yang sedimennya berasal dari endapan lumpur lapindo ini telah ditanami banyak tanaman mangrove. Tanaman mangrove berperan sebagai *buffer* (perisai alam) dan menstabilkan tanah dengan menangkap dan memerangkap endapan material dari darat yang terbawa air. Mangrove merupakan tumbuhan tingkat tinggi di kawasan pantai yang dapat menyerap bahan organik dan anorganik sehingga dapat dijadikan bioindikator logam berat. Mangrove yang terdapat di Pulau Sarinah ini diperkirakan sudah terkontaminasi logam berat yang berasal dari sedimennya. Hal ini disebabkan karena endapan lumpur lapindo itu membawa salah satu logam berat yaitu logam berat Pb karena lumpur lapindo mengandung logam Pb.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi atau kandungan logam berat timbal (Pb) di air, sedimen, akar, dan daun *Avicennia marina*. Untuk mengetahui faktor biokonsentrasi (BCF) logam berat timbal (Pb) pada mangrove *Avicennia marina*. Dan untuk mengetahui faktor translokasi (TF) logam berat timbal (Pb) pada mangrove *Avicennia marina*.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terbagi atas dua tahapan utama yaitu pengukuran kualitas perairan (*insitu*); analisis sampel logam berat (*exsitu*). Parameter yang diukur pada pengukuran kualitas air secara *insitu* adalah suhu, salinitas, dan pH. Parameter yang diukur pada pengukuran logam berat adalah Timbal (Pb).

Kandungan Logam berat Pb di air 0.0590 - 0.2589 ppm, di sedimen 0.0397 - 0.2611 ppm, di akar 0.05 - 0.1124 ppm dan di daun 0.101 - 0.2736 ppm. Faktor biokonsentrasi (BCF) berkisar antara 0.247 - 1.721 ppm yang menunjukkan bahwa tanaman mangrove *Avicennia marina* memiliki kemampuan sebagai akumulator tingkat sedang dalam menyerap logam berat Pb. Pada penelitian ini faktor translokasi (TF) berkisar antara 1.253 - 3.050 ppm, maka dapat dikatakan bahwa mangrove *Avicennia marina* termasuk dalam tumbuhan hiperkumulator untuk logam berat Pb. Tetapi belum efektif karena nilai FTD negatif. Hasil untuk kualitas air pada suhu 27 - 31°C, salinitas 24.2‰ - 25.5‰, pH 6.5 - 7.8 dan oksigen terlarut 8.24 - 8.6 mg/l. Kualitas air tersebut masih layak untuk pertumbuhan mangrove *Avicennia marina* yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004.

Nilai TF yang tinggi menunjukkan kandungan logam berat lebih banyak di translokasikan di bagian daun, jadi menyebabkan nilai FTD negatif, nilai FTD negatif menunjukkan logam berat yang dibuang lebih banyak dari pada yang diakumulasi.

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Mu penulis dapat menyajikan Laporan Skripsi yang berjudul Kadar Logam Berat Pb (Timbal) pada Akar dan Daun Mangrove *Avicennia marina* di Pulau Sarinah, Kecamatan Jabon, Sidoarjo, Jawa Timur

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.



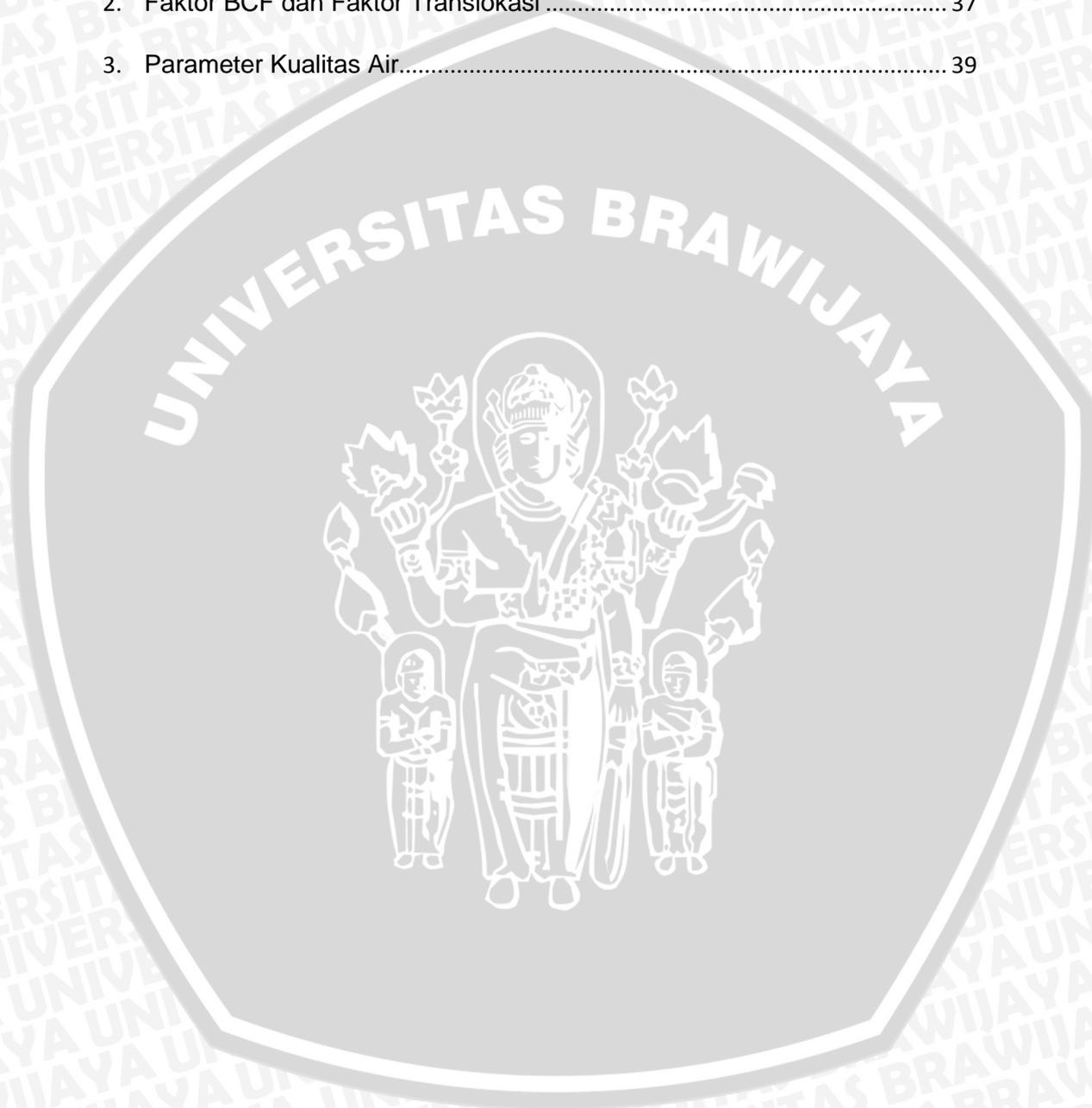
## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>1.PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Tempat dan Waktu .....	5
<b>2.TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Logam Berat .....	6
2.1.1 Pengertian Logam Berat .....	6
2.1.2 Logam berat Pb .....	6
2.1.3 Karakteristik Logam Berat Pb.....	7
2.1.4 Pencemaran Logam Berat Pb.....	8
2.1.5 Mekanisme Penyerapan Logam Berat Pada Mangrove .....	9
2.2 Ekosistem Mangrove .....	11
2.3.1 Morfologi <i>Avicennia marina</i> .....	13
2.3.2 Habitat <i>Avicennia marina</i> .....	15
2.3 Parameter Kualitas Air.....	15
2.3.1 Suhu.....	15
2.3.2 Salinitas.....	16
2.3.3 Derajat Keasaman (pH) .....	16
2.4 Analisa Logam Berat .....	17
<b>3. METODOLOGI .....</b>	<b>18</b>
3.1 Materi Penelitian .....	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	18
3.3 Metode Penelitian.....	19
3.4 Lokasi Pengambilan Sampel.....	19
3.5 Prosedur Pengambilan Sampel .....	20
3.5.1 Pengambilan Sampel Air .....	20
3.5.2 Pengambilan Sampel Sedimen.....	20
3.5.3 Pengambilan Sampel akar.....	20
3.5.4 Pengambilan Sampel daun.....	20
3.6 Analisis Logam Berat.....	21

3.6.1 Analisis Logam Berat Pb di Air.....	21
3.6.2 Analisis Logam Berat Pb di Sedimen.....	21
3.6.3 Analisis Logam Berat Pb di Akar ,dan daun .....	22
3.7 Parameter Kualitas Air.....	22
3.7.1 Suhu.....	22
3.7.2 Salinitas.....	23
3.7.3 Derajat Keasaman.....	23
3.8 Analisis Data.....	23
3.8.1 Faktor Biokonsentrasi (BCF).....	23
<b>4.HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	25
4.2 Deskripsi Stasiun Pengamatan.....	26
4.3 Stuktur Vegetasi Di Pulau Sarinah.....	29
4.4 Konsentrasi Pb Di Pulau Sarinah.....	31
4.4.1 konsentrasi Logam Berat Pb di Air.....	31
4.4.2 konsentrasi Pb di Sedimen.....	32
4.4.3 konsentrasi Pb di Akar.....	34
4.4.4 konsentrasi Pb di Daun.....	35
4.5 Faktor BCF, Faktror Translokasi dan FTD.....	36
4.6 Parameter kualitas air.....	38
4.6.1 Suhu.....	39
4.6.2 Derajat Keasaman (pH).....	41
4.6.3 Salinitas.....	42
<b>5.KESIMPULAN .....</b>	<b>44</b>
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	44
<b>Daftar pustaka.....</b>	<b>45</b>
<b>Lampiran.....</b>	<b>51</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian.....	18
2. Faktor BCF dan Faktor Translokasi .....	37
3. Parameter Kualitas Air.....	39



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Logam Timbal (Pb).....	6
2. <i>Avicennia marina</i> .....	14
2. Lokasi Stasiun 1 .....	26
3. Lokasi Stasiun 2 .....	27
4. Lokasi Stasiun 3 .....	28
5. Lokasi Stasiun 4 .....	28
6. Lokasi Stasiun 5 .....	29
7. Struktur Vegetasi Mangrove di Pulau Sarinah.....	30
8. Konsentrasi Pb di Air Pulau Sarinah.....	31
9. Grafik konsentrasi Pb di Sedimen Pulau Sarinah.....	33
10. Grafik konsentrasi Pb di Akar Pulau Sarinah.....	34
11. Grafik konsentrasi Pb di Daun Pulau Sarinah.....	35
12. Grafik Pengukuran Suhu.....	40
13. Grafik Pengukuran pH.....	41
14. Grafik Pengukuran Salinitas.....	43



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kecamatan Porong Sidoarjo merupakan salah satu kawasan pesisir di Jawa Timur yang terkena dampak dari pencemaran lingkungan berbahaya yang dikenal sebagai banjir lumpur panas Lapindo. Pencemaran tersebut terjadi pada tanggal 27 Mei 2006 yang berasal dari salah satu perusahaan minyak dan gas bernama PT. Lapindo Brantas. Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi dilakukan oleh UNDAC (2006). Logam berat Pb sebesar 17,8 ppm. Sampai saat ini pembuangan lumpur lapindo masih dialirkan ke Muara. Sungai Porong. Menurut Dahuri dan Arumsyah (1994), Masuknya bahan pencemar ke dalam sungai atau perairan dapat menyebabkan penurunan kualitas perairan bahkan pencemaran polutan terhadap laut. Apabila polutan logam berat masuk ke dalam perairan maka akan menjadi ancaman yang serius bagi manusia dan mahluk hidup yang hidup di sekitar wilayah muara Sungai Porong.

Logam berat merupakan jenis polutan yang umumnya mencemari perairan dan berbahaya jika jumlahnya melebihi baku mutu yang ditetapkan. Pada dasarnya logam berat berbahaya karena sifatnya yang tidak dapat terurai (*non degradable*) dan mudah diabsorpsi oleh biota yang berada di sekitarnya sehingga membawa dampak berbahaya bagi lingkungan (Hamzah dan Setiawan, 2010). Salah satu pencemaran yang berbahaya adalah pencemaran logam timbal (Pb). (Pb) merupakan salah satu logam berat yang banyak dimanfaatkan dalam industri – industri kimia seperti pembuatan baterai , industri pembuatan kabel listrik dan industri pewarnaan pada cat (Kusumastuti, 2009).

Mangrove merupakan tumbuhan tingkat tinggi di kawasan pantai yang dapat berfungsi untuk menyerap bahan – bahan anorganik. Mangrove juga merupakan

tempat mencari makan, memijah dan berkembang biak bagi udang dan ikan serta kerang dan kepiting. Bagi manusia mangrove juga bermanfaat baik secara langsung dan tidak langsung terhadap sosial ekonomi penduduk sekitar. Selain itu, ekosistem mangrove juga berfungsi mencegah erosi (Arisandi, 2001).

Fungsi dan manfaat mangrove telah banyak diketahui baik sebagai tempat pemijahan ikan di perairan, pelindung daratan dan abrasi oleh ombak, pelindung dari tiupan angin, habitat satwa liar, tempat singgah migrasi burung, mengendapkan lumpur dan menyerap konsentrasi logam berat (Taryana, 1995). Melalui akarnya, mangrove ini dapat menyerap logam-logam berat yang terdapat pada sedimen maupun kolom air (Sukardjo, 2004). Menurut MacFarlane dan Burchett (2003) menyatakan bahwa akumulasi logam berat oleh spesies mangrove terdapat pada bagian akar yang tumbuh batang dan daun hal ini menunjukkan bahwa mangrove secara aktif menyerap logam berat.

Pemanfaatan ekosistem mangrove di estuari sebagai upaya pemeliharaan dan peningkatan kualitas lingkungan terhadap pencemaran logam berat dan dapat dilakukan dengan memanfaatkan karakteristik logam berat yang mudah teradsorpsi dalam organisme hidup terutama mangrove. Mengingat mangrove merupakan ekosistem yang khas disuatu daerah muara estuari, penelitian ini menjelaskan tentang jumlah kadar logam berat Pb, Sedimen, akar mangrove dan daun mangrove serta mengetahui biokonsentrasi Pb pada spesies *Avicennia marina* di Pulau Sarinah, Desa Tlocor, Kecamatan Jabon, Sidoarjo, Jawa Timur

## 1.2 Rumusan Masalah

Pencemaran lumpur lapindo yang terjadi di Kecamatan Porong, Sidoarjo, yang mengandung logam berat dikenal dengan banjir lumpur lapindo, telah mengakibatkan pencemaran pada lingkungan dan perairan muara Sungai Porong telah berdampak pada kualitas air, kehidupan biota dan ekosistem

perairan. Perairan muara sungai Porong telah dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber kehidupan sehari - hari mulai dari memancing ,tambak, kegiatan budidaya ikan dan aktifitas sehari - hari. Salah satu bahan pencemar yang diduga terdapat di Sungai Porong adalah logam berat yaitu logam timbal. Penelitian terdahulu menunjukkan konsentrasi logam berat Pb telah melebihi ambang batas (baku mutu). Berdasarkan data UNDAC 2006, konsentrasi logam berat Pb yang ada di perairan muara Sungai Porong adalah sebesar 17,8 ppm. Hal ini sudah melebihi batas konsentrasi yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup NO.51 tahun 2004 mengenai baku mutu air laut, batas konsentrasi Pb yaitu sebesar 0,008 ppm.

Salah satu cara mengurangi dampak dari pencemaran logam berat yaitu dengan memanfaatkan potensi mangrove. Di sekitar Sungai Porong terdapat Sebuah Pulau yang ditanami Mangrove yaitu Pulau Sarinah. Pulau Sarinah adalah suatu Pulau buatan yang berada di lingkungan muara Sungai Porong , Pulau Sarinah ini terbentuk pada tahun 2008 seluas 94 ha dan telah ditanami beberapa jenis mangrove oleh Bapak Wibowo ,Dinas Perikanan dan Dinas Lingkungan, ada beberapa jenis mangrove yang ditanam antara lain *Rizophora mucronata* , *Avicennia alba* ,*Avicennia marina* , *Sonneratia sp.* Mangrove diketahui dari berbagai penelitian mampu mengakumulasi logam berat dari lingkungannya. Mangrove *Avicennia marina* termasuk jenis tumbuhan yang banyak dijumpai di sekitar wilayah perairan yang mempunyai kemampuan untuk menyerap logam berat yang ada di perairan.

Di Pulau Sarinah jenis *Avicennia marina* cukup mendominasi dan mudah dijumpai. Penelitian ini menggunakan bagian akar. Karena akar *Avicennia marina* mampu menyerap logam berat , menurut Deri *et al.* (2013), bahwa akar *Avicennia sp.* dapat menyerap logam Pb .selanjutnya logam berat akan ditranslokasikan ke jaringan lainnya seperti batang dan daun serta mengalami

proses kompleksasi dengan zat lain seperti fitokelatin. (Baker dan Walker dalam MacFarlane dan Burchett, 2003). Menggunakan bagian daun karena untuk melihat nilai translokasi logam berat pada *Avicennia marina*. Dari paparan diatas dapat ditarik masalah yaitu :

- 1) Bagaimana konsentrasi Pb pada Air ,sedimen ,akar dan daun mangrove jenis *Avicennia marina* yang ada di Pulau Sarinah?
- 2) Bagaimana peranan mangrove jenis *Avicennia marina* dalam menyerap logam berat Pb pada akar dan daun di Pulau Sarinah?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Untuk mengetahui konsentrasi Pb pada air ,sedimen yang ada di Pulau Sarinah
- 2) Untuk mengetahui konsentrasi Pb pada akar dan daun *Avicennia marina* yang ada di Pulau Sarinah
- 3) Untuk mengetahui nilai Biocontration (BCF), Translocation (TF) dan Fitoremediasi (FTD) pada *Avicennia marina* yang ada di Pulau Sarinah

### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini untuk memberikan gambaran mengenai akumulasi logam berat Pb pada akar dan daun *Avicennia marina* di Pulau Sarinah Desa Tlocor , Sidoarjo, Jawa Timur dan sebagai informasi bagi pihak yang membutuhkan mengenai peranan *Avicennia marina* mengurangi logam berat dan untuk kepentingan pengelolaan sumberdaya pesisir.

### 1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Pulau Sarinah , Desa Tlocor , Sidoarjo, Jawa Timur dan analisa konsentrasi logam berat Pb dilakukan di laboratorium MIPA Universitas Negeri Malang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – Mei 2016.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Logam Berat

#### 2.1.1 Pengertian Logam Berat

Menurut Connel dan Miller (1995), logam berat memiliki karakter berkilau, lunak, mempunyai daya hantar panas dan listrik yang tinggi dan bersifat kimiawi, yaitu sebagai dasar pembentukan reaksi asam. Selain itu, logam berat adalah unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar  $5 \text{ gr/cm}^3$ , mempunyai nomor atom lebih besar dari 21 dan terdapat di bagian tengah daftar periodik

Umumnya logam berat bersifat racun, sifat racunnya akan timbul bila dalam kadar yang relative tinggi. Menurut Sanusi (2006), juga mengemukakan bahwa logam berat diperairan terdiri atas logam berat essential dan non essential. Logam berat yang sering mencemari lingkungan adalah Hg, Cd, As dan Pb

Menurut Darmono (1995) faktor yang menyebabkan logam berat termasuk dalam kelompok zat pencemar adalah karena sifat-sifat logam berat yang tidak dapat terurai (*non degradable*) dan mudah diabsorpsi

#### 2.1.2 Logam berat Pb

Penyerbaran logam timbal di bumi sangat sedikit. Jumlah yang terdapat diseluruh lapisan bumi hanyalah 0,0002 % dari jumlah seluruh kerak bumi. Jumlah ini sangat sedikit jika di dibandingkan dengan jumlah konsentrasi logam berat lainnya yang ada di bumi (Palar, 2004).



**Gambar 1.** Logam Timbal (Pb) (Temple, 2007)

Pada perairan logam Pb ditemukan dalam bentuk  $Pb^{2+}$ ,  $Pb OH^+$ ,  $Pb HCO_3^+$ ,  $PbSO_4$ , dan  $PbCO^+$  (Perkins, 1997 dalam Rohilan, 1992). Masuknya logam Pb di perairan melalui proses pengendapan yang berasal dari aktivitas di darat seperti industri, rumah tangga dan erosi jatuhnya partikel – partikel dari sisa proses pembakaran yang mengandung tetraetil Pb, air buangan dari pertambangan bijih timah hitam dan buangan sisa industri baterai (Palar, 2004).

Menurut Ferguson (1990), apabila logam Pb masuk ke dalam tubuh manusia maka logam tersebut akan terakumulasi dalam jaringan tubuh dan tidak bisa disekresi lagi keluar tubuh. Pada kadar yang sudah tinggi pada tubuh manusia akan menyebabkan dampak negative yang serius antara lain:

- 1) Menghambat aktivitas enzim, sehingga proses metabolisme terganggu
- 2) Menyebabkan abnormalitas kromosom (gen)
- 3) Menghambat perkembangan janin
- 4) Menurunkan fertilitas wanita
- 5) Menghambat pembentukan hemoglobin
- 6) Menyebabkan kerusakan ginjal
- 7) Menyebabkan kekurangan darah

Logam berat timbal berbahaya karena bersifat biomagnifikasi, yaitu dapat terakumulasi dan tinggal di jaringan tubuh organisme dalam jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi. Logam-logam yang dapat menyebabkan keracunan biasanya terkait dengan protein sebagai metalotionin (Darmono, 1995).

### 2.1.3 Karakteristik Logam Berat Pb

Timbal adalah sebuah unsur yang biasanya ditemukan di dalam batu - batuan, tanah, tumbuhan dan hewan. Timbal 95% bersifat anorganik dan pada umumnya dalam bentuk garam anorganik yang umumnya kurang larut dalam air. Selebihnya berbentuk timbal organik. Timbal organik ditemukan dalam bentuk

senyawa *Tetra Ethyl Lead* (TEL) dan *Tetra Methyl Lead* (TML). Jenis senyawa ini hampir tidak larut dalam air, namun dapat dengan mudah larut dalam pelarut organik misalnya dalam lipid. Waktu keberadaan timbal dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti arus angin dan curah hujan. Timbal tidak mengalami penguapan namun dapat ditemukan di udara sebagai partikel. Karena timbal merupakan sebuah unsur maka tidak mengalami degradasi (penguraian) dan tidak dapat dihancurkan (Darmono,1995).

Logam ini memiliki sifat pasif yaitu sangat rendah dalam daya dan mempunyai daya translokasi yang rendah mulai dari akar sampai organ tumbuhan lainnya. Pb juga memiliki toksistas tinggi dan menyebabkan racun bagi beberapa spesies (Hamzah dan Setiawan, 2010).

#### **2.1.4 Pencemaran Logam Berat Pb**

Pencemaran air diakibatkan oleh masuknya bahan pencemar yang dapat berupa gas ,bahan – bahan terlarut dan partikulat. Pencemar memasuki badan air dengan berbagai cara, baik itu melalui atmosfer, tanah, limpasan pertanian, limbah domestik dan perkotaan, pembuangan limbah industri dan lain – lain. Berdasarkan sifat toksiknya, polutan dibedakan menjadi dua yaitu polutan non-toksik dan polutan toksik (Effendi,2003).

Bahan pencemar yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami tiga macam proses akumulasi, yaitu fisik, kimia, dan biologis. Buangan limbah industri yang mengandung bahan berbahaya dengan toksisitas yang tinggi dan kemampuan biota laut untuk menimbun logam – logam bahan pencemar mengakibatkan bahan pencemar langsung terakumulasi secara fisik dan kimia kemudian mengendap di dasar perairan (Hutagulung, 1984).

Menurut Bryan (1976), Logam berat yang masuk ke sistem perairan, baik di sungai maupun lautan akan di pindahkan dari badan airnya melalui tiga proses

yaitu pengendapan, adsorpsi, dan absorpsi oleh organisme – organisme perairan. Pada saat buangan limbah industri masuk ke dalam suatu perairan maka akan terjadi proses pengendapan dalam sedimen. Hal ini menyebabkan konsentrasi bahan pencemar dalam sedimen meningkat. Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran, dan dispersi kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut.

Pb yang masuk ke badan perairan sebagai dampak dari aktivitas kehidupan manusia. Senyawa Pb yang ada dalam badan perairan dapat ditemukan dalam bentuk ion-ion tetravalent ( $Pb^{2+}, Pb^{4+}$ ). Badan perairan yang telah memasukkan senyawa atau ion – ion Pb, sehingga jumlah Pb yang ada dalam badan perairan melebihi konsentrasi yang semestinya, dapat mengakibatkan kematian bagi biota perairan (Palar, 2004).

Konsentrasi logam berat pada sedimen umumnya rendah pada musim kemarau dan tinggi pada musim penghujan. Penyebab tingginya kadar logam berat dalam sedimen pada musim penghujan kemungkinan disebabkan oleh tingginya laju erosi pada permukaan tanah yang terbawa ke dalam badan sungai, sehingga sedimen dalam sungai yang diduga mengandung logam berat akan terbawa oleh arus sungai menuju muara dan pada akhirnya terjadi proses sedimentasi (Bryan, 1976).

### **2.1.5 Mekanisme Penyerapan Logam Berat Pada Mangrove**

Limbah logam berat setelah masuk ke dalam lingkungan laut akan terbagi menjadi dua proses, yaitu proses pemindahan yang dilakukan oleh arus laut dan proses karena migrasi oleh organisme. Sedangkan proses yang lainnya adalah proses pengenceran dan distribusi oleh pencampuran turbenlensi dan arus laut (Hutabarat dan Evan, 2006).

Masuknya logam berat ke dalam organ tumbuhan, karena adanya difusi air ke dalam sel akar. Air kemudian di angkut menuju bagian tajuk akar dengan melewati jaringan xylem karena adanya tarikan transpirasi. Menurut Fitter dan Hay (1991), terdapat dua cara penyerapan ion ke dalam akar tanaman :

- 1) Aliran massa ion dalam air bergerak menuju akar gradient potensial yang disebabkan oleh transpirasi.
- 2) Difusi, gradient konsentrasi dihasilkan oleh pengambilan ion pada permukaan akar

Smith (1981) dalam Kholidiyah (2010) , menyebutkan bahwa sejumlah besar logam berat dapat terasosiasi dalam tumbuhan tinggi. Logam berat yang belum di ketahui fungsinya dalam metabolisme tumbuhan antara lain adalah Pb, Cd, dan lain sebagainya. Semua logam berat berpotensi mencemari tumbuhan. Mekanisme pencemaran logam secara biokimia pada tumbuhan yang terbagi ke dalam enam proses yaitu :

- 1) Logam mengganggu fungsi enzim
- 2) Logam sebagai anti metabolik
- 3) Logam membentuk lapisan endapan yang stabil (kelat) dengan metabolit esensial
- 4) Logam sebagai katalis dekomposisi pada metabolit esensial
- 5) Logam mengubah permeabilitas membran sel
- 6) Logam menggantikan struktur dan elektrokimia unsure yang paling penting dalam sel. Gejala akibat pencemaran logam berat, yakni klorosis, nekrosis pada ujung dan sisi daun serta busuk daun yang lebih awal.

Faktor yang dapat mempengaruhi kadar logam berat dalam tumbuhan yaitu jangka waktu kontak tumbuhan dengan logam berat, kadar logam berat dalam

perairan, morfologi dan fisiologi serta jenis tumbuhan. Dua jalan masuknya logam berat ke dalam tumbuhan yaitu melalui akar dan daun, logam berat setelah masuk ke dalam tumbuhan akan diikat oleh membran sel, mitokondria dan kloroplas, sehingga menyebabkan kerusakan fisik. Kerusakan tersembunyi dapat berupa penurunan penyerapan air, pertumbuhan yang lambat, atau pembukaan stomata yang tidak sempurna (Hutagalung, 1991).

Adapun mekanisme yang mungkin dilakukan oleh tumbuhan untuk menghadapi konsentrasi toksin adalah :

- 1) Penanggulangan ( *ameliorasi* ), untuk meminimumkan pengaruh toksin terdapat empat pendekatan :
  - a) Lokalisasi (intraseluler dan ekstraseluler), biasanya pada organ akar
  - b) Eksresi, secara aktif melalui kelenjar pada tajuk atau secara pasif dengan akumulasi pada daun- daun tua yang di ikuti dengan absisi daun (lepasnya daun)
  - c) Dilusi (melemahkan ), terutama penting dalam kaitan dengan salinitas.
  - d) Inaktivasi secara kimia, sehingga ion dalam bentuk kombinasi dengan toksisitas yang berkurang
- 2) Toleransi, tumbuhan mengembangkan system metabolic yang dapat berfungsi pada toksik (Fitter dan Hay, 1991)

## 2.2 Ekosistem Mangrove

Mangrove adalah suatu komunitas tumbuhan atau suatu individu jenis tumbuhan yang membentuk komunitas di daerah pasang surut, hutan mangrove atau sering disebut hutan bakau merupakan sebagian wilayah ekosistem pantai yang mempunyai karakter unik dan khas, dan memiliki potensi kekayaan hayati.

Ekosistem mangrove adalah suatu sistem yang terdiri dari lingkungan biotik dan abiotik yang saling berinteraksi di dalam suatu habitat mangrove.

Ekosistem hutan mangrove bersifat kompleks dan dinamis, namun labil. Dikatakan kompleks karena ekosistemnya dipenuhi oleh vegetasi mangrove dan merupakan habitat satwa dan berbagai biota perairan. Jenis tanah yang berada di bawahnya termasuk tanah perkembangan muda (*saline young soil*) yang mempunyai konsentrasi liat yang tinggi dengan nilai kejenuhan basa dan kapasitas tukar kation yang tinggi. Konsentrasi bahan organik, total nitrogen, dan ammonium termasuk kategori sedang pada bagian yang dekat laut dan tinggi pada bagian arah daratan (Kusmana, 2010). Selain itu ekosistem mangrove memiliki produktivitas yang tinggi menyediakan makanan berlimpah bagi berbagai jenis hewan laut dan menyediakan tempat berkembang biak, memijah dan membesarkan anak bagi beberapa jenis ikan, kerang, kepiting dan udang. Secara tidak langsung kehidupan manusia tergantung pada keberadaan ekosistem mangrove pada wilayah pesisir.

Menurut Wibisono (2005), secara ekologis ekosistem mangrove mempunyai beberapa fungsi penting bagi wilayah pesisir, di antaranya:

- 1) Sebagai tempat peralihan dan penghubung antara lingkungan darat dan lingkungan laut.
- 2) Sebagai penahan erosi pantai karena hempasan ombak dan angin sertasebagai pembentuk daratan baru.
- 3) Merupakan tempat ideal untuk berpijah (spawning ground) dari berbagai jenis larva udang dan ikan.
- 4) Sebagai cadangan sumber alam (bahan mentah) untuk dapat diolah menjadi komoditi perdagangan yang bisa menambah kesejahteraan penduduk setempat.

Menurut Heriyanto dan Subiandono (2011), fungsi fisik mangrove adalah sebagai penahan abrasi pantai, menjaga kestabilan pantai, penyerap polutan, Fungsi biologi sebagai penyedia bahan makanan bagi kehidupan manusia terutama ikan, udang, kerang dan kepiting, serta sumber energi bagi kehidupan di pantai seperti plankton, nekton dan algae, pembenihan ikan, udang dan biota laut pemakan plankton. Sedangkan fungsi ekonomi sebagai areal budidaya ikan tambak, areal rekreasi dan sumber kayu sebagai fungsi ekonomi (Anwar *et al.*,1984) serta fungsi lain dari ekosistem mangrove yaitu sebagaimana ekosistem hutan lainnya memiliki peran sebagai penyerap (rosot) karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dari udara.

### 2.3.1 Morfologi *Avicennia marina*

Klasifikasi *Avicennia marina* menurut Cronquist (1981) dalam Dasuki (1991). adalah :



Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Sub Class	: Asteridae
Order	: Lamiales
Family	: Acanthaceae
Genus	: <i>Avicennia</i>
Spesies	: <i>Avicennia marina</i>

Menurut (Halidah,2014) *Avicennia marina* juga di kenal dengan nama api-api. Api-api juga memiliki nama daerah seperti kayu kendeka, kayu ting (Manado), kibalanak (Sunda), api-api brayu, api-api kacang, bogem (Jatim), peape (Madura). Di Indonesia, api-api memiliki sejumlah nama, diantaranya

mangi-mangi, sia-sia, boak, koak, merana pejapi, papi, atau nyapi . Pohon api-api memiliki beberapa ciri, antara lain adalah sebagai berikut :

- 1) Akar : memiliki akar napas yakni akar percabangan yang tumbuh dengan jarak teratur secara vertikal dari akar horizontal yang terbenam di dalam tanah.
- 2) 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.
- 3) Daun : memiliki bentuk lancip di ujung dan berwarna hijau pada bagian depan dan berwarna keabu-abuan di bagian bawah dengan panjang sekitar 5-11 cm (Kitamura *et al.* 1997).
- 4) Bunga : bentuk bunga menyerupai trisula yang bergerombol diujung dan berwarna kuning pucat hingga coklat tua. Memiliki bau menyengat dan nektar banyak . Bulir tunggal sekitar 2-12 bunga pertandan , memiliki 4 daun mahkota (Noor *et al.* ,2006).



Gambar 2 .*Avicennia marina*. (Indowetlands.com2016)

### 2.3.2 Habitat *Avicennia marina*

*Avicennia marina* atau grey mangrove merupakan salah satu spesies yang paling umum ditemukan di daerah pasang surut. Jenis mangrove ini biasanya tumbuh di daerah bersubstrat lumpur halus hingga tanah berpasir (IUCN,2014). *Avicennia marina* merupakan jenis semak yang berukuran menengah dengan tinggi 2-5 meter. Spesies ini banyak ditemukan dari hilir menuju zona muara diseluruh wilayah intertidal. Pertumbuhan optimal terjadi pada salinitas 0-30 ppt (Robertson dan Alongi,1992).

Pada lahan pantai yang terlindungi, *Avicennia marina* merupakan tumbuhan yang memiliki kemampuan menempati dan tumbuh pada berbagai habitat pasang surut bahkan di tempat air asin sekalipun. Jenis ini dapat juga bergerombol membentuk suatu kelompok pada habitat tertentu. Penyebarannya berada di Afrika, Asia, Amerika Selatan, Australia, Polynesia, Selandia baru dan Indonesia spesies ini ditemukan hampir diseluruh pesisir (Noor *et al.*,2006).

## 2.3 Parameter Kualitas Air

### 2.3.1 Suhu

Suhu penting dalam proses fisiologis, seperti fotosintesis dan respirasi. Suhu suatu badan air di ekosistem mangrove dipengaruhi oleh sirkulasi udara, aliran air, kedalaman badan air serta tutupan vegetasi mangrove. Suhu suatu badan air diantaranya dipengaruhi oleh ketinggian dari permukaan laut, sirkulasi udara, aliran serta kedalaman badan air. Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi dan volatilisasi. Peningkatan suhu juga menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air (Effendi, 2003).

Kolehmeinen *et al.* ,(1973) dalam Supriharyono (2002) menyatakan bahwa suhu yang baik untuk kehidupan mangrove tidak kurang dari 20 °C,

sedangkan kisaran musiman tidak melebihi 5 °C. Suhu yang tinggi (>40°C) cenderung tidak mempengaruhi pertumbuhan dan kehidupan tumbuhan mangrove.

### 2.3.2 Salinitas

Salinitas merupakan berat garam dalam gram per kilogram air laut. Salinitas ditentukan dengan mengukur klor yang takarannya adalah klorinitas. Salinitas dapat juga diukur melalui konduktivitas air laut. Alat-alat elektronik canggih menggunakan prinsip konduktivitas untuk menentukan salinitas. Salinitas optimum yang di butuhkan mangrove untuk tumbuh berkisar antara 10-30 ppt (Romimoharto dan Juwana, 2001).

Menurut Sivasothi (2001), salinitas kawasan mangrove sangat bervariasi berkisar 0,5 – 35 ppt , karena adanya masukan air laut pada saat pasang dan air tawar dari sungai, khususnya pada musim hujan . Air tawar memiliki salinitas 0-0,4 ppt . Air payau merupakan air pada derajat oligohalin (0,5-5 ppt) hingga mesohalin (5-18 ppt ) , sedangkan air laut umumnya berderajat polihalin (18-30 ppt). Salinitas juga bervariasi tergantung kedalaman badan air di muara sungai . Garam yang terkandung dalam air laut cenderung tenggelam karena berat jenis (BJ) – nya lebih tinggi . Pada saat laut surut , kolam kolam yang terbentuk pada saat laut pasang dapat menjadi hipersalin (30 ppt), karena naiknya konsentrasi garam akibat evaporasi . sungai sungai kecil dalam hutan mangrovr bersifat oligohalin dan semakin ke dalam semakin tawar.

### 2.3.3 Derajat Keasaman (pH)

Nilai derajat keasaman (pH) suatu perairan mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air dan merupakan pengukuran konsentrasi ion hydrogen dalam larutan (Saeni,1989).

Kisaran pH yang sangat rendah akan menyebabkan toksisitas berbagai senyawa logam berat semakin tinggi. Sedangkan pH yang tinggi akan menyebabkan keseimbangan antara ammonium dan amoniak dalam air akan terganggu. Pencemaran kimia organik (eutrof) sering menjadi penyebab fluktuasi drastis terhadap nilai pH (Giere, 1993).

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas perairan adalah pH. Suatu perairan dengan pH 5,5-6,5 termasuk perairan yang tidak produktif, perairan dengan pH 6,5-7,5 termasuk perairan yang produktif, perairan dengan pH 7,5 – 8,5 adalah perairan yang memiliki produktivitas yang sangat tinggi, dan perairan dengan pH yang lebih besar dari 8,5 dikategorikan sebagai perairan yang tidak produktif lagi (Mubarak dan Wahyuni, 1981)

#### **2.4 Analisa Logam Berat**

Analisa logam berat dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometrik Serapan Atom (AAS) yang didasarkan pada hukum Lambert-Beer, yaitu banyaknya sinar yang diserap berbanding lurus dengan kadar zat. Oleh karena mengabsorpsi sinar adalah atom, maka ion atau senyawa logam berat harus diubah menjadi bentuk atom. Perubahan bentuk ion menjadi bentuk atom harus dilakukan dengan suhu tinggi (2000°C) melalui pembakaran (Akbar, 2002).

Analisa logam berat dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) merupakan teknik analisis kuantitatif dari unsur-unsur yang pemakaiannya sangat luas, metode AAS berprinsip pada absorpsi cahaya atom. Atom tersebut akan menyerap cahaya panjang gelombang tertentu (Basset, 1994)

### 3. METODOLOGI

#### 3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kadar logam berat Pb pada air, sedimen, dan akar serta daun mangrove *Avicennia marina*. Parameter kualitas air yang diukur antara lain yaitu suhu, salinitas, derajat keasaman.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian skripsi ini alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.**Alat dan Bahan Penelitian

No.	variabel	Alat	Bahan
1.	Suhu (°C)	Termometer Hg	- Air sampel
2.	Salinitas (ppt)	Refraktometer	- Air sampel
3.	pH	pH meter	- Air sampel
4.	Pb (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oven</li> <li>- Furnace (tanur)</li> <li>- Timbangan analitik</li> <li>- Wadah sampel</li> <li>- Labu takar 100 ml</li> <li>- Gelas beaker 100 ml</li> <li>- Cawan porselen</li> <li>- Hot plate</li> <li>- Kertas saring</li> <li>- Erlenmeyer 100ml</li> <li>- Spektrofotometer Serapan Atom (AAS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sampel akar yang terdiri akar nafas</li> <li>- Sampel daun tua</li> <li>- Sampel air</li> <li>- Sampel sedimen</li> <li>- Larutan HNO<sub>3</sub> 65%</li> <li>- Larutan HClO<sub>4</sub></li> <li>- Larutan HCL</li> <li>- Aquadest</li> </ul>
5	Sempel daun, akar, dan sedimen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pisau</li> <li>- Coolbox</li> <li>- GPS</li> <li>- Gunting</li> <li>- Pipa PVC Diameter 10 cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kertas label</li> <li>- Kantong Plastik</li> <li>- aquadest</li> </ul>

### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survey. Singarimbun dan Effendi (1995) menyatakan bahwa, penelitian survey adalah penelitian yang mengambil sampel dari satu populasi sebagai alat pengumpulan data yang pokok dan mengumpulkan data mengenai faktor-faktor yang berkaitan dengan variabel penelitian.

Dalam penelitian ini, juga didukung dengan data primer dan data sekunder, untuk data primer meliputi observasi lapang dengan cara mengambil sampel pada air, sedimen, akar dan daun untuk diuji konsentrasi Pb nya. Sebagai data pendukung dilakukan uji kualitas air di kawasan mangrove tersebut. Data sekunder di dapat melalui kajian pustaka diantaranya majalah, buku, dan jurnal ilmiah. Sedangkan untuk mengetahui pola hubungan antara konsentrasi Pb di lingkungan (air dan sedimen) dengan konsentrasi Pb yang terdapat pada tanaman mangrove menggunakan rumus BCF dan TF (Gasperz, 1991).

### 3.4 Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di kawasan mangrove Pulau Sarinah, Desa Tlocor, Kecamatan Jabon, Sidoarjo, Jawa Timur. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survey. Metode survey digunakan untuk memperoleh data primer berupa nilai konsentrasi logam berat. Sampel yang diambil adalah air, sedimen, akar dan daun mangrove *Avicennia marina*.

Penentuan lokasi penelitian dilakukan secara *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel secara sengaja sesuai tujuan atau masalah penelitian (Nursalam, 2008) lokasi penelitian ditentukan berdasarkan lokasi atau daerah yang memiliki jenis mangrove *A. marina*, penentuan stasiun pengambilan sampel di dasarkan pada karakteristik pohon mangrove. Pohon yang diambil memiliki

tinggi 2- 3 meter , berdiameter batang 20 cm , dan memiliki daun sudah tua.

Pengambilan sampel ini dilakukan secara acak.

### **3.5 Prosedur Pengambilan Sampel**

#### **3.5.1 Pengambilan Sampel Air**

Sampel air diambil secara langsung selanjutnya dimasukan air kedalam botol air mineral yang terlebih dahulu telah di bersihkan. Kemudian sampel air, ditambahkan dengan HNO<sub>3</sub> pekat sebanyak 1 ml untuk sampel air 50 cc ,hal ini dilakukan untuk menurunkan pH supaya kondisi asam dengan pH<2 agar tidak mudah menguap dan sampel awet , kemudian simpan pada suhu -4 °C atau dimasukan dalam cool box , pada setiap diambil 3 sampel air laut.

#### **3.5.2 Pengambilan Sampel Sedimen**

Pengambilan sampel sedimen diambil di 3 titik di setiap stasiun. Setiap stasiun diambil secara komposit dengan menggunakan pipa PVC ,dengan cara menancapkan pipa PVC ke dalam sedimen pada kedalaman 10 – 30 cm pada masing-masing stasiun. Kemudian sampel sedimen dimasukkan ke dalam coolbox dan selanjutnya di analisa konsentrasi logam berat Pb di laboratorium.

#### **3.5.3 Pengambilan Sampel akar**

Sampel akar *Avicennia marina* diambil dari pohon dengan ukuran diameter batang berkisar 15- 30 cm dan akar yang diambil sepanjang 10 – 20 cm, Akar yang diambil adalah jenis akar kawat yang berada di dalam sedimen.

#### **3.5.4 Pengambilan Sampel daun**

Daun mangrove yang diambil sebagai sampel adalah daun berjumlah 30 helai yang sudah tua dengan panjang 4-8 cm yang terletak dipangkal ranting.

Setelah dilakukan pengambilan daun , langsung dimasukkan ke dalam plastik , kemudian di masukan ke dalam coolbox selanjutnya di bawa ke laboratorium untuk diuji Pb nya.

### 3.6 Analisis Logam Berat

#### 3.6.1 Analisis Logam Berat Pb di Air

- 1) Mengambil air sampel dengan pipet volume 50 ml kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml.
- 2) Menambahkan 5 ml aquaregia, dipanaskan di atas kompor listrik sampai mengering lalu didinginkan.
- 3) Menambahkan larutan  $\text{HNO}_3$  encer (2,5 N) sebanyak 10 ml, panaskan diatas kompor listrik perlahan - lahan  $\pm$  5 menit sambil diaduk dengan pengaduk gelas.
- 4) Menyaring ke labu 100 ml dan tambahkan aquadest sampai tanda batas, kocok sampai homogen.

Kemudian baca dengan AAS dengan memakai katode (lampu) yang sesuai dan catat absorbansinya

#### 3.6.2 Analisis Logam Berat Pb di Sedimen

- 1) Menimbang contoh 2 g, dimasukkan kedalam cawan porselen.
- 2) Masukkan kedalam tanur lalu panaskan pada suhu  $103^\circ \text{C}$  selama 2 jam
- 3) Mendinginkan, tambahkan 5 ml larutan aquaregia ( $3\text{HCl}$ ;  $1\text{HNO}_3$ ) panaskan diatas kompor listrik sampai mengering, lalu dinginkan.
- 4) Menambahkan larutan  $\text{HNO}_3$  encer (2,5 N) sebanyak 10 ml, panaskan diatas kompor listrik perlahan – lahan 5 menit sambil diaduk dengan

pengaduk gelas. Menyaring ke labu 100 ml dan tambahkan aquadest sampai tanda batas, kocok sampai homogen.

- 5) Kemudian baca dengan AAS dengan memakai katode (lampu) yang sesuai dan catat absorbansinya.

### 3.6.3 Analisis Logam Berat Pb di Akar ,dan daun .

- 1) Menimbang contoh 2 g, di masukkan kedalam cawan porselen.
- 2) Masukkan kedalam tanur lalu panaskan pada suhu  $103^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam
- 3) Mendinginkan, tambahkan 5 ml larutan aquaregia ( $3\text{HCl}$ ;  $1\text{HNO}_3$ ) panaskan diatas kompor listrik sampai asat, lalu dinginkan.
- 4) Menambahkan larutan  $\text{HNO}_3$  encer (2,5 N) sebanyak 10 ml, panaskan diatas kompor listrik perlahan – lahan 5 menit sambil diaduk dengan pengaduk gelas.
- 5) Menyaring ke labu 100 ml dan tambahkan aquadest sampai tanda batas, kocok sampai homogen.
- 6) Kemudian baca dengan AAS dengan memakai katode (lampu) yang sesuai dan catat absorbansinya

## 3.7 Parameter Kualitas Air

### 3.7.1 Suhu

Menurut Siregar (2009), prosedur pengukuran suhu sebagai berikut:

- 1) Memasukkan *thermometer* Hg ke dalam perairan dengan arah berlawanan dari cahaya matahari dan ditunggu beberapa saat sampai air raksa dalam *thermometer* berhenti pada skala tertentu
- 2) Mencatat dalam skala  $^{\circ}\text{C}$

- 3) Membaca skala pada saat *thermometer*, dan jangan sampai tangan menyentuh bagian air raksa *thermometer* karena akan mempengaruhi skala °C.

### 3.7.2 Salinitas

Menurut Mandagi *et al.* (2013), prosedur pengukuran salinitas adalah sebagai berikut:

- 1) Melakukan kalibrasi refraktometer dengan aquadest
- 2) Meneteskan air sampel yang ingin diketahui salinitasnya
- 3) Mengarahkan pada cahaya matahari
- 4) Menentukan salinitas perairan dengan melihat skala pada sisi kanan atas
- 5) Mencatat hasilnya

### 3.7.3 Derajat Keasaman

Menurut Kurniawan *et al.* (2013), prosedur pengukuran pH menggunakan pH meter adalah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan pH meter
- 2) Menyalakan pH meter dengan menekan tombol on atau off
- 3) Memasukkan pH meter kedalam perairan dan ditunggu hingga angka yang ditunjukkan pada layar berhenti dan dicatat hasilnya

## 3.8 Analisis Data

### 3.8.1 Faktor Biokonsentrasi (BCF)

Menurut Panjaitan (2009), akumulasi logam berat dihitung dengan Faktor Biokonsentrasi (BCF), yang digunakan untuk menghitung kemampuan mangrove dalam mengakumulasi logam berat dengan rumus:

$$BCF Pb = \frac{(\text{Logam berat Pb}) \text{ pada akar}}{(\text{Logam berat Pb}) \text{ pada sedimen}}$$

BCF= Bio Concentration Factor

BCF pada akar di hitung untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi logam berat Pb pada akar yang berasal dari lingkungan (MacFarlane *et al.*,(2003).

Setelah nilai BCF diketahui , maka perlu menghitung TF untuk menentukan kemampuan tanaman *Avicennia marina* dalam mengakumulasi logam berat Pb sehingga dapat dikatakan sebagai *hyperaccumulator* logam berat (L.Q.Ma *et al.*, 2001) menurut Yoon *et al.* ,( 2006) dalam Lorestani *et al.* ,(2011). Dengan rumus :

$$TF Pb = \frac{(\text{Logam berat Pb}) \text{ pada daun}}{(\text{Logam berat Pb}) \text{ pada akar}}$$

TF = Translokasi Factor

Nilai TF dihitung untuk mengetahui perpindahan akumulasi logam dari akar ke tunas (MacFarlane *et al.*,(2007).kemudian menghitung FTD (fitoremediasi ) untuk mengetahui dasar suatu tanamn dapat di jadikan sebagai fitoremediasi perairan.Fitoremediasi (FTD) merupakan selisih antara nilai BCF dan TF. FTD akan maksimal jika BCF tinggi dan TF rendah (Yoon *et al.*, 2006) dalam Lorestani *et al.* ,(2011). Untuk mengetahui nilai FTD tersebut maka dihitung menggunakan rumus:

$$FTD = BCF - TF$$

FTD = Fitoremediation

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pulau Sarinah, Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Menurut website Pemerintahan Kabupaten Sidoarjo (2015) lokasi penelitian secara administratif termasuk dalam kecamatan Jabon dan secara geografis terletak diantara  $112^{\circ} 42' 19.87''$  –  $112^{\circ} 44' 0.56''$  Bujur Timur dan  $7^{\circ} 31' 3.20''$  –  $7^{\circ} 32' 30.03''$  Lintang Selatan. (Pemkab Sidoarjo, 2012) Kecamatan Jabon merupakan salah satu kecamatan yang ada di Sidoarjo yang memiliki 15 desa dengan luas wilayah sebesar  $80.998 \text{ km}^2$  berjarak 2 meter dari permukaan laut dan memiliki pantai yang berbentuk landai dengan sedimentasi lumpur. Garis pantainya merupakan daerah dataran rendah yang tertutup hutan mangrove (kawasan lindung). Suhu permukaan laut di ekosistem mangrove laut antara  $27 - 28^{\circ}\text{C}$ , dengan salinitas laut antara 31-32 ppt. Jarak dari pusat kota sekitar 21 Km.

Menurut data yang didapatkan dari Kecamatan Jabon (2012), Kecamatan Jabon merupakan salah satu wilayah yang berbatasan langsung dengan Muara Sungai Porong dan berbatasan langsung dengan batas – batas wilayah sebagai berikut Sebelah Utara Desa tambak Kalisongo, Sebelah selatan Desa Kedungringin (Kec. Beji), Sebelah Barat Desa Semambung, Sebelah Timur Desa Kedung Boto (Kec. Beji).

Jumlah penduduk yang berada pada Kecamatan Jabon sebesar 3.038 jiwa dengan jumlah laki-laki 1.861 jiwa dan perempuan 1.177 jiwa. Mayoritas agama Islam. Tingkat pendidikan rata-rata masyarakat sekitar adalah lulusan SMA/Madrasah sederajat.

Pulau Sarinah terletak di Muara Sungai Porong terdapat ekosistem mangrove dengan tingkat kerapatan jarang – sedang.. Menurut Dewi (2012) Pulau Sarinah memiliki spesies yang mendominasi yakni *Avicennia marina*, *Avicennia alba* dan *Sonneratia alba*. Waktu yang ditempuh untuk sampai ke Pulau Sarinah sekitar 20 menit dari dermaga Tlocor.

#### 4.2 Deskripsi Stasiun Pengamatan

##### ➤ Stasiun 1

Lokasi pada stasiun 1 terletak di samping dermaga Pulau Sarinah dan dekat dengan aliran Sungai Porong. stasiun 1 terletak pada koordinat  $7^{\circ} 33' 57''$  LS dan  $112^{\circ} 52' 11''$  BT. lokasi ini banyak di temukan kapal motor yang melintas atau sedang melakukan aktivitas penangkapan di sekitar perairan. Secara fisik, kondisi perairan pada stasiun 1 cenderung tenang dan perairan berwarna coklat lumpur dapat dilihat pada Gambar 3



**Gambar 3.** Lokasi Stasiun 1

➤ **Stasiun 2**

Lokasi pada stasiun 2 terletak di pinggir Pulau Sarinah. pada stasiun 2 terletak pada koordinat  $7^{\circ} 33' 58''$  LS dan  $112^{\circ} 52' 14''$  BT. lokasi ini di dekat dan sungai yang masuk aliran tambak di tengah Pulau Sarinah. Aliran sungai yang masuk ke Pulau berasal dari Sungai Porong.



**Gambar 4.** Lokasi Stasiun 2

➤ **Stasiun 3**

Lokasi pada stasiun 3 terletak di sedikit tengah Pulau Sarinah stasiun 3 terletak pada koordinat  $7^{\circ} 33' 59''$  LS dan  $112^{\circ} 52' 19''$  BT. Perairan pada stasiun ini cenderung lebih bersubtrat lumpur dan air berwarna coklat keruh, perairan ini adalah hilir dari muara masuk ke dalam Pulau Sarinah dan disekitar perairan banyak ditemukan spesies mangrove *Avicennia marina* dan *Avicennia alba*. Namun, spesies yang mendominasi pada stasiun ini adalah *A.marina*. Stasiun 3 dapat di lihat pada Gambar 5.



**Gambar 5** .Lokasi Stasiun 3

➤ **Stasiun 4**

Lokasi pada stasiun 4 terletak di tengah - tengah Pulau Sarinah, stasiun 4 terletak pada titik koordinat  $7^{\circ} 34' 17''$  LS dan  $112^{\circ} 52' 23''$  BT. Lokasi ini di tengah pulau , perairan cenderung tenang , memiliki kondisi gersang dan jauh dari Sungai Porong.



**Gambar 6**.Lokasi Stasiun 4

➤ **Stasiun 5**

Lokasi pada stasiun 5. Lokasi ini berbatasan langsung dengan laut, stasiun 5 terletak pada koordinat  $7^{\circ} 34' 33''$  LS dan  $112^{\circ} 52' 45''$  BT. Stasiun

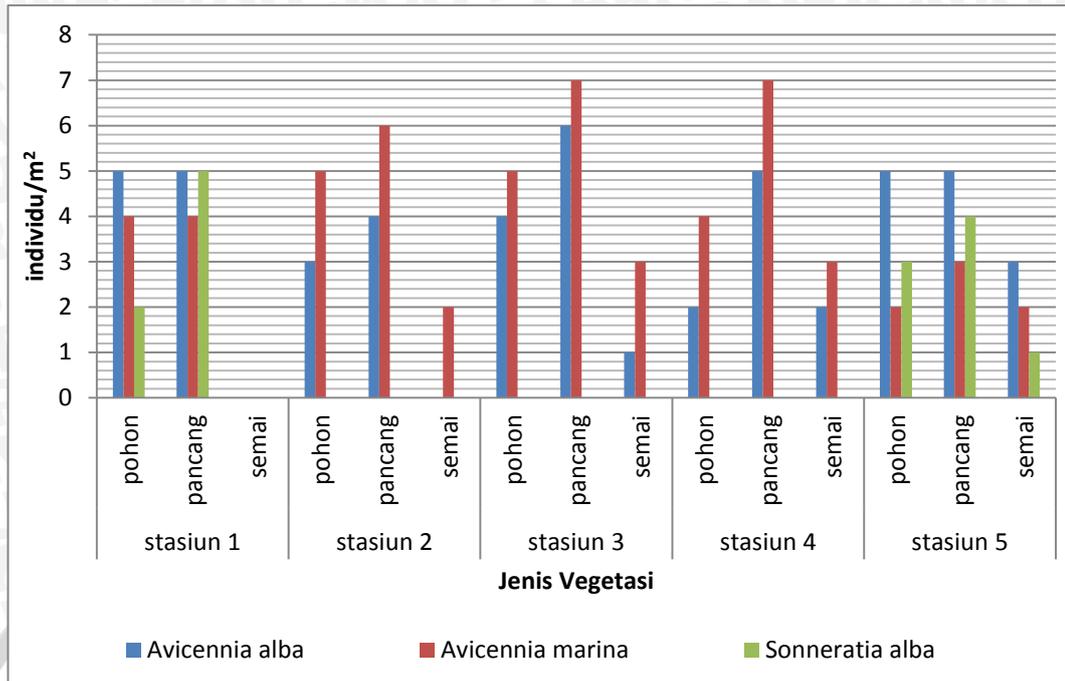
ini berdekatan dengan laut lepas yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut.



Gambar 7. Lokasi Stasiun 5

#### 4.3 Stuktur Vegetasi Di Pulau Sarinah

Pada tiap stasiun pengamatan, dibuat 1 buah plot dengan ukuran 2x2m, 5x5m, dan 10x10m, dengan jarak 30 meter untuk kemudian diamati jumlah vegetasi mangrove yang tumbuh di stasiun. Beberapa jenis antara lain *Avicennia marina*, *Avicennia alba* dan *Sonneratia alba*. Hasil pengamatan mangrove yang tumbuh tiap stasiun dapat di lihat pada Gambar 8.



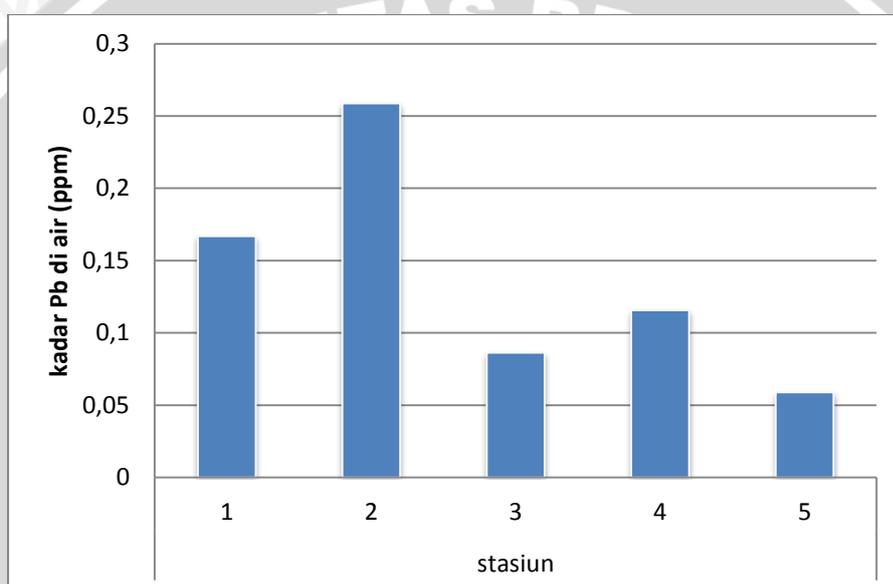
**Gambar 8.** Struktur Vegetasi Mangrove di Pulau Sarinah pada April 2016

Berdasarkan gambar 8 menunjukkan bahwa terdapat 3 jenis mangrove dalam 5 stasiun berbeda, jenis *Avicennia marina* dan *Avicennia alba* banyak tumbuh di tiga stasiun yaitu stasiun 2, 3, dan 4 baik kategori pohon, pancang dan semai, banyaknya jumlah *Avicennia marina* dan *Avicennia alba* distasiun 2, 3 dan 4, karena stasiun tersebut merupakan stasiun bersubtrat lumpur yang di lewati oleh sungai dan aliran tambak, memungkinkan adanya bahan organik yang melimpah dan cocok untuk pertumbuhan, hal ini sesuai dengan pernyataan Noor (2006) bahwa kondisi subtrat yang umumnya berlumpur mengandung bahan organik yang cocok untuk pertumbuhan jenis *Avicennia sp.* Sedangkan jenis *Sonneratia alba* hanya di temukan pada stasiun 1 dan stasiun 5 karena *Sonneratia alba* cenderung tumbuh di zona terluar ke arah laut dengan subtrat agak lembut, Menurut Bismark (1987), vegetasi dekat pantai didominasi *Sonneratia* yang tumbuh pada subtrat yang agak lembut dan lebih kedepan ke arah laut

#### 4.4 Konsentrasi Pb Di Pulau Sarinah

##### 4.4.1 konsentrasi Logam Berat Pb di Air

Konsentrasi Pb di air, pengambilan sampel di lakukan dalam 5 stasiun berbeda, tiap stasiun diambil 1 sampel. Sampel air dianalisis di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang, berikut hasil analisis pada gambar 8.



**Gambar 9.** Konsentrasi Pb di Air Pulau Sarinah (April, 2016)

konsentrasi Pb pada air di stasiun 1 yang berdekatan dengan aliran hilir muara Sungai Porong sebesar 0,1669 ppm. Pada stasiun 2 yang didekat hilir masukan aliran Sungai Porong dekat dengan daerah penangkapan ikan sebesar 0,2589 ppm. Pada stasiun 3 yang terletak sedikit ke tengah Pulau Sarinah sebesar 0,0863 ppm. Pada stasiun 4 yang terletak di tengah Pulau Sarinah dekat tambak dan di aliri hilir Sungai Porong sebesar 0,1158 ppm. Pada stasiun 5 yang terletak di ujung pulau sarinah yang berbatasan dengan laut lepas di dapatkan hasil 0,0590 ppm.

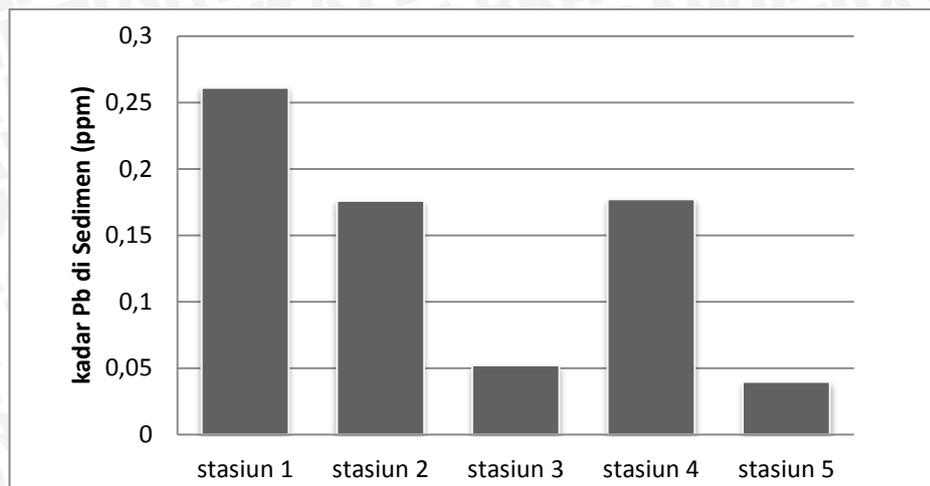
konsentrasi Pb yang paling tinggi terletak pada stasiun 2 yaitu 0,2589 ppm yang terletak di dekat hilir Sungai Porong yang masuk ke dalam Pulau Sarinah yang berdekatan dengan jalur lalu lintas kapal motor nelayan, Menurut Palar (2004) menambahkan, sumber timbal (Pb) bisa berasal dari kendaraan yang menggunakan bahan bakar bertimbal dan juga dari biji logam hasil pertambangan, peleburan, pabrik pembuatan timbal atau recycling industri, debu,

Konsentrasi terdapat pada stasiun 5 yang terletak di ujung pulau sarinah yang berbatasan dengan laut lepas di dapatkan hasil 0,0590 ppm. Stasiun 5 merupakan stasiun yang langsung berhubungan dengan laut lepas, hal ini memungkinkan terjadinya pengenceran konsentrasi Pb di air akibat pasang surut air laut, dimana pengenceran akan lebih banyak terjadi pada saat air pasang di banding saat air surut. Secara umum konsentrasi logam berat di lokasi perairan menunjukkan distribusi yang seragam, baik perairan yang dekat dengan muara sungai maupun yang jauh muara sungai (Rochyatun, 2006).

Dari hasil analisis konsentrasi Pb di air pada kelima stasiun penelitian menunjukkan nilai yang telah melampaui baku mutu yang di keluarkan oleh kementerian Negara Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 sebesar 0,008 ppm.

#### **4.4.2 konsentrasi Pb di Sedimen**

konsentrasi Pb di Sedimen, pengambilan sampel di lakukan dalam 5 stasiun berbeda, tiap stasiun diambil 1 sampel. Sampel sedimen dianalisis di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang, berikut hasil analisis pada gambar 10.

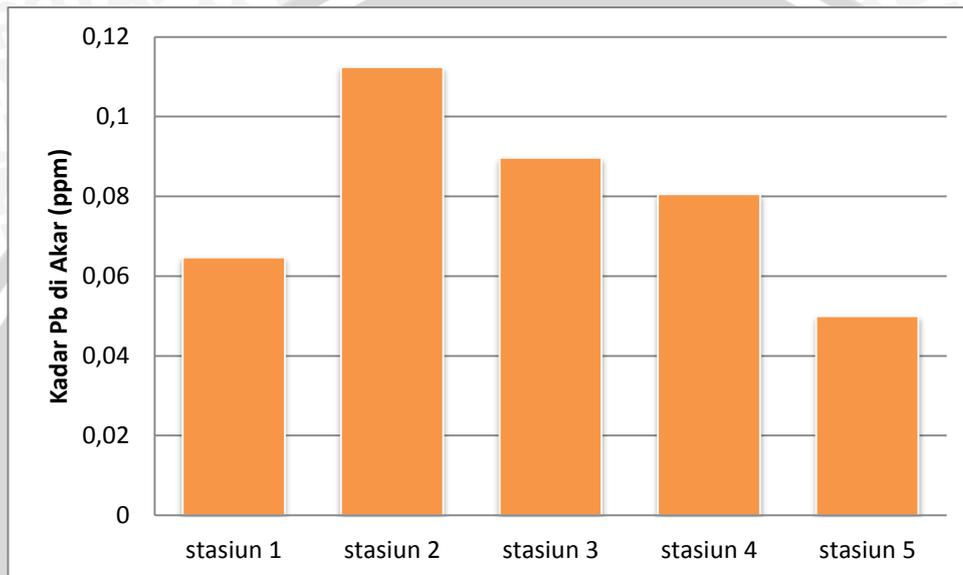


**Gambar 10.** Grafik konsentrasi Pb di Sedimen Pulau Sarinah (April ,2016)

Konsentrasi Pb pada stasiun 1 memiliki konsentrasi yang paling tinggi yaitu 0,2611 ppm, kawasan ini memiliki konsentrasi logam berat Pb yang tinggi, masuknya logam berat ke dalam kolom air dapat berinteraksi dengan bahan organik bebas atau partikel tersuspensi dan tersedimentasi ke dasar perairan. Proses sedimentasi yang terus menerus sehingga akan terakumulasi di sedimen. Hal ini membuat konsentrasi logam berat di sedimen tinggi (Hutagalung, 1994) Menurut Rochyatun(2006) Kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air , hal ini menunjukkan adanya akumulasi logam berat dalam sedimen, dimungkinkan karena logam berat dalam air mengalami pengenceran dengan adanya pola arus. Sedangkan pada stasiun 5 yang memiliki konsentrasi terendah yaitu 0,0397 ppm, kawasan ini dekat dengan laut lepas. Hal ini terjadi karena logam berat mengalami pengenceran dalam air laut dengan pengaruh pola arus pasang surut, dimana pengenceran akan lebih banyak terjadi pada saat air pasang di banding saat air surut. Secara umum konsentrasi logam berat di lokasi perairan menunjukkan distribusi yang seragam, baik perairan yang dekat dengan muara sungai maupun yang jauh muara sungai (Rochyatun, 2006).

#### 4.4.3 konsentrasi Pb di Akar

Konsentrasi Pb di akar, pengambilan sampel di lakukan dalam 5 stasiun berbeda, tiap stasiun diambil 1 sampel. Sampel akar dianalisis di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang, berikut hasil analisis pada gambar 11.



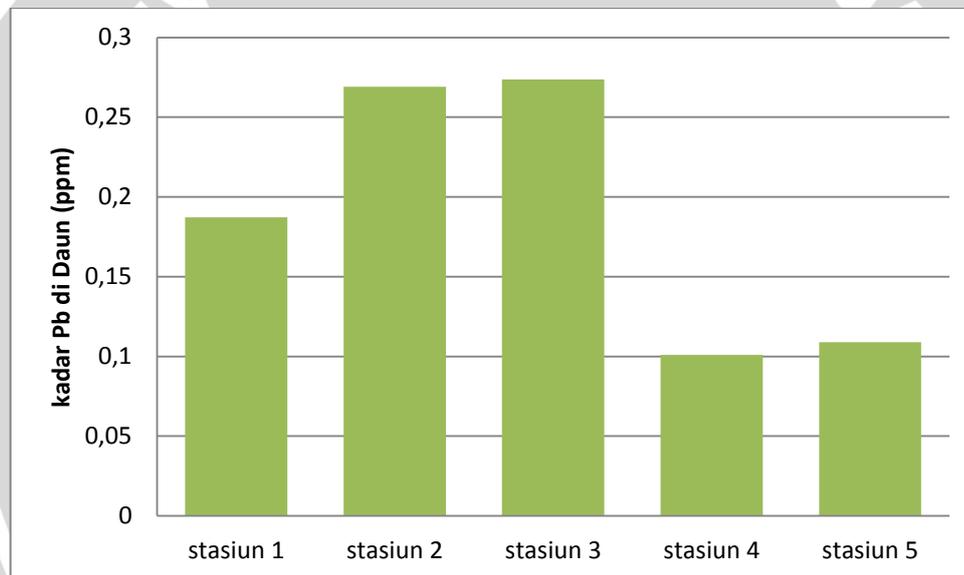
**Gambar 11.** Grafik konsentrasi Pb di Akar Pulau Sarinah (April, 2016)

Konsentrasi tertinggi terdapat pada stasiun 2 yaitu 0.1124 ppm , stasiun 2 merupakan stasiun yang berhubungan dengan Sungai Porong, tinggi nya konsentrasi hal ini dimungkinkan akibat pengendapan Pb di stasiun 2 yang langsung menerima masukan aliran anak Sungai Porong. konsentrasi terendah yaitu pada stasiun 5 yang berada di dekat laut lepas di ujung Pulau Sarinah di dapatkan hasil 0.05 ppm. Hal ini disebabkan oleh pengaruh pasang surut air laut dan arus. Menurut Munawar (2010) , tumbuhan mangrove mampu mengalirkan oksigen melalui akar ke dalam sedimen tanah untuk mengatasi kondisi anaerob pada sedimen tersebut. Jika logam berat memasuki jaringan terdapat mekanisme yang sangat jelas, pengambilan (up taken) logam berat oleh tumbuhan di lahan basah adalah melalui penyerapan dari akar, setelah itu tumbuhan dapat

melepaskan senyawa khelat, seperti protein dan glukosida yang berfungsi mengikat logam dan dikumpulkan ke tubuh tumbuhan kemudian di transportasikan kebagian tubuh lainnya seperti batang dan daun.

#### 4.4.4 konsentrasi Pb di Daun

Konsentrasi Pb di daun, pengambilan sampel di lakukan dalam 5 stasiun berbeda, tiap stasiun diambil 1 sampel. Sampel daun dianalisis di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang, berikut hasil analisis pada gambar 12.



**Gambar 12.** Grafik konsentrasi Pb di Daun Pulau Sarinah (April, 2016)

Konsentrasi Pb pada grafik di dapatkan tertinggi pada stasiun 3 berada di tengah Pulau Sarinah di dapatkan hasil 0.2736 ppm, dan terendah pada stasiun 4 yang berada di dekat tambak di Pulau Sarinah di dapatkan hasil 0.101 ppm, pada stasiun 3 tinggi hal ini di mungkinakan terjadinya pengendapan cukup tinggi akibat aliran hilir sungai yang melintas membawa Pb dari Sungai Porong,

selanjutnya diserap dan ditranslokasikan ke bagian – bagian organ tumbuhan seperti akar dan daun

Pb di daun *Avicennia marina*, memiliki konsentrasi paling tinggi, jika dilihat perbandingan konsentrasi logam berat pada akar dan daun, pada daun relatif tinggi di banding akar hal ini diduga tingkat mobilitas logam berat Pb (Hamzah dan Setiawan, 2010). Setelah materi toksik sampai di daun terjadi mekanisme di dalam daun, tujuannya untuk mengurangi toksik yang terjadi. Menurut Loveless (1991) menjelaskan bahwa tumbuhan memiliki upaya penanggulangan materi toksik dengan melemahkan racun melalui pengenceran (dilusi) yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya. Pengenceran dengan penyimpanan logam berat dalam jaringan biasanya terjadi pada daun dan diikuti dengan terjadinya penebalan daun (sukulensi).

#### 4.5 Faktor BCF, Faktror Translokasi dan FTD

Analisis biokonsentrasi logam berat Pb pada spesies *Avicennia marina* dilakukan untuk mengetahui rasio konsentrasi logam berat pada organ mangrove (akar/daun) dengan konsentrasi logam berat pada sedimen. Macfarlane dalam Hamzah dan Pancawati (2013) menyatakan bahwa untuk mengetahui seberapa besar perpindahan logam dari satu jaringan ke jaringan lain, bisa diketahui dari faktor biokonsentrasi (*bioconcentration factor/BCF*). Pada penelitian ini analisis biokonsentrasi dilakukan pada organ mangrove akar dan daun dari spesies *Avicennia marina*

Nilai BCF diukur dari perbandingan konsentrasi logam berat Timbal (Pb) pada akar dengan konsentrasi Timbal (Pb) pada sedimen. Nilai TF diperoleh dari perbandingan konsentrasi logam berat Timbal (Pb) pada daun dan akar.

**Tabel 2.** Faktor BCF dan Faktor Translokasi

Bioakumulator	Stasiun 1	Stasiun2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5
BCF	0.247	0.638	1.721	0.455	1.259
TF	2.894	2.394	3.050	1.253	2.18
FTD	-2.647	-1.756	-1.329	-0.798	-0.921

Menurut MacFarlane *et al.*(2007) nilai BCF pada akar dan daun yang besaran nilainya mencapai 1 maka biota tersebut mengindikasi terjadinya proses akumulasi dan translokasi. Hal ini menunjukkan bahwa spesies *Avicennia marina* merupakan salah satu spesies mangrove yang mudah menyerap logam berat seperti Pb ke dalam organnya

Perhitungan biokonsentrasi pada akar dan daun tertinggi pada stasiun 3 yaitu pada akar 1,721, berdasarkan tabel biokonsentrasi penyerapan logam berat Pb pada spesies *Avicennia marina* tertinggi berada di stasiun 3. Stasiun 3 terletak pada hilir Sungai Porong yang masuk ke dalam Pulau Sarinah , hal ini memungkinkan aliran Sungai Porong membawa logam berat Pb yang berasal di Sungai Porong, yang selanjutnya mengendap di sedimen dan di serap oleh mangrove yang hidup di sekitar hilir, sehingga konsentrasi logam berat Pb tinggi, Menurut Rochyatun *et al.* (2006), logam berat yang semula terlarut dalam air sungai diadsorbsi oleh partikel halus (suspended solid) dan oleh aliran air sungai dibawa ke muara. Air sungai bertemu dengan arus pasang di muara sungai, sehingga partikel halus tersebut mengendap di muara sungai. Hal inilah yang menyebabkan kadar logam berat dalam sedimen muara lebih tinggi darilaut lepas.

Nilai *Translocation Factor* (TF) pada kawasan mangrove Pulau Sarinah nilai *Translocation Factor* (TF) tertinggi adalah stasiun 3 yaitu 3.050 dan nilai terendah pada stasiun 1.253. Nilai *Translocation Factor* (TF) tinggi menunjukkan bahwa logam berat tersebut banyak ditranslokasikan ke bagian tumbuhan lainnya. Menurut Arisandy (2012), nilai TF yang tinggi menunjukkan bahwa logam berat timbal (Pb) yang diakumulasi akar kan ditranslokasikan ke bagian daun. dan selanjutnya daun digugurkan.

Bila TF rendah menunjukkan bahwa logam berat Pb tersebut tidak ditranslokasikan ke bagian tumbuhan lainnya, tetapi terakumulasi dalam akar, seperti yang dikatakan oleh Yoon *et al.*, (2006) bahwa terkadang akar juga mempunyai system penghentian transport logam menuju daun terutama logam non essential, sehingga penumpukan logam ada di akar. Selain itu, Tam *et al.*, (1999) juga menambahkan bagian mangrove yang paling penting untuk mencegah masuknya pencemar logam berat ke dalam bagian-bagian penting mangrove adalah akar.

Berdasarkan Tabel 2 hasil perhitungan Fitoremediasi (FTD) didapatkan hasil seluruh nilai FTD memiliki nilai negatif atau dibawah 0. Menurut Yoon *et al.*, (2006), nilai FTD maksimal adalah nilai yang mendekati 1 dan nilai FTD akan maksimal bila nilai BCF lebih tinggi dari TF. Hasil perhitungan pada penelitian ini menunjukkan nilai yang tidak mendekati angka 1, sehingga dapat diketahui bahwa FTD kurang maksimal

#### 4.6 Parameter kualitas air

Parameter kualitas air yang di uji adalah parameter yang mendukung kehidupan mangrove *Avicennia marina*. Kualitas air yang di uji meliputi

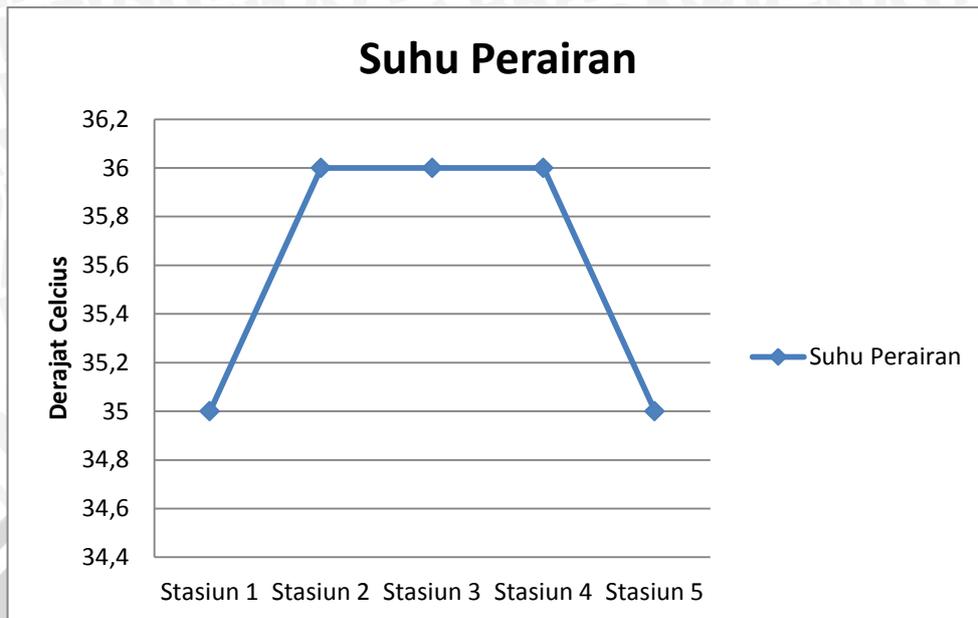
parameter suhu, pH ,dan salinitas. Nilai parameter kualitas air setiap stasiun dapat dilihat pada tabel 3

**Tabel 3.**Parameter Kualitas Air

Parameter	Stasiun				
	1	2	3	4	5
Suhu (°C)	35	36	36	36	35
pH	7.5	6.5	7.8	7.4	7.6
Salinitas(ppt)	24.2	24.39	25.17	25.5	25.33

#### 4.6.1 Suhu

Menurut Barus (1996), dalam setiap penelitian ekosistem akuatik, pengukuran suhu air merupakan hal yang mutlak dilakukan. Hal ini disebabkan karena kelarutan berbagai jenis gas di air serta semua aktivitas biologis didalam ekosistem akuatik sangat dipengaruhi oleh suhu. Pola suhu ekosistem akuatik di pengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya dan juga oleh faktor kanopi (penutupan oleh vegetasi) dari pepohonan yang tumbuh di tepi. Graik nilai dapat di lihat pada gambar



**Gambar 13.** Grafik Pengukuran Suhu

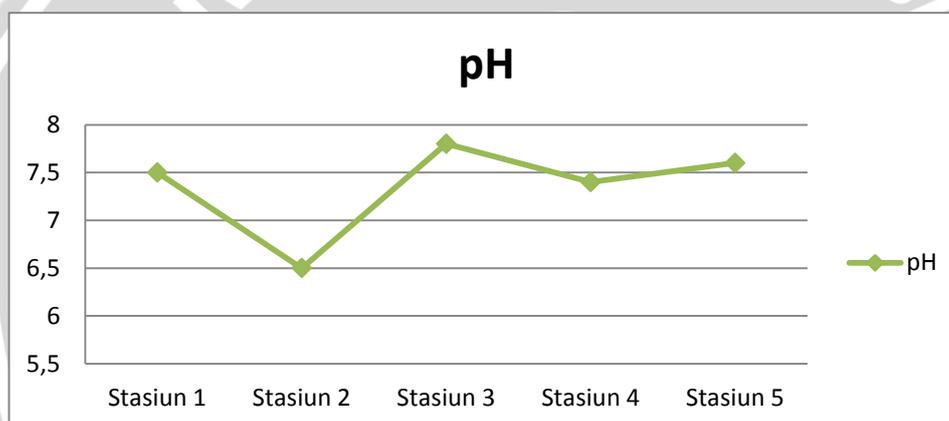
Berdasarkan grafik suhu menggambarkan bahwa suhu perairan pada setiap stasiun tidak berbeda jauh dengan stasiun lainnya. Suhu perairan pada stasiun 2, 3 dan 4 yaitu  $36^{\circ}\text{C}$ , dan suhu pada stasiun 1 dan 5 yaitu  $35^{\circ}\text{C}$ . Suhu perairan di laut nusantara umumnya berkisar antara  $28\text{-}31^{\circ}\text{C}$  (Nontji, 2007). Nilai baku mutu suhu perairan yang di keluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia yaitu berkisar  $28\text{-}32^{\circ}\text{C}$ , jika dibandingkan dengan rata-rata suhu perairan di Pulau Sarinah, Muara Sungai Porong pada tiap stasiun dapat diambil kesimpulan bahwa nilai suhu yang ukur pada lokasi penelitian telah melebihi baku mutu yang di keluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia Nomor 51 Tahun 2004.

Menurut Apriadi (2005) peningkatan suhu dapat menurunkan daya larut oksigen sehingga menurunkan pH perairan dan meningkatkan daya racun bahan-bahan tertentu khususnya logam berat. Suhu memegang peranan yang penting dalam kelarutan logam berat disuatu perairan. Suhu yang tinggi pada suatu perairan kan menyebabkan salintas meningkat dan menyebabkan

peningkatan pembentukan ion khlorida, yang mengakibatkan penurunan konsentrasi ion logam berat pada perairan karena bereaksinya ion logam di perairan dengan ion khlorida. (Mance, 1987 dalam Wulandari, *Et Al.* 2009).

#### 4.6.2 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Haslam (1995), nilai pH yang normal adalah netral, yaitu antara 6 sampai 8, sedangkan pH yang tercemar, misalnya oleh limbah cair berbeda – beda nilainya tergantung jenis limbahnya dan pengelolannya sebelum dibuang. Nilai hasil pengamatan pH dapat di lihat pada gambar 14.



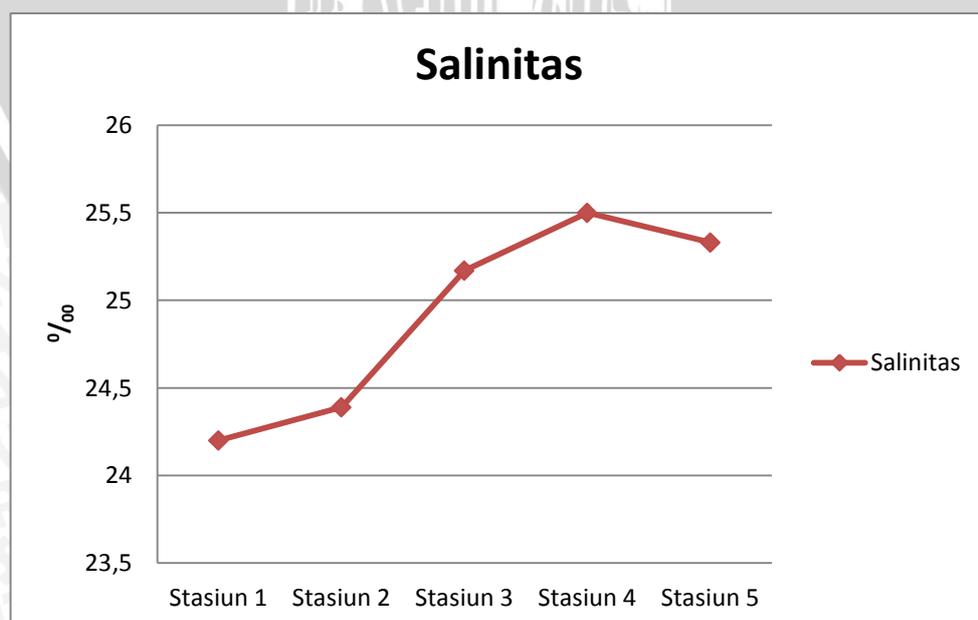
**Gambar 14.** Grafik Pengukuran pH

Berdasarkan grafik pH menggambarkan bahwa pH perairan pada setiap stasiun tidak berbeda jauh dengan stasiun lainnya. Pada staisun 1 di pH sebesar 7,5 , pada staisun 2 sebesar 6,5 , stasiun 3 sebesar 7,8 , stasiun 4 sebesar 7,4 dan stasiun 5 sebesar 7,6 . nilai pH pada stasiun 1, 3,4 dan 5 normal , namun pada stasiun 2 pH cenderung turun bersifat asam, karena terletak di dekat hilir sungai di Pulau Sarinah. Hal ini disebabkan semakin kemuara sungai semakin banyak daerah rawa yang dilewati sedimennya sehingga nilai pH asam (Panjaitan, 2009). Penurunan pH menyebabkan daya racum logam berat semakin besar (Rochyatun dan Rozak , 2007) . Namun secara umum pengukuran

derajat keasamannya berdasarkan Keputusan Kementrian Lingkungan Hidup No. 51 2004 yang berkisar antara 7,0 – 8,5 pH di tiap stasiun masih mendukung kehidupan organism disekitarnya. Nilai pH berpengaruh terhadap toksisitas suatu senyawa kimia. Toksisitas logam berat memperlihatkan peningkatan pH rendah dan berkurang dengan meningkatnya pH (Effendi, 2003). Hal tersebut di dukung pernyataan Hutagalung (1991), penurunan salinitas dan pH serta naiknya suhu menyebabkan tingkat bioakumulasi semakin besar karena logam berat tersebut semakin meningkat

#### 4.6.3 Salinitas

menurut Kurniawan *et al.* (2006), salinitas merupakan jumlah dari seluruh garam – garaman dalam gram pada setiap kilogram air laut. Secara praktis susah untuk mengukur salinitas di laut, maka penentuan nilai salinitas dilakukan dengan meninjau komponen yang terpenting saja yaitu klorida (Cl). Konsentrasi klorida ditentukan tahun 1902 sebagai jumlah dalam gram ion klorida pada satu kilogram air laut. Nilai hasil pengamatan salinitas dapat dilihat gambar garik di bawah.



### Gambar 15. Grafik Pengukuran Salinitas

Berdasarkan hasil pengamatan salinitas di Pulau Sarinah di dapat kan hasil setiap stasiun bekisar 24,2-25,33 ppt . nilai ini menunjukkan bahwa nilai salinitas cenderung normal untuk daerah estuaria pertumbuhan mangrove dan tidak melebihi batas baku mutu. Kadar salinitas berdasarkan baku mutu air laut untuk biota laut didaerah mangrove masih berada di antara baku mutu menurut Keputusan Kementerian Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 dengan batas nilai maksimum 34 ppt . Sedangkan menurut Kusmana *et al.*, (2003), kriteria yang cocok untuk tumbuhan mangrove dapat tumbuh subur dengan salinitas 10-30 ppt.



## 5.KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Konsentrasi logam berat Pb pada air di Pulau Sarinah tertinggi pada stasiun 2 yaitu sebesar 0,2589 ppm. Kadar Pb di air di lokasi stasiun 2 ini menunjukkan bahwa akumulasi sudah melebihi batas ambang yang diperbolehkan. Konsentrasi logam berat Pb pada sedimen di Pulau Sarinah tertinggi pada stasiun 1 yaitu sebesar 0,2611 ppm. Kadar Pb di sedimen di lokasi stasiun 1 ini menunjukkan bahwa akumulasi sudah melebihi batas ambang yang diperbolehkan.
2. Kadar logam berat Pb pada akar di Pulau Sarinah tertinggi pada stasiun 2 yaitu sebesar 0,1124 ppm. Sedangkan kadar terendah stasiun 5 dengan kadar logam berat 0,05 ppm Kadar logam berat Pb pada daun di kawasan Pulau Sarinah tertinggi pada stasiun 3 yaitu sebesar 0,2736 ppm. Sedangkan kadar terendah stasiun 4 dengan kadar logam berat 0,101 ppm
3. Hasil BCF akar di kawasan Pulau Sarinah yang berkisar 0,247 – 1,721 Nilai TF (*Transcolation factor*) pada Pulau Sarinah berkisar 1,253 – 3,0. Menunjukkan mangrove dapat di kategorikan akumulator, Nilai FTD yang di dapatkan yaitu negatif, menunjukkan bahwa logam berat yang dibuang lebih banyak dari pada yang di akumulasi.

### 5.2 Saran

Dilakukan penelitian lanjutan mengenai manfaat mangrove avicennia marina dan adanya informasi kepada masyarakat, agar masyarakat dapat ikut menjaga kelestarian ekosistem mangrove

## Daftar pustaka

- Ahmad, M. R. 2009. *Analisi Konsentrasi Logam Berat Hg, Cd, dan Pb Pada Air dan Sedimen di Perairan Pulau Panggang – Pramuka Kepulauan Seribu, Jakarta*. Skripsi. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Indonesia.
- Akbar HS, 2002. Pedugaan Tingkat Akumulasi Logam Berat Cd, Pb, Cu, Zn, Dan Ni Pada Kerang Hijau (*Perna Viridis L*) Ukuran >5cm Di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta. [Skripsi] Bogor. FPIK, IPB.
- Amin, B. 2001. Akumulasi dan Distribusi Logam Berat Pb Dan Cu pada Mangrove *Avicennia marina* di Perairan Pantai Dumai, Riau, 85 hal.
- Anwar, J. S. J. Damanik dan M. Hisyam. 1984. Ekologi ekosistem Sumatera. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Arisandi. 2001. *Mangrove jenis api-api (avicennia marian) alternatif pengendalian logam berat pesisir*. Lembaga kajian ekologi dan konservasi lahan basah
- Arisandy, K.R., Herawati, E.Y., Suprayitno, E. 2012. *Akumulasi logam berat (Pb) dan Gambaran Histologi pada Jaringan Avicennia marina (forsk.) vierh di perairan pantai jawa timur*. FPIK – UB: MALANG
- Apriadi, D. 2005. Konsentrasi Logam Berat Hg, Pb, dan Cr pada Air, Sedimen dan Kerang Hijau (*Perna Viridis L*) di perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta. Skripsi. IPB : Bogor
- Barus Sudirman 1996. Vegetasi Mangrove Dipulau Sempu Desa Tambakrejo Kecamatan Sumbermanjing Kabupaten Malang, Jawa Timur. Skripsi. Universitas Brawijaya.
- Barus, T. A. 2002. Pengantar Limnologi. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Bismark, M. 1987. Aspek Ekologi Dan Konservasi Vegetasi Mangrove Di Taman Nasional Kutai Kalimantan Timur. *Duta Rimba* 13:16-22
- Bryan, M. 1976. *Heavy-metals mercury the sea*. Toxicol 899 Hal
- Basset, J., R. C. Denney, G.H Jeffrey, J. Mendhom. 1994. *Buku ajar Vogel kimia Analisa Kuantitatif Anorganik*. Jakarta: EGC.
- Dahuri, R. dan Arumsyah, S. 1994. Ekosistem Pesisir. Makalah Pada Marine And Management Training. PSL. UDANA Kupang. NTT.
- Darmono, 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI Press. Jakarta
- Dasuki, A.U. 1991. Sistematika Tumbuhan Tinggi. Bandung; ITB.
- Deri, E Dan L. O. A. Afu. 2013. Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Akar Mangrove *Avicennia Marina* Di perairan Teluk Kendari. *Jurnal Mina Laut Indonesia* : Vol 01 No 1. Hal 39

Effendi,H.2003.*Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*.Kanisius,Yogyakarta. 151 pp.

Ferguson, J.E., *The Heavy Elements :Chemistry, Environmental Impact and Health Effects*, Pergamon Press, Oxford,1990.

Fitter.A.H dan Hay 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*.Gajah Mada University Press,Yogyakarta.

Gaspersz, V.1991. *Metode Perancangan Percobaan*. Bandung: Armico

Giere, O .1993 *Meiobenthology. The Microscopic Fauna in Aquatic Sediment* .springer –verlag .London

Halidah.2014. *Avicennia marina* (Forssk.)Vierh JENIS MANGROVE YANG KAYA MANFAAT, BalaiPenelitianKehutananMakassarInfoTeknisEBONIVol. 11 No. 1, Mei 2014 : 37 - 44

Hamzah, F danSetiawan, A., 2010.Akumulasi Logam Berat Pb, Cu dan Zn di Hutan Mangrove Muara Angke, Jakarta Utara. *Jurnal Ilmu danTeknologi Kelautan Tropis*.Vol. 2. Hal 41-52. Desember 2010.

Hamzah, Faisal dan Yuli Pancawati. 2013. *Fitoremediasi logam berat dengan menggunakan mangrove*. *Ilmu kelautan*. Vol. 18(4): 203-212

Haslam, Faisal Dan Agus Setiawan. 1995. Akumulasi Logam Berat Pb, Cu Dan Zn Di Hutan Mangrove Muara Angke , Jakarta Utara . *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* 2(2):41-52

Heriyanto N.M. Dan Subiandono .2011.Penyerapan Polutan logam berat (Hg, Pb Dan Cu) Oleh jenis-Jenis Mangrove. *Pusat Litbang Konservasi Dan Rehabilitasi.Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam* 8 (2):177-188.

Hutabarat, Sahala Dan Stewart M. Evans. 2006. *Pengantar Oseanografi* . Universitas Indonesia Jakarta

Hutagalung H.P. 1984. LogamBeratdalamLingkunganLaut.Dalam *Ocean IX* No. 1 Tahun 1984.Hal. : 12-19

Hutagalung, H.P.dan Rozak, A,1987. *Metode Analisis Air Laut ,Sedimen Dan Biota Laut* . Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Hutagalung. 1991. *Pencemaran Laut Oleh Logam Berat Puslitbang Oceanology. Status Pencemaran Laut Di Indonesia Dan Teknik Pemantauannya* :LIPI. Jakarta. Hal 45 – 59

Indowetlands 2016. *Avicennia marina*.Mangrove ,Indowetlands 2016.com diakses 22 juni pukul 07:00 WIB.

International Union for Conservation of Nature. 2014. *Avicennia marina* Mangrove .iucn.org. Diakses 13 maret 2016.Pukul 20:00 WIB.

- Kamsuri ,A. I., N. P. L. Pangemanan, Reiny A. Tumbol. 2013. Kelayakan lokasi budidayaikan di Danau Tondano ditinjau dari parameter fisika kimia air. *Budidaya Perairan*.1 (3) : 31 – 42
- Kitamura, S., C.Anwar, A. Chaniago, And S. Baba. 1997. *Handbook Of Mangroves In Indonesia ; Bali And Lombok*. Denpasar : The Development Of Suitainable Mangrove Management Project, Ministry Of Forest Indonesia And Ajapan International Cooperation
- Kurniawan., C.Anwar, A. Chaniago Dan S. Baba. 2006. Buku Panduan Mangrove Di Indonesia. Bali Dan Lombok. Proyek Pengembangan Manajemen Mangrove Berkelanjutan. Departemen Kehutanan Republik Indonesia Dan Japan International Cooperation Agency. Jakarta. 119 Hlm
- Kurniawan, R., D. Yoswaty, S. Nedy. 2013. Analisis Bakteri Pembentuk Histamin pada Ikan Tongkol di perairan Pasie Nan Tigo Koto Tengah Padang Sumatera Utara. Universitas Riau
- Kusmana, C. 2010. *Respon Mangrove Terhadap Pencemaran*. [http://cecepkusmana.staff.ipb.ac.id/files/2011/01/2010-Respon-Mangrove-Terhadap-Pencemaran edit.pdf](http://cecepkusmana.staff.ipb.ac.id/files/2011/01/2010-Respon-Mangrove-Terhadap-Pencemaran%20edit.pdf).
- Kusumastuti, W.2009. Evaluasi Lahan Basah Bervegetasi Mangrove Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan. UNDIP. Semarang
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004, Tentang Baku Mutu Air Laut. Kementrian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia
- Kholidiyah, N (2010). *Respon Biologis Tumbuhan Enceng Gondok (Eichornis Crassipes Solms) Sebagai Biomonitoring Pencemaran Logam Berat Cadmium (Cd) Dan Plumbum (Pb) Pada Sungai Pembungan Lumpur Lapindo*. Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi . UIN. Malang
- Lakitan , Benyamin. 2001. Dasar – dasar Fisiologi Tumbuhan. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lorestasni, B ., M. Cheraghi , And N. Yousefi. 2011. *Accymulation Of Pb ,Fe,Cu And Zn In Plants And Choice Of Hyperaccumulator Plant In The Industyal Town Of Vian , Iran* . Biol .Sci ., Bel Grade ,63 (3), 739-745, 2011.
- Loveless, A.R. 1991. Prinsip-prinsip Biologi Edisi Pertama. Erlangga: Jakarta.
- L.Q.Ma ., K.M. Komar, C.Tu, W.Zhang, 2001a. A Fern That hyperaccumullator Arsenic. *Nature* . 411:438.
- Macfarlane. G.R . Pulkownik, And M.D., Burchett. 2003. *Accumulation And Distribution Of Heavy Metals In Grey Mangrove ;139-151, Avicennia Marina ( Fork) Vierh :Biological Indication Potential* . Enviromental Pollution, 123

- Macfarlane. G.R.,E.C. Koller, and S.P.Blomberg.2007.Accumulation and Partitioning of Heavy Metals in Mangrove:A synthesis of Field – Based Studies,*Chemosphere*. 1454-1464.
- Mandagi A., Patrice N.K., Masengi K. 2013. Sebaran Suhu dan Salinitas di Teluk Manado.*Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*. Vol 12: (2)
- Michael. 1994. Metode Ekologi untuk Penyelidikan Lapang dan Laboratorium. UI Press :Jakarta
- Mubarak dan Wahyuni, I.S. 1981.*Percobaan Budidaya Rumput Laut Eucheuma Spinosum Di Perairan Lorok Pacitan Dan Kemungkinan Pengembangan* .Buletin Penelitian Dan Pengembangan Perikanan:157-166
- Noor, Y.S., M. Khazali.,I.N.N. Suryadiputra 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia.PHKAWI-IP,Bogor.
- Nontji,Anugerah. 2007.*Laut Nusantara*.Jakarta :Djambatan
- Nybakken, J. W. 1997. Marine Biology An Ecological Apporoach. Fourth Edition. Addison Wesley Longman , Inc. USA.481p
- Panjaitan, G. Y., 2009. Akumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb) Pada Pohon *Avicennia marina* Di Hutan Mangrove .Skripsi.Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan. 58 hal.
- Palar, H., 2004.Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat.PT. Rineka Cipta. Jakarta. 90hlm.
- Rohilan,L (1992): Keadaan sifat fisik dan kimia perairan di pantai zona industry Krakatau steel, cilegon .Fakultas Perikanan.Institut Pertanian Bogor.
- Robertson, A.I. and D.M. Alongi.1992 Coastal and Estuarine Studies :Tropical Mangrove Ecosystems . Washington DC.:American Geophysical Union.
- Rochyatun, E.,M, T.Kaisupy., A. Rozak 2006.Distribusi Logam Berat Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Muara Sungai Cisadane. Makara, sains, Vol. 10, no.1: 35-40
- Rochyatun, E. dan A. Rozak. 2007. Pemantauan Kadar Logam Berat dalam sedimen di Perairan Teluk Jakarta.Makara,Sains, Vol. 11,No.1,April 2007:28:36.
- Romimohtarto.K dan Juwana. S. 2001. Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut. Penerbit Djambatan .Jakarta
- Romimohtarto.K dan Juwana. S. 2004. Meroplankton Laut .Djambatan .Jakarta
- Rohmawati, 2007.Daya Akumulasi Tumbuhan *Avicennia marina* Terhadap Logam Berat (Cu, Cd, Hg) Di Pantai Kenjeran Surabaya .Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Sains Dan Biologi. Universitas Islam Negeri Malang. 53 hal

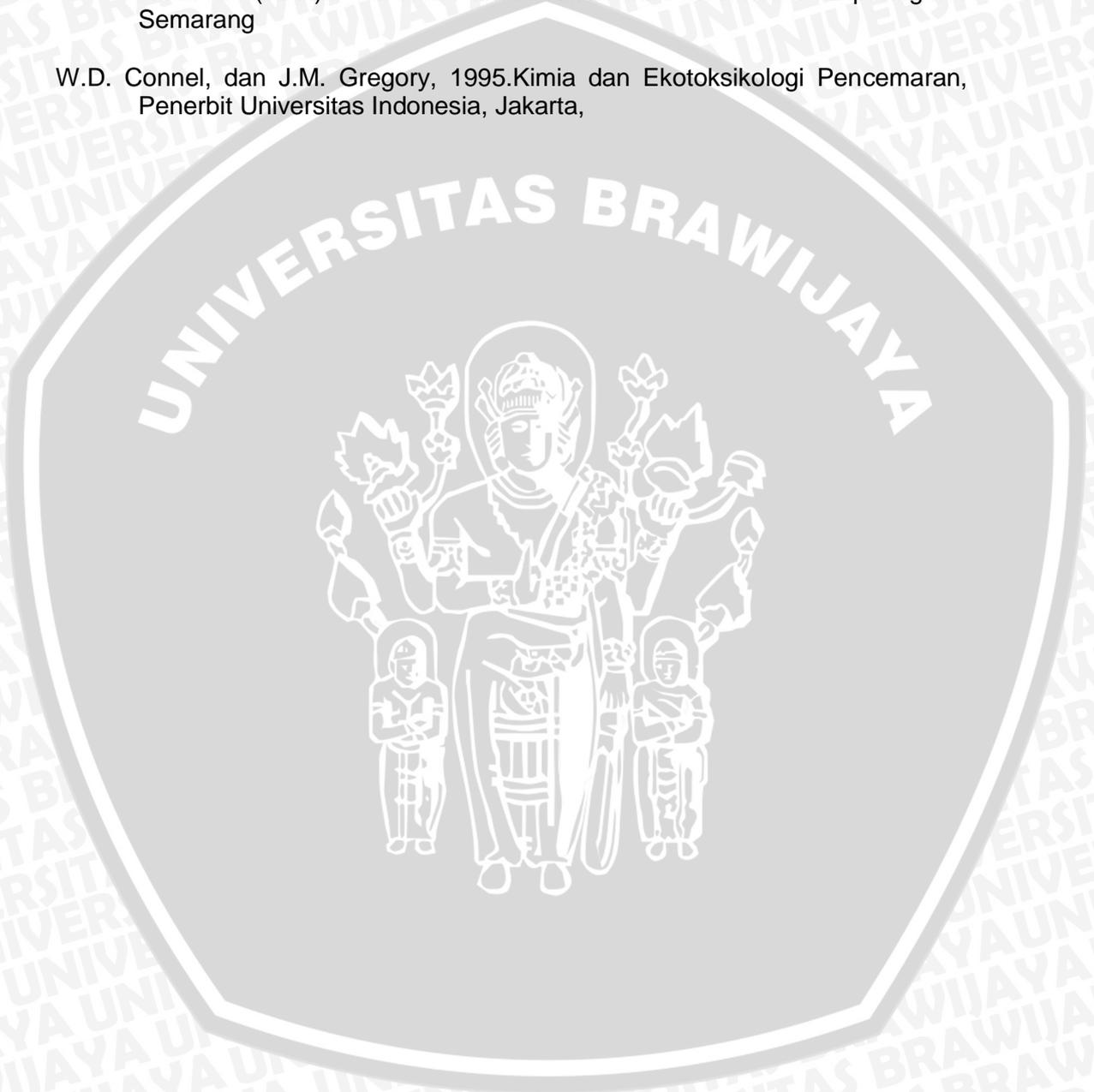
- Saeni MS. 1989. Kimia Lingkungan. Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan. Ditjen Pendidikan Tinggi .Pusat Antar Univeristas Ilmu Hayat. IPB.
- Sanusi, H. S. 2006. Kimia Laut, Proses Fisik Kimia dan Interaksinya Dengan lingkungan. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, InstitutPertanian Bogor. 188 hal.
- Singarimbun M. dan Effendi S., 1995. Metode Penelitian Survey, Edisi Revisi,PT.Pustaka LP3ES,Jakarta
- Siregar, M. H. 2009. Studi Keanekaragaman Plankton di Hulu Sungai Asahan Porse.Universitas Sumatera Utara. Medan
- Sivasothi.2001 A.Guide To Mangroves Of Singapore, Mangroves Ecosystem.<http://mangrove.nus.edu.sg/guidebooks/teks/1011c.htm>
- Soemirat, J. 2003 Toksikologi lingkungan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sudarwin. 2008. *Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb Dan Cd) Pada Sedimen Aliran Sungai Dari Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) SampahJatibarang*. Semarang
- Sukardjo, S. 2004.*Akumulasi Kadnium oleh semai Avicennia marina (fork) vierch di hutan mangrove pesisir teluk Jakarta*. Makalah dalam seminar pemantauan pencemaran laut Jakarta. 7-9 hal.
- Supriyaningrum.E.2006 Fluktuasi Logam Berat Timbal Dan Kadmium Dalam Air Dan Sedimen Di PerairanTeluk,Jakarta (Tanjung Priuk, Marina, Dan Sunda Kelapa).Departemen Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Supriharyono .2002. *Pelestarian dan pengelolaan sumberdaya alam di wilayah pesisir* .PT Gramedia Pustaka Utama.Jakarta
- Tam, N F Y.1999. Normalisation And Heavy Metal Contamination In Mangrove Sediment. The Science of The Total Enviroment Vol 216 :33-39.
- Taryana, A.T, 1995 *Akumulasi Logam Berat (Cu, Mn Zn) Pada Jenis Rhizopora Stylosa Griff. Di Hutan Tanaman Mangrove Cilacap BKPH RAWA TIMUR , KPH Banyumas Barat Perum Perhutani Unit Jawa Tengah*. Jurusan Manajemen
- Temple,(2007).”Heavy Metal Toxicity (Part 1)”.*spirit Newsletter*.[\[Online\]. Tersedia:http://www.yourtemple.org/spirit/october2007/article.do](http://www.yourtemple.org/spirit/october2007/article.do) 16maret 2016
- United Stated Disaster Assessment And Coordination. 2006. Enviroment Assessment Hot Mud Flow East Java , Indonesia. UNEP/OCHA Enviroment Unit. Switzerland
- Wibisono, M.S. 2005. Pengantar ilmu kelautan. Jakarta: PT Grasindo

repository.ub.ac.id

Wittig, R. 1993. *General aspects of biomonitoring heavy metals by plants*. Di dalam: Markert, B. (ed). *Plants as Biomonitors, Indicators for Heavy Metals in the Terrestrial Environment*. New York

Wulandari, S.Y., B. Yulianto., G.W. Santosa., K. Suwartimah. 2009. Konsentrasi Logam Berat Hg Dan Cd Dalam Air, Sedimen dan Kerang Darah (*Anadara Granosa*) dengan Menggunakan Metode Analisis Pengaktifan Neutron (APN). Jurusan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang

W.D. Connel, dan J.M. Gregory, 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta,



Lampiran

Lampiran 1. Perhitungan Biokonsentrasi (BCF) , Trasnlokasi (TF) dan Fitoremediasi (FTD)

No	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5
Air (ppm)	0,1669	0,2589	0,0863	0,1158	0,0590
Sedimen (ppm)	0,2611	0,1760	0,0521	0,1771	0,0397
Akar (ppm)	0,0647	0,1124	0,0897	0,0806	0,0500
Daun(ppm)	0,1873	0,2691	0,2736	0,1010	0,1090

1) Stasiun 1

$$BCF = \frac{0.0647}{0.2611} = 0.247$$

$$TF = \frac{0.1873}{0.0647} = 2.894$$

$$FTD = 0.247 - 2.894 = -2.647$$

2) Stasiun 2

$$BCF = \frac{0.1124}{0.176} = 0.638$$

$$TF = \frac{0.2691}{0.1124} = 2.394$$

$$FTD = 0.638 - 2.394 = -1.756$$

3) Stasiun 3

$$BCF = \frac{0.0897}{0.0521} = 1.721$$

$$TF = \frac{0.2736}{0.0897} = 3.051$$

$$FTD = 1.721 - 3.051 = -1.329$$



4) Stasiun 4

$$BCF = \frac{0.0806}{0.1771} = 0.455$$

$$TF = \frac{0.101}{0.0806} = 1.253$$

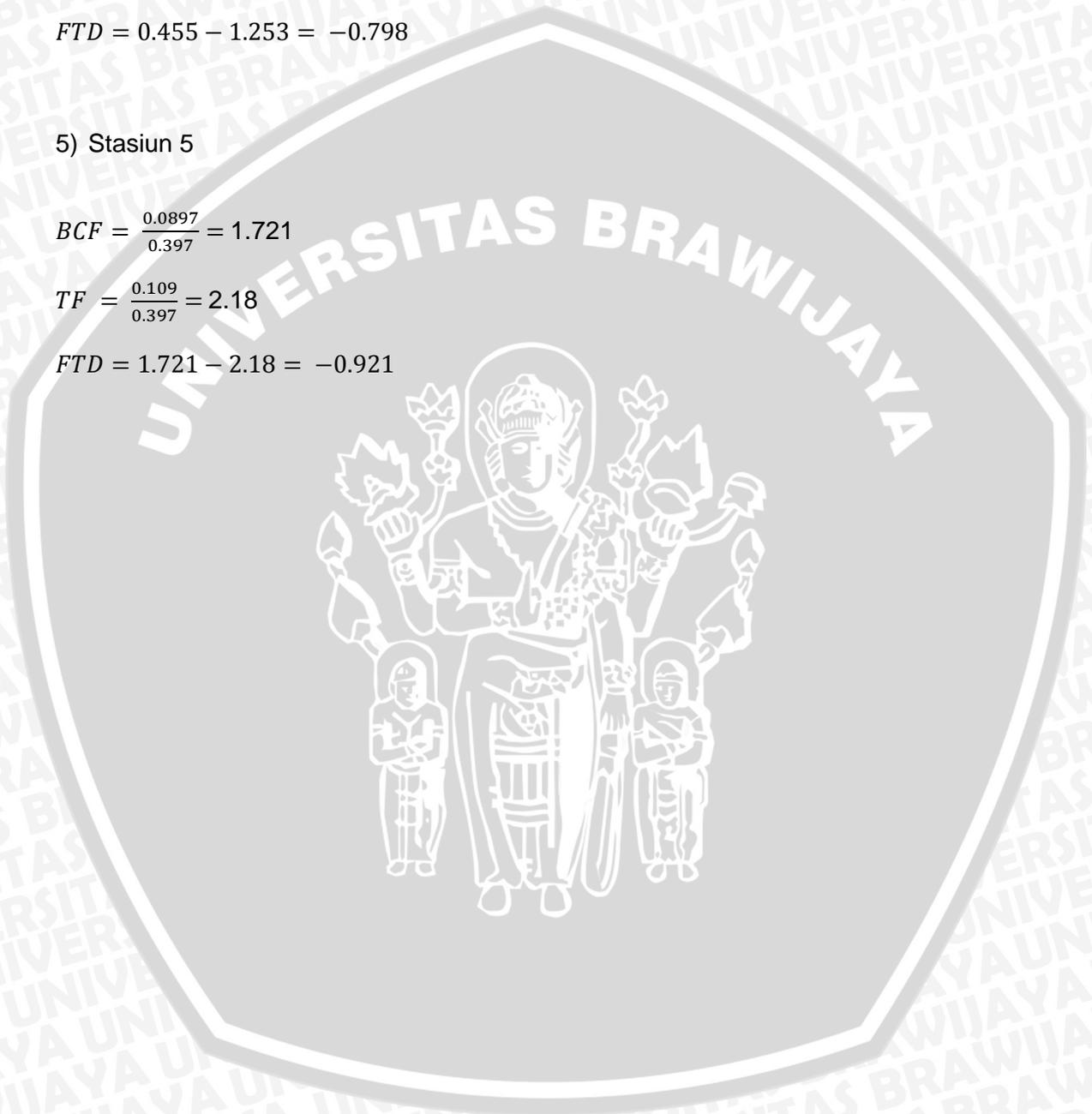
$$FTD = 0.455 - 1.253 = -0.798$$

5) Stasiun 5

$$BCF = \frac{0.0897}{0.397} = 1.721$$

$$TF = \frac{0.109}{0.397} = 2.18$$

$$FTD = 1.721 - 2.18 = -0.921$$



Lampiran 2. Perhitungan Vegetasi di Pulau Sarinah

Jenis	Stasiun	Pohon	Pancang	Semai
		Ind / 10m <sup>2</sup>	Ind / 5m <sup>2</sup>	Ind / 2m <sup>2</sup>
<i>Avicennia alba</i>	1	5	5	-
	2	3	4	-
	3	4	6	1
	4	2	5	2
	5	5	5	3
<i>Avicennia marina</i>	1	4	4	-
	2	5	6	2
	3	5	7	3
	4	4	7	3
	5	2	3	2
<i>Sonneratia alba</i>	1	2	5	-
	2	-	-	-
	3	-	-	-
	4	-	-	-
	5	3	4	1

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2016

Lampiran 3

Peta Lokasi Penelitian Pulau Sarinah, Kecamatan Jabon, Porong, Sidoarjo



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2016

