KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA MANGROVE *Avicennia alba* DI KAWASAN MANGROVE MUARA PORONG DESA KEDUNGPANDAN SIDOARJO JAWA TIMUR

LAPORAN SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Oleh :
RHIZA VIRGA PUTRA
NIM. 0810810061

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA MANGROVE *Avicennia alba* DI KAWASAN MANGROVE MUARA PORONG DESA KEDUNGPANDAN SIDOARJO JAWA TIMUR

SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

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

Oleh :
RHIZA VIRGA PUTRA
NIM. 0810810061

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

SKRIPSI
KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA MANGROVE *Avicennia alba* DI KAWASAN MANGROVE MUARA PORONG DESA KEDUNGPANDAN SIDOARJO JAWA TIMUR

Oleh :
RHIZA VIRGA PUTRA
NIM. 0810810061

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 6 Juli 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
SK Dekan No. :
Tanggal :

Menyetujui

Dosen Penguji I	**Dosen Pembimbing I**
(Dr. Umi Zakiyah, M.Si)	**(Dr. Ir. Mulyanto, M.Si)**
NIP : 19610303 198602 2 001	**NIP : 19600317 198602 1 001**
Tanggal :	**Tanggal :**
Dosen Penguji II	**Dosen Pembimbing II**
(Ir. Supriatna, M.Si)	**(Dr. Ir. Muhammad Musa, MS)**
NIP : 19640515 199003 1 000	**NIP : 19570507 198602 1 002**
Tanggal :	**Tanggal :**

Mengetahui,
Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP : 19620805 198603 2 001
Tanggal :

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang sepengatahuan saya 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 dalam kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hokum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 5 Juli 2015

Mahasiswa

Rhiza Virga Putra

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibunda (Sukastining) dan Ayahanda (Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP), atas dorongan yang kuat, kebijaksanaan dan do'a.
2. Dr. Ir. Mulyanto, M.Si selaku dosen pembimbing 1 dan Dr. Ir. Muhammad Musa, MS selaku dosen pembimbing 2 terima kasih banyak atas segala masukan, saran dan koreksinya.
3. Dr. Umi Zakiyah, M.Si dan Ir. Supriatna, M.Si selaku dosen penguji yag telah menguji dan memberikan saran selama proses ujian skripsi berlangsung.
4. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang yang telah memberikan fasilitas selama kuliah.
5. Teman-temanku seperjuangan Imam, Robi, Adwi, Rifki dan Dadang yang ikut berperan dalam memperlancar penelitian dan penulisan ini
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu persatu.

Malang, 5 Juli 2015

Penulis

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

RHIZA VIRGA PUTRA. Skripsi tentang Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Mangrove *Avicennia alba* di Kawasan Muara Porong Desa Kedungpandan Sidoarjo Jawa Timur. (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Mulyanto M.Si dan Dr. Ir. Muhammad Musa, MS**).

Buangan limbah industri merupakan salah satu limbah yang sangat berbahaya apabila tidak diolah dengan baik. Limbah industri kertas banyak mengandung unsur logam berat salah satunya logam berat Pb yang beracun sehingga dapat membahayakan organisme yang ada di perairan. Pencemaran di Sungai Porong diduga disebabkan oleh keberadaan industri-industri yang membuang limbah tanpa dilakukan pengolahan limbah terlebih dahulu. Selain pencemaran ada pembuangan lumpur Lapindo melalui Sungai Porong yang bermuara di Desa Kedungpandan Kabupaten Sidoarjo.

Mangrove merupakan salah salah satu ekosistem pesisir yang mempunyai peranan penting di esturari. Secara ekologis mangrove memiliki banyak fungsi sebagai penghasil sejumlah detritus, perangkap sedimen, pelindung pantai dari hempasan gelombang air laut serta sebagai penyerap logam berat. Diantara banyak spesies mangrove, *Avicennia alba* banyak tersebar luas di kawasan pesisir. Mangrove *Avicennia alba* termasuk jenis tumbuhan yang banyak dijumpai di sekitar wilayah perairan yang mempunyai kemampuan untuk menyerap logam berat yang ada di suatu perairan.

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi logam berat Pb pada air, sedimen, akar dan daun mangrove *Avicennia alba* di kawasan mangrove Sungai Porong Desa Kedungpandan Sidoarjo Jawa Timur.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey, yaitu penyelidikan yang diadakan untuk memperoleh fakta-fakta dan gejala-gejala yang ada serta mencari keterangan secara aktual. Lokasi pengambilan sampel dianggap mewakili keadaan muara sungai yang bervegetasi mangrove. Di dalam penelitian ini dibagi menjadi dua wilayah sungai dan wilayah tambak yaitu wilayah sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut sedangkan wilayah tambak berada di daerah tambak. Masing-masing wilayah diambil 5 titik pengamatan sehingga ada 10 titik, tiap titik pengamatan dicatat posisi geografisnya dengan bantuan GPS.

Kandungan logam berat Pb pada air di wilayah pecahan aliran sungai Porong yang berkisar antara (0,018-0,035) ppm, sedangkan pada wilayah tambak berkisar antara (0,012-0,023) ppm. Kandungan logam berat Pb pada sedimen di wilayah pecahan aliran sungai Porong berkisar antara (1,879-2,733) ppm, sedangkan pada wilayah tambak berkisar antara (1,631-2,002). Kandungan logam berat Pb pada akar *Avicennia alba* di wilayah pecahan aliran sungai Porong berkisar antara (0,433-0,874) ppm, sedangkan pada wilayah tambak berkisar antara (0,419-0,634) ppm. Kandungan logam berat Pb pada daun *Avicennia alba* di wilayah titik pengamatan pecahan aliran sungai Porong berkisar antara (0,219-0,299) ppm, sedangkan pada wilayah tambak berkisar antara (0,183-0,272) ppm. Nilai rata-rata BCF (*Bioconcentration Factor*) pada akar mangrove *Avicennia alba* di wilayah pecahan aliran sungai Porong sebesar 0,304 sedangkan pada wilayah tambak sebesar 0,300. Nilai rata-rata BCF pada daun mangrove *Avicennia alba* di wilayah pecahan aliran sungai Porong sebesar

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

0,123 sedangkan di wilayah tambak sebesar 0,127 dan nilai rata-rata TF (*Translocation Factor*) di wilayah wilayah pecahan aliran sungai Porong sebesar 0,417 sedangkan di wilayah tambak sebesar 0,422.

Saran dalam penelitian ini adalah perlu upaya untuk menjaga, merawat dan melestarikan secara keberlanjutan di kawasan mangrove Desa Kedungpandan Porong Sidoarjo agar diperoleh manfaat ekologis yang optimal serta perlu penelitian lebih lanjut tentang kandungan logam berat pada kawasan mangrove lainnya sehingga dapat memberikan informasi lanjutan bagi keberadaan kawasan mangrove yang tercemar oleh logam berat.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul **KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (PB) PADA MANGROVE *Avicennia alba* DI KAWASAN MUARA PORONG DESA KEDUNGPANDAN SIDOARJO JAWA TIMUR**. Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi kandungan logam berat Pb pada mangrove *Avicennia alba* dan kemampuannya dalam menyerap logam berat.

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

Malang, Juli 2015

Penulis

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN i

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI iv

DAFTAR TABEL vi

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR LAMPIRAN viii

1. PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Kegunaan Penelitian 4

1.5 Waktu dan Tempat 4

2. TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Logam Berat Pb 5

2.2 Pencemaran Logam Berat 7

2.3 Mekanisme Penyerapan Logam Berat pada Tanaman 8

2.4 Ekosistem Mangrove 10

2.4.1 Pengertian dan Fungsi Mangrove 10

2.4.2 Morfologi *Avicennia alba* 11

2.5 Suhu 11

2.6 pH 12

2.7 Salinitas 12

3. METODE PENELITIAN 14

3.1 Materi Penelitian 14

3.2 Alat dan Bahan Penelitian 14

3.3 Metode Penelitian 15

3.4 Penentuan Titik Pengambilan Sampel 15

3.5 Prosedur Pengambilan Sampel 15

3.5.1 Teknik Pengambilan Sampel Air 15

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.5.2 Teknik Pengambilan Sampel Sedimen 15
3.5.3 Teknik Pengambilan Akar Mangrove 16
3.5.4 Teknik Pengambilan Sampel Daun Mangrove 16

3.6 Prosedur Penelitian 16

3.6.1 Pengujian Konsentrasi Pb dalam Air 17
3.6.2 Pengujian Konsentrasi Pb dalam Sedimen 17
3.6.3 Pengujian Konsentrasi Pb dalam Akar dan Daun Mangrove 18

3.7 Metode Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia 19

3.7.1 Suhu 19
3.7.2 Salinitas 19
3.7.3 pH Air 20

3.8 Faktor Biokonsentrasi dan Faktor Translokasi 20

3.9 Uji t Berpasangan (*Paired Sample T-Test*) 21

4. HASIL DAN PEMBAHASAN 22

4.1 Kondisi Umum Lokasi 22

4.2 Deskripsi Lokasi Penelitian 23

4.3 Kandungan Logam Berat Pb di Kawasan Mangrove Desa Kedungpandan 24

4.3.1 Kandungan Logam Berat Pb pada Air 24
4.3.2 Kandungan Logam Berat Pb pada Sedimen 26
4.3.3 Kandungan Logam Berat Pb pada Akar *Avecennia alba* ... 27
4.3.4 Kandungan Logam Berat Pb pada Daun *Avecennia alba* .. 28

4.4 Faktor Biokonsentrasi (BCF) dan Faktor Translokasi (TF) 29

4.5 Hasil Analisis Parameter Fisika dan Kimia 30

4.5.1 Suhu 30
4.5.2 pH Air 31
4.5.3 Salinitas 31

5. KESIMPULAN DAN SARAN 33

5.1 Kesimpulan 33

5.1 Saran 34

DAFTAR PUSTAKA 35

LAMPIRAN 36

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Alat dan Bahan 14

2. Tabel Hasil Pengukuran Kandungan Logam Berat Pb 24

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Daerah wilayah sungai..... 23

2. Daerah wilayah tambak 24

3. Kandungan logam berat Pb pada air di Kawasan Mangrove Desa Kedungpandan..... 25

4. Kandungan logam berat Pb pada sedimen di Kawasan Mangrove Desa Kedungpandan..... 26

5. Kandungan logam berat Pb pada akar *Avicennia alba* di Kawasan Mangrove Desa Kedungpandan..... 27

6. Kandungan logam berat Pb pada daun *Avicennia alba* di Kawasan Mangrove Desa Kedungpandan..... 28

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Peta Lokasi Penelitian 35
2. Denah Lokasi Pengambilan Sampel 36
3. Perhitungan BCF dan TF 37
4. Hasil Uji t 39

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam berat biasanya ditemukan dalam dua bentuk antara lain logam berat yang terlarut dan yang tidak terlarut. Logam berat yang terlarut yaitu ion logam berat bebas dan logam berat yang membentuk senyawa kompleks dengan senyawa organik atau anorganik. Logam berat yang tidak terlarut yaitu partikel yang berbentuk koloid dan senyawa kompleks metal yang terabsorbsi pada zat yang tersuspensi (Hamidah,1980).

Limbah dalam suatu industri yang dihasilkan sangat bervariasi tergantung dari jenis dan ukuran industri, pengawasan pada proses industri, derajat penggunaan air, dan derajat pengolahan air limbah yang ada. Selain limbah cair, limbah padat (sampah) juga merupakan beban pencemaran yang dapat masuk ke perairan baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada limbah industri sering kali terdapat bahan pencemar yang sangat membahayakan seperti logam berat (Palar, 1994). Buangan limbah industri merupakan salah satu limbah yang sangat berbahaya apabila tidak diolah dengan baik. Limbah industri kertas banyak mengandung unsur logam berat salah satunya logam berat Pb yang beracun sehingga dapat membahayakan organisme yang ada di perairan (Sanpanich, 2011).

. Pencemaran di Sungai Porong diduga disebabkan oleh keberadaan industri-industri yang membuang limbah tanpa dilakukan pengolahan limbah terlebih dahulu. Selain pencemaran ada pembuangan lumpur Lapindo melalui Sungai Porong yang bermuara di Desa Kedungpandan Kabupaten Sidoarjo. Limbah industri dan buangan lumpur panas yang mengendap di Muara Sungai Porong diduga banyak mengandung kandungan logam berat yang dapat membahayakan organisme yang ada di lingkungan tersebut (Yuniar *et al*., 2010).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Mangrove merupakan salah salah satu ekosistem pesisir yang mempunyai peranan penting di esturari. Secara ekologis mangrove memiliki banyak fungsi sebagai penghasil sejumlah detritus, perangkap sedimen, pelindung pantai dari hempasan gelombang air laut serta sebagai penyerap logam berat. Diantara banyak spesies mangrove, *Avicennia alba* banyak tersebar luas di kawasan pesisir. Mangrove *Avicennia alba* termasuk jenis tumbuhan yang banyak dijumpai di sekitar wilayah perairan yang mempunyai kemampuan untuk menyerap logam berat yang ada di suatu perairan.

1.2 Rumusan Masalah

Buangan limbah industri ke Sungai Porong yang mengandung bahan berbahaya dengan toksisitas yang tinggi mengakibatkan bahan pencemar terakumulasi secara fisik dan kimia kemudian mengendap di dasar perairan. Selain pencemaran limbah ada pembuangan lumpur Lapindo melalui Sungai Porong yang bermuara di Desa Kedungpandan Kabupaten Sidoarjo. Limbah industri dan buangan lumpur panas yang mengendap di Muara Sungai Porong diduga banyak mengandung kandungan logam berat yang dapat membahayakan organisme yang ada di lingkungan, salah satunya yaitu logam berat Pb. Akumulasi logam Pb yang berkelanjutan akan mengakibatkan terganggu dan rusaknya ekosistem perairan dan lingkungan sekitarnya. Logam berat Pb berbahaya karena dapat terakumulasi dan tinggal di jaringan tubuh organisme dalam jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi. Perairan yang mengandung logam berat Pb dalam jangka waktu lama akan mengakibatkan akumulasi dan menurunkan daya dukung perairan. Mangrove merupakan salah salah satu ekosistem pesisir yang mempunyai peranan penting di esturari. Secara ekologis mangrove memiliki banyak fungsi sebagai penghasil sejumlah detritus, perangkap sedimen, pelindung pantai dari hempasan gelombang air laut

serta sebagai penyerap logam berat. Diantara banyak spesies mangrove, *Avicennia alba* banyak tersebar luas di kawasan pesisir. Mangrove *Avicennia alba* termasuk jenis tumbuhan yang banyak dijumpai di sekitar wilayah perairan yang mempunyai kemampuan untuk menyerap logam berat yang ada di suatu perairan, sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator logam berat. Berdasarkan uraian di atas dapat ditarik masalah sebagai berikut :

1. Seberapa besar konsentrasi logam berat Pb pada air dan sedimen di kawasan mangrove muara Porong Desa Kedungpandan, Sidoarjo, Jawa Timur?
2. Seberapa tinggi konsentrasi logam berat Pb pada akar dan daun mangrove *Avicennia alba* di kawasan mangrove muara Porong Desa Kedungpandan, Sidoarjo, Jawa Timur?
3. Bagaimana kemampuan tanaman mangrove *Avicennia alba* dalam menyerap logam berat Pb pada akar dan daun di kawasan mangrove muara Porong Desa Kedungpandan, Sidoarjo, Jawa Timur?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui konsentrasi logam berat Pb pada air dan sedimen di kawasan mangrove muara Porong Desa Kedungpandan, Sidoarjo, Jawa Timur.
2. Untuk mengetahui konsentrasi logam berat Pb pada akar dan daun mangrove *Avicennia alba* di kawasan mangrove muara Porong Desa Kedungpandan, Sidoarjo, Jawa Timur.
3. Untuk mengetahui kemampuan tanaman mangrove *Avicennia alba* dalam menyerap logam berat Pb pada akar dan daun di kawasan mangrove muara Porong Desa Kedungpandan, Sidoarjo, Jawa Timur.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

1.4 Kegunaan penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi mahasiswa, diharapkan dapat menambah pengetahuan, pengalaman kerja secara riel di lapang dan membandingkan teori yang didapatkan di perkuliahan serta menumbuhkan perhatian khusus terhadap bahaya pencemaran lingkungan terhadap kelestarian ekosistem mangrove.
2. Bagi pemerintah dan masyarakat, dapat memberikan pengetahuan dan masukan tentang pentingnya hutan mangrove untuk menyerap logam berat dalam peningkatan kualitas lingkungan sehingga timbul kesadaran masyarakat untuk menjaga kelestarian hutan mangrove.

1.5 Waktu dan tempat penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Mei 2015. Lokasi penelitian adalah ekosistem mangrove Porong Sidoarjo. Analisis kandungan logam berat dilakukan di Laboratorium MIPA Universitas Brawijaya, Malang.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat Pb

Logam berat dapat didefinisikan sebagai unsur-unsur yang mempunyai nomor atom 22-92 dan terletak pada periode 4-7 pada susunan berkala Mendeleyev. Logam berat mempunyai efek racun terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya. Logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr) dan nikel (Ni). Logam-logam tersebut dapat menggumpal di dalam tubuh organisme dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi (Fardiaz, 1992). Menurut Connell dan Miller (1995), logam berat memiliki karakter berkilau, lunak, mempunyai daya hantar panas, daya hantar listrik yang tinggi dan bersifat kimiawi. Selain itu, logam berat merupakan unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 g/cm^3 yang mempunyai nomor atom lebih besar dari 21 dan terdapat di bagian tengah daftar periodik.

Berdasarkan sudut pandang toksikilogi logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat essensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya. Jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun, di mana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun seperti Hg, Cd, Pb, As dan lain-lain. Menurut Muchyidin dan Purnomo (2007) bahwa Pb merupakan salah satu logam berat non esensial yang sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan atau toksisitas pada makhluk hidup. Racun ini bersifat akumulatif, artinya sifat racunnya akan timbul apabila terakumulasi dalam jumlah

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

yang cukup besar dalam tubuh makhluk hidup. Pb terdapat dalam air karena kontak antara air dengan tanah atau udara yang tercemar timbal, air yang tercemar oleh limbah industri atau akibat korosi pipa.

Timbal dalam sehari-hari lebih dikenal dengan nama Timah Hitam, nama ilmiah ialah *Plumbum* dan disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk ke dalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada Table Periodik Unsur Kimia. Mempunyai Nomor Atom (NA) 82 dengan Berat Atom (BA) 207,2 (Palar,1994).

Sumber utama Pb di atmosfir dan daratan dapat berasal dari bahan bakar yang menggunakan timbal, sedangkan batuan kapur dan galena (Pbs) merupakan sumber timbal dari perairan alami. Secara alamiah logam Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan logam Pb di udara dengan bantuan air hujan, disamping itu proses korofikasi batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin yang merupakan salah satu jalur sumber logam Pb yang akan masuk ke dalam badan perairan (Effendi, 2003).

Penggunaan Pb dalam kehidupan sehari-hari antara lain :

1. Dalam bentuk Pb dioksida (PbO_2) pada produksi beterai (Accu) untuk mobil.
2. Dalam produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, pipa dan solder.
3. Dalam produk yang harus tahan karat, Pb digunakan dalam bentuk *alloy*, seperti pipa-pipa yang digunakan untuk mengalirkan bahan kimia yang korosif.
4. Dalam bentuk PbO untuk membentuk sifat mengkilap pada keramik. Digunakan sebagai campuran dalam pembuatan pelapis keramik yang disebut *glaze.*
5. Digunakan sebagai bahan aditif pada bahan bakar bensin dalam bentuk *Tetra Ethyl Lead* (TEL), Pb $(C_2H_5)_4$, untuk mengurangi letupan (anti-knocking) pada proses pembakaran mesin kendaraan (Fardiaz, 1992).

Menurut Ferguson (1990), apabila logam berat Pb masuk ke dalam tubuh manusia maka logam tersebut akan diakumulasikan dalam jaringan tubuh ginjal. Pada kadar yang sudah tinggi pada tubuh manusia akan menyebabkan dampak negatif yang serius antara lain : menghambat aktivitas enzim sehingga proses metabolisme terganggu, menghambat pembentukan hemoglobin, menyebabkan kerusakan ginjal, menyebabkan kekurangan darah, serta menyabakan gangguan emosional dan tingkah laku.

Menurut Ratmini (2009), pada perairan tawar bentuk Pb paling umum dijumpai adalah timbal karbonat, kompleks timbal organik dan bentuk ion logam bebas yang jumlahnya sedikit. Penurunan pH air menyebabkan daya racun logam berat semakin besar, kesadahan tinggi dapat mengurangi toksisitas logam berat karena akan membentuk senyawa kompleks yang mengendap di dasar perairan.

2.2 Pencemaran Logam Berat

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

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 atmosfir, 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).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Menurut Bryan (1976), kandungan 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

Organisme yang pertama terpengaruh akibat penambahan polutan logam berat ke tanah atau habitat lainnya adalah organisme dan tanaman yang tumbuh di tanah atau habitat tersebut. Dalam ekosistem alam terdapat interaksi antar organisme baik interaksi positif maupun negatif yang menggambarkan bentuk transfer energi antar populasi dalam komunitas tersebut. Dengan demikian pengaruh logam berat tersebut pada akhirnya akan sampai pada hierarki rantai makanan tertinggi manusia. Logam-logam berat diketahui dapat mengumpul di dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh untuk jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi (Saeni, 1997).

2.3 Mekanisme Penyerapan Logam Berat pada Tanaman

Tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap ion-ion dan lingkungannya ke dalam tubuh membran sel. Dua sifat penyerapan ion oleh tumbuhan adalah (1) faktor konsentrasi, yaitu kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi ion sampai tingkat konsentrasi tertentu, bahkan dapat mencapai beberapa tingkat lebih besar dari konsentrasi ion di dalam mediumnya; dan (2) perbedaan kuantitatif akan kebutuhan hara yang berbeda pada tiap jenis tumbuhan (Fitter dan Hay, 1991).

Ada tiga jalan yang dapat ditempuh oleh air dan ion-ion yang terlarut bergerak menuju sel-sel xylem dalam akar, yaitu (a) melalui dinding sel (apoplas)

epidermis dan sel-sel korteks; (b) melalui sistem sitoplasma (simplas) yang bergerak dari sel ke sel; dan (c) melalui sel hidup pada akar, dimana sitosol dari setiap sel membentuk suatu jalur (Rosmarkam dan Nasih, 2002). Proses absorbsi racun, termasuk unsur logam berat menurut Soemirat (2003), dapat terjadi lewat beberapa bagian tumbuhan, yaitu: (1) akar, terutama untuk zat anorganik dan zat hidrofilik; (2) daun, bagi zat yang lipofilik; dan (3) stomata untuk memasukkan gas. Transpor ini terjadi dari sel ke sel menuju jaringan vaskuler agar dapat didistribusikan ke seluruh bagian tumbuhan. Misalnya transport zat hara dari akar ke daun dan sebaliknya transpor makanan dari daun ke akar.

Beraneka ragam unsur dapat ditemukan di dalam tubuh tumbuhan, tetapi tidak berarti bahwa seluruh unsur-unsur tersebut dibutuhkan tumbuhan untuk kelangsungan hidupnya. Beberapa unsur yang ditemukan di dalam tubuh tumbuhan ternyata dapat mengganggu metabolisme dan meracuni tumbuhan, sebagai contoh adalah beberapa jenis logam berat Al, Cd, Ag dan Pb. Unsur hara dapat kontak dengan permukaan akar melalui 3 cara, yakni : 1) secara difusi dalam larutan tanah; 2) secara pasif oleh aliran air tanah dan 3) akar tumbuh ke posisi hara dalam matrik tanah (Lakitan, 2001).

Absorpsi unsur hara pada tumbuhan ditentukan oleh berbagai faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik antara lain status hormonal, fase pertumbuhan, metabolisme, morfologi tumbuhan, densitas daun, bentuk daun (sempit atau lebar), berbulu atau berlapis, mudah tidaknya menjadi basah, umumnya daun yang muda lebih sulit mengabsorbsi daripada yang tua. Sedangkan faktor abiotik antara lain suhu, sinar atau radiasi, kelembapan dan kualitas tanah (Soemirat, 2003).

2.4 Ekosistem Mangrove

2.4.1 Pengertian dan Fungsi Mangrove

Mangrove merupakan vegetasi hutan yang tumbuh di daerah pantai dan di sekitar muara sungai (selain formasi hutan pantai) yang selalu atau secara teratur digenangi oleh air laut serta dipengaruhi oleh pasang surut. Tempat tumbuh hutan mangrove memerlukan suasana yang khusus yaitu suasana yang timbul dari perpaduan unsur-unsur: iklim tropis basah, curah hujan yang tinggi, laut tenang dan sumber lumpur. Habitat yang ditumbuhi mangrove kebanyakan mempunyai kondisi seperti pantai-pantai pada teluk yang terlindung, estuaria, delta, bagian yang terlindung dari tanjung, selat yang terlindungi dan tempat-tempat serupa dengan kondisi tanahnya bervariasi antara lumpur, lempung, gambut dan pasir. Hutan mangrove merupakan ekosistem yang terpadu antara unsur fisik, biologis dan daratan serta lautan, sehingga meciptakan keterlibatan suatu ekosistem yang kompleks antara ekosistem laut dan ekosistem darat. Mangrove tumbuh secara individu berhabitat pohon atau semak herba dan secara kelompok membentuk formasi hutan (Purnobasuki, 2009).

Mangrove sebagai sumberdaya alam khas daerah pantai tropik, mempunyai fungsi strategis bagi ekosistem pantai, yaitu: sebagai penyambung dan penyeimbang ekosistem darat dan laut. Tingginya bahan organik di perairan mangrove memungkinkan hutan ini dimanfaatkan sebagai daerah asuhan (*nursery ground*) bagi biota yang hidup pada ekosistem mangrove. Fungsi lainnya adalah sebagai daerah mencari makan (*feeding ground*) karena mangrove merupakan produsen primer yang mampu menghasilkan sejumlah besar detritus dari daun dan dahan pohon mangrove dimana tersedia banyak makanan bagi biota-biota yang mencari makan pada ekosistem mangrove tersebut (Claridge dan Burnett, 1993).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2.4.2 Morfologi *Avicennia alba*

Menurut Tomlinson (1986), Api-api merupakan nama sekelompok tumbuhan dari genus *Avicenia*, suku *Acanthaceae*. Api-api biasa tumbuh di tepi atau dekat laut sebagai bagian dari komunitas hutan bakau. Nama lain api-api diberbagai daerah di Indonesia diantaranya adalah *mangi-mangi, sia-sia, boak, koak, marahu, pejapi, papi, nyapi* dan lain-lain.

Klasifikasi *Avicennia alba* :

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)

Subkingdom : Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)

Super Divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji)

Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)

Kelas : Magnoliopsida (Berkeping dua / dikotil)

Sub kelas : Asteridae

Ordo : Scrophulariales

Famili : Acanthaceae

Genus : *Avicennia*

Spesies : *Avicennia alba* Blume (Plantamor, 2012).

2.5 Suhu

Hutagalung (1984) mengatakan bahwa kenaikan suhu tidak hanya akan meningkatkan metabolisme biota perairan, namun juga meningkatkan toksisitas logam berat di perairan. Suhu merupakan salah satu faktor fisika yang sangat penting dalam lingkungan perairan. Perubahan suhu perairan akan mempengaruhi proses fisika dan kimia perairan, demikian pula bagi biota perairan. Peningkatan suhu ini dapat menyebaban peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi biota air dan meningkatkan konsumsi oksigen (Effendi, 2003).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2.6 pH

Menurut Palar (2004), dalam suatu lingkungan perairan, bentuk logam antara lain ion-ion bebas, pasangan ion organik, dan ion kompleks. Kelarutan logam berat Pb dalam air dikontrol oleh pH air. Kenaikan pH menurunkan kelarutan logam berat Pb dalam air. Kenaikan pH mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan pertikel pada perairan, sehingga akan mengendap membentuk lumpur.

Nilai pH berpengaruh terhadap toksisitas suatu senyawa kimia. Toksisitas logam berat memperlihatkan penigkatan pada pH rendah dan berkurang dengan meningkatnya pH. Nilai pH berhubungan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Pada pH kurang dari 5 alkalinitas dapat mencapai nol. Semakin tinggi nilai pH semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah konsentrasi karbondioaksida bebas. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH 7-8,5. Nilai pH sangat mepengaruhi proses biokimiawi perairan toksisitas logam dapat memperlihatkan peningkatan pH rendah (Effendi, 2003).

2.7 Salinitas

Menurut Sivashoti (2001), salinitas pada 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 di 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 hiperhalin (>30), karena naiknya

konsentrasi garam akibat evaporasi. Sungai-sungai kecil dalam hutan mangrove bersifat oligohalin dan semakin ke dalam semakin tawar.

Faktor yang tak kalah penting antara lain salinitas yang nilainya berfluktuasi kepada masukan air dari sungai-sungai, juga bergantung pada genangan pasang surut dan intensitas penguapan yang terjadi. Kebanyakan organisme intertidal menunjukkan toleransi yang terbatas terhadap turunnya salinitas sehingga penurunan salinitas yang melewati batas toleransi akan mengakibatkan kematian (Niswari, 2004). Salinitas air dan salinitas tanah rembesan merupakan faktor penting dalam pertumbuhan, daya tahan dan zonasi spesies mangrove. Tumbuhan mangrove tumbuh subur di daerah estuaria dengan salinitas 10-30 ppt (Kusuma *et al*, 2003).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah tentang kandungan logam berat Pb pada air, sedimen, akar dan daun mangrove *Avicennia alba* di ekosistem mangrove muara Porong Sidoarjo.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Tabel 1. Alat dan Bahan penelitian

No	Variabel	Alat	Bahan
1.	**Sampel air, sedimen, akar dan daun**	- Pisau - Botol polietilen - Cool box - Gunting - Pipet tetes - GPS	- Kertas label - Kantong Plastik - Aquadest - Larutan HNO_3
2.	**Suhu**	- Thermometer Hg	- Sampel air
3.	**Salinitas**	- ATAGO *Pocket Refractometer*	- Sampel air
4.	**pH Air**	- pH *meter*	- Sampel air
5.	**Pb**	- Atomic Absorbtion Spectrophotometer (AAS) - Botol aquadest - Pipet tetes - Corong - Cawan porselen - Gelas beaker - *Hot plate* - Timbangan analitik - Erlenmeyer - *Furnace* (tanur) - Kertas saring - Gelas ukur - Labu takar - Wadah sampel	- Sampel air - Sampel sedimen - Sampel akar - Sampel daun - Larutan HNO_3 - Larutan $HClO_4$ - Aquadest

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey, yaitu penyelidikan yang diadakan untuk memperoleh fakta-fakta dan gejala-gejala yang ada serta mencari keterangan secara aktual. Menurut Notoatmodjo (2010), penelitian survey tidak dilakukan dengan intervensi atau perlakuan terhadap variabel, tetapi sekedar mengamati terhadap fenomena alam atau sosial, atau mencari hubungan fenomena tersebut dengan variabel-variabel lain.

3.4 Penentuan Titik Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel dianggap mewakili keadaan muara sungai yang bervegetasi mangrove. Di dalam penelitian ini dibagi menjadi dua wilayah sungai dan wilayah tambak yaitu wilayah sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut sedangkan wilayah tambak berada di daerah tambak. Masing-masing wilayah diambil 5 titik pengamatan sehingga ada 10 titik, tiap titik pengamatan dicatat posisi geografisnya dengan bantuan GPS.

3.5 Prosedur Pengambilan Sampel

3.5.1 Teknik Pengambilan Sampel Air

Air diambil secara langsung dan dimasukkan dalam botol plastik. Sampel air diawetkan dengan larutan HNO_3 sampai pH < 3. Kemudian sampel air dimasukkan ke dalam coolbox. Pengukuran Pb dalam air dilakukan di laboratorium menggunakan metode AAS. Pengukuran suhu, pH dan salinitas dilakukan di lapang secara langsung.

3.5.2 Teknik Pengambilan Sampel Sedimen

Sampel sedimen diambil dan kemudian dimasukkan dalam plastik klip sebanyak 100 gr untuk masing-masing titik pengambilan sampel. Sampel sedimen yang diambil merupakan sedimen pada bagian permukaan sedimen

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

mangrove sampai kedalaman 20 cm. Sedimen tersebut kemudian ditampung ke dalam botol. Selanjutnya tempat sampel dibungkus dengan kantong plastik dan selanjutnya dimasukkan ke dalam coolbox. Sampel sedimen kemudian dianalisis di laboratorium untuk mengetahui konsentrasi Pb menggunakan metode AAS.

3.5.3 Teknik Pengambilan Sampel Akar Mangrove

Akar mangrove diambil dengan cara dipotong dengan menggunakan gunting atau pisau. Akar diambil dari pohon yang mempunyai diameter batang > 10 cm. Pada pengambilan sampel, akar yang diambil adalah akar nafas (*pneumatophora*) dan akar kawat (akar yang berada di dalam sedimen). Akar diambil sebanyak 100 gr dan dimasukkan ke dalam plastik untuk tiap stasiun pengambilan sampel. Sampel akar mangrove dimasukkan dalam coolbox. Pengukuran konsentrasi Pb dilakukan di laboratorium dengan metode AAS.

3.5.4 Teknik Pengambilan Sampel Daun Mangrove

Daun mangrove diambil dengan cara dipetik langsung denga tangan atau dengan bantuan alat bila tempatnya agak tinggi. Daun yang diambil adalah daun yang tua dari satu pohon yang mepunyai diameter batang > 10 cm. Daun diambil sebanyak 100 gr dan dimasukkan ke dalam plastik untuk tiap stasiun pengambilan sampel. Sampel daun mangrove dimasukkan ke dalam coolbox. Pengukuran konsentrasi Pb dilakukan di laboratorium dengan metode AAS.

3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini meliputi pengukuran parameter fisika dan kimia secara *insitu* meliputi suhu, pH dan salinitas serta pengambilan sampel air, sedimen, akar dan daun, sampai dengan proses analisis kandungan logam berat Pb di laboratorium. Dalam pengujian konsentrasi Pb digunakan metode AAS

(*Atomic Absorption Spectrophotometer*) di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

3.6.1 Pengujian Konsentrasi Pb dalam air

Pengujian konsentrasi Pb dalam air yaitu sebagai berikut :

1.) Dimasukkan sampel air sebanyak 50 ml contoh uji ke dalam gelas piala 100 ml atau Erlenmeyer 100 ml

2.) Ditambahkan 5 ml HNO_3 pekat, ditutup dengan kaca arloji kemudian dipanaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15 ml - 20 ml. JIka destruksi belum sempurna (tidak jernih), maka ditambahkan lagi 5 ml HNO_3 pekat dan ditutup dengan kaca arloji kemudian dipanaskan lagi (tidak mendidih). Proses ini dilakukan secara berulang sampai semua logam larut yang terlihat dari warna endapan contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih.

3.) Dimasukkan kaca arloji dan air bilasannya ke dalam gelas piala. Kemudian contoh uji dipindahkan ke dalam labu ukur 50 ml (disaring bila perlu) dan ditambahkan air bebas mineral sampai tepat tanda tera kemudian dihomogenkan. Setelah itu dibaca serapannya dengan menggunakan alat AAS pada panjang gelombang 283,3 nm (Basset, 1994).

3.6.2 Pengujian Konsentrasi Pb dalam sedimen

Pengujian konsentrasi Pb dalam sedimen yaitu sebagai berikut :

1.) Dikeringkan sedimen dalam oven dengan suhu 105 ^{o}C selama 12 jam u ntuk menghilangkan kadar airnya dan diperoleh berat konstan.

2.) Ditimbang sampel sedimen sebanyak 5 gr kemudian dimasukkan dalam tanur pada suhu 600 sampai dengan 650 ^{o}C untuk proses pengabuan selam 3-4 jam.

3.) Dilarutkan dengan menambahkan 20 ml HNO_3 pekat dan 10 ml $HClO_4$.

4.) Ditambahkan dengan aquadest sampai volume menjadi 50 ml. Larutan tersebut dipanaskan pada hotplate sampai mendidih dan volume berkurang 30 ml. Apabila belum terjadi kabut ulangi kembali penambahan HNO_3 sebanyak 20 ml dan 10 ml $HClO_4$ sebanyak 10 ml pada larutan tersebut dan dipanaskan kembali sampai terjadi kabut.

5.) Ditambahkan aquadest hingga volume larutan menjadi 50 ml lalu diendapkan. Larutan yang diendapkan disaring fasa airnya dengan kertas saring. Larutan yang diperoleh siap dianalisa menggunakan AAS (Atomic Absorbtion Spectrophotometer) pada panjang gelombang 283,3 nm (Basset, 1994).

3.6.3 Pengujian Konsentrasi Pb dalam Akar dan Daun Mangrove

Pengujian Konsentrasi Pb dalam Akar dan Daun Mangrove sebagai berikut :

1.) Dipotong kecil-kecil preparasi akar dan daun, sampel untuk mempermudah proses menghaluskan sampel akar dan daun. Sampel akar dan daun ditimbang sebanyak 5 gr kemudian dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 600 – 650 ^{o}C untuk proses pengabuan selam 3-4 jam.

2.) Dilarutkan dengan menambahkan 20 ml HNO_3 pekat dan 10 ml $HClO_4$.

3.) Ditambahkan dengan aquadest sampai volume menjadi 50 ml. Larutan tersebut dipanaskan pada hotplate sampai mendidih dan volume berkurang 30 ml. Bila belum terjadi kabut ulangi kembali penambahan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

HNO_3 sebanyak 20 ml dan 10 ml $HClO_4$ sebanyak 10 ml pada larutan tersebut dan dipanaskan kembali sampai terjadi kabut.

4.) Ditambahkan aquadest hingga volume larutan menjadi 50 ml lalu diendapkan. Larutan yang diendapkan disaring fasa airnya dengan kertas saring. Larutan yang diperoleh siap dianalisa menggunakan AAS (Atomic Absorbtion Spectrophotometer) pada panjang gelombang 283,3 nm (Basset, 1994).

3.7 Metode Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia

3.7.1 Suhu

Pengukuran suhu menggunakan alat termometer Hg dengan satuan derajat celcius, cara penggunaannya yaitu :

1.) Dimasukkan Thermometer kedalam sampel air yang akan diukur suhunya, selama ± 1 menit.

2.) Diangkat Thermometer ke permukaan dan diamati dengan cermat nilai suhu yang ditunjukkan oleh thermometer lalu dicatat hasilnya.

3.7.2 Salinitas

Pengukuran salinitas/kadar garam menggunakan alat refraktometer tipe Atago Hand Refraktometer S/mill E dengan langkah sebagai berikut :

1.) Dikalibrasi kaca refraktometer dengan aquades dan dikeringkan dengan tissue hingga refraktometer menunjukkan angka nol (0).

2.) Diteteskan air sampel uji pada kaca refraktometer kemudian diarahkan pada sumber cahaya dan diamati angka yang ditunjukkan oleh batas biru sebelah kanan refraktometer dan dicatat hasilnya.

.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.7.3 pH Air

Pengukuran pH air dilakukan dengan pH meter dengan langkah sebagai berikut :

1.) Dilakukan kalibrasi bagian sensor dari pH meter dengan aquades kemudian dikeringkan dengan tisu. Hal ini perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akurat.

2.) Menyalakan pH meter setelah itu bagian ujung sensor pH meter di masukkan ke dalam sampel air.

3.) Pada pH meter terdapat tombol yang berguna untuk menetapkan nilai pH agar mendapat nilai paling stabil. Pengukuran bisa dilakukan berulang kali sampai didapat hasil yang paling stabil.

3.8 Faktor Biokonsentrasi dan Faktor Translokasi

Hubungan konsentrasi Pb pada lingkungan dan jaringan mangrove sangat perlu diketahui untuk mengetahui gambaran peranan mangrove dalam suatu ekosistem. Ada dua hal yang perlu diketahui dalam hal ini yaitu gambaran seberapa besar konsentrasi Pb yang masuk pada jaringan tanaman mangrove yang berasal dari lingkungan serta seberapa besar konsentrasi Pb yang ditranslokasikan dari akar menuju batang. Maka perlu dilakukan perhitungan *Bioconcentration* (BCF) dan *Translocation Factor* (TF).

Perbandingan antara konsentrasi logam pada akar atau daun dengan konsentrasi pada sedimen dikenal dengan *Bioconcentration Factor* (BCF) atau faktor biokonsentrasi. Rumus Faktor Biokonsentrasi menurut Farlane *et al.* (2007):

$$BCF = \frac{Cb}{Cm}$$

Keterangan :

BCF : Faktor Biokonsentrasi

Cb : Konsentrasi dalam biota (akar/daun) (ppm)

Cm : Konsentrasi dalam media/sedimen (ppm)

Perbandingan antara konsentrasi logam pada daun dan akar yang dikenal sebagai *Translocation Factors* (TF). Nilai TF dihitung untuk mengetahui perpindahan akumulasi logam dari akar ke tunas (Farlane *et al,* 2007).

Berikut merupakan rumus perhitungan TF :

$$TF = \frac{BCF\ daun}{BCF\ akar}$$

Keterangan :

TF : Faktor Translokasi

BCF : Faktor Biokonsentrasi

3.9 Uji t Berpasangan (*Paired Sample T-Test*)

Uji beda digunakan untuk mengevaluasi perlakuan (*treatment*) tertentu pada satu sampel yang sama pada dua periode pengamatan berbeda. Apabila data berdistribusi normal digunakan uji parametrik *Paired Sample T-Test*. Uji parametrik *Paired Sample T-Test* digunakan untuk menguji perbedaan dua sampel yang berpasangan. Sampel yang berpasangan diartikan sebagai sebuah sampel dengan subjek yang sama namun mengalami dua perlakuan yang berbeda pada situasi sebelum dan sesudah proses (Santoso, 2001). Menurut Widiyanto (2013), *Paired Sample T-Test* merupakan salah satu metode pengujian yang digunakan untuk mengkaji keefektifan perlakuan, yang ditandai adanya perbedaan rata-rata sebelum dan rata-rata sesudah diberi perlakuan.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Lokasi

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Mangrove Desa Kedungpandan, Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur. Kecamatan Jabon adalah salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Sidoarjo, yang terdiri dari 15 desa dengan luas wilayah 80.998 km^2 dan mempunyai ketinggian 2 m di atas permukaan laut serta memiliki pantai yang berbentuk landai dengan sedimentasi lumpur. Garis pantainya merupakan dataran rendah yang sebagian tertutup vegetasi mangrove (kawasan lindung).

Desa Kedungpandan terletak pada ketinggian 3 - 4 m di atas permukaan laut, curah hujan rata-rata 3000 mm/tahun dan suhu rata-rata 25^0C - 30^0C. Sungai Porong tersebut tempat bermuaranya berada di Desa Kedungpandan, lebih dari setengah luas wilayah ini adalah hutan mangrove. yang di dominasi oleh tambak bandeng dan udang. Sebagian tambak bandeng tersebut difungsikan sebagai kolam pancing, tanaman mangrove tumbuh di sepanjang muara Sungai Porong. Untuk gambar peta lokasi penelitian ini dapat dilihat pada lampiran 1.

4.2 Deskripsi Lokasi Penelitian

1. Wilayah Sungai

Wilayah Sungai merupakan daerah vegetasi mangrove yang berada di pinggir daerah aliran pecahan Sungai Porong. Letak geografi titik sampling pengamatan di wilayah aliran pecahan Sungai Porong adalah sebagai berikut :

Titik pengamatan S1: $07^0$56’6.11”LS $112^0$85’8.83”BT, Titik pengamatan S2: $07^0$56’6.15”LS $112^0$85;8.86”BT, Titik pengamatan S3: $07^0$56’7.09”LS

$112^0$85’9.19”BT, Titik pengamatan S4: $07^0$56’7.69”LS $112^0$85’9.56”BT dan Titik pengamatan S5: $07^0$56’8.87”LS $112^0$86’0.02”BT.

Ke lima titik pengamatan tersebut merupakan daerah vegetasi mangrove yang dialiri oleh aliran pecahan Sungai Porong menuju muara dengan keadaan dipengaruhi oleh pasang surut air laut.

Gambar 1. Daerah wilayah sungai

2. Wilayah Tambak

Wilayah Tambak merupakan daerah vegetasi mangrove yang berada daerah kawasan tambak. Letak geografi pengamatan di wilayah tambak adalah sebagai berikut : Titik pengamatan T1: $07^0$56’7.37”LS $112^0$85’9.50”BT, Titik pengamatan T2: $07^0$56’7.40”LS $12^0$85.8.86”BT, Titik pengamatan T3: $07^0$56’7.68”LS $112^0$85’9.47”BT, Titik pengamatan T4: $07^0$56’8.38”LS $112^0$85’9.42”BT dan Titik pengamatan T5 : $07^0$56’8.49”LS $112^0$85’9.50”BT.

Ke lima titik pengamatan tersebut merupakan daerah vegetasi mangrove yang berada di daerah pertambakan yang didominasi oleh tambak bandeng dan udang. Di wilayah tersebut banyak tumbuh berbagai jenis tanaman mangrove.

Gambar 2. Daerah wilayah tambak

4.3 Kandungan Logam Berat Pb di Kawasan Mangrove Desa Kedungpandan

Tabel 2. Tabel Hasil Pengukuran Kandungan Logam Berat Pb

Parameter	Wilayah	Kandungan Pb (ppm)					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
Air	Sungai	0,025	0,021	0,033	0,018	0,035	0,026
	Tambak	0,019	0,012	0,022	0,016	0,023	0,018
Sedimen	Sungai	2,173	1,951	2,248	1,879	2,733	2,197
	Tambak	1,854	1,631	1,702	1,953	2,002	1,828
Akar	Sungai	0,736	0,505	0,838	0,433	0,874	0,677
	Tambak	0,562	0,419	0,593	0,540	0,634	0,550
Daun	Sungai	0,277	0,263	0,299	0,219	0,286	0,269
	Tambak	0,232	0,183	0,272	0,210	0,263	0,232

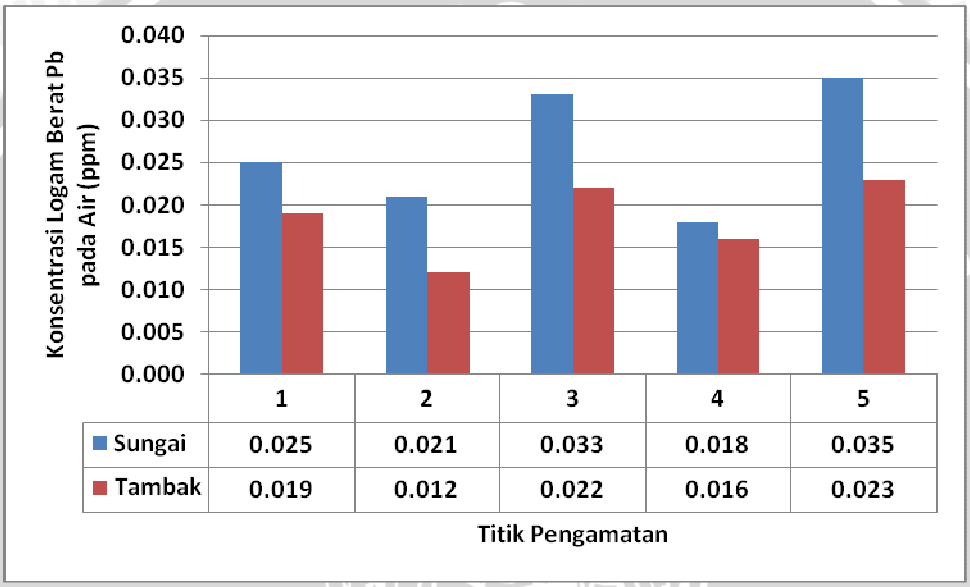
4.3.1 Kandungan Logam Berat Pb pada Air

Kandungan logam berat Pb pada air di wilayah pecahan aliran Sungai Porong yang berkisar antara (0,018-0,035) ppm dengan rata-rata sebesar 0,026

ppm sedangkan pada wilayah tambak berkisar antara (0,012-0,023) ppm dengan rata-rata 0,018 ppm.

Hasil uji t pada taraf uji 95 % atau dengan α = 5%, dapat disimpulkan bahwa t hitung = 4,404 > t table 2,262. Maka disimpulkan hasil pengukuran logam berat Pb di air pada wilayah pecahan aliran Sungai Porong dengan wilayah tambak berbeda nyata.

Kandungan logam berat Pb di air disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kandungan logam berat Pb pada air di Kawasan Mangrove Desa Kedungpandan

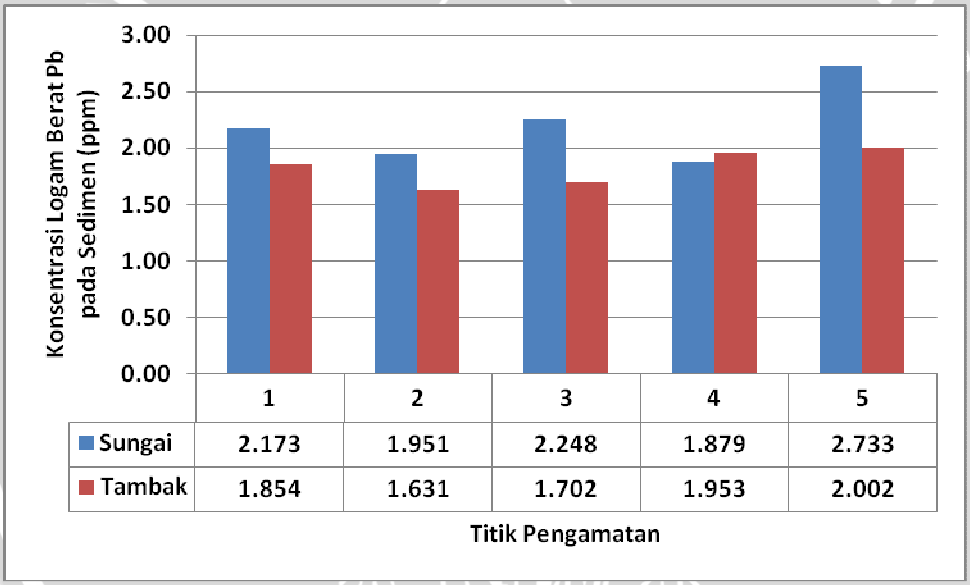
Kandungan logam berat Pb pada wilayah pecahan aliran Sungai Porong lebih besar dibandingkan dengan wilayah tambak, hal ini dikarenakan konsentrasi logam berat dalam air sangat dipengaruhi oleh masukan air sungai yang membawa limbah akibat buangan lumpur Lapindo serta masukan dari air laut yang mengandung logam berat akibat peristiwa pasang surut air laut. Menurut Praveena (2008), logam berat dipengaruhi oleh dinamika pasang surut menunjukkan konsentrasi yang relatif tinggi pada saat pasang tinggi dibandingkan saat pasang rendah. Pasang surut mengendalikan arus air yang membawa sedimen di vegetasi mangrove serta dinamika logam berat.

4.3.2 Kandungan Logam Berat Pb pada Sedimen

Kandungan logam berat Pb pada sedimen di wilayah pecahan aliran Sungai Porong berkisar antara (1,879-2,733) ppm dengan rata-rata sebesar 2,197 ppm sedangkan pada wilayah tambak berkisar antara (1,631-2,002) ppm dengan rata-rata 1,828 ppm.

Hasil uji t pada taraf uji 95 % atau dengan α = 5%, dapat disimpulkan bahwa t hitung = 2,733 > t table = 2,262. Maka disimpulkan hasil pengukuran logam berat Pb di sedimen pada wilayah pecahan aliran Sungai Porong dengan wilayah tambak berbeda nyata.

Kandungan logam berat Pb di sedimen disajikan pada Gambar 4.



	1	2	3	4	5
Sungai	2.173	1.951	2.248	1.879	2.733
Tambak	1.854	1.631	1.702	1.953	2.002

Gambar 4. Kandungan logam berat Pb pada sedimen di Kawasan Mangrove Desa Kedungpandan

Konsentrasi Pb pada sedimen sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis sedimen, pasang surut air laut, bahan organik serta pH air maupun sedimen. Faktor tersebut menyebabkan terjadinya proses pengendapan, adsorbsi pada ikatan antara partikel logam berat dan partikel lumpur serta pertukaran ion antara logam berat dengan sedimen. Menurut Harahap (1991), logam berat bersifat mengendap dalam perairan. Logam berat mempunyai sifat

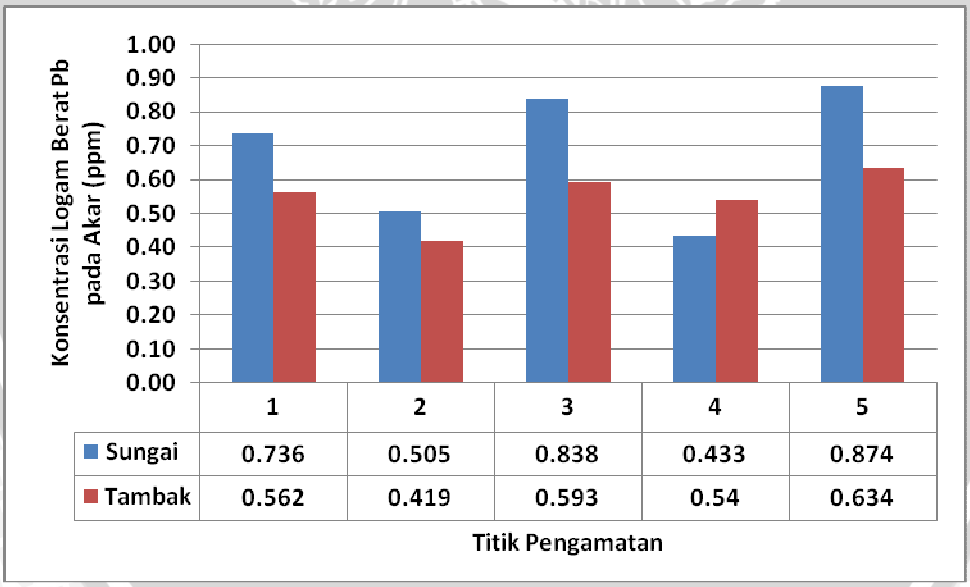
mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen, maka konsentrasi logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dengan kolom perairan.

4.3.3 Kandungan Logam Berat Pb pada Akar *Avicennia alba*

Kandungan logam berat Pb pada akar *Avicennia alba* di wilayah pecahan aliran Sungai Porong berkisar antara (0,433-0,874) ppm dengan rata-rata sebesar 0,677 ppm sedangkan pada wilayah tambak berkisar antara (0,419-0,634) ppm dengan rata-rata 0,550 ppm.

Hasil uji t pada taraf uji 95 % atau dengan α = 5%, dapat disimpulkan bahwa t hitung = 1,953 < t table = 2,262. Maka disimpulkan hasil pengukuran logam berat Pb di akar pada wilayah pecahan aliran Sungai Porong dengan wilayah tambak tidak berbeda nyata.

Kandungan logam berat Pb di akar *Avicennia alba* disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kandungan logam berat Pb pada Akar *Avicennia alba* di Kawasan Mangrove Desa Kedungpandan

Hasil analisis kandungan Pb di akar menunjukkan kandungan logam berat Pb di akar menunjukkan kandungan logam berat Pb lebih tinggi dibandingkan dengan daun, hal ini karena proses penyerapan logam berat Pb pertama kali diserap oleh akar yang selanjutnya akan akan ditranslokasikan ke bagian

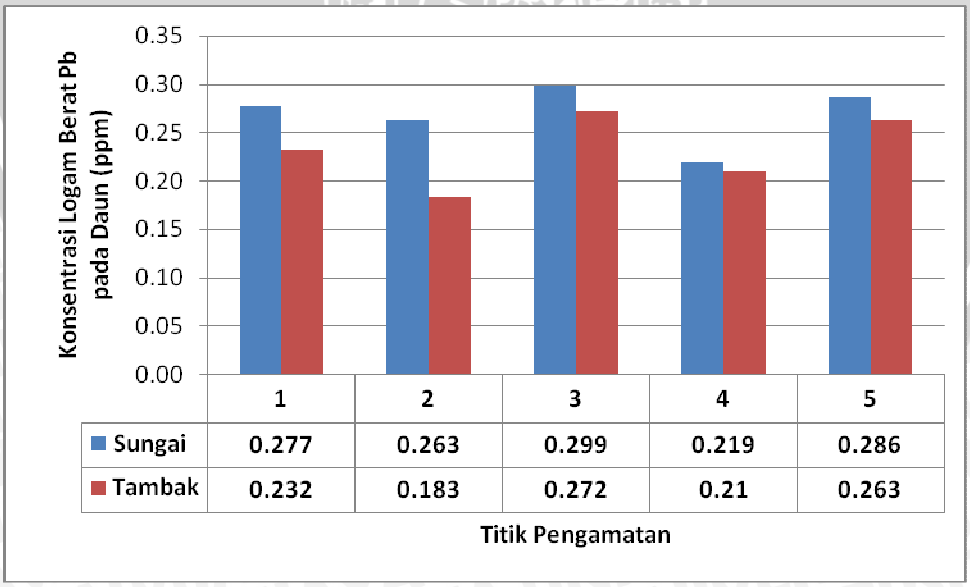
tumbuhan lain seperti batang, buah dan daun. Menurut Priyanto dan Prayitno (2009), logam berat Pb yang diserap oleh akar akan ditranslokasikan ke bagian tumbuhan lainnya. Sedangkan pada akar memiliki nilai Pb yang tinggi karena akar merupakan bagian kontak langsung dengan sedimen yang tercemar, kemudian ditranslokasikan ke bagian lain.

4.3.4 Kandungan Logam Berat Pb pada Daun *Avicennia alba*

Kandungan logam berat Pb pada daun *Avicennia alba* di wilayah pecahan aliran Sungai Porong berkisar antara (0,219-0,299) ppm dengan rata-rata sebesar 0,269 ppm sedangkan pada wilayah tambak yang ada pada daerah tambak berkisar antara (0,183-0,272) ppm dengan rata-rata 0,232 ppm.

Hasil uji t pada taraf uji 95 % atau dengan α = 5%, dapat disimpulkan bahwa t hitung = 3,008 > t table = 2,262. Maka disimpulkan hasil pengukuran logam berat Pb di daun pada wilayah pecahan aliran Sungai Porong dengan wilayah tambak berbeda nyata.

Kandungan logam berat Pb di daun *Avicennia alba* disajikan pada Gambar 6.



	1	2	3	4	5
Sungai	0.277	0.263	0.299	0.219	0.286
Tambak	0.232	0.183	0.272	0.21	0.263

Gambar 6. Kandungan logam berat Pb pada Daun *Avicennia alba* di Kawasan Mangrove Desa Kedungpandan

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 kelat, seperti protein dan glikosida yang berfungsi mengikat logam dan dikumpulkan ke jaringan tubuh kemudian ditransportasikan ke batang, daun dan bagian lainnya (Ali dan Rina, 2010). Untuk perhitungan hasil uji t, dapat dilihat pada lampiran 4.

4.4 Faktor Biokonsentrasi (BCF) dan Faktor Translokasi (TF)

Menurut Hamzah dan Setiawan (2010), perbandingan antara konsentrasi logam di akar dengan konsentrasi di sedimen dikenal dengan *bio-concentration factor* (BCF), sedangkan Faktor Translokasi (TF) merupakan perbandingan antara konsentrasi logam pada daun dan akar untuk menentukan kemampuan tanaman *Avicennia alba* dalam mengakumulasi logam berat Pb sehingga dapat dikatakan sebagai bioakumulator logam berat Pb.

Berdasarkan hasil perhitungan BCF, menunjukkan bahwa nilai BCF daun lebih rendah, daripada faktor BCF akar. Faktor biokonsentrasi (BCF) pada akar lebih tinggi dari pada daun, hal itu menunjukkan bahwa akar memiliki kemampuan mengakumulasi logam berat Pb yang berasal dari sedimen yang lebih baik dibandingkan dengan daun.

Translocation Factor (TF) digunakan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan *Avicennia alba* dalam mentranslokasikan atau memindahkan logam dari jaringan akar menuju daun, dihitung melalui perbandingan antara konsentrasi logam pada jaringan daun dengan konsentrasi logam pada jaringan akar yang disebut. Nilai translokasi yang rendah ini menunjukkan bahwa logam

berat Pb tersebut tidak ditranslokasikan ke daun tetapi terakumulasi di dalam akar. Bila TF pada logam berat tinggi menunjukkan bahwa logam berat tersebut banyak ditranlokasikan ke bagian tumbuhan lainnya. Menurut Arisandy *et al*., (2011), nilai TF yang tinggi menunjukkan bahwa logam berat Pb yang diakumulasi akar akan ditranslokasikan ke bagian daun. Hasil perhitungan BCF dan TF dapat dilihat pada Lampiran 3.

Logam berat pada umumnya berada di dalam akar dan daun, dan mekanisme toleransi ataupun akumulasi logam berat pada beberapa tanaman melibatkan proses pengikatan logam berat potensial pada dinding sel akar atau daun atau menyimpannya di dalam vakuola sel (Memon, 2001).

Berdasarkan hasil penelitian Salsabela *et al* (2014), konsentrasi logam berat logam Pb pada mangrove *Avicennia alba* di ekosistem mangrove Gunung Anyar Surabaya yaitu konsentrasi pada sedimen > akar > batang > daun > buah > air. Hasil dari penelitian tersebut tidak berbeda dengan hasil penelitian ini yaitu konsentrasi sedimen > akar > daun > air. Nilai konsentrasi Pb *Avicennia alba* di kawasan mangrove Gunung Anyar Surabaya yaitu konsentrasi Pb pada air sebesar (0,28-0,37) ppm ; sedimen (10,72-12,04) ppm ; akar (3,74-5,44) ppm ; batang (1,17-1,56) ppm ; daun (0,71-0,98) ppm dan pada buah (0,34-0,55) ppm. Nilai dari faktor biokonsentrasi *Avicennia alba* pada kawasan mangrove Gunung Anyar yaitu 0,31-0,45 sedangkan nilai faktor translokasinya yaitu 0,18-0,19.

4.5 Hasil Analisis Parameter Fisika dan Kimia

4.5.1 Suhu

Hasil pengamatan di wilayah pecahan aliran Sungai Porong diperoleh nilai suhu berkisar 31^{0}C – 33^{0}C sedangkan di wilayah tambak berkisar 32^{0}C – 33^{0}C. Pada saat pengukuran suhu, cuaca dalam keadaan cerah dan intensitas cahaya matahari tinggi maka hasil pengukuran suhunya dalam keadaan tinggi.

Pola temperatur ekosistem air dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti intensitas cahaya matahari, perubahan musim, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya, ketinggian geografis, penutupan oleh vegetasi dan faktor anthropogen (Barus, 2002).

4.5.2 pH Air

Hasil penelitian diperoleh nilai pH pada wilayah pecahan aliran Sungai Porong dengan kisaran pH antara 6,44-6,70 sedangkan pada wilayah tambak berkisar antara 6,93-7,64. Nilai derajat keasaman (pH) di kedua wilayah tersebut masih mendukung kehidupan organisme di sekitarnya dan masih belum tercemar berat. Apabila nilai pH air kurang dari 5,0 atau lebih besar dari 9,0 maka perairan itu sudah tercemar berat sehingga kehidupan organism di sekitarnya akan terganggu (Manik, 2003).

Menurut Palar (2004), nilai pH perairan memiliki hubungan erat dengan sifat kelarutan logam berat. Pada pH alami laut logam berat sukar terurai dan dalam bentuk partikel atau padatan tersuspensi. Pada pH rendah, ion bebas logam berat dilepaskan ke dalam kolom air. Selain hal tersebut, pH juga mempengaruhi toksisitas suatu nyawa kimia. Secara umum logam berat akan meningkat toksisitasnya pada pH rendah, sedangkan pada pH tinggi logam berat akan mengalami pengendapan.

4.5.3 Salinitas

Hasil pengukuran salinitas pada wilayah pecahan aliran Sungai Porong berkisar 2 $^{0}/_{00}$– 34 $^{0}/_{00}$ sedangkan pada wilayah tambak berkisar 1 $^{0}/_{00}$ – 2 $^{0}/_{00}$. Tingginya salinitas pada wilayah pecahan aliran sungai Porong disebabkan oleh wilayah tersebut dipengaruhi oleh pasang surut air laut.

Salinitas merupakan suatu gambaran jumlah kadar garam dalam perairan. Sebaran salinitas di air laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai (Nontji, 1987).

Nilai salinitas pada perairan tawar biasanya kurang dari 0,5 $^{0}/_{00}$, perairan payau antara 0,5 $^{0}/_{00}$ – 30 $^{0}/_{00}$, dan perairan laut 30 $^{0}/_{00}$ – 40 $^{0}/_{00}$. Pada perairan pesisir, nilai salinitas sangat dipengaruhi oleh masukan air tawar dari sungai (Effendi, 2003).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Kandungan logam berat Pb pada air di wilayah pecahan aliran Sungai Porong yang berkisar antara (0,018-0,035) ppm sedangkan pada wilayah tambak berkisar antara (0,012-0,023) ppm Kandungan logam berat Pb pada sedimen di wilayah pecahan aliran Sungai Porong yang terletak pada daerah yang berkisar antara (1,879-2,733) ppm sedangkan pada wilayah tambak berkisar antara (1,631-2,002) ppm.

2. Kandungan logam berat Pb pada akar *Avicennia alba* di wilayah pecahan aliran Sungai Porong berkisar antara (0,433-0,874) ppm sedangkan pada wilayah tambak berkisar antara (0,419-0,634) ppm. Kandungan logam berat Pb pada daun *Avicennia alba* di wilayah titik pengamatan pecahan aliran Sungai Porong berkisar antara (0,219-0,299) ppm sedangkan pada wilayah tambak berkisar antara (0,183-0,272) ppm.

3. Nilai rata – rata BCF (*Bioconcentration Factor*) pada akar mangrove *Avicennia alba* di wilayah pecahan aliran Sungai Porong sebesar 0,304 sedangkan pada wilayah tambak sebesar 0,300. Nilai rata-rata pada daun mangrove *Avicennia alba* di wilayah pecahan aliran Sungai Porong sebesar 0,123 sedangkan di wilayah tambak sebesar 0,127 dan nilai rata-rata TF (*Translocation Factor*) di wilayah wilayah pecahan aliran Sungai Porong sebesar 0,417 sedangkan di wilayah tambak sebesar 0,422.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

5.2 Saran

Perlu upaya untuk menjaga, merawat dan melestarikan secara keberlanjutan di kawasan mangrove Desa Kedungpandan Porong Sidoarjo agar diperoleh manfaat ekologis yang optimal serta perlu penelitian lebih lanjut tentang kandungan logam berat pada kawasan mangrove lainnya sehingga dapat memberikan informasi lanjutan bagi keberadaan kawasan mangrove yang tercemar oleh logam berat.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, M dan Rina, 2010. Kemampuan Tanaman Mangrove untuk Menyerap Logam Berat Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb)

Arisandy, K.R. Herawati E.Y dan Suprayitno E. 2001. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan gambaran Histologin pada Jaringan *Avicennia marina* (forsk) Vierth di Perairan Pantai Jawa Timur.

Basset, J. 1994. Buku Ajaran Nagel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik. Edisi keempat Penerbit buku Kedokteran.

Barus, T.A. 2002. Pengantar Limnologi. Universitas Sumatra Utara. Medan.

Bryan, G.W. 1976. Heavy Metal Contamination in The Sea. In R. Johnson (Ed), Marine Pollution. Academic Press. London.

Claridge, D dan Burnett, J. 1993. Mangrove in Focus. Wet paper Marine Education Ashmore.

Connel, DW dan GJ Miller. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. UI Press. Jakarta.

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

Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Kanisius. Yogyakarta.

Ferguson, J.E, 1990. The Heavy Elements : Chemistry, Evironmental Impact and Health Effects, pergamon press. Oxford.

Filter, A.H dan R.K.M. Hay, 1991. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Hamidah, 1980. Pengaruh Logam Berat Terhadap Lingkungan. Pewarta Oseana. Vol. 6. No.2 LON LIPI. Jakarta.

Hamzah, F dan Setiawan , A. 2010. Akumulasi Logam Berat Pb, Cu, dan Zn di hutan mangrove Muara Angke, Jakarta Utara. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. Vol. 2, No. 2 : 41-52.

Harahap, S. 1991. Tingkat Pencemaran Air Kali Cakung Ditinjau dari Sifat Fisika-Kimia Khususnya Logam Berat dan Keanekaragaman Jenis hewan Benthos Makro. IPB. Bogor.

Hutagalung, H.P. 1984. Logam Berat Dalam Lingkungan Laut. Pewarna Oceana IX No.1.

Hutagalung, J.E. 1990. The Heavy Elements :Chemistry Evironmental Impact and Health Efects, Pergamon Press. Oxford.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Kusuma, C, MF. Kaliangga dan D. Syamsuwida. 2011. Pengaruh Media simpan Ruang Simpan dan Lama Penyimpanan terhadap Viabilitas Benih Rhizopora stylosa Griff. Fakultas kehutanan. IPB. Bogor.

Lakitan B. 2001. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Manik, K.E.S. 2003. Pengelolaan Lingkungan Hidup. Penerbit Djambatan. Jakarta.

MacFarlane GR, Koller CE and Blomberg SP. 2007. Accumulation and Potitioning of Heavy Metals in Mangrove : A Synthesis of Field based Studies. Chemosphere.

Memon, A. R., D. Aktoprakligul, A. Zdemur dan A. Vertii. 2001. Heavy Metal Accumulation and Detoxification Mechanisms in Plants. Tur. J. Bot. 25: 111-121.

Niswari, A.P. 2004. Studi Morfometrik Kerang Hijau (*Perna viridis* L) di Perairan Cilincing. Jakarta Utara Skripsi Sarjana Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan FPIK. IPB. Bogor.

Nontji, 1987. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta.

Notoatmodjo, S. 2010. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta : Rineka Cipta.

Palar. H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi logam Berat. Jakarta. Rineka cipta.

_____. 2004. Pencemaran dan Toksikologi logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.

Plantamor. 2012. Api-Api Putih (*Avicennia alba* blume). Http://www.plantamor.com/index.php?plant=2114. Diakses tanggal 12 Juni 2015.

Praveena, S.M., Ahmed, A Radojevic, M. Abdullah, M.HH dan Aris. A.Z. 2008. Heavy Metals in Mangrove Surface Sediment of Mengkabong Lagoon, Sabah: Multivariate and Geo-Accumulation Index Apphroaches. Int. J. Environ. Res., 2(2): 139-148, Spring 2008 ISSN: 1735-6865. Malaysia.

Priyanto, B dan Prayitno, J. 2009. *Fitoremidiasi Sebai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat.*

Purnobasuki H, 2009. Panduan Praktikum Fisiologi Tumbuhan, Departemen Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga. Surabaya.

Ratmini, N.A, 2009. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Mercury (Hg) dan Cadmium (Cd) Pada Daging Ikan Sapu-Sapu (*Hyposarcus pardalis*) Di Sungai Ciliwung Stasiun Srengseng, Condet dan Manggarai, Vol.02 No1. Jakarta.

Rosmarkam, A dan N.W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Saeni, SM. 1997. Penentuan Tingkat Pencemaran Dengan Analisis Rambut. Orasi Ilmiah Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Sanpanich, K. 2011. Marine Bivalves Occuring on The East Coast of The Gulf of Thailand. Science Asia.

Santoso, S. 2001, Mengolah Data Statistik Secara Profesional, PT Elex Media Komputindo, Jakarta

Sivasothi, N. 2001. A Guide to Mangroves of Singapore Volume 1 The Ecosystem dan Plant Diversity and Volume 2 The Singapore Science Centre. Singapore.

Soemirat J. 2003. Toksikologi Lingkungan. Gajah Mada University Press : Yogyakarta.

Tomlinson. 1986. The Botany of Mangrove, New York : Cambridge University Press.

Widarjono, A. 2005. Ekonometrika Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisns Yogyakarta : EKONISIA FE UII.

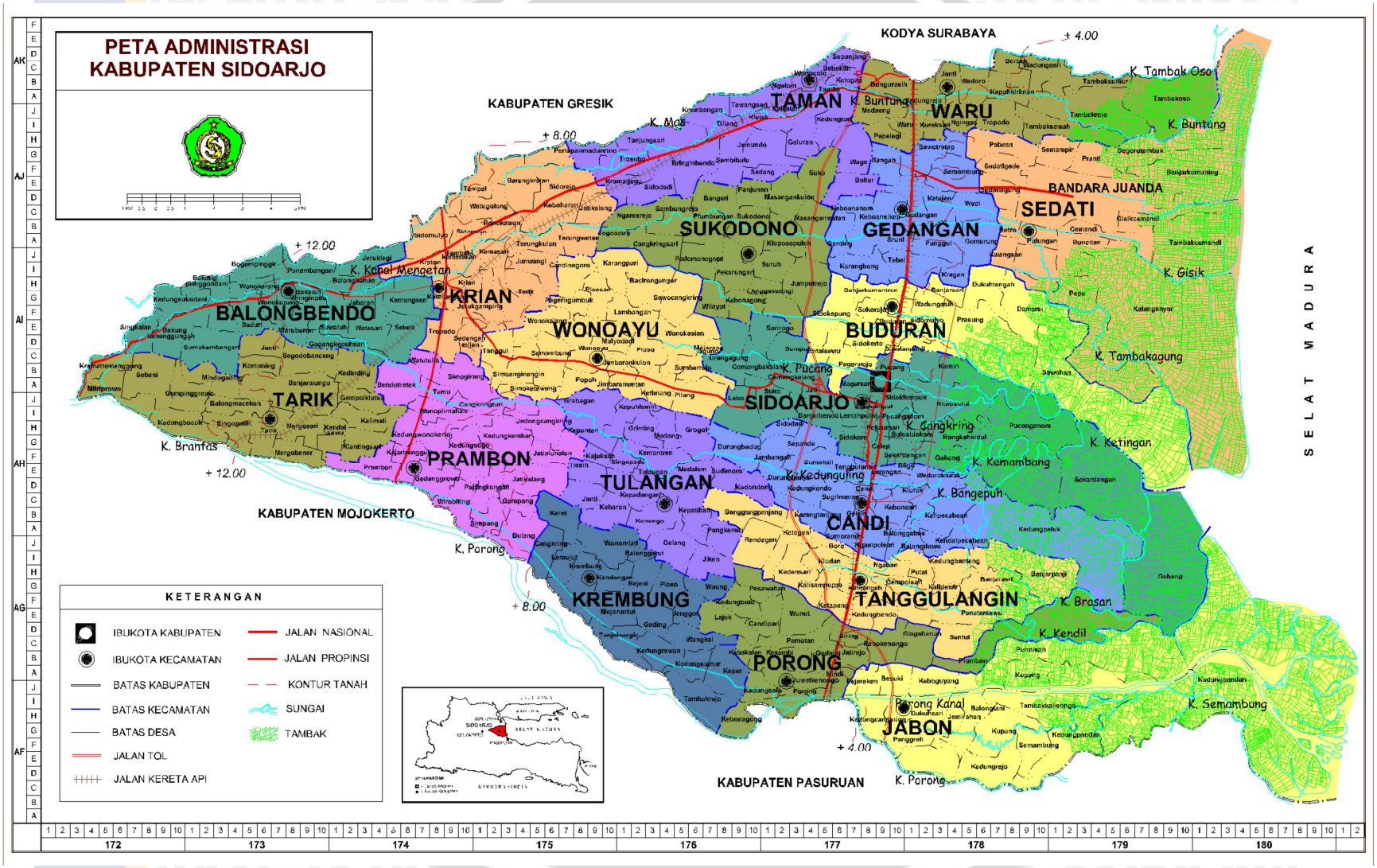
Widiyanto, D. 2013. Perbedaan Analisis Teknikal Saham Indikator Sample.

Yuniar, D.W, W. Suharso dan G. Prayitno. 2010. Arahan Pemafaatan Ruang Pesisir Terkait Pencemaran Kali Porong. Jurnal Tata Kota dan Daerah Volume 2, Nomor 2. Malang.

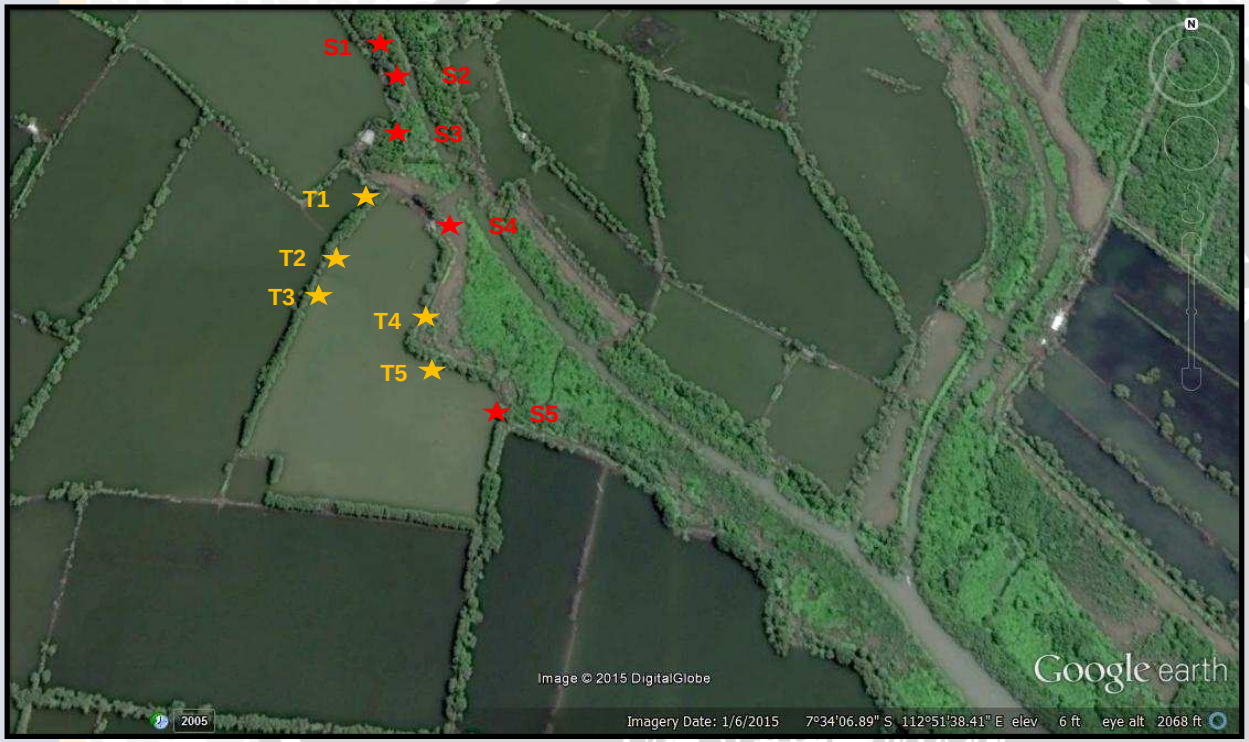
.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran 1. Peta Lokasi Penelitian



Lampiran 2. Denah Lokasi Pengambilan Sampel



Keterangan :

S1: $07^0$56'6.11"LS
$112^0$85'8.83"BT
S2: $07^0$56'6.15"LS
$112^0$85;8.86"BT
S3: $07^0$56'7.09"LS
$112^0$85'9.19"BT
S4: $07^0$56'7.69"LS
$112^0$85'9.56"BT
S5: $07^0$56'8.87"LS
$112^0$86'0.02"BT

T1: $07^0$56'7.37"LS
$112^0$85'9.50"BT
T2: $07^0$56'7.40"LS
$112^0$85.8.86"BT
T3: $07^0$56'7.68"LS
$112^0$85'9.47"BT
T4: $07^0$56'8.38"LS
$112^0$85'9.42"BT
T5 : $07^0$56'8.49"LS
$112^0$85'9.50"BT

Sumber : Google Earth (2015)

Lampiran 3. Perhitungan BCF dan TF

Parameter	Wilayah Sungai					Wilayah Tambak				
BCF_{Akar}	0,339	0,259	0,373	0,230	0,320	0,303	0,257	0,348	0,276	0,317
BCF_{Daun}	0,127	0,135	0,133	0,117	0,105	0,125	0,112	0,160	0,108	0,131
TF	0,376	0,521	0,357	0,506	0,327	0,413	0,437	0,459	0,389	0,415

BCF Akar Wilayah Sungai

1. $\frac{0,736}{2,173} = 0,339$
2. $\frac{0,505}{1,951} = 0,259$
3. $\frac{0,838}{2,248} = 0,373$
4. $\frac{0,433}{1,879} = 0,230$
5. $\frac{0,874}{2,733} = 0,320$
6. $\bar{x} = \frac{0,339 + 0,259 + 0,373 + 0,230 + 0,320}{5} = 0,304$

BCF Daun Wilayah Sungai

1. $\frac{0,277}{2,173} = 0,127$
2. $\frac{0,263}{1,951} = 0,135$
3. $\frac{0,299}{2,248} = 0,133$
4. $\frac{0,219}{1,879} = 0,117$
5. $\frac{0,286}{2,733} = 0,105$
6. $\bar{x} = \frac{0,127 + 0,135 + 0,133 + 0,117 + 0,105}{5} = 0,123$

BCF Akar Wilayah Tambak

1. $\frac{0,562}{1,854} = 0,303$
2. $\frac{0,419}{1,631} = 0,257$
3. $\frac{0,593}{1,702} = 0,348$
4. $\frac{0,540}{1,953} = 0,276$
5. $\frac{0,634}{2,002} = 0,317$
6. $\bar{x} = \frac{0,303 + 0,257 + 0,348 + 0,276 + 0,317}{5} = 0,300$

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BCF Daun Wilayah Tambak

1. $\frac{0,232}{1,854} = 0,125$
2. $\frac{0,183}{1,631} = 0,112$
3. $\frac{0,272}{1,702} = 0,160$
4. $\frac{0,210}{1,953} = 0,108$
5. $\frac{0,263}{2,002} = 0,131$
6. $\bar{x} = \frac{0,125 + 0,112 + 0,160 + 0,108 + 0,131}{5} = 0,127$

TF Wilayah Sungai

1. $\frac{0,277}{0,736} = 0,376$
2. $\frac{0,263}{0,505} = 0,521$
3. $\frac{0,299}{0,838} = 0,357$
4. $\frac{0,219}{0,433} = 0,506$
5. $\frac{0,286}{0,874} = 0,327$
6. $\bar{x} = \frac{0,376 + 0,521 + 0,357 + 0,506 + 0,327}{5} = 0,417$

TF Wilayah Tambak

1. $\frac{0,232}{0,562} = 0,413$
2. $\frac{0,183}{0,419} = 0,437$
3. $\frac{0,272}{0,593} = 0,459$
4. $\frac{0,210}{0,540} = 0,389$
5. $\frac{0,263}{0,634} = 0,415$
6. $\bar{x} = \frac{0,413 + 0,437 + 0,459 + 0,389 + 0,415}{5} = 0,422$

Lampiran 4. Hasil Uji t

a, Hasil Uji t pada Air

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig, (2-tailed)
	Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 S - T	,008000	,004062	,001817	,002956	,013044	4,404	4	,012

b, Hasil Uji t pada Sedimen

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig, (2-tailed)
	Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 S - T	,368400	,301464	,134819	-,005916	,742716	2,733	4	,052

c, Hasil Uji t pada Akar

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig, (2-tailed)
	Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 S - T	,127600	,146063	,065321	-,053761	,308961	1,953	4	,122

d, Hasil Uji t pada Daun

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig, (2-tailed)
	Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 S- T	,036800	,027353	,012233	,002836	,070764	3,008	4	,040

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA