

**ANALISIS LOGAM BERAT TIMBAL (PB) DAN TEMBAGA (CU) PADA AKAR
MANGROVE JERUJU (*Acanthus ilicifolius* L.) DI PANTAI CEMARA
BANYUWANGI, JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh :

**KOMANG AYU FERONIKA APRILIANTI
NIM. 165080100111035**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2020**



**ANALISIS LOGAM BERAT TIMBAL (PB) DAN TEMBAGA (CU) PADA AKAR
MANGROVE JERUJU (*Acanthus ilicifolius* L.) DI PANTAI CEMARA
BANYUWANGI, JAWA TIMUR**

SKRIPSI

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

Oleh :

**KOMANG AYU FERONIKA APRILIANTI
NIM. 165080100111035**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2020**

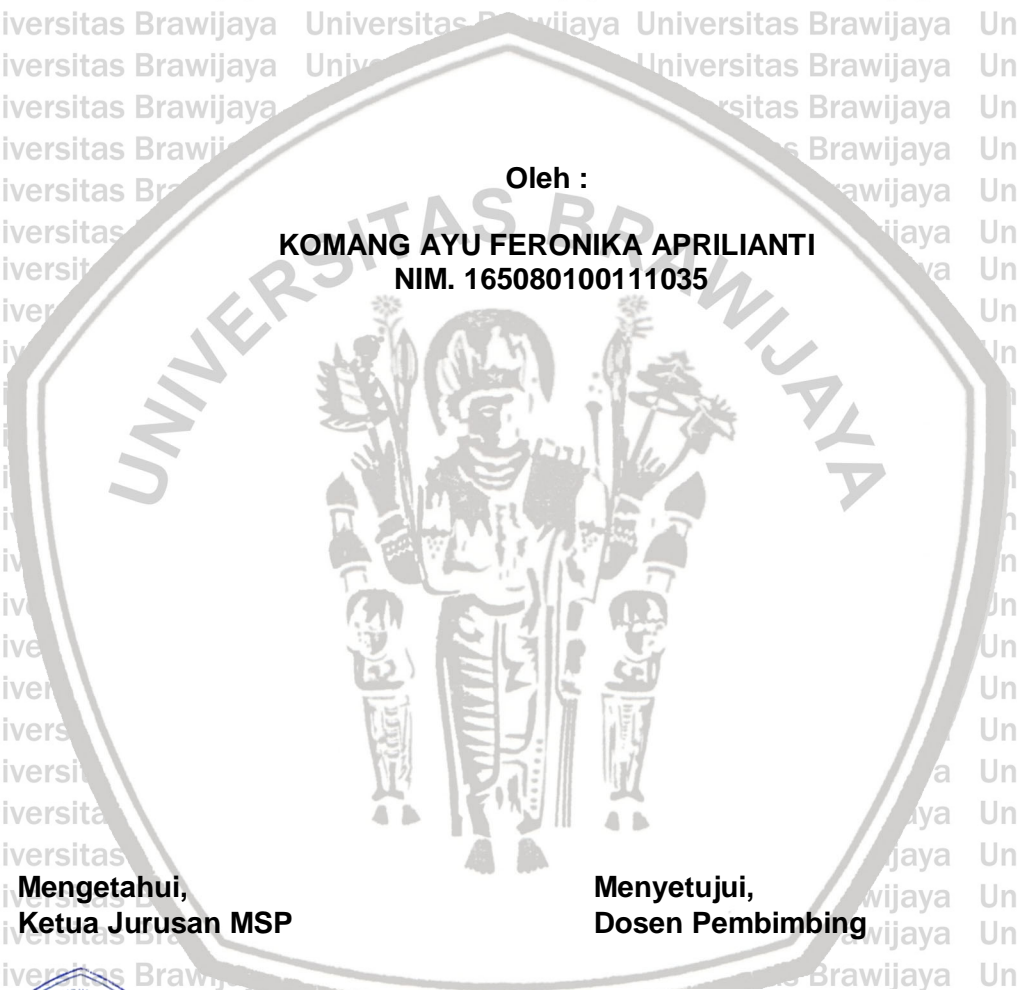


SKRIPSI

**ANALISIS LOGAM BERAT TIMBAL (PB) DAN TEMBAGA (CU) PADA AKAR
MANGROVE JERUJU (*Acanthus ilicifolius* L.) DI PANTAI CEMARA
BANYUWANGI, JAWA TIMUR**

Oleh :

**KOMANG AYU FERONIKA APRILIANTI
NIM. 165080100111035**



**Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**



**Dr. Ir. M. Firdaus, MP
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal : 8 Juli 2020**

**Dr. Ir. Umi Zakiyah M.Si.
NIP. 19610303 19860 2 001
Tanggal : 8 Juli 2020**



IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : ANALISIS LOGAM BERAT TIMBAL (PB) DAN TEMBAGA (CU)
PADA AKAR MANGROVE JERUJU (*Acanthus ilicifolius* L.) DI
PANTAI CEMARA BANYUWANGI, JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa : KOMANG AYU FERONIKA APRILIANTI
NIM : 165080100111035
Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING:

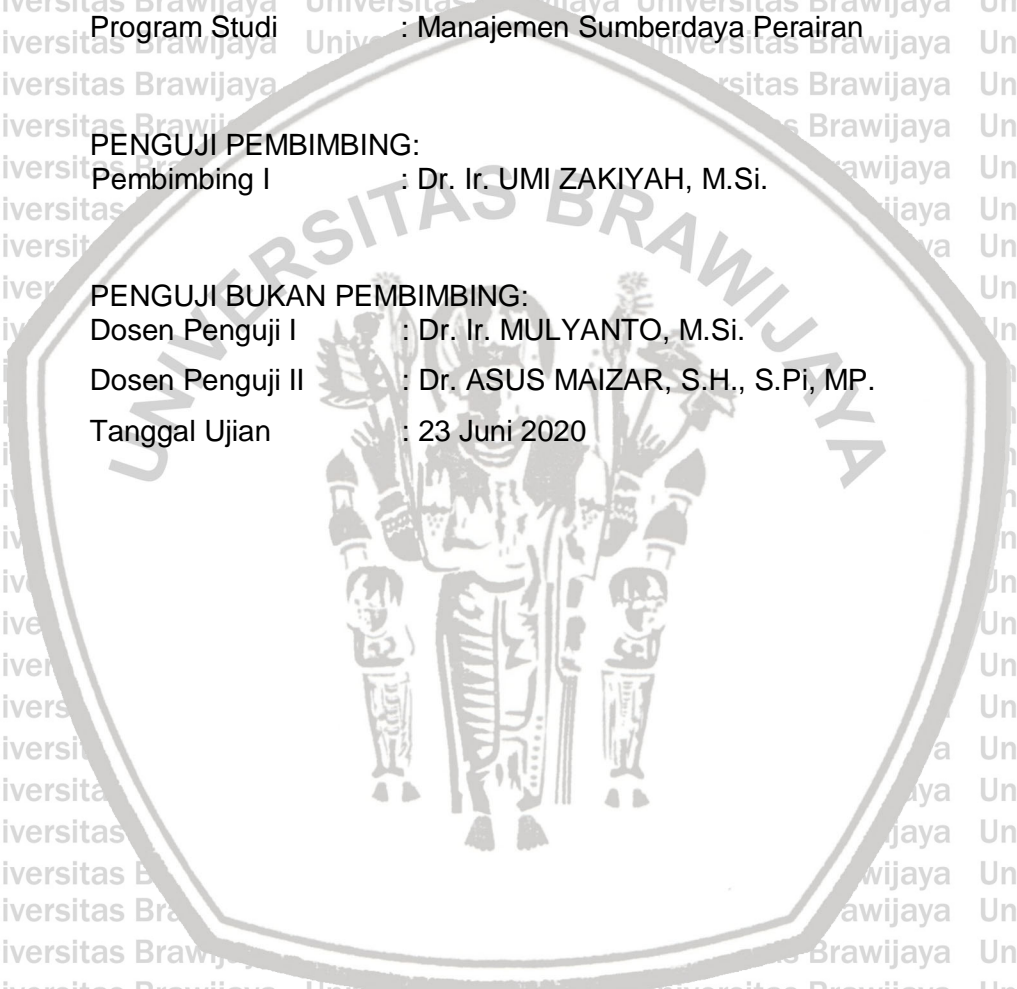
Pembimbing I : Dr. Ir. UMI ZAKIYAH, M.Si.

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji I : Dr. Ir. MULYANTO, M.Si.

Dosen Penguji II : Dr. ASUS MAIZAR, S.H., S.Pi, MP.

Tanggal Ujian : 23 Juni 2020



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat kutipan ataupun pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis di 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 dengan hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, 11 Juni 2020

Mahasiswa

Komang Ayu Feronika Aprilianti



RINGKASAN

Komang Ayu Feronika Aprilianti Skripsi Tentang Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Pada Akar Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) di Pantai Cemara, Kabupaten Banyuwangi Jawa Timur (dibawah Bimbingan **Dr.Ir. Umi Zakiyah, M.Si**).

Pencemaran di ekosistem perairan dapat menurunkan kualitas perairan di wilayah pesisir yang dapat mempengaruhi kehidupan organisme Mangrove dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran di lingkungan perairan. Salah satu jenis mangrove yaitu Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.). Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat Pb dan Cu dari lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat Pb dan Cu pada akar mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.), sedimen dan air serta mengetahui kemampuan mengakumulasi logam berat Pb dan Cu yang ditinjau dari faktor BCF. Penelitian dilakukan di kawasan ekowisata Pantai Cemara, Kabupaten Banyuwangi Jawa Timur pada bulan Februari 2020. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif. Teknik penentuan lokasi sampling menggunakan *purposive sampling*, pengambilan sampel dilakukan pada 3 stasiun, pengambilan sampel meliputi akar Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.), sedimen dan air diambil secara langsung dan dianalisis kandungan logam berat Pb dan Cu menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*) serta menganalisis parameter kualitas air berupa suhu, pH dan salinitas. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *one -way ANOVA*.

Hasil penelitian kandungan logam berat Pb pada air laut berkisar antara 0,3766 ppm – 0,4644 ppm; kandungan logam berat Pb pada sedimen berkisar antara 0,2052 ppm – 0,2754 ppm; kandungan logam berat Pb pada akar mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) berkisar antara 0,1352 ppm – 0,1568 ppm. Kandungan logam berat Cu pada air laut berkisar antara 0,4807 ppm – 0,5894 ppm; kandungan logam berat Cu pada sedimen berkisar antara 0,2152 ppm – 0,2541 ppm; kandungan logam berat Cu pada akar mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) berkisar antara 0,1547 ppm – 0,1848 ppm. Berdasarkan analisis statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kandungan logam pada beberapa stasiun yang ada. Nilai BCF untuk logam berat Pb berkisar antara 0,4909 – 0,7387 dan nilai rata-rata BCF untuk logam berat Cu berkisar antara 0,6642-0,7548. Nilai BCF pada logam berat Pb dan Cu menunjukkan tipe BCF ekskluder. Berdasarkan data hasil pengukuran kualitas air didapatkan nilai suhu rata-rata 30 °C -34 °C, hasil pengukuran pH didapatkan berkisar antara 7,1 – 7,8 dan nilai salinitas berkisar antara 4 ppm – 6 ppm, nilai suhu dan pH sudah optimal pertumbuhan dan perkembangan mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) sedangkan nilai salinitas yang didapat masih belum optimal. Saran yang diberikan adalah perlu adanya penyuluhan kepada masyarakat sekitar agar melindungi dan merawat vegetasi mangrove di kawasan Pantai Cemara Kabupaten Banyuwangi serta diadakan penelitian analisis kandungan logam berat dengan parameter dan spesies yang lebih beragam.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul **“Analisis Logam Berat Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Pada Akar Mangrove Jeruju (*Acanthus illicifolius* L.) Di Pantai Cemara Banyuwangi, Jawa Timur”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

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

Malang, 10 Maret 2020

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN **vii**

KATA PENGANTAR **viii**

DAFTAR ISI **xi**

DAFTAR TABEL **xiii**

DAFTAR GAMBAR **xiv**

DAFTAR LAMPIRAN **xv**

I. PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Maksud dan Tujuan 3

1.4 Manfaat 3

1.5 Waktu dan Tempat 4

II. TINJAUAN PUSTAKA **5**

2.1 Logam Berat 5

2.2 Logam Berat Timbal (Pb) 6

2.3 Logam Berat Tembaga (Cu) 7

2.4 Vegetasi Mangrove 8

2.5 Klasifikasi dan Deskripsi Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) 9

2.7 Kualitas Air 13

2.7.1 Suhu 13

2.7.2 pH 13

2.7.3 Salinitas 14

III. METODE PENELITIAN **15**

3.1 Materi Penelitian 15

3.2 Alat dan Bahan 15

3.3 Metode Penelitian 15

3.4 Penentuan Stasiun Pengamatan 16

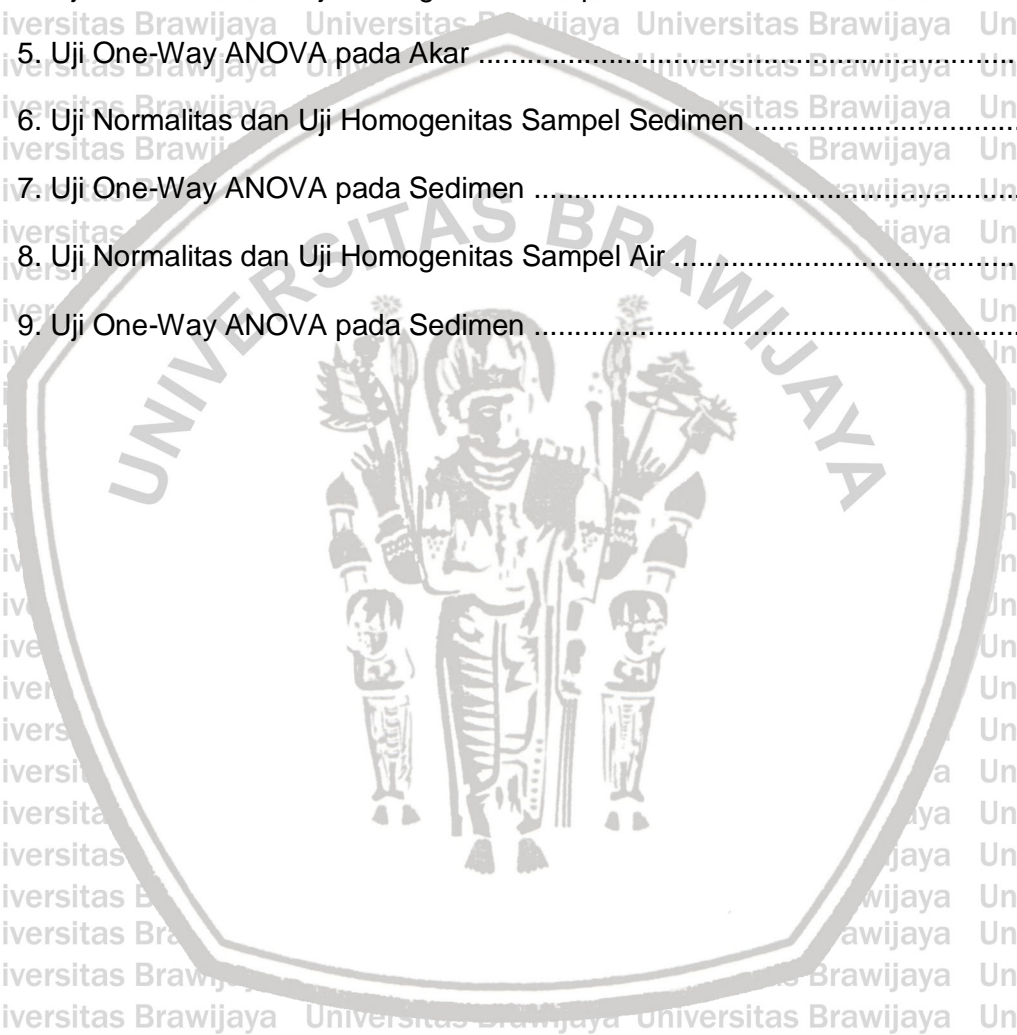
3.5 Pengambilan Sampel 16

3.5.1 Pengambilan Sampel Akar 17

3.5.2 Pengambilan Sampel Sedimen	17
3.5.3 Pengambilan sampel Air.....	17
3.6 Analisis Sampel.....	18
3.6.1 Analisis Sampel Akar	18
3.6.2 Analisis Sampel Sedimen.....	18
3.6.3 Analisis Sampel Air	19
3.7 Data Analisis	20
3.7.1 Analisis Nilai BCF.....	21
3.7.2 Analisis Uji Normalitas Shapiro-Wilk.....	22
3.7.3 Analisis Uji Homogenitas.....	22
3.7.4 Analisis Uji <i>One-Way</i> Anova.....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian	23
4.2 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel	24
4.3 Analisis Kualitas Air.....	27
4.3.1 Suhu.....	27
4.3.2 pH	28
4.3.3 Salinitas.....	29
4.4 Analisis Kandungan Pb	30
4.4.1 Analisis Kandungan Pb pada Air	30
4.4.2 Analisis Kandungan Pb pada Sedimen.....	32
4.4.3 Analisis Kandungan Pb pada Akar	33
4.5 Analisis Kandungan Cu	35
4.5.1 Analisis kandungan Cu pada Air.....	35
4.5.2 Analisis Kandungan Cu pada Sedimen.....	36
4.5.3 Analisis Kandungan Cu pada Akar	38
4.6 Analisis Nilai BCF.....	39
4.7 Analisis Data	42
4.7.1 Perbedaan Kelimpahan Sampel Akar	42
4.7.2 Perbedaan Kelimpahan Sampel Sedimen	43
4.7.3 Perbedaan Kelimpahan Sampel Air.....	44
V. KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Nilai Suhu.....	27
2. Data Nilai pH.....	28
3. Data Nilai Salinitas.....	29
4. Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Sampel Akar.....	42
5. Uji One-Way ANOVA pada Akar.....	43
6. Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Sampel Sedimen.....	43
7. Uji One-Way ANOVA pada Sedimen.....	44
8. Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Sampel Air.....	44
9. Uji One-Way ANOVA pada Sedimen.....	45



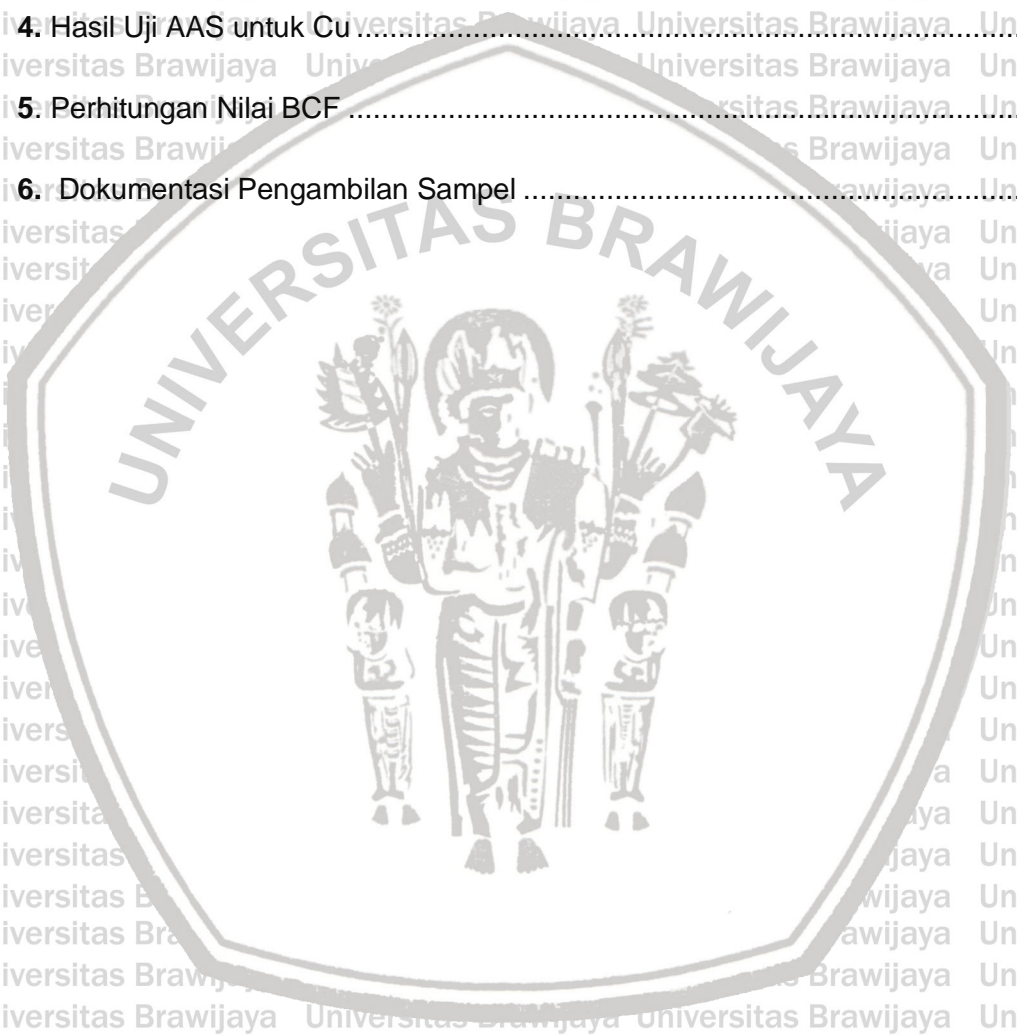
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mangrove Jeruju.....	9
2. Bagian Tubuh Jeruju.....	10
3. Mekanisme Fitoremediasi.....	11
4. Titik Sampel 1.....	24
5. Titik Sampel 2.....	24
6. Titik Sampel 3.....	25
7. Titik Sampel 4.....	25
8. Titik Sampel 5.....	26
9. Titik Sampel 6.....	26
10. Grafik Pb pada Air.....	31
11. Grafik Pb pada Sedimen.....	32
12. Grafik Pb pada Akar Jeruju.....	34
13. Grafik Cu pada Air.....	35
14. Grafik Cu pada Sedimen.....	37
15. Grafik Cu pada Akar Jeruju.....	38
16. Nilai BCF untuk Logam Berat Timbal (Pb).....	40
17. Nilai BCF untuk Logam Berat Timbal (Cu).....	40



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan	54
2. Peta Stasiun Pengamatan	55
3. Hasil Uji AAS untuk Pb	56
4. Hasil Uji AAS untuk Cu	58
5. Perhitungan Nilai BCF	60
6. Dokumentasi Pengambilan Sampel	62



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Selvika (2016), pencemaran di ekosistem perairan seperti yang terjadi di laut sering disebabkan oleh tertimbunnya zat polutan yang berasal dari kegiatan pertambangan, aktivitas pelabuhan, tumpahan minyak dari kapal, limbah rumah tangga dan kegiatan industri. Limbah-limbah yang tidak dapat terdegradasi selanjutnya akan terakumulasi di laut dan dapat menyebabkan pencemaran yang berdampak pada lingkungan dan kehidupan organisme disekitarnya. Adapun dampak dari pencemaran adalah adanya penurunan kualitas perairan di wilayah pesisir yang dapat mempengaruhi kehidupan organisme pada lingkungan tersebut.

Menurut Setiawan (2013), mangrove merupakan ekosistem yang berada di daerah perairan antara ekosistem darat dan laut. Mangrove mempunyai fungsi baik sosial budaya, ekonomi dan fisik. Mangrove memiliki akar yang kuat dimana dapat menahan sedimen dan mencegah adanya abrasi (Khairuddin *et al.*, 2018). Manfaat mangrove juga sebagai tempat berlindung dan memijahnya beberapa biota agar keragamannya tetap berlanjut. Tetapi sejatinya ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang rapuh dan mudah rusak. Menurut Anugra *et al.* (2014), kerusakan ekosistem mangrove dapat terjadi karena tindakan mekanis secara langsung yang dilakukan seperti memotong, membongkar dan sebagainya. Akibat yang tidak langsung seperti adanya perubahan salinitas air, pencemaran air, erosi, pencemaran minyak dan sebagainya. Mangrove dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran di lingkungan perairan. Salah satu jenis mangrove yaitu Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.). Menurut Valkenberg dan Bunyapraphatsara (2002), jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) merupakan tumbuhan

yang berkelompok dan umum ditemukan pada sepanjang tepi muara dan hutan mangrove yang berada di dekat pantai.

Menurut Handayanto *et al.* (2017), istilah logam berat dapat diartikan sebagai logam transisi dengan nomor atom lebih besar dari 20 dan berat jenis lebih besar dari 5 gram/cm³. Logam berat dapat diklasifikasikan sebagai logam berat esensial dan logam berat non-esensial hal tersebut berkaitan dengan perannya dalam sistem biologis. Menurut Irhamni *et al.* (2017), logam berat esensial merupakan logam berat yang dibutuhkan oleh organisme dalam jumlah sedikit untuk mendukung fungsi biologis dan biokimia, misalnya Fe, Mn, Cu, Zn dan Ni. Logam berat non-esensial merupakan logam berat yang tidak dibutuhkan oleh organisme hidup untuk mendukung fungsi biologis dan biokimia, misalnya Cd, Pb, Hg dan Cr. Logam berat timbal (Pb) merupakan kelompok IV dan periode 6 dari Tabel unsur periodik unsur kimia dengan nomor atom 82. Logam berat yang masuk dalam lingkungan laut akan mengendap dalam dasar perairan dan akan terserap oleh sedimen. Selain logam berat Pb, salah satu logam esensial yang dibutuhkan oleh organisme sekaligus memiliki daya toksisitas yang tinggi yaitu logam tembaga (Cu). Logam tembaga banyak ditemukan pada perairan laut dalam bentuk persenyawaan ion seperti CuCO₃⁺, CuOH⁺ dan lain-lain (Palar, 1994).

Menurut Hidayati (2013), tumbuhan sendiri memiliki daya akumulasi terhadap logam berat yang bervariasi. Beberapa tumbuhan terbukti memiliki sifat hiperakumulasi dimana mampu mengakumulasi logam tertentu dengan konsentrasi yang tinggi. Menurut Irawanto *et al.* (2015), jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) merupakan jenis mangrove yang dapat mengabsorpsi dan mengakumulasi logam berat dengan baik dan digunakan sebagai tumbuhan indikator dalam monitoring kualitas suatu lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah antara lain sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi lingkungan dilihat dari kualitas air ?
2. Bagaimana kandungan logam berat Pb pada akar, air dan sedimen mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) di Kawasan Pantai Cemara ?
3. Bagaimana kandungan logam berat Cu pada akar, air dan sedimen mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) di Kawasan Pantai Cemara ?
4. Bagaimana kemampuan penyerapan logam berat Pb dan Cu pada akar mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) di kawasan Pantai Cemara yang ditinjau dari nilai BCF Pb dan Cu ?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Menganalisis kondisi lingkungan dilihat dari kualitas air
2. Menganalisis kandungan logam berat Pb pada akar, air dan sedimen mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) di Kawasan Pantai Cemara
3. Menganalisis kandungan logam berat Cu pada akar, air dan sedimen mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) di Kawasan Pantai Cemara
4. Menganalisis penyerapan logam berat Pb dan Cu pada mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) di kawasan Pantai Cemara yang ditinjau dari nilai BCF Pb dan Cu

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kandungan logam berat Pb dan Cu yang terkandung pada air, sedimen dan akar pada mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) dan memberikan informasi mengenai kemampuan mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) dalam menyerap logam berat Pb dan Cu di Pantai Cemara.

1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari tahun 2020 di Kawasan Pantai Cemara, Banyuwangi, Jawa Timur dan analisis logam berat dilaksanakan di Laboratorium Halal Center UNISMA.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

Menurut Supriyantini dan Soenardjo (2015), logam berat merupakan unsur logam yang memiliki berat jenis (*specific gravity*) 5 atau lebih dan memiliki nomor atom antara 21 (scandium) dan 92 (uranium). Sumber logam berat dapat berasal dari limbah industri, limbah pertambangan, pertanian, industri, hujan asam maupun rumah tangga yang masuk ke tanah dan batuan yang mengeluarkan logam kemudian masuk kedalam sungai, danau dan air tanah.

Menurut Said (2010), limbah tersebut melibatkan unsur-unsur logam seperti Timbal (Pb), Arsen (As), Kadmium (Cd), Merkuri (Hg), Krom (Cr), Nikel (Ni), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg) dan Cuprum (Cu). Limbah tersebut umumnya sulit didegradasi oleh mikroorganisme, sehingga akan terakumulasi. Logam berat dapat dibagi menjadi dua yakni logam berat esensial dan non esensial. Menurut Irfhamni (2017), logam berat esensial merupakan logam berat yang dalam jumlah tertentu dibutuhkan oleh tubuh dan dapat bersifat racun jika kadarnya berlebihan, sedangkan logam berat non esensial yaitu logam yang belum diketahui manfaatnya dan bersifat racun.

Senyawa logam berat tidak dapat rusak di alam dan tidak dapat berubah menjadi bentuk yang lain (BPOM RI, 2010). Menurut Mc Lean dan Bledsoe (1992), proses adsorpsi dan desorpsi pada logam berat berkorelasi dengan berbagai unsur misalnya pH, suhu, bahan organik, tekstur, mineral liat dan unsur lainnya. Menurut Hutagalung (1984), apabila bahan pencemar masuk dalam lingkungan laut, maka akan mengalami tiga macam proses akumulasi, antara lain proses fisik, kimia dan biologis. Logam berat dalam air dapat ditemukan dalam berbagai bentuk yaitu terlarut, endapan dan butiran halus. Logam berat terlarut

lama kelamaan akan mengendap, tetapi membutuhkan waktu yang cukup lama (Hutagalung dan Manik, 2002).

Menurut Ahsanullah dan Arnott (1978), daya racun atau kadar toksisitas logam berat dapat tergantung pada jenis, kadar dan pada bentuk fisikokimiannya. Contohnya yaitu semakin besar kadar logam beratnya, maka semakin tinggi kadar toksisitasnya. Menurut Hutagalung (1991), bahwa kemampuan beberapa logam berat dalam berikatan dengan asam amino yaitu $Hg > Cu > Ni > Pb > Co > Cd$. Menurut Palar (1994), juga menyebutkan bahwa faktor yang dapat mempengaruhi aktivitas keracunan setiap jenis logam antara lain yaitu bentuk senyawa logam tersebut, daya kelarutan dalam cairan dan ukuran partikelnya.

Menurut Darmono (1995), logam berat dapat dikelompokkan berdasarkan tinggi rendahnya racun yaitu

- Bersifat toksik tinggi : Hg, Cd, Pb, Cu dan Zn
- Bersifat toksik sedang : Cr, Ni dan Co
- Bersifat toksik rendah : Mn dan Fe.

2.2 Logam Berat Timbal (Pb)

Menurut Sudarwin (2008), timbal (Pb) merupakan kelompok logam berat golongan IV A dalam sistem periodik unsur kimia yang memiliki nomor atom 82 dengan berat atom 207,21. Memiliki bentuk padat pada suhu kamar dan memiliki titik lebur 327,4 °C dan titik didih 1620 °C. Timbal (Pb) memiliki berat jenis yaitu sebesar 11,34 g/cm³. Logam berat timbal (Pb) jarang ditemukan di alam dalam keadaan bebas tetapi dalam bentuk senyawa molekul lain, misalnya dalam bentuk PbBr₂ dan PbCl₂. Logam berat timbal (Pb) sering dipakai sebagai bahan pengemas, saluran air, alat-alat rumah tangga dan hiasan (Gusnita, 2012). Logam timbal (Pb) dalam bentuk aerosol anorganik dapat masuk ke dalam tubuh melalui udara yang dihirup. Salah satu sumber logam berat timbal

(Pb) adalah udara, yaitu dikarenakan kegiatan transportasi darat yang menghasilkan bahan pencemar seperti gas CO, NO_x, hidrokarbon, SO₂ dan *Tetraethyl lead*, dimana merupakan bahan logam timah hitam (timbal) yang ditambahkan ke dalam bahan bakar untuk menurunkan nilai oktan (Ajeng dan Wesen, 2012). Logam tersebut dalam jangka waktu yang panjang dapat terakumulasi dalam tubuh dikarenakan proses eliminasinya yang lambat.

Pengaruh logam berat juga dapat menghambat laju pertumbuhan ikan.

Kadar toksisitas logam berat timbal (Pb) dapat memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan, semakin lama pemaparan timbal dan semakin tinggi konsentrasi timbal akan menurunkan laju pertumbuhan (Yulaipi dan Aunurohim, 2013). Timbal dengan konsentrasi yang tinggi dalam tubuh manusia akan mengakibatkan terhambatnya aktivitas enzim (Goldstein dan Kippen, 1994). Akumulasi logam yang menumpuk pada tubuh makhluk hidup dapat menyebabkan penyakit hingga kematian. Adapun baku mutu timbal (Pb) pada air laut yaitu sebesar 0,008 ppm (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004), sedangkan menurut National research Center for CRMs GBW07313 (1993), baku mutu timbal untuk sedimen sebesar 29,3 ppm.

2.3 Logam Berat Tembaga (Cu)

Tembaga dengan nama kimia cuprum dilambangkan dengan Cu. Logam ini memiliki bentuk kristal dengan warna kemerahan. Menurut Palar (1994), tembaga menempati posisi nomor atom 29 dan berat atom 63,546 g/mol pada tabel periodik unsur kimia dan memiliki berat jenis sebesar 8,96 g/cm³. Tembaga di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Logam tembaga (Cu) dapat berasal dari aktivitas dermaga, transportasi nelayan dan pembuatan kapal. Logam berat Cu biasanya dipakai

untuk bahan pengawet kayu dan cat anti karat pada lambung kapal (Azhar, 2012). Logam berat tembaga (Cu) termasuk dalam mineral mikro, karena keberadaannya dalam tubuh sedikit tetapi dibutuhkan untuk proses fisiologis.

Menurut Setiawan (2013), adanya kontaminasi logam berat tembaga (Cu) dapat berakibat buruk, yakni menyebabkan gejala keracunan seperti mual, muntah, sakit perut, hemolisis, nefrosis dan dapat mengakibatkan kematian.

Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 (2004), mengenai baku mutu air laut, ambang batas kandungan logam tembaga (Cu) yakni pada wisata bahari adalah 0,05 ppm, untuk biota laut 0,008 ppm dan untuk perairan pelabuhan 0,05 ppm.

2.4 Vegetasi Mangrove

Ekosistem mangrove memiliki peranan yang cukup penting dalam ekologi, sosial-ekonomi dan sosial budaya. Adapun fungsi ekologi hutan mangrove dapat ditinjau dari fungsi fisik, kimia dan biologi. Menurut Warpur (2016), fungsi fisik mangrove yaitu sebagai penahan abrasi dan sebagai kawasan yang dapat menahan masuknya air laut ke air tawar. Mangrove juga mempunyai fungsi kimia sebagai penyerap bahan pencemar dan fungsi biologi mangrove yaitu sebagai tempat memijahnya beberapa hewan dan sebagai tempat berlindung. Menurut Wahyuni *et al.* (2015), fungsi sosial budaya dan ekonomi adanya mangrove yaitu ekowisata, dimana ekowisata dalam kegiatannya melibatkan peran masyarakat dan pemerintah setempat yang ikut bertanggungjawab dalam konservasi vegetasi mangrove, dimana ekowisata sendiri dapat meningkatkan pendapatan masyarakat di daerah setempat.

Keanekaragaman mangrove yang tinggi dapat digunakan untuk menentukan sebagai bioindikator pada suatu ekosistem (Grall dan Chauvaud, 2002). Semakin tinggi keanekaragamannya dapat dianggap ekosistem yang ada didalamnya berjalan dengan baik.

Menurut Rahim dan Baderan (2017), mangrove dapat tumbuh dengan baik pada substrat berlumpur dan perairan yang menyebabkan kondisi anaerob hal tersebut disebabkan karena mangrove memiliki akar-akar khusus. Tempat hidup mangrove yaitu pada pantai-pantai yang datar dengan muara sungai yang besar dan delta yang aliran airnya banyak terkandung lumpur dan pasir (Sukardjo, 1984). Pertumbuhan mangrove pada pantai yang terjal dan memiliki gelombang yang besar disertai arus pasang surut yang kuat dan tidak memiliki muara sungai tidak memungkinkan untuk pertumbuhan mangrove, karena hal tersebut memengaruhi pengendapan lumpur yang bermanfaat sebagai substrat tumbuhnya mangrove (Dahuri *et al.*, 1996).

2.5 Klasifikasi dan Deskripsi Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.)

Jeruju merupakan tanaman yang hidup pada substrat yang berlumpur dan pada perairan payau. Jeruju biasanya banyak ditemukan di pinggir pantai atau dekat dengan muara dan tumbuh berkelompok. Jeruju merupakan tanaman yang memiliki batang basah dan tegak dengan tinggi hingga 2 m (Suryono, 2013). Tumbuhan jeruju dapat diperbanyak dengan cara stek batang (vegetatif) dan dengan biji (generatif) (Yudhoyono dan Sukarja, 2013). Tumbuhan jeruju dapat dilihat pada **Gambar 1**. Menurut Cronquist (1981) klasifikasi dari mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) yaitu :

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Sub Kelas : Asteridae

Ordo : Scrophulariales

Famili : Acanthaceae

Genus : Acanthus

Spesies : *Acanthus ilicifolius* Linnaeus



Gambar 1. Mangrove Jeruju (Dokumentasi Pribadi, 2020)

Jeruju memiliki daun yang memanjang dan berduri, yang bergerigi besar pada tepi dan mengecil pada bagian pangkalnya. Jeruju memiliki warna daun yang hijau, dan bila sudah tua daunnya akan menguning. Tanaman jeruju memiliki buah yang berwarna hijau dan saat tua warnannya berubah menjadi kuning kecoklatan. Bentuk buahnya lonjong dan memiliki panjang 2,5 – 3 cm. Jeruju juga memiliki bunga yang mahkota bungannya berwarna biru muda hingga berwarna lembayung dengan panjang tangkainya 10 – 20 cm dan dengan panjang bunga 4 – 5 cm (Noor *et al.*, 1999). Tumbuhan jeruju memiliki jenis akar udara adventif . Bagian tubuh dari mangrove jeruju dapat dilihat pada

Gambar 2.

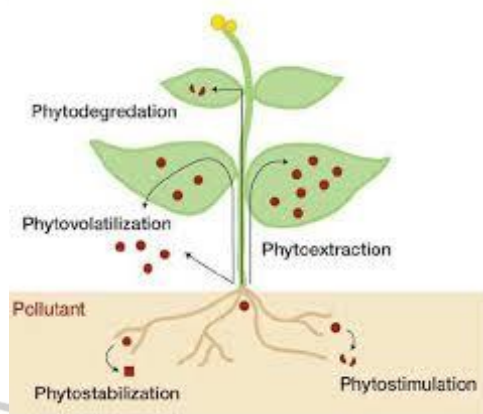


Gambar 2. Bagian Tubuh Jeruju (Dokumentasi Pribadi, 2020)

2.6 Mekanisme Penyerapan Logam Berat pada Tumbuhan

Menurut Feller (2000), tumbuhan memiliki beberapa keunggulan secara alami yaitu beberapa tumbuhan memiliki sifat toleran dan hiperakumulator terhadap logam berat. Beberapa jenis tumbuhan juga dapat merombak polutan, seperti contohnya mangrove. Menurut Hardiani (2009), mekanisme penyerapan

dan akumulasi pada logam berat oleh tumbuhan terjadi 3 proses yakni penyerapan oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan dan lokalisasi logam pada sel dan jaringan. Tumbuhan memiliki kemampuan menyerap logam tetapi dalam jumlah yang bervariasi. Menurut Hendrasarie (2007), ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar unsur pada tumbuhan, diantaranya adalah tipe tumbuhan, jenis jaringan tumbuhan, jenis jaringan tumbuhan, kandungan elemen dalam tanah, keberadaan unsur, jarak tumbuhan dari sumber pencemar, musim, kondisi cuaca dan adsorpsi aerosol dari daun. Menurut Caroline dan Moa (2015), salah satu penggunaan tanaman untuk menyerap, mendegradasi, menghilangkan, menstabilkan atau menghancurkan bahan pencemar khususnya yaitu logam berat dan senyawa organik lain adalah dengan fitoremediasi. Mekanisme dari fitoremediasi yaitu mencakup fitoekstraksi, rizofiltrasi, fitodegradasi, fitostabilisasi dan fitovolatilisasi yang dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Mekanisme Fitoremediasi (Caroline dan Moa, 2015)

1. **Fitoekstraksi** : merupakan penyerapan logam berat oleh akar tanaman dan mengakumulasi logam berat pada bagian tanaman seperti akar, batang dan daun (Irawanto *et al.*, 2015).

II. Rhizofiltrasi : merupakan pemanfaatan akar tanaman yang mampu untuk menyerap, mengendapkan dan mengakumulasi logam berat dari aliran limbah (Zulkoni *et al.*, 2017).

III. Fitodegradasi : merupakan degradasi pencemar organik oleh tumbuhan dengan bantuan enzim seperti dehalogenase dan oksigenase dan tidak bergantung pada mikroorganisme rizosfer (Handayanto *et al.*, 2017).

IV. Fitostabilisasi : Menurut Juhria dan Alam (2016), fitostabilisasi merupakan kemampuan tanaman saat mengeluarkan senyawa kimia tertentu untuk mengimobilisasi atau mentransformasikan polutan dalam tanah tanah dan menjadi senyawa nontoksik tanpa menyerap terlebih dahulu polutan tersebut kedalam tubuh tumbuhan.

V. Fitovolatilisasi : Menurut Tsao (2003), fitovolatilisasi merupakan keadaan tanaman saat menyerap logam berat dan melepaskannya ke udara lewat daun dan ada saatnya logam berat mengalami degradasi terlebih dahulu sebelum dilepas lewat daun.

Penyerapan oleh akar tanaman paling mudah saat polutan berbentuk larutan. Dimana senyawa - senyawa tersebut dapat larut dalam air dan akan diserap tanaman bersamaan dengan air, sedangkan tanaman yang hidrofobik akan diserap oleh permukaan tanaman itu sendiri (Ptandungan *et al.*, 2016).

Setelah logam dapat masuk ke dalam sel akar, logam tersebut akan diangkut oleh jaringan xilem dan floem ke bagian tumbuhan lain. Adapun tumbuhan juga menghasilkan molekul yang berfungsi sebagai molekul khleat dimana untuk mengikat logam contohnya adalah hisidin. Pemindahan (lokalisasi) tersebut sangat bermanfaat untuk mencegah peracunan logam dalam sel (Irhamni *et al.*, 2017).

2.7 Kualitas Air

Kualitas air dapat diketahui menurut parameter fisika dan parameter kimia. Studi karakteristik air perlu dilakukan agar dapat dipahami sifat-sifat tersebut serta konsentrasinya dan sejauh mana faktor tersebut berpengaruh terhadap lingkungan dan biota didalamnya. Parameter yang diukur yaitu parameter fisika yang meliputi suhu dan parameter kimia yang terdiri dari *Power of Hydrogen* (pH) dan salinitas.

2.7.1 Suhu

Menurut Sidjabat (1974), persebaran suhu air laut pada suatu perairan dapat dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain radiasi sinar matahari, letak geografis perairan, sirkulasi arus, kedalaman laut, angin dan musim. Nilai suhu di permukaan di perairan Indonesia berkisar antara 28 – 31°C (Nontji, 2002). Suhu tersebut merupakan suhu yang optimal bagi kehidupan organisme di dalam perairan. Menurut Sugiyanto *et al.* (2016), kenaikan suhu menyebabkan peningkatan DO dan pH yang mengakibatkan peningkatan toksisitas dan turunya daya larut logam berat.

2.7.2 pH

Derajat keasaman (pH) adalah negatif logaritma dari ion H^+ yang ada di perairan. Pengukuran pH dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu dengan menggunakan alat pH meter atau dengan menggunakan indikator pH. Menurut Brotowidjojo *et al.* (1995), umumnya perairan laut maupun pesisir memiliki pH relatif yang stabil dan berkisar antara 7,6 – 8,3. Nilai pH sangat mempengaruhi kehidupan organisme dalam perairan. Menurut Mackereth *et al.* (1989), nilai pH dapat dipengaruhi oleh nilai temperatur, rendahnya nilai temperatur akan mengakibatkan pH air yang lebih rendah pula. Perairan yang memiliki nilai pH mendekati normal atau berada pada kisaran 7 – 8, dimana kelarutan senyawa-

senyawa cenderung untuk stabil dan peningkatan nilai pH biasanya diikuti penurunan kelarutan senyawa-senyawa logam (Palar, 1994).

2.7.3 Salinitas

Menurut Kordi dan Tancung (2007), salinitas merupakan tingkat keasinan atau kadar garam yang terkandung pada air. Yaitu jumlah gram garam yang terlarut untuk setiap liter larutan. Salinitas dapat dinyatakan dalam satuan ‰ (parts per thousand). Maka dari itu suatu sampel air laut seberat 1000 gram yang mengandung 35 gram senyawa – senyawa terlarut dapat dikatakan mempunyai salinitas 35 ‰. Air laut secara alami memiliki kadar garam 32-35 ppt. Menurut Prakoso (2016), adapun faktor yang mempengaruhi salinitas antara lain penguapan, curah hujan dan jumlah sungai yang bermuara pada perairan tersebut. Persebaran salinitas di laut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain yaitu pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. Keberadaan salinitas di perairan laut juga dapat mempengaruhi sifat fisis air laut seperti densitas, kompreibilitas, titik beku dan temperatur. Menurut Suryono (2016), nilai salinitas berhubungan dengan konsentrasi logam berat, dimana peningkatan nilai salinitas diikuti dengan peningkatan daya racun logam berat

III. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini mengenai analisis kandungan logam berat Pb dan Cu pada akar mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.), sedimen dan air.

Penelitian kandungan logam berat ini dilakukan pada bagian akar, sedimen dan air. Selain itu dilakuan pengamatan suhu, pH dan salinitas perairan. Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan pada tiga stasiun dengan dua kali pengulangan.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yang berguna dalam membantu memperoleh data primer dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

3.3 Metode Penelitian

Menurut Prasko (2016), metode deskriptif merupakan metode yang dilakukan dengan membuat gambaran atau deskripsi tentang suatu keadaan secara objektif yang ada hubungannya dengan masalah yang ada. Menurut Nur, *et al.* (2016), metode deskriptif, bukan hanya bisa mendeskripsikan sesuatu keadaan saja, tetapi bisa juga mendeskripsikan keadaan dalam tahapan perkembangannya. Sukmadinata (2012), menyatakan bahwa penelitian deskriptif adalah suatu metode yang tertuju untuk menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, yang berlangsung pada saat ini atau saat yang lampau.

Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Menurut Sudjana (1997), metode penelitian deskriptif dengan menggunakan pendekatan kuantitatif digunakan apabila bertujuan untuk mendeskripsikan atau menjelaskan peristiwa atau suatu kejadian yang terjadi pada saat sekarang dalam bentuk angka – angka yang bermakna. Tujuan

menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif yaitu menjelaskan suatu situasi yang akan diteliti dengan dukungan studi kepustakaan, sehingga lebih memperkuat analisa peneliti dalam membuat kesimpulan.

3.4 Penentuan Stasiun Pengamatan

Menurut Suryabrata (2012), penentuan lokasi stasiun pengamatan penelitian ini menggunakan metode *purposive sample*, dimana metode tersebut sampel bertujuan dilakukan menggunakan cara mengambil subjek bukan didasarkan atas strata, acak atau daerah melainkan didasarkan atas adanya tujuan tertentu. Pengambilan sampel dilakukan pada 6 titik. Penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan menggunakan GPS dan dapat dilihat pada

Lampiran 2.

3.5 Pengambilan Sampel

Sampel pada penelitian ini antara lain air laut, sedimen dan tumbuhan mangrove berjenis jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) yaitu bagian akarnya. Sampel tersebut diambil di Pantai Cemara Banyuwangi, Jawa Timur dengan menggunakan teknik *purposive sampling* pada 3 stasiun dalam satu stasiun terdapat 2 titik sampling dengan menggunakan 2 buah transek yang berukuran 5 X 5 cm, jadi total keseluruhan transek adalah 6 buah transek. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengkomposit sampel yang diambil pada transek 1 dan 2 yang diambil pada stasiun yang sama. Menurut Awaliyah *et al.* (2018), pengambilan sampel dilakukan dari beberapa titik sampel dan dicampur secara merata lalu diambil sebagian sebagai komposit, hal tersebut cukup untuk mewakili area penelitian.

3.5.1 Pengambilan Sampel Akar

Pengambilan sampel akar yaitu dengan mengambil akar mangrove yang berada di dalam tanah dengan panjang 10 – 20 cm, yang memiliki berat kurang lebih 5 gram. Adapun dalam pengambilan sampel akar dipilih pada tanaman mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) yang memiliki tinggi $\pm 1,5$ meter. Ukuran tersebut mendandakan bahwa umur tanaman sudah tua. Menurut Shinta (2016), semakin tua umur tanaman maka tanaman akan mempunyai bobot yang lebih besar, kerapatan yang padat sehingga konsentrasi dalam menyerap logam juga lebih besar. Sampel yang diambil kemudian dicuci dan dibersihkan lalu dimasukkan ke dalam plastik yang sudah diberi label kemudian selanjutnya dilakukan uji kandungan logam berat Pb dan Cu di Laboratorium Halal Center UNISMA. Sampel akar, sedimen dan air kemudian dilakukan 2 kali pengambilan atau ulangan pada lokasi yang sama.

3.5.2 Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen diambil di lokasi sekitar tumbuhnya mangrove jeruju dan diambil kurang lebih 100 gram pada masing-masing titik sampel pada setiap stasiun menggunakan cetok atau kayu lalu hasil yang didapatkan pada kedua titik sampel yang berada pada satu stasiun disatukan dalam plastik ukuran 1 kg, setelah itu ditutup rapat plastik dan diberi label. Pengambilan sampel menggunakan pipa berdiameter ± 5 cm dengan panjang ± 30 cm, kemudian selanjutnya dilakukan uji konsentrasi logam berat Pb dan Cu di laboratorium. Sampel sedimen kemudian diambil sebanyak 2 kali ulangan secara acak di tempat pengambilan sampel.

3.5.3 Pengambilan sampel Air

Pengambilan sampel air laut diambil pada lokasi pengambilan sampel dengan cara mengambil sampel air pada kedalaman ± 30 cm dari permukaan air pada waktu keadaan surut dan dimasukkan dalam wadah atau botol plastik 350

ml dan dimasukkan ke dalam *cool box*. kemudian selanjutnya dilakukan uji konsentrasi logam berat Pb dan Cu di laboratorium. Kemudian sampel air yang telah diambil dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali yang diambil pada lokasi sampel.

3.6 Analisis Sampel

Analisa sampel meliputi preparasi dari sampel akar, sedimen dan air sebelum dilakukan proses AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

3.6.1 Analisis Sampel Akar

Menurut Lab. Halal Center UNISMA (2019), preparasi sampel sebelum dianalisis dengan metode AAS adalah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan sampel akar sebanyak 1 gram dan dihaluskan
- 2) Mencampur sampel dengan HNO₃ 10 ml, akuades 10ml dan H₂SO₄ 10 ml.
- 3) Memanaskan sampel dengan suhu 200°C selama 2-3 jam, hingga warna sampel berubah menjadi kuning terang. Selanjutnya didiamkan dengan waku 24-28 jam, dan ditunggu hingga asapnya hilang.
- 4) Menunggu sampai asapnya hilang, lalu sampel disaring dan didiamkan hingga asap hilang.
- 5) Menganalisis sampel menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* dengan panjang gelombang 235,5 nm, selanjutnya hasilnya dicatat dengan satuan ppm.

3.6.2 Analisis Sampel Sedimen

Menurut Lab. Halal Center UNISMA (2019), preparasi sampel sedimen sebelum dianalisis dengan metode AAS yaitu sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan sampel sedimen sebanyak 1 gram
- 2) Mencampur sampel dengan HNO₃ 10ml, akuades 10ml dan H₂SO₄ 10 ml.

3) Menyiapkan sampel yang dipanaskan dengan suhu 200°C selama 2-3 jam, hingga warna sampel berubah menjadi kuning terang. Selanjutnya didiamkan dengan waktu 24 - 28 jam, dan ditunggu hingga asapnya hilang.

4) Menunggu sampai asapnya hilang, lalu sampel disaring dan didiamkan hingga asap hilang.

5) Menganalisis sampel menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* dengan panjang gelombang 235,5 nm, selanjutnya hasilnya dicatat dengan satuan ppm.

3.6.3 Analisis Sampel Air

Dalam penelitian ini, sampel air yang akan dianalisis yaitu suhu, pH dan salinitas:

a. Suhu

Prosedur pengukuran suhu dengan menggunakan DO meter :

- 1) Membersihkan ujung termometer dengan larutan Hydrobath.
- 2) Memasukan termometer pada badan air dan tahan antara 2-3 menit, sampai air raksa tidak bergerak lagi
- 3) Mencatat hasil dan termometer dibersihkan kembali.

b. pH

Prosedur pengukuran pH menggunakan pH pen adalah sebagai berikut:

- 1) Melepaskan penutup pH pen
- 2) Menggeser panel "ON/OFF" di bagian atas alat
- 3) Mengkalibrasi pH pen dengan cara memasukkan pH pen ke dalam larutan penyangga hingga menunjukkan angka 7,0
- 4) Jika tidak menunjukkan angka 7,0 maka gunakan obeng untuk memutar alat hingga menampilkan angka 7,0
- 5) Memasukkan pH pen kedalam air sampel selama kurang lebih 1 menit

6) Membaca nilai yang tertera pada pH pen dan cuci alat menggunakan aquades

c. Salinitas

Prosedur pengukuran salinitas menggunakan refraktometer :

- 1) Membuka day light palte dengan menggunakan ibu jari.
- 2) Membersihkan day light plate dan prisma dengan aquades. Kemudian dilakukan penyekaan secara satu arah dan bebas.
- 3) Mengkalibrasi dengan menggunakan aquades. Aquades diteteskan pada prisma dan jangan sampai ada gelembung. Apabila terdapat gelembung, maka akan mempengaruhi nilai indeks bias sehingga pengukuran tidak tepat.
- 4) Mencatat hasil pengukuran dari eye pieces sehingga ada garis perbatasan antara biru dan putih yang menunjukkan hasil pengukuran.
- 5) Membersihkan prisma dan day light plate setelah digunakan dengan aquadest kemudian diseka secara satu ara dan bebas.
- 6) Menyimpan refraktometer kembali didalam box atau wadah.

3.7. Data Analisis

Data yang diperoleh dianalisa dari akar, sedmen dan air. Hasil tersebut kemudian akan dibandingkan dengan baku mutu sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota dimana konsentrasi kandungan logam berat Pb dan Cu < 0,008 mg/L. Data yang diperoleh dari hasil analisis di Laboratorium. Selanjutnya dianalisis daya serap akar mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) terhadap logam Pb dan Cu dengan menggunakan perhitungan biokonsentrasi faktor (Prasetyo *et al.*, 2016). Data yang diperoleh juga dianalisa menggunakan Anova

(Analysis of Variant) One Way dengan perangkat lunak IBM SPSS (Statistical Package for Social Science) 20.

3.7.1 Analisis Nilai BCF

Parameter BCF (*Bioconcentration Factor*) yaitu perbandingan antara konsentrasi senyawa yang ada di dalam tubuh organisme dan di lingkungan (habitat). Menurut Sugiyanto *et al.* (2016); Rumus BCF yaitu :

$$BCF = \frac{\text{Logam berat pada akar}}{\text{Logam berat pada air atau sedimen}}$$

Nilai BCF dapat dibedakan menjadi 3, yang memperlihatkan kemampuan tanaman dalam mengakumulasi logam berat, yaitu :

BCF > 1 : *Akumulator*

BCF < 1 : *Excluder*

BCF = 1 : *Indikator*

Apabila nilai faktor biokonsentrasi (BCF) memiliki nilai > 1, maka mengindikasikan bahwa organisme mangrove memiliki kemampuan untuk menyerap dan menyimpan logam berat, namun jika nilai faktor biokonsentrasi (BCF) memiliki nilai < 1, maka dapat diindikasikan bahwa organisme mangrove kurang atau tidak memiliki kemampuan untuk menyerap dan menyimpan logam berat (Sawestri, 2006). Pengujian AAS pada sampel akar mangrove yang telah siap untuk diuj, kemudian dipisahkan antara sampel untuk Pb dan Cu. Proses untuk pengujian sampel yang menggunakan metode AAS dipisah. Sampel Pb diuji yaitu menggunakan teknik pembakaran suhu tinggi (*graphit fumace*), hal tersebut dimaksudkan untuk mencegah adanya pemecahan partikel, sehingga pada saat pemecahan partikel langsung ditangkap dan dibaca kandungan logam berat Pb oleh lampu elemen (Sanadi *et al.*, 2018).

3.7.2 Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan statistik uji *Shapiro-Wilk* dengan mengambil taraf signifikansi 5% (Widyana, 2016). Adapun pengambilan keputusan dengan mengambil taraf signifikansi 5%. Jika nilai signifikan atau probabilitas $> 0,05$ maka data berdistribusi normal, tetapi jika signifikan atau probabilitas $< 0,05$ maka data tidak berdistribusi normal (Nazaruddin dan Basuki, 2015).

3.7.3 Analisis Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah uji untuk memberikan informasi bahwa data penelitian masing-masing kelompok berasal dari populasi yang tidak berbeda jauh keragamannya (Ismail, 2018). Adapun menurut Purnomo (2017), hipotesis yang dapat diambil pada uji homogenitas adalah sebagai berikut :

- Jika signifikansi $< 0,05$ maka varian kelompok data tidak sama.
- Jika signifikansi $> 0,05$ maka varian kelompok data adalah sama.

3.7.4 Analisis Uji *One-Way Anova*

Anova Satu Arah (*Anova One Way*) merupakan klasifikasi satu arah yang didasarkan pada pengamatan satu kriteria atau satu faktor yang menimbulkan variasi. Anova satu arah digunakan apabila yang akan dianalisis terdiri dari satu variabel terikat dan satu variabel bebas (Sinaga *et al.*, 2019).

Sebelum dilakukan uji anova, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan uji homogenitasnya. Selanjutnya data dapat dianalisa menggunakan Uji *One-Way Anova*. Menurut Nazaruddin dan Basuki (2015), adapun hipotesis yang dapat diambil pada Uji *One-Way Anova* adalah :

H₀ : Tidak ada perbedaan kandungan logam berat pada stasiun yang berbeda.

H₁ : Ada perbedaan kandungan logam berat pada stasiun yang berbeda.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Banyuwangi. Kabupaten Banyuwangi yang berada di ujung Pulau Jawa memiliki luas wilayah sebesar 5.782,50 km². Menurut BanyuwangiKab (2020), Kabupaten Banyuwangi merupakan daerah yang memiliki kawasan hutan lebih banyak daripada kawasan lainnya. Kawasan hutan di daerah Banyuwangi mencapai 183.396,34 ha atau sekitar 31,62 %. Kabupaten Banyuwangi juga memiliki panjang garis pantai sekitar 175,8 km dan memiliki 13 pulau. Menurut DKP Kabupaten Banyuwangi (2010), kabupaten Banyuwangi secara geografis terletak di antara 111°53' - 114°38' Bujur Timur dan 70°43' - 8°46' Lintang Selatan. Secara geografis Kabupaten Banyuwangi berbatasan dengan Kabupaten Situbondo pada sebelah utara, Samudera Indonesia pada sebelah selatan, Kabupaten Bondowoso pada sebelah barat dan Selat Bali pada sebelah timur.

Lokasi pengambilan sampel terletak di Desa Pakis Kecamatan Banyuwangi Kabupaten Banyuwangi. Adapun akses menuju Desa Pakis dapat dilalui kendaraan motor maupun mobil dengan kondisi jalan yang cukup baik. Desa Pakis memiliki wilayah yang banyak dimanfaatkan masyarakat sekitar sebagai daerah persawahan dan perkebunan. Mata pencaharian utama warga Desa Pakis yaitu nelayan dan petani. Selain hal itu, masyarakat Desa juga banyak yang memiliki usaha tambak. Desa Pakis merupakan kelurahan paling selatan di Kecamatan Banyuwangi. Adapun batas administrasi Desa Pakis adalah pada sebelah utara berbatasan dengan Kelurahan Sobo, pada sebelah timur berbatasan dengan Selat Bali, pada bagian selatan berbatasan dengan Kecamatan Kabat dan pada bagian barat berbatasan dengan Kelurahan Sumber Rejo dan Kecamatan Kabat.

4.2 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel

Penelitian ini menggunakan mangrove jenis Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.). Lokasi pengambilan pada 3 lokasi yang berbeda. Lokasi pengambilan sampel 1 dapat dilihat pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**, lokasi tersebut merupakan lokasi yang paling dekat dengan pantai daripada stasiun lainnya dan banyak buangan sampah rumah tangga.



Gambar 4. Titik Sampel 1

Gambar 5. Titik Sampel 2

(Dokumentasi Pribadi, 2020)

Berdasarkan **Gambar 4** dan **Gambar 5** diatas lokasi pengambilan sampel pada stasiun 1 memiliki 2 titik pengambilan yang berjarak \pm 10 meter. Koordinat pada titik 1 berada pada $8^{\circ}15'58,8''$ LU dan $114^{\circ}22'16,2''$ LS, sedangkan pada titik 2 berada pada koordinat $8^{\circ}15'6''$ LU dan $114^{\circ}22'16$ LS. Stasiun 1 mempunyai kerapatan yang cukup baik, terdapat berbagai jenis mangrove berdasarkan hasil identifikasi misalnya jenis Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.), Bogem (*Sonneratia alba*) dan mangrove Api-api (*Avicennia marina*). Transportasi yang digunakan untuk mencapai stasiun 1 menggunakan perahu, karena tidak terdapat jalan setapak atau akses langsung dan jaraknya yang cukup jauh dan airnya cukup tinggi. Substrat pada stasiun 1 berwarna cokelat tua dan teksturnya padat.

Adapun sampel yang diambil yaitu substrat, air dan akar mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang nantinya sampel pada titik 1 dan 2 akan dikomposit.

Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 2 dapat dilihat pada **Gambar 6**

dan **Gambar 7**. Lokasi stasiun 2 berada dekat dengan muara Sungai Basuk.



Gambar 6. Titik Sampel 3



Gambar 7. Titik Sampel 4

(Dokumentasi Pribadi, 2020)

Berdasarkan **Gambar 6** dan **Gambar 7** diatas letak pengambilan sampel pada stasiun 2 memiliki 2 titik yang memiliki jarak ± 10 meter. Titik 1 berada pada koordinat $8^{\circ}15'47,8''$ LU dan $114^{\circ}22'22,8''$ LS, sedangkan titik 2 berada pada koordinat $8^{\circ}15'45,9''$ LU dan $114^{\circ}22'23,8''$ LS. Ketinggian airnya ± 1 meter pada saat kondisi surut dan dapat bertambah pada kondisi pasang. Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 2 tidak terdapat jalan setapak atau akses langsung sehingga menggunakan perahu. Lokasi pengambilan sampel tidak banyak tergenang air pada kondisi surut, jika sedang pasang genangan air cukup tinggi sehingga menyebabkan perahu yang digunakan sulit berjalan karena perahu yang digunakan merupakan perahu manual. Stasiun 2 memiliki beragam jenis mangrove berdasarkan hasil identifikasi seperti Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.), Bogem (*Sonneratia alba*), Api-api (*Avicennia marina*), Keranji (*Clerodendron inerme*) dan Kambingan (*Derris trifoliato*). Substrat pada stasiun 2 berwarna coklat tua dan teksturnya padat.

Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 3 dapat dilihat pada **Gambar 8** dan **Gambar 9**. Lokasi pengambilan sampel 3 ini berada dibelakang dengan warung-warung di sekitar Pantai Cemara.



Gambar 8. Titik Sampel 5

Gambar 9. Titik Sampel 6

(Dokumentasi Pribadi, 2020)

Berdasarkan **Gambar 8** dan **Gambar 9** diatas letak pengambilan sampel pada stasiun 3, memiliki 2 titik yang masing-masing berjarak ± 10 meter. Titik 1 berada pada koordinat $8^{\circ}15'55,1''$ LU dan $114^{\circ}22'18,1''$ LS dan titik 2 berada pada koordinat $8^{\circ}15'54,7''$ LU dan $114^{\circ}22'1,8''$ LS. Stasiun 3 berada dekat tambak dan warung. Stasiun 3 memiliki jenis mangrove berdasarkan hasil identifikasi yaitu Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) dan Bogem (*Sonneratia alba*). Untuk mencapai letak pengambilan sampel pada stasiun 3 menggunakan perahu karena tidak terdapat jalan setapak atau akses langsung meskipun jaraknya cukup dekat tetapi untuk menuju stasiun 3 menggunakan perahu. Substrat pada stasiun berwarna coklat tua dan teksturnya padat.

4.3 Analisis Kualitas Air

4.3.1 Suhu

Data suhu yang didapatkan pada 6 titik pengamatan disajikan pada **Tabel 1** dibawah ini :

Titik	Pengulangan		Rata-Rata (°C)
	1 (°C)	2 (°C)	
1	30	30	30
2	32	30	31
3	31	32	31,5
4	33	33	33
5	33	32	32,5
6	34	33	33,5

Tabel 1. Data Nilai Suhu

Berdasarkan **Tabel 1** data suhu diatas, nilai suhu memiliki nilai terendah sebesar 30 dan nilai tertinggi sebesar 34 °C. Didapati rata-rata suhu pada titik 1 yaitu 30 °C, pada titik 2 yaitu 31 °C dan pada titik 3 yaitu memiliki suhu rata-rata 31,5 °C pada titik 4 memiliki suhu rata-rata yaitu 33 °C pada titik 5 memiliki suhu rata-rata yaitu 32,5 °C dan pada titik 6 memiliki suhu rata-rata yaitu 33,5 °C. Perbedaan suhu yang didapatkan disebabkan oleh berbagai macam faktor. Suhu tertinggi didapatkan pada titik 6, karena pada titik ini dilakukan pengambilan sampel terakhir pada waktu siang hari sehingga nilai suhunya mengalami peningkatan.

Suhu merupakan salah satu parameter yang memegang peranan penting bagi kehidupan organisme. Menurut Nontji (2002), suhu air di permukaan dipengaruhi oleh kondisi meteorologi seperti curah hujan, penguapan, suhu udara, kecepatan angin dan intensitas cahaya matahari. Berdasarkan Kepmen LH 51 Tahun 2004 suhu yang ideal untuk pertumbuhan mangrove berkisar antara 28°C - 32°C. Adapun suhu yang baik untuk kehidupan mangrove yaitu tidak kurang dari 20°C (Kolehmainen *et al.*, 1974). Suhu merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan dalam proses metabolisme organisme di

perairan. Semakin tinggi suhu, maka tingkat akumulasi logam berat dalam sedimen akan semakin tinggi. Menurut Hutagalung (1984), bahwa kenaikan suhu akan menyebabkan tingkat bioakumulasi semakin tinggi, hal tersebut diperkuat dengan pendapat Darmono (1995), bahwa semakin tinggi suhu air pada suatu perairan, menyebabkan daya toksisitasnya semakin meningkat. Naiknya suhu pada perairan akan mempercepat reaksi dalam pembentukan ion – ion logam berat. Dari data suhu yang didapatkan pada semua stasiun masih optimal untuk pertumbuhan mangrove. Adanya perbedaan suhu dikarenakan adanya perbedaan waktu pengukuran.

4.3.2 pH

Data nilai pH yang didapatkan pada 6 titik pengamatan disajikan pada

Tabel 2 di bawah ini.

Titik	Pengulangan		Rata-rata
	1	2	
1	7,4	7,1	7,25
2	7,3	7,2	7,25
3	7,5	7,7	7,6
4	7,7	7,8	7,75
5	7,7	7,6	7,65
6	7,8	7,6	7,7

Tabel 2. Data Nilai pH

Berdasarkan **Tabel 2** nilai pH diatas, pH memiliki nilai terendah sebesar 7,1 dan nilai tertinggi sebesar 7,8. Didapati nilai rata-rata pH pada titik 1 yaitu 7,25 pada titik 2 nilai rata-rata pH yaitu 7,25 pada titik 3 memiliki nilai rata-rata pH yaitu 7,6 pada titik 4 memiliki rata-rata nilai pH yaitu 7,75 pada titik 5 memiliki rata-rata pH sebesar 7,65 dan pada titik 6 memiliki nilai rata-rata 7,7. Nilai rata-rata pH yang didapat masih tergolong baik dan memnuhi baku mutu.

pH sangat penting karena perubahan pH yang terjadi pada kolom air tidak hanya berasal dari masukan asam basa air melainkan juga dipengaruhi oleh aktivitas manusia di daratan. Menurut Effendi (2000), sebagian besar biota



akuatik menyukai pH sekitar 7 - 8,5 sehingga pH yang didapatkan pada semua stasiun tergolong dalam kondisi pH yang stabil dan baik untuk kehidupan biota akuatik. Kenaikan pH pada badan air biasanya akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan dari senyawa-senyawa logam. Fadhilah *et. al*, (2018), menyatakan penurunan pH di perairan menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Nilai pH tidak menunjukkan perubahan yang berarti pada setiap stasiunnya. Menurut Sari dan Harlyan (2015), tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh kapasitas penyangga (buffer) di dalamnya. Adanya perubahan pH yang besar menunjukkan bahwa sistem penyangga perairan tersebut terganggu. pH pada air laut merupakan parameter yang sulit berubah.

4.3.3 Salinitas

Data nilai salinitas yang didapatkan pada 6 titik disajikan pada **Tabel 3** di bawah ini :

Titik	Pengulangan		Rata-rata (ppm)
	1 (ppm)	2 (ppm)	
1	5	5	5
2	5	5	5
3	6	5	5,5
4	6	4	5
5	5	5	5
6	5	4	4,5

Tabel 3. Data Nilai Salinitas

Berdasarkan **Tabel 3** diatas, nilai salinitas memiliki nilai terendah sebesar 4 dan nilai tertinggi sebesar 6 ppm. Didapati nilai rata-rata salinitas pada titik 1 yaitu sebesar 5 ppm pada stasiun 2 didapati nilai rata-rata salinitas yaitu sebesar 5 ppm pada titik 3 didapati nilai rata-rata salinitas yaitu sebesar 5,5 ppm pada titik 4 terdapat nilai rata-rata salinitas yaitu sebesar 5 ppm pada titik 5 nilai rata-rata salinitas yaitu sebesar 5 ppm dan pada titik 6 nilai salinitas yaitu sebesar 4,5 ppm.

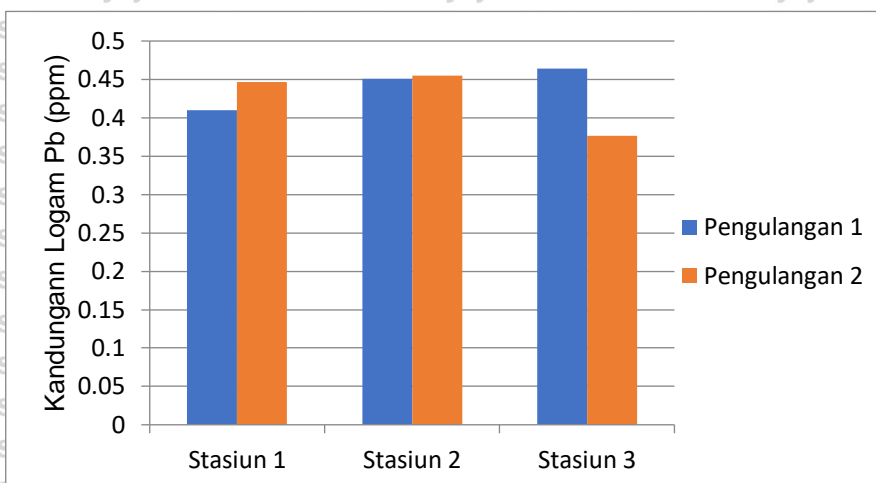


Nilai salinitas yang didapatkan tergolong rendah seperti pada penelitian sebelumnya dimana Dewi dan Yuniartik (2019), menyatakan nilai salinitas di Pantai Cemara Kabupaten Banyuwangi berkisar pada angka 0 – 11 dengan rata-rata 5,4. Menurut Saputri et al. (2014), perbedaan kadar salinitas pada air laut dan air sungai yang bertemu di muara dapat menyebabkan keduanya bercampur dan membentuk air payau. Oleh karena itu kadar salinitas air laut lebih besar, sehingga cenderung bergerak ke arah dasar perairan dan aliran sungai bergerak ke permukaan. Adapun kelimpahan garam merupakan karakteristik perairan yang paling penting bagi hutan mangrove. Menurut Pratiwi dan Ernawati (2016), mangrove biasanya tumbuh subur di daerah estuari dengan salinitas antara 10 – 30 ppm. Estuari merupakan tempat pertemuan antara air laut dan tawar, dimana nilai salinitasnya sangat beragam menurut lokasinya ataupun waktu. Secara umum nilai salinitas tertinggi ada pada bagian paling luar yaitu batas antara estuaria dengan laut, sementara bagian terendah pada daerah estuaria yang dimasuki air tawar. Menurut Kennish (1994), salinitas pada daerah estuari berkisar antara 0,5 – 35 ppm dimana nilai salinitas tersebut dapat bervariasi baik secara vertikal maupun horizontal tergantung pada perbandingan antara limpasan air dari darat, masukkan air hujan dan penguapan.

4.4 Analisis Kandungan Pb

4.4.1 Analisis Kandungan Pb pada Air

Data hasil pengukuran konsentrasi pb pada air laut di setiap stasiun dapat dilihat pada **Gambar 10** sebagai berikut :



Gambar 10. Grafik Pb pada Air

Berdasarkan Gambar 10 diatas kandungan logam berat pb pada air paling rendah berada stasiun 3 pengulangan kedua yaitu sebesar 0,3766 ppm dan tertinggi pada stasiun 3 pengulangan pertama yaitu sebesar 0,4644 ppm.

Adapun hasil analisis laboratorium kandungan pb dapat dilihat pada Lampiran 4.

Kandungan rata-rata nilai pb pada setiap stasiun yaitu pada stasiun 1 didapatkan rata-rata 0.4283 ppm pada stasiun 2 didapatkan rata-rata yaitu 0.4528 ppm dan pada stasiun 3 didapatkan nilai rata-rata yaitu 0.4205 ppm. Nilai kandungan pb pada stasiun 3 mengalami nilai yang paling fluktuatif dibanding stasiun lainnya hal tersebut dapat dipengaruhi karena stasiun 3 merupakan titik yang paling jauh dan banyak dipengaruhi oleh masukkan air sungai, selain itu pada saat pengambilan sampel air dalam keadaan surut serta saat musim hujan.

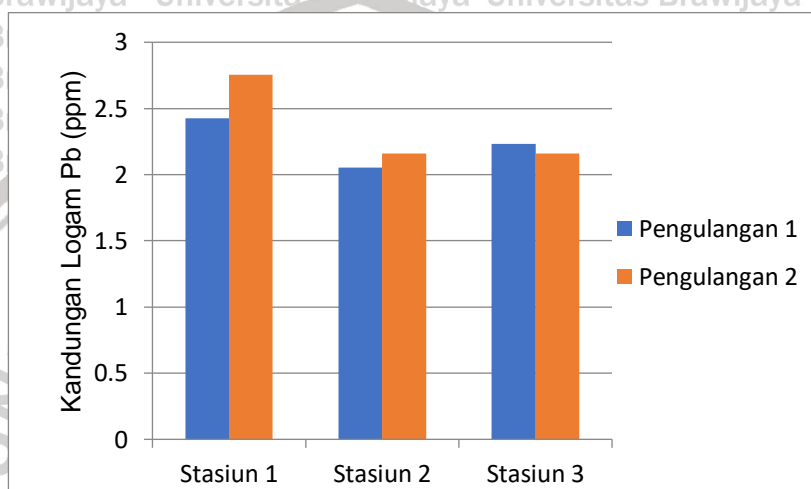
Menurut keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 51 tahun 2004, baku mutu standar timbal (Pb) pada kolom air yaitu 0,05 ppm. Kadar logam pb pada semua lokasi pengambilan sampel telah melewati batas maksimum yang diperbolehkan. Faktor yang dapat mempengaruhi percepatan dari akumulasi logam yaitu salinitas, arus dan gerakan pasang surut (Hananingtyas, 2017).

Tingginya kadar logam berat pada perairan juga dapat disebabkan karena kondisi perairan tersebut yang banyak dipengaruhi buangan limbah rumah

tangga dan merupakan jalur transportasi kapal-kapal yang menggunakan bahan bakar yang menambah kandungan logam berat pb di perairan (Supriyantini dan Soenardjo, 2015).

4.4.2 Analisis Kandungan Pb pada Sedimen

Data hasil pengukuran konsentrasi pb pada sedimen di setiap stasiun dapat dilihat pada **Gambar 11** sebagai berikut :



Gambar 11. Grafik Pb pada Sedimen

Berdasarkan **Gambar 11** diatas kandungan logam berat pada sedimen paling rendah yaitu pada stasiun 2 pengulangan pertama sebesar 2,052 ppm dan paling tinggi yaitu pada stasiun 1 pengulangan pertama sebesar 2,754 ppm.

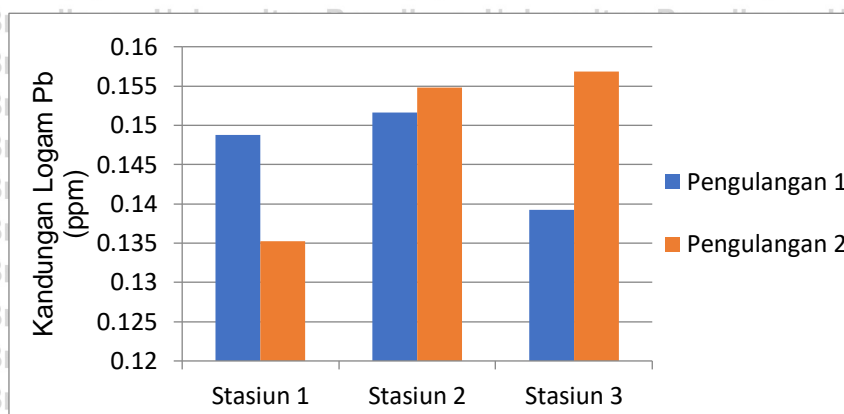
Kandungan rata-rata nilai pb pada setiap stasiun yaitu pada stasiun 1 didapatkan rata-rata yaitu 2,5589 ppm pada stasiun 2 mendapatkan nilai rata-rata yaitu 2,107 ppm dan pada stasiun 3 mendapatkan nilai rata-rata yaitu sebesar 2,197 ppm. Kandungan logam berat pb yang didapatkan yaitu masih dibawah baku mutu. Berdasarkan data diatas nilai kandungan logam berat paling tinggi berada pada stasiun 1, dimana pada stasiun 1 sampel yang sedimen yang diambil berada di pinggir kolom air sedangkan pada stasiun 2 sampel sedimen yang diambil agak jauh dari kolom air.



Menurut Hutagalung (1991), secara umum kandungan logam berat dalam air memiliki nilai yang lebih rendah bila dibandingkan dengan yang ada di sedimen. Hal tersebut disebabkan karena logam berat mempunyai sifat mudah mengikat bahan organik dan mudah mengendap di dasar perairan dan berikatan dengan partikel – partikel sedimen. Hal tersebut diperkuat oleh pendapat Wilson (1988), bahwa logam berat yang terlarut dalam air akan berpindah kedalam sedimen jika berikatan dengan materi organik yang melapisi permukaan sedimen dan penyerapan langsung oleh permukaan partikel sedimen. Menurut Supriyantini dan Soenardjo (2015), kandungan logam berat pada sedimen dapat dipengaruhi oleh ukuran partikel sedimen, semakin kecil ukuran partikel, semakin besar kandungan logam beratnya. Nilai logam berat pada semua stasiun masih berada dibawah baku mutu yang ditetapkan dalam *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME) dimana pedoman kualitas sedimen yang ditetapkan sebesar 112 ppm (Fadhilah *et al.*, 2018). Adanya logam berat pada sedimen dikarenakan sifat logam berat yang mudah berikatan dengan bahan organik, dimana logam berat mengendap di dasar perairan lalu menyatu dengan sedimen (Rianda *et al.*, 2019).

4.4.3 Analisis Kandungan Pb pada Akar

Data hasil pengukuran konsentrasi pb pada akar mangrove Jerujuk (*Acanthus ilicifolius* L.) di setiap stasiun dapat dilihat pada **Gambar 12** sebagai berikut :



Gambar 12. Grafik Pb pada Akar Jeruju

Berdasarkan **Gambar 12** diatas kandungan logam berat pada akar tumbuhan mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) paling rendah yaitu pada stasiun 1 pengulangan kedua pertama yaitu sebesar 0,1352 ppm dan paling tinggi pada stasiun 3 pengulangan kedua yaitu sebesar 0,1568 ppm. Rata-rata nilai mangrove yang didapatkan pada stasiun 1 yaitu 0,1420 ppm pada stasiun 2 didapatkan sebesar 0,1532 ppm dan pada stasiun 3 didapatkan nilai 0,1480 ppm. Stasiun 2 memiliki nilai lebih tinggi logam berat pb dibanding stasiun lain karena pada stasiun 2 tumbuhan jeruju yang ditemukan memiliki ukuran yang lebih besar. Stasiun 1 memiliki nilai yang rendah dapat dikarenakan logam berat Pb belum diserap dengan baik oleh akar dari sedimen hal tersebut ditunjukkan dengan analisa BCF dimana pada stasiun 1 memiliki nilai yang rendah. Stasiun 3 memiliki kandungan logam berat tertinggi pada akarnya hal tersebut dapat dikarenakan logam pada sedimen sudah diserap oleh akar.

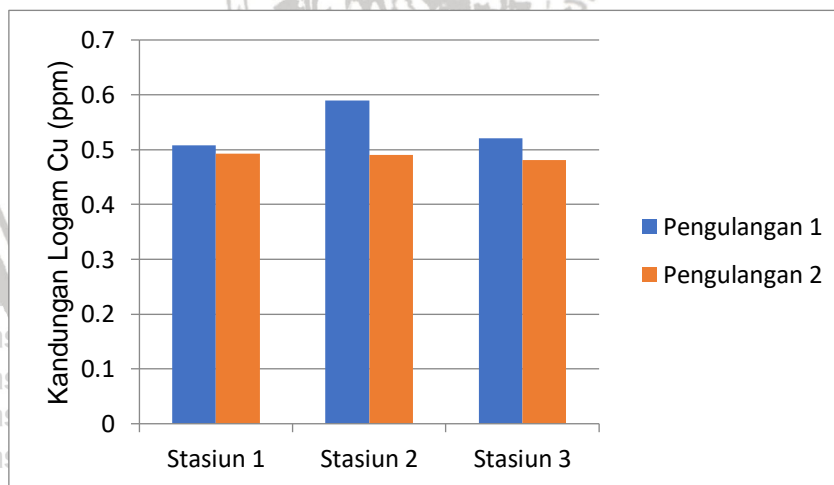
Bila dibandingkan dengan kandungan logam berat Cu pada akar mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) nilainya lebih tinggi dibanding kandungan logam berat Pb walaupun perbedaanya hanya sedikit. Rendahnya konsentrasi Pb pada akar dikarenakan rendahnya Pb pada sedimen. Menurut Awaliyah *et al.* (2018), Pb merupakan logam yang sangat rendah daya larutnya memiliki sifat pasif dan mempunyai daya translokasi yang rendah mulai dari akar

sampai bagian tumbuhan yang lainnya. Menurut Sinha (1999), faktor mobilitas dan kelarutan berpengaruh pada akumulasi logam berat sesuai dengan urutan $Mn > Cr > Cu > Cd > Pb$, hal tersebut menyebabkan rendahnya konsentrasi pb pada akar mangrove. Menurut Kahairuddin *et. al*,(2018), salah satu logam berat yang bersifat toksik adalah timbal (Pb) merupakan logam yang berbahaya karena tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh organisme hidup dan dapat terakumulasi ke lingkungan dan mengendap pada dasar perairan. Hal tersebut terbukti dalam penelitian ini ditemukan kandungan logam berat pb pada akar mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius L.*).

4.5 Analisis Kandungan Cu

4.5.1 Analisis kandungan Cu pada Air

Data hasil pengukuran konsentrasi pb pada air laut di setiap stasiun dapat dilihat pada **Gambar 13** sebagai berikut :



Gambar 13. Grafik Cu pada Air

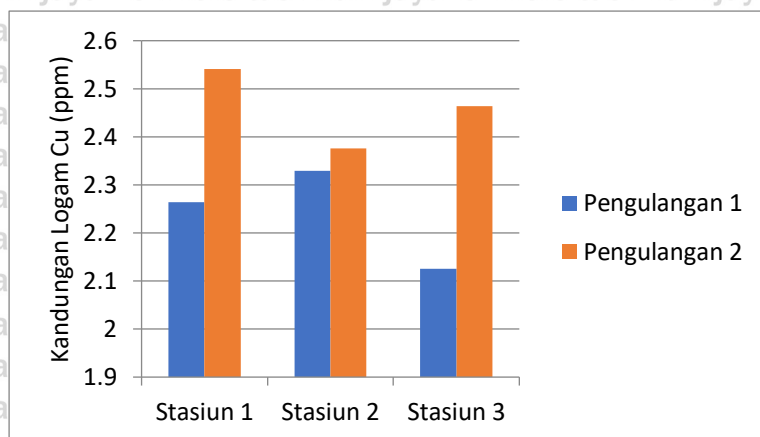
Berdasarkan **Gambar 13** diatas kandungan logam berat cu pada air di sekitar wilayah mangrove pada Pantai Cemara paling rendah yaitu pada stasiun 3 pengulangan kedua sebesar 0,4807 ppm dan paling tinggi pada stasiun 2 pengulangan pertama yaitu sebesar 0,5894 ppm. Kandungan rata-rata nilai cu

pada setiap stasiun yaitu, pada stasiun 1 memiliki rata-rata sebesar 0,5005 ppm pada stasiun 2 didapatkan nilai rata-rata sebesar 0,5400 ppm dan pada stasiun 3 didapatkan nilai rata-rata sebesar 0,5007 ppm. Berdasarkan hal tersebut stasiun 2 memiliki kandungan Cu tertinggi pada kolom air dikarenakan pada stasiun 2 terdapat aktivitas pembuatan dan pengecatan jembatan kayu dimana hal tersebut dapat memicu peningkatan kadar Cu. Stasiun 3 memiliki kadar Cu terendah pada kolom air karena pada stasiun 3 banyak masukkan air sungai dan pada saat musim hujan. Hal tersebut diperkuat oleh pendapat Supriyantini dan Soenardjo (2015), rendahnya kandungan logam berat di kolom air disebabkan pula oleh faktor hujan yang cenderung tinggi.

Berdasarkan hasil data diatas, logam berat Cu pada semua stasiun berada diatas nilai baku mutu perairan sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut pada kolom air yaitu 0,05 ppm. Adapun sumber Cu pada perairan berasal dari debu dan atau partikulat-partikulat Cu yang ada pada lapisan udara yang dibawa turun oleh air hujan. Secara non alamiah Cu dibawa kedalam perairan sebagai limbah dari berbagai macam aktivitas manusia (Sari *et al.*,2017). Distribusi Cu pada perairan juga dapat mengalami naik turun yang disebabkan oleh berbagai proses fisis air. Proses yang sangat berpengaruh tersebut antara lain pengadukan dan pengendapan, yang juga mendapat pengaruh dari kecepatan arus dan kedalaman perairan. Menurut Maslukah (2013), pada perairan dangkal proses resuspensi sedimen lebih tinggi, sehingga logam berat yang ada pada sedimen terlepas kembali ke kolom perairan.

4.5.2 Analisis Kandungan Cu pada Sedimen

Data hasil pengukuran konsentrasi pb pada sedimen di setiap stasiun dapat dilihat pada **Gambar 14** sebagai berikut :



Gambar 14. Grafik Cu pada Sedimen

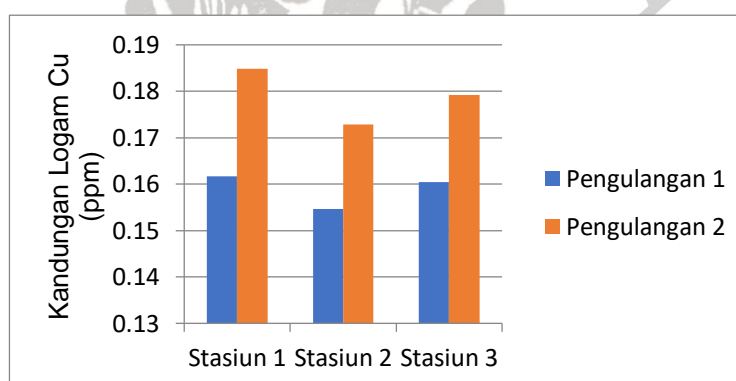
Berdasarkan **Gambar 14** diatas kandungan logam berat cu pada sedimen mangrove memiliki nilai paling rendah yaitu pada stasiun 3 pengulangan pertama sebesar 2,125 ppm dan paling tinggi pada stasiun 1 pengulangan kedua sebesar 2,541 ppm. Kandungan rata-rata nilai cu pada setiap stasiun yaitu, pada stasiun 1 memiliki rata-rata sebesar 2,403 ppm pada stasiun 2 memiliki nilai rata-rata sebesar 2,353 ppm dan pada stasiun 3 memiliki nilai rata-rata sebesar 2,295 ppm. Berdasarkan hal tersebut stasiun 1 memiliki kandungan logam berat Cu tertinggi, hal tersebut dapat dikarenakan stasiun 1 dekat dengan wilayah pembuangan sampah rumah tangga yang dapat memicu peningkatan kandungan logam berat Cu. Stasiun 3 memiliki kandungan Cu terendah pada sedimen hal tersebut sejalan dengan rendahnya Cu pada kolom air di stasiun 3.

Menurut Australian and Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC, 2000) kandungan logam berat Cu pada sedimen pada semua stasiun masih di bawah kandungan baku mutu, tetapi keberadaanya harus diperhitungkan. Keberadaan logam berat pada sedimen dapat menjadi polutan apabila konsentrasinya melebihi ambang batas yang ditentukan. Logam berat masuk ke badan air dan mengendap pada sedimen terjadi karena tiga tahap yaitu curah hujan, adsorpsi dan penyerapan oleh organisme air (Susantoro *et al.*,

2015). Kecilnya kadar logam berat Cu yang terdapat pada air laut menyebabkan kecilnya logam berat Cu pada sedimen, mengakibatkan pengendapan logam berat Cu lebih sedikit (Siaka *et al.*, 2016). Keberadaan logam berat Cu di perairan sebagai sumber pada tanaman maupun hewan sangat dipengaruhi oleh keberadaan bahan organik di perairan, dimana bahan organik berperan dalam mengakumulasi logam dari perairan ke sedimen (Efendi, 2015). Meskipun begitu kadar logam berat pada sedimen permukaan lebih tinggi dibandingkan dalam air laut. Hal tersebut terjadi karena logam berat mengalami proses pengenceran dalam air dan terendapkan sehingga terjadi akumulasi dalam sedimen (Permanawati *et al.*, 2013).

4.5.3 Analisis Kandungan Cu pada Akar

Data hasil pengukuran konsentrasi pb pada sedimen di setiap stasiun dapat dilihat pada **Gambar 15** sebagai berikut :



Gambar 15. Grafik Cu pada Akar Jeruju

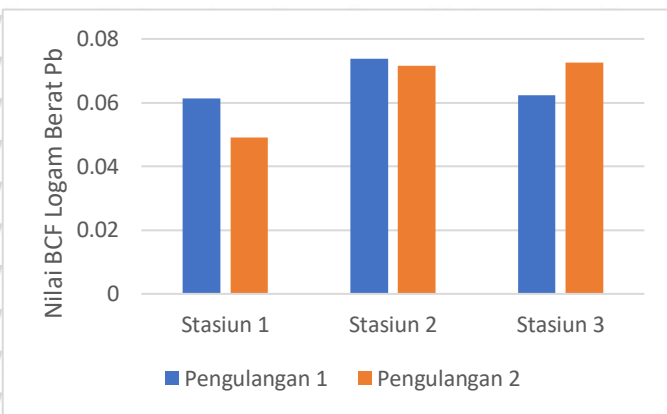
Berdasarkan **Gambar 15** diatas kandungan logam berat Cu pada akar mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) memiliki nilai paling rendah yaitu pada stasiun 2 pengulangan pertama yaitu sebesar 0,1547 ppm dan paling tinggi pada stasiun 1 pengulangan kedua yaitu sebesar 0,1848 ppm. Kandungan rata-rata nilai cu pada setiap stasiun yaitu, pada stasiun 1 memiliki rata-rata sebesar 0,1733 ppm pada stasiun 2 memiliki nilai rata-rata sebesar 0,1638 ppm dan pada

stasiun 3 memiliki nilai rata-rata sebesar 0,1698 ppm. Berdasarkan hal tersebut stasiun 1 memiliki kandungan Cu tertinggi pada akarnya hal tersebut sejalan dengan tingginya logam berat Cu pada sedimen di stasiun 1. Stasiun 2 memiliki kandungan Cu terendah pada akarnya hal tersebut dapat dikarenakan karena logam berat masih banyak terkandung pada sedimen dan belum diserap oleh akar sehingga kandungan logam berat pada akar rendah.

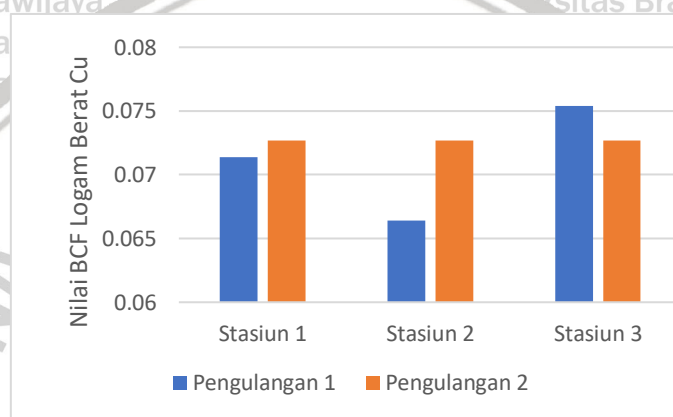
Akar - akar mangrove dapat menyerap logam berat yang terdapat pada kolom air, hal tersebut dikarenakan akar mangrove terendam air saat pasang. Menurut Supriyantini dan Soenardjo (2015), secara umum tumbuhan melakukan penyerapan oleh akar, baik berasal dari sedimen maupun air, kemudian terjadi translokasi ke bagian tumbuhan yang lain dan lokalisasi atau penimbunan logam pada jaringan tertentu. Umumnya logam berat Cu merupakan logam esensial yang dibutuhkan tumbuhan untuk pertumbuhannya yaitu sebagai aktivator enzim (Palar, 1994). Rendahnya kandungan Cu pada akar Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) disebabkan karena sifat mangrove yang memiliki kemampuan mendetoksifikasi logam berat esensial dengan cara mengurangi tingkat toksisitas logam berat (Sugiyanto *et al.*, 2016). Selain hal tersebut adanya korelasi antara tingginya kandungan logam berat di sedimen diiringi tingginya kandungan logam berat pada akar, hal tersebut sesuai dikarenakan kandungan logam berat Cu pada sedimen rendah sehingga menyebabkan kandungan logam berat Cu pada akar juga rendah.

4.6 Analisis Nilai BCF

Nilai BCF (*Bioconcentration factor*) pada Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) untuk logam berat Pb dan Cu pada setiap stasiun dapat dilihat pada **Gambar 16** dan **Gambar 17** di bawah ini :



Gambar 16. Nilai BCF untuk Logam Berat Timbal (Pb)



Gambar 17. Nilai BCF untuk Logam Berat Tembaga (Cu)

Berdasarkan **Gambar 16** dan **Gambar 17** diatas nilai BCF (*Bioconcentration factor*) untuk logam berat Pb pada stasiun 1 minggu pertama yaitu 0,0613 dan pada minggu kedua yaitu 0,0490. Stasiun 2 memiliki nilai BCF pada minggu pertama yaitu sebesar 0,0738 dan pada minggu kedua yaitu sebesar 0,0716. Nilai BCF pada stasiun 3 pada minggu pertama yaitu 0,0623 dan pada minggu kedua yaitu 0,0725. Nilai BCF pada logam berat Pb memiliki rentangan 0,0490 – 0,0738. Nilai BCF pada logam berat Cu pada stasiun 1 yaitu pada minggu pertama sebesar 0,0714 dan pada minggu kedua yaitu sebesar 0,0727. Stasiun 2 memiliki nilai BCF pada minggu pertama yaitu 0,0664 dan pada minggu kedua yaitu 0,0727 dan pada stasiun 3 memiliki nilai BCF pada minggu pertama yaitu 0,0754 dan pada minggu kedua yaitu 0,0727. Nilai BCF pada logam berat Cu yaitu memiliki rentangan 0,0664 - 0,0754. Nilai BCF yang

didapatkan baik pada logam berat Pb dan Cu yang didapatkan menunjukkan tumbuhan mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) di kawasan Pantai Cemara menunjukkan tipe BCF ekskluder.

Nilai BCF yang < 1 menunjukkan bahwa sifat tumbuhan yang membatasi penyerapan logam berat pada lingkungannya baik pada sedimen atau air namun ketika masuk ke tubuh tumbuhan, maka logam berat akan mudah ditranslokasikan pada bagian tubuh yang lain atau pada biomasa di atasnya (Rachmawati *et al.*, 2018). Maka organisme perairan tersebut kurang memiliki kemampuan dalam mengakumulasi logam berat dalam tubuhnya. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Sugiyanto *et al.*, (2016), jika nilai BCF < 1 Perbedaan nilai BCF tergantung pada strain dan kondisi strain seperti sumber strain, usia kultur, pH dan waktu terpapar (Inthorn, 2002). berdasarkan data nilai BCF pada kedua logam berat diatas hasilnya menunjukkan bahwa nilai BCF pada tipe ekskluder, hal tersebut kemungkinan disebabkan karena kedua akar mangrove ini mencegah masuknya logam berat Pb dan Cu dari sedimen ke akar mangrove.

Berdasarkan gambar yang tertera diatas menunjukkan bahwa sebagian besar menunjukkan bahwa logam berat Cu $>$ logam berat Pb. Pengulangan pertama pada stasiun 1 didapatkan hasil nilai BCF logam berat Cu $>$ logam berat Pb, stasiun 2 nilai BCF logam berat Pb $>$ logam berat Cu dan pada stasiun 3 nilai BCF logam berat Cu $>$ logam berat Pb, selanjutnya pengulangan kedua nilai BCF pada stasiun semua stasiun menunjukkan nilai BCF logam berat Cu $>$ logam berat Pb. Menurut Hidayah *et al.* (2014), hal tersebut dapat terjadi dikarenakan logam berat Cu merupakan logam esensial yang secara alami terkonsentrasi pada organisme hidup sehingga nilai BCF logam tersebut tinggi. Menurut Connel dan Miller (2006), limbah rumah tangga yang mengandung logam berat Cu

biasannya berasal dari sampah-sampah metabolik dan korosi pipa-pipa yang ada di daerah pemukiman.

4.7 Analisis Data

4.7.1 Perbedaan Kelimpahan Sampel Akar Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.)

Uji yang pertama dilakukan yakni uji normalitas dan uji homogenitas dari data yang diperoleh saat penelitian. Adapun hasil uji normalitas dan uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 4.

Stasiun Pengamatan	Uji Normalitas		Uji Homogenitas		
	Shapiro-Wilk df	Sig.	df	df	Sig.
1	4	0,918	2	9	0,461
2	4	0,47			
3	4	0,89			

Tabel 4. Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Sampel Akar

Berdasarkan Tabel 4 data hasil kandungan logam berat Pb dan Cu yang terdapat pada akar Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) di Pantai Cemara Banyuwangi didapatkan hasil uji normalitas dan uji homogenitasnya. Uji normalitas didapatkan dengan Shapiro-Wilk menyatakan bahwa nilai signifikansi yang didapatkan pada ketiga stasiun > 0,05. Stasiun 1 memiliki nilai signifikansi sebesar 0,918, stasiun 2 memiliki nilai signifikansi sebesar 0,47 dan pada stasiun 3 memiliki nilai signifikansi 0,89. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil data yang didapatkan berdistribusi normal dan dapat dianalisis lebih lanjut menggunakan uji *One-Way* ANOVA. Uji homogenitas yang didapatkan menunjukkan nilai signifikansinya sebesar 0,461. Nilai tersebut menunjukkan > 0,05 sehingga data dikatakan homogen dan dapat lanjut untuk uji *One-Way* ANOVA. Hasil uji *One-Way* ANOVA dapat dilihat pada Tabel 5.



	df	F	Sig.
Between Groups	2	0,006	0,994
Within Groups	9		
Total	11		

Tabel 5. Uji One-Way ANOVA pada Akar

Berdasarkan **Tabel 5** didapatkan hasil yang diperoleh pada uji *One-Way ANOVA* didapatkan nilai signifikansinya sebesar 0,994. Nilai signifikansi yang didapatkan yakni $> 0,05$ berarti tidak ada perbedaan kandungan logam berat pada stasiun yang berbeda. Jika nilai signifikansi yang didapatkan $< 0,05$ berarti terdapat perbedaan kandungan logam berat pada stasiun yang berbeda.

4.7.2 Perbedaan Kelimpahan Sampel Sedimen

Uji yang pertama dilakukan yakni uji normalitas dan uji homogenitas dari data yang diperoleh saat penelitian. Adapun hasil uji normalitas dan uji homogenitas dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Stasiun Pengamatan	Uji Normalitas		Uji Homogenitas		
	Shapiro-Wilk df	Sig.	df	df	Sig.
1	4	0,979	2	9	0,773
2	4	0,596			
3	4	0,268			

Tabel 6. Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Sampel Sedimen

Berdasarkan **Tabel 6** data hasil kandungan logam berat Pb dan Cu yang terdapat pada sedimen di Pantai Cemara Banyuwangi didapatkan hasil uji normalitas dan uji homogenitasnya. Uji normalitas yang didapatkan menyatakan bahwa nilai signifikansi yang didapatkan pada ketiga stasiun $> 0,05$. Stasiun 1 memiliki nilai signifikansi sebesar 0,979, stasiun 2 memiliki nilai signifikansi sebesar 0,596 dan pada stasiun 3 memiliki nilai signifikansi 0,268. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil data yang didapatkan berdistribusi normal dan dapat dianalisis lebih lanjut menggunakan uji *One-Way ANOVA*. Uji homogenitas yang



didapatkan menunjukkan nilai signifikansinya sebesar 0,461. Nilai tersebut menunjukkan > 0,05 sehingga data dikatakan homogen dan dapat lanjut untuk uji *One-Way ANOVA*. Hasil uji *One-Way ANOVA* dapat dilihat pada **Tabel 7**.

	df	F	Sig.
Between Groups	2	3,029	0,099
Within Groups	9		
Total	11		

Tabel 7. Uji *One-Way ANOVA* pada Sedimen

Berdasarkan **Tabel 7** didapatkan hasil yang diperoleh pada uji *One-Way ANOVA* yang menunjukkan hasil nilai signifikansinya sebesar 0,099. Nilai signifikansi yang didapatkan yakni > 0,05 berarti dapat ditarik kesimpulan tidak ada perbedaan kandungan logam berat pada stasiun yang berbeda.

4.7.3 Perbedaan Kelimpahan Sampel Air

Uji yang pertama dilakukan yakni uji normalitas dan uji homogenitas dari data yang diperoleh saat penelitian. Adapun hasil uji normalitas dan uji homogenitas dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Uji Normalitas				Uji Homogenitas		
Stasiun Pengamatan	Shapiro-Wilk df	Sig.	df	df	Sig.	
1	4	0,663	2	9	0,894	
2	4	0,143				
3	4	0,627				

Tabel 8. Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Sampel Air

Berdasarkan **Tabel 8** data hasil kandungan logam berat Pb dan Cu yang terdapat pada sedimen di Pantai Cemara Banyuwangi didapatkan hasil uji normalitas dan uji homogenitasnya. Uji normalitas yang didapatkan menyatakan bahwa nilai signifikansi yang didapatkan pada ketiga stasiun > 0,05. Stasiun 1 memiliki nilai signifikansi sebesar 0,663, stasiun 2 memiliki nilai signifikansi



sebesar 0,143 dan pada stasiun 3 memiliki nilai signifikansi 0,627. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil data yang didapatkan berdistribusi normal dan dapat dianalisis lebih lanjut menggunakan uji *One-Way ANOVA*. Uji homogenitas yang didapatkan menunjukkan nilai signifikansinya sebesar 0,894. Nilai tersebut menunjukkan $> 0,05$ sehingga data dikatakan homogen dan dapat lanjut untuk uji *One-Way ANOVA*. Hasil uji *One-Way ANOVA* dapat dilihat pada **Tabel 9**

	df	F	Sig.
Between Groups	2	0,469	0,640
Within Groups	9		
Total	11		

Tabel 9. Uji *One-Way ANOVA* pada Air

Berdasarkan **Tabel 9** hasil yang diperoleh pada uji *One-Way ANOVA* didapatkan hasil nilai signifikansinya sebesar 0,640. Nilai signifikansi yang didapatkan yakni $> 0,05$ berarti dapat ditarik kesimpulan tidak ada perbedaan kandungan logam berat pada stasiun yang berbeda. Hal tersebut dapat terjadi karena pada saat pengambilan sampel kondisi air sedang surut dan tidak hujan, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan kandungan logam pada beberapa stasiun yang ada.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Pantai Cemara Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Parameter kualitas air menunjukkan nilai suhu memiliki nilai terendah sebesar 30 °C dan nilai tertinggi sebesar 34 °C, pH berkisar antara memiliki nilai terendah sebesar 7,1 dan nilai tertinggi sebesar 7,8 dan nilai salinitas memiliki nilai terendah sebesar 4 ppm dan nilai tertinggi sebesar 6 ppm. Nilai suhu dan pH optimal bagi kehidupan mangrove, sedangkan nilai salinitas masih berada dibawah baku mutu sehingga belum optimal bagi kehidupan mangrove.
2.
 - a) Kandungan logam berat Pb pada air laut memiliki nilai paling rendah sebesar 0,3766 ppm dan tertinggi sebesar 0,4644 ppm, Kandungan Logam berat Pb pada perairan laut telah melebihi batas baku mutu sesuai dengan (KEPMEN LH No. 51 Tahun 2004). ;
 - b) Kandungan logam berat Pb pada sedimen memiliki nilai paling rendah sebesar 2,052 ppm dan paling tinggi sebesar 2,754 ppm. ;
 - c) Kandungan logam berat Pb pada akar mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) memiliki nilai paling rendah sebesar 0,1352 ppm dan paling tinggi sebesar 0,1568 ppm. Berdasarkan analisis statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kandungan logam pada beberapa stasiun yang ada.
3.
 - a) Kandungan logam berat Cu pada air laut memiliki nilai paling rendah sebesar 0,4807 ppm dan paling tinggi sebesar 0,5894 ppm, Kandungan Logam berat Cu pada perairan laut telah melebihi batas baku mutu sesuai dengan (KEPMEN LH No. 51 Tahun 2004). ;

b) Kandungan logam berat Cu pada sedimen memiliki nilai paling rendah sebesar 2,125 ppm dan paling tinggi sebesar 2,541 ppm. ;

c) Kandungan logam berat Cu pada akar mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) memiliki nilai paling rendah sebesar 0,1547 ppm dan paling tinggi sebesar 0,1848 ppm. Berdasarkan analisis statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kandungan logam pada beberapa stasiun yang ada.

4. Nilai BCF pada logam berat Pb memiliki nilai terendah sebesar 0,4909 dan tertinggi sebesar 0,7387 dan nilai BCF pada logam berat Cu yaitu memiliki nilai terendah sebesar 0,6642 dan tertinggi sebesar 0,7548. Nilai BCF yang didapatkan baik pada logam berat Pb dan Cu yang didapatkan menunjukkan tumbuhan mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) di kawasan Pantai Cemara menunjukkan tipe BCF ekskluder.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan perlu adanya penyuluhan kepada masyarakat sekitar agar melindungi, merawat, menjaga dan melestarikan vegetasi mangrove di kawasan Pantai Cemara Kabupaten Banyuwangi yang dibantu oleh pihak pemerintah setempat. Perlu diadakan penelitian analisis kandungan logam berat dengan parameter dan spesies yang lebih beragam. Hal tersebut bermanfaat agar dapat dilakukan pengelolaan yang tepat agar ekosistem mangrove dapat dimanfaatkan secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Ahsanullah, M dan G. H. Arnott. 1978. Acute Toxicity of Copper, Cadmium and Zinc to Larvae of The Crab, *Paragrapsus quaddentatus* (H. Milne Edwards) and Implication for Water Quality Criteria. *Aust. J. Marine Freshwater, Res.* **29**(1-4): 1-55.

Ajeng, A. B dan P. Wesen. Penyisihan Logam Berat Timbal (Pb) dengan Proses Fitoremediasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan.* **5**(2) : 17-23.

Amalia, F.R., T. Wijayanti dan N.S. Rahayu. 2018. Pemetaan dan Peningkatan Kualitas Layanan Jasa Wisata Pantai Cemara Banyuwangi. *Journal of Tourism and Creativity.* **2**(2) : 178 -189.

Anugra, F, H. Umar dan B. Toknok. 2014. Tingkat Kerusakan Hutan Mangrove Pantai Di Desa Malakosa Kecamatan Balinggi Kabupaten Parigi Moutong. *Warta Rimba.* **2**(1): 54-61.

Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC). 2000. ANZECC Interim Sediment Quality Guidelines. Report for the environmental research institute of the supervising scientist. Sydney, australia.

Badan Pengawas Obat dan Makanan RI. 2010. Mengenal Logam Beracun. Jakarta.

Caroline, J dan G. A. Moa. 2015. Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) pada Limbah Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III. (3) :733-744.

Connel, D. W dan G. J. Miller. 2006. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran . Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. New York.

Dahuri, R, J. Rais, S. P. Ginting, M. J. Sitepu. 1996. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. Jakarta. PT Pradnya Paramita. Jakarta.

Darmono. 1995. Logam dalam Sistem Biologi Mahkluk Hidup. UI Press. Jakarta.

Dewi, A.T.K dan M. Yuniartik. 2019. Potensi Pantai Cemara, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur Sebagai Kawasan Ekowisata. *Journal of Fisheies and Marine Research.* **3**(3): 351-358

Efendi, E. 2015. Akumulasi Logam Cu, Cd dan Pb pada Meiofauna Intertidal dan Epifit di Ekosistem Lamun Monotipic (*Enhalus acoroides*) Teluk Lampung. *AQUASAINS Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan.* 279-288.

Fadhilah, A., H. Hamdani dan A. Sahidin. 2018. Daya Serap Akar Mangrove *Avicennia marina* Terhadap Logam Berat Timbal (Pb) Di Perairan Taman

Wisata Alam Sungai Angke Kapuk Jakarta. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. **8(2)**: 80-86.

Ginting, P. 2007. Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri. Bandung: CV. Yrama Widya.

Gusnita, D. 2012. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal. Peneliti Bidang Komposisi Atmosfer. LAPAN. **13(3)** : 95-101.

Hamiku. 2013. *Artikel Tentang Tanaman Penyerap Zat Beraacun di Udara*. Online :<http://rizkyfauzi19.blogspot.com/2013/12/artikel-tentang-tanaman-penyerap-zat.html>. Tanggal akses 10 Maret 2020.

Hananingtyas, I. 2017. Studi Pencemaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Ikan Tongkol (*Euthynnus sp.*) di Pantai Utara Jawa. *Biotropic*. **1(2)**: 41-50.

Handayanto, E., Y. Nuraini., N. Muddarisna., N. Syam dan A. Fiqri. 2017. Fitoremediasi dan *Phytomining* Logam Berat Pencemar Tanah. UB Press. Malang, Jawa Timur.

Haneda, N. F, C. Kusmana dan F. D. Kusuma. 2013. Keanekaragaman Serangga di Ekosistem Mangrove. *Jurnal Silvikultur Tropika*. **4(1)**: 42-46.

Hardiani, H. 2009. Potensi Tanaman dalam Mengakumulasi Logam Cu pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri kertas. *Bioscience*. **44(1)** : 27 – 40.

Hendrasarie, N. 2007. Kajian Efektifitas Tanaman dalam menyerap Kandungan Pb di Udara. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*. **3(2)**: 1-15.

Hidayah, A. M ., Purwanto dan T. R. Soeprobowati. 2014. Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di Karamba Danau Rawa Pening. *Bioma*. **6(1)** : 1 – 9.

Hutagalung, H, P. 1984. Logam Berat dalam Lingkungan Laut. *Oseana*. **9(1)**: 11-20.

_____. 1991. Pencemaran Laut oleh Logam Berat dalam Beberapa Perairan Indonesia. Pustlitbang. Oseanologi LIPI. Jakarta. Hlm 45 – 59.

Idris, I. 2001. Kebijakan Pengelolaan Pesisir Terpadu di Indonesia. Pusat Riset Teknologi Kelautan. Badan Riset kelautan dan Perikanan. Jakarta.

Inthorn, D., N. Sidtoon, S. Silapanuntakul dan A. Incharoensakdi. 2002. Sorption Of Mercury, Cadmium And Lead By Microalgae. *Science Asiai*. 253-261.

Irawanto, R. 2009. Inventarisasi Koleksi Tanaman Air Berpotensi WWG di Kebun Raya Purwodadi. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Lingkungan IV-ITS. Surabaya.

- _____, A. Damayanti., B. V. Tangahu dan I. F. Purwanti. 2015. Konsentrasi Logam Berat (Pb dan Cd) pada Bagian Tumbuhan Akuatik *Coix lacryma-jobi* (Jali). *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*. **1**(1) : 147-155.
- Irharni, S. Pandia, E. Purba dan W. Hasan. 2017. Serapan Logam Berat Esensial dan Non Esensial pada Air Lindi TPA Kota Banda Aceh dalam Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan. *Serambi Engineering*. **2**(3): 134-140.
- Ismail, F. 2018. Statistika untuk Penelitian Pendidikan dan Ilmu-Ilmu Sosial. Prenadamedia Group. Jakarta.
- Juhriah dan M. Alam. 2016. Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) pada Tanah dengan Tanaman *Celosia plumosa* (Voss) Burv. *Jurnal Biologi Makassar*. **1**(1) : 1-8.
- Juniawan, A., B. Rumhayati dan B. Ismuyanto. 2013. Karakteristik Lumpur Lapindo dan Fluktuasi Logam Berat Pb dan Cu pada Sungai Porong dan Aloo. *Sains dan Terapan Kimia*. **7**(1) : 50-59.
- Kennish, M. J. 1994. *Practical Handbook of Marine Science*, Second Edition. CRC. Press. Inc. Boca Raton.
- Khairuddin, M. Yamin dan A. Syukur. 2018. Anaisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Mangrove Sebagai Biodikator di Teluk Bima. *Jurnal Biologi Tropis*. **18**(1): 69-79.
- Kolehmainen, S., T. Morgan dan R. Castro. 1974. Mangrove Root Communities in A Thermally altered Area in Guayanilla Bay. In Gibson, J.W., and R.R. Shartz Thermal Ecology. US. Atomic Energy Commission.
- Kordi, K. M. Ghufuran dan A. B. Tanjung. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Laboratorium Halal Center Unisma. 2019. *Housemethods*. Laboratorium Pusat dan Halal Center. Universitas Islam Malang.
- Maniagasi, R., S. S. Tumembouw dan Y. Mundeng. 2013. Analisis Kualitas Fisika Kimia Air di Areal Budidaya Ikan Danau Tondano Provinsi Sulawesi Utara. *Budidaya Perairan*. **1**(2): 29-37.
- Maslukah, L. 2013. Hubungan Antara Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cd, Cu dan Zn) dengan Bahan Organik dan Ukuran Butir Sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*. **2**(1): 55-62.
- Mc Lean, S. E dan B. E. Bledose. 1992. Behaviour of Metal in Soils. EPA Ground water Issue.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. *Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut*. Jakarta.

Nazaruddin, I dan A. T. Basuki. 2015. Analisis Statistik dengan SPSS. Danisa Media. Yogyakarta.

Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta.

Noor, Y.R., M. Khazali dan I. N. N. Suryadiputra. 1999. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Wetlands International Indonesia Programme, PKAWI-IP. Bogor.

Nur, M., C.Z. Harun dan S. Ibrahim. 2016. Manajemen sekolah dalam meningkatkan mutu pendidikan pada SDN Dayah Guci Kabupaten Pidie. *Jurnal Administrasi Pendidikan Pascasarjana Universitas Syiah Kuala*. 4(1): 93-103.

Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.

Permanawati, Y., R. Zuraida dan A. Ibrahim. 2013. Kandungan Logam Berat (Cu, Zn, Cd dan Cr) dalam Air dan Sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Geologi Kelautan*. 11(1) : 9-16.

Prasetio, H, A. I. S. Purwiyanto dan A. Agussalim. 2016. Analisis Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Dalam Plankton di Muara Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspri Journal*. 8(2): 73-82.

Pratiwi, M. A dan N. M. Ernawati. 2016. Analisis Kualitas Air dan Kepadatan Moluska pada Kawasan Ekosistem mangrove, Nusa Lembongan. *Jurnal of Marine and Aquatic Sciences*. 2(2): 67-72.

Purnomo, R. A. 2017. Analisis Statistik Ekonomi dan Bisnis dengan SPSS. CV Wade Group. Ponorogo.

Rachmawati, R., D. Yona dan R. D. Kasitowati. 2018. Potensi Mangrove *Avicennia alba* Sebagai Agen fitoremediasi Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) di Perairan Wonorejo, Surabaya. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 7(3): 227-236.

Rahim, S dan Baderan, D. W. K. 2017. Hutan Mangrove dan Pemanfaatannya. Deepublish. Yogyakarta.

Rianda, B., R. A. T. Nuraini dan Sunaryo. 2019. Konsentrasi Logam Pb di *Enhalus acoroides* LF. Royle 1839 (Angiosperms: Hydrocharitaceae) dan Lingkungannya di Perairan Kartini dan Teluk Awur, Jepara. *Journal of Marine Research*. 8(2): 141-148.

Romimohtarto, K dan Juwana, S. 2007. Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan tentang Biota Laut. Jakarta : Djambatan.

Said, N.I. 2010. Metoda Penghilangan Logam Berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni dan Zn) di dalam Air Limbah Industri. *Jurnal Air Indonesia*. 6(2): 136-148.

Sanadi, T.H, J. N. W. Schadu, S. O. Tilaar, D. Mantiri, R. Bara dan W. Pelle. 2018. Analisis Logam Berat Timbal (Pb) pada Akar Mangrove di Desa

Bahowo dan Desa Talawan Bajo Kecamatan Tongkaina. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. **2(1)**: 9-18.

Sari, S. H. J dan L. I. Harlyan. 2015. Kelayakan Kualitas Perairan Sekitar Mangrove Center Tuban untuk Aplikasi Alat Pengumpul Kerang Hijau (*Perna viridis* L.). *Research Journal of Life Science*. **2(1)**: 60-68.

Sari, S. H. J., J. F. A. Kirana dan Guntur. 2017. Analisis Kandungan Logam Berat Hg dan Cu Terlarut di Perairan Pesisir Wonorejo, Pantai Timur Surabaya. *Jurnal Pendidikan Geografi*. **22(1)**: 1-9.

Sawestri, S. 2006. Kandungan Logam dalam Tubuh Cacing Laut *Namalycastis abiuma* (polychaeta : nereidae) dari Teluk Jakarta (Scripsi). Surakarta : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret. 32 hal.

Senen, H., M.T. Lasut dan J. S. Tasirin. 2018. Deskripsi Vegetasi Hutan Mangrove di Desa Pungkol Kecamatan Tatapaan. *Cocos*. **1(2)** : 1-13.

Setiawan, H. 2013. Akumulasi dan Distribusi Logam Berat pada Vegetasi Mangrove di Perairan Pesisir Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. **7(1)**: 12-24.

Setyawan, A.D dan K. Winarno. 2006. Pemanfaatan Langsung Ekosistem Mangrove di Jawa Tengah dan Penggunaan Lahan di Sekitarnya; Kerusakan dan Upaya Restorasinya. *Biodiversitas*. **7(3)**: 282-291.

Shinta, E. 2016. Penyisihan Konsentrasi Pb Menggunakan Typha Latifolia dengan Metode Sub-Furface Flow Constructed Wetland. *Jurnal Fteknik*. **3(1)**.

Siaka, I. M., N. G. A.M. D. A. Suastuti dan I. P. B. Mahendra. 2016. Distribusi Logam Berat Pb dan Cu pada Air Laut, Sedimen dan Rumput Laut di Perairan Pantai Pandawa. *Jurnal Kimia*. **10(2)**: 190-196.

Sidjabat, M.M. 1974. Pengantar Oseanografi. Institut Pertanian Bogor : 238 pp

Sinaga, E. K., Z. Matondang dan H. Sitompul. 2019. Statistika : Teori dan Aplikasi Pendidikan. Yayasan Kita Menulis. Medan, Sumatera Utara.

Sudarwin. 2008. Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cd) pada Sedimen Aliran Sungai dari Tempat Pembuangan Akhir TPA Sampah Jatibarang Semarang. Universitas Diponegoro.

Sugiyanto, R. A. N, D. Yona, S. H. Julianda. 2016. Analisis Daya Serap Akar Mangrove *Rhizopora mucronata* dan *Avicennia marina* terhadap Logam Berat Pb dan Cu di Pesisir Probolinggo, Jawa Timur. Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan VI. 488-492.

_____, D. Yona dan R.D. Kasitowati. 2016. Analisis Akumulasi logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Lamun *Enhalus*

acoroidea sebagai Agen Fitoremediasi di Pantai Paciran, Lamongan. *Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan*. VI: 449-455.

Sukmadinata, N. S., 2012. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.

Supriyantini, E dan N. Soenardjo. 2015. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Akar dan Buah Mangrove *Avicennia marina* di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*. **18**(2): 98-106.

Suryabrata, S. 2012. *Metodologi Penelitian*. Raja Grafindo Persada. Jakarta

Suryono. 2013. *Tanaman Air Kebun Raya Bogor*. Kebun Raya Bogor. Bogor. **1**(5).

_____, C.A. 2016. Akumulasi Logam Berat Cr, Pb dan Cu dalam sedimen dan Hubungannya dengan Organisme Dasar di Perairan Tugu Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*. **19**(2): 143-149.

Susantoro, T. M., D. Sunarjanto dan A. Andayani. 2015. Distribusi Logam Berat pada Sedimen di Perairan Muara dan Laut Propinsi Jambi. *Jurnal Kelautan Nasional*. **10**(1) : 1-11.

Tsao, D. T. 2003. *Phytoremediation, Advance in Biochemical Engineering Biotechnology*. **78**. Berlin Heidelberg: Springer

Wahyuni, S., B. Sulardiono dan B. Hendrarto. 2015. Strategi Pengembangan Ekowisata Mangrove Wonorejo, Kecamatan Rungkut Surabaya. *Diponegoro Journal Of Maquares*. **4**(4): 66-70.

Warpur, M. 2016. Struktur Vegetasi Hutan Mangrove dan Pemanfaatannya di Kampung Ababai di Distrik Supiori Selatan Kabupaten Supiori. *Jurnal Biodjati*. **1**(1): 19-26.

Widiyana, D. 2016. Pengaruh Model Pembelajaran ARIAS (*Assurance, Relevance, Interest, Assessment and Satisfaction*) terhadap Peningkatan Hasil Belajar KKPI pada Siswa Kelas X SMK Negeri 1 Pedan. Thesis. Universitas Negeri Yogyakarta.

Wilson, J. G. 1988. *The Biology of Estuarine Management Croom Helm*. London.

Yudhoyono, A dan D.G. Sukarya. 2013. *3500 Plant Species of The Botanic Gardens of Indonesia*. PT. Sukarya dan Sukarya Pendetama. Jakarta.

Zulkoni, A., D. Rahyuni dan Nasirudin. 2017. Pengaruh Pemangkasan Akar Jati dan Inokulasi Jamur *Mikoriza arbuskula* terhadap Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri di Kokap Kulonprogo Yogyakarta. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. **24**(1) : 17 –

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan

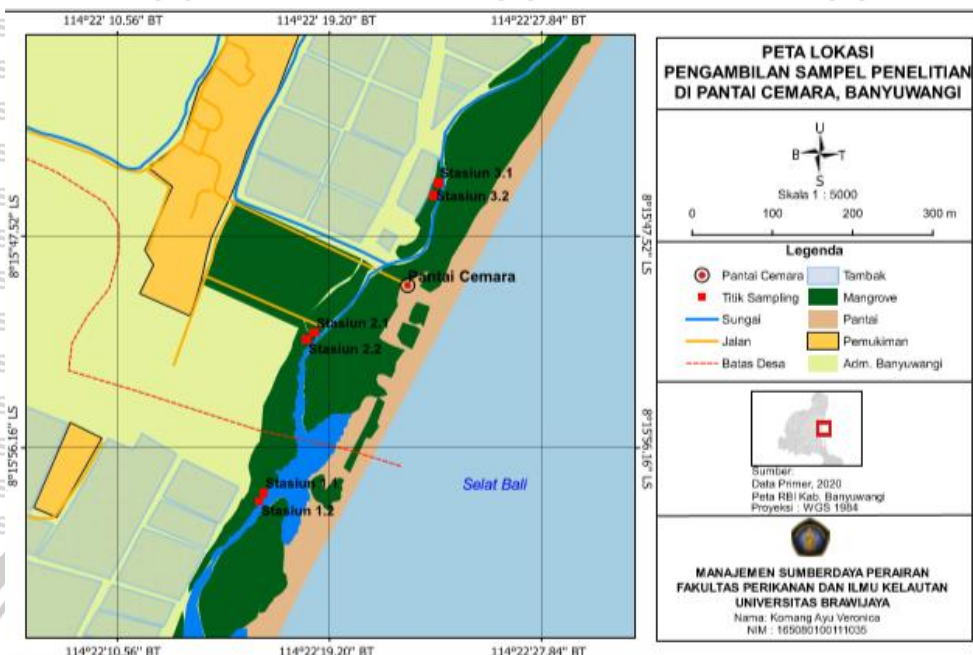
a. Adapun Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

No	Alat	Fungsi
1.	Gergaji	Untuk memotong sampel akar jeruju
2.	Plastik Sampel	Untuk wadah sampel akar dan sedimen
3.	Pisau	Untuk memotong sampel akar jeruju menjadi ukuran lebih kecil
4.	Botol 600 ml	Untuk wadah sampel air
5.	Pipa 30cm	Untuk megambil sampel sedimen
6.	Thermometer	Untuk mengukur suhu
7.	pH pen	Untuk mengukur pH
8.	Refraktometer	Untuk mengukur salinitas
9.	Pipet Tetes	Untuk mengambil larutan

No	Bahan	Fungsi
1.	Tisu	Sebagai pembersih alat yang digunakan
2.	Sampel Air	Sebagai sampel yang diidentifikasi
3.	Aquadest	Sebagai larutan kalibrasi



Lampiran 2. Peta Stasiun Pengamatan



Lampiran 3. Hasil Uji AAS untuk Pb



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

Jalan Mayjend Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144 Indonesia Telp 0341 551932 ext 146 Faks. 0341 552249 E-mail : halalcenter@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

Hasil Uji AAS untuk Logam Berat Pb

Sample masuk : 20 Feb 2020
Pemilik Sampel : Komang Ayu

No	Nama	Conc. (ppm)	Abs.
1	Air 1	0,4092	0,0055
2	Air 1	0,4026	0,0054
3	Air 1	0,4102	0,0059
4	Air 2	0,4382	0,0103
5	Air 2	0,4438	0,0104
6	Air 2	0,4508	0,0103
7	Air 3	0,4428	0,0087
8	Air 3	0,4671	0,0076
9	Air 3	0,4644	0,0087
10	Sedimen 1	2,532	0,0023
11	Sedimen 1	2,376	0,0031
12	Sedimen 1	2,424	0,0029
13	Sedimen 2	2,064	0,0036
14	Sedimen 2	2,028	0,0041
15	Sedimen 2	2,052	0,0033
16	Sedimen 3	2,232	0,0022
17	Sedimen 3	2,196	0,0026
18	Sedimen 3	2,232	0,0029
19	Akar 1	0,1408	0,0034
20	Akar 1	0,1528	0,0043
21	Akar 1	0,1488	0,0038
22	Akar 2	0,1572	0,0037
23	Akar 2	0,1524	0,0034
24	Akar 2	0,1516	0,0041
25	Akar 3	0,1312	0,0056
26	Akar 3	0,1304	0,0053
27	Akar 3	0,1392	0,0046





UNIVERSITAS ISLAM MALANG
(UNISMA)
LABORATORIUM PUSAT DAN HALAL CENTER

Jalan Mayjend Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144 Indonesia Telp 0341 551932 ext 146 Faks. 0341 552249 E-mail : halalcenter@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

Hasil Uji AAS untuk Logam Berat Pb

Sample masuk : 27 Feb 2020

Pemilik Sampel : Komang Ayu

No	Nama	Conc. (ppm)	Abs.
1	Air 1	0,4224	0,0024
2	Air 1	0,4584	0,0031
3	Air 1	0,4464	0,0029
4	Air 2	0,4716	0,0025
5	Air 2	0,4572	0,0028
6	Air 2	0,4548	0,0031
7	Air 3	0,3936	0,0045
8	Air 3	0,3912	0,0056
9	Air 3	0,3776	0,0049
10	Sedimen 1	2,652	0,0027
11	Sedimen 1	2,856	0,0025
12	Sedimen 1	2,754	0,0026
13	Sedimen 2	2,366	0,0035
14	Sedimen 2	2,468	0,0036
15	Sedimen 2	2,162	0,0038
16	Sedimen 3	2,468	0,0032
17	Sedimen 3	2,366	0,0037
18	Sedimen 3	2,162	0,0034
19	Akar 1	0,1388	0,0045
20	Akar 1	0,1334	0,0044
21	Akar 1	0,1352	0,0045
22	Akar 2	0,1476	0,0036
23	Akar 2	0,1557	0,0033
24	Akar 2	0,1548	0,0034
25	Akar 3	0,1584	0,0015
26	Akar 3	0,1524	0,0015
27	Akar 3	0,1568	0,0011

UNISMA dari NU untuk Indonesia dan Peradaban Dunia



Lampiran 4. Hasil Uji AAS untuk Cu



UNIVERSITAS ISLAM MALANG
(UNISMA)

LABORATORIUM PUSAT DAN HALAL CENTER

Jalan Mayjend Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144 Indonesia Telp 0341 551932 ext 146 Faks. 0341 552249 E-mail : halalcenter@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

Hasil Uji AAS untuk Logam Berat Cu

Sample masuk : 20 Feb 2020

Pemilik Sampel : Komang Ayu

No	Nama	Conc. (ppm)	Abs.
1	Air 1	0,4928	0,0089
2	Air 1	0,5192	0,0087
3	Air 1	0,5082	0,0091
4	Air 2	0,5768	0,0068
5	Air 2	0,5852	0,0072
6	Air 2	0,5894	0,0074
7	Air 3	0,5222	0,0076
8	Air 3	0,5236	0,0081
9	Air 3	0,5208	0,0082
10	Sedimen 1	2,136	0,0055
11	Sedimen 1	2,237	0,0055
12	Sedimen 1	2,264	0,0059
13	Sedimen 2	2,396	0,0032
14	Sedimen 2	2,377	0,0036
15	Sedimen 2	2,329	0,0042
16	Sedimen 3	2,132	0,0075
17	Sedimen 3	2,096	0,0069
18	Sedimen 3	2,125	0,0066
19	Akar 1	0,1568	0,0035
20	Akar 1	0,1652	0,0039
21	Akar 1	0,1617	0,0043
22	Akar 2	0,1484	0,0056
23	Akar 2	0,1526	0,0053
24	Akar 2	0,1547	0,0044
25	Akar 3	0,1711	0,0063
26	Akar 3	0,1618	0,0063
27	Akar 3	0,1604	0,0064





**UNIVERSITAS ISLAM MALANG
(UNISMA)**

LABORATORIUM PUSAT DAN HALAL CENTER

Jalan Mayjend Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144 Indonesia Telp 0341 551932 ext 146 Faks. 0341 552249 E-mail : halalcenter@unisma.ac.id Website: unisma.ac.id

Hasil Uji AAS untuk Logam Berat Cu

Sample masuk : 27 Feb 2020

Pemilik Sampel : Komang Ayu

No	Nama	Conc. (ppm)	Abs.
1	Air 1	0,4818	0,0056
2	Air 1	0,4664	0,0056
3	Air 1	0,4928	0,0065
4	Air 2	0,4972	0,0083
5	Air 2	0,5104	0,0084
6	Air 2	0,4906	0,0089
7	Air 3	0,4851	0,0061
8	Air 3	0,4763	0,0057
9	Air 3	0,4807	0,0057
10	Sedimen 1	2,464	0,0031
11	Sedimen 1	2,596	0,0035
12	Sedimen 1	2,541	0,0046
13	Sedimen 2	2,332	0,0045
14	Sedimen 2	2,398	0,0052
15	Sedimen 2	2,376	0,0048
16	Sedimen 3	2,453	0,0048
17	Sedimen 3	2,486	0,0044
18	Sedimen 3	2,464	0,0044
19	Akar 1	0,1792	0,0073
20	Akar 1	0,1888	0,0076
21	Akar 1	0,1848	0,0077
22	Akar 2	0,1696	0,0048
23	Akar 2	0,1744	0,0052
24	Akar 2	0,1728	0,0046
25	Akar 3	0,1784	0,0061
26	Akar 3	0,1808	0,0064
27	Akar 3	0,1792	0,0065

UNISMA dari NU untuk Indonesia dan Peradaban Dunia



Lampiran 5. Perhitungan Nilai BCF

a. Perhitungan Nilai BCF pada Logam Berat Pb

Pengulangan 1		Pengulangan 2	
Stasiun 1 :	$\frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}{\text{Logam Berat Pb pada Sedimen}}$	Stasiun 1 :	$\frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}{\text{Logam Berat Pb pada Sedimen}}$
	$\frac{0,1488}{0,2424}$		$\frac{0,1488}{0,2424}$
	: 0,0613		: 0,0490
Stasiun 2 :	$\frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}{\text{Logam Berat Pb pada Sedimen}}$	Stasiun 2 :	$\frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}{\text{Logam Berat Pb pada Sedimen}}$
	$\frac{0,1516}{0,2052}$		$\frac{0,1548}{0,2162}$
	: 0,0738		: 0,0716
Stasiun 3 :	$\frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}{\text{Logam Berat Pb pada Sedimen}}$	Stasiun 3 :	$\frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}{\text{Logam Berat Pb pada Sedimen}}$
	$\frac{0,1392}{0,2232}$		$\frac{0,1568}{0,2162}$
	: 0,0623		: 0,725



b. Perhitungan Nilai BCF pada Logam Berat Cu

Pengulangan 1	Pengulangan 2
<p>Stasiun 1 : $\frac{\text{Logam Berat Cu pada Akar}}{\text{Logam Berat Cu pada Sedimen}}$</p> $: \frac{0,1617}{0,2264}$ <p>: 0,0714</p>	<p>Stasiun 1 : $\frac{\text{Logam Berat Cu pada Akar}}{\text{Logam Berat Cu pada Sedimen}}$</p> $: \frac{0,1848}{0,2541}$ <p>: 0,0727</p>
<p>Stasiun 2 : $\frac{\text{Logam Berat Cu pada Akar}}{\text{Logam Berat Cu pada Sedimen}}$</p> $: \frac{0,1547}{0,2329}$ <p>: 0,0664</p>	<p>Stasiun 2 : $\frac{\text{Logam Berat Cu pada Akar}}{\text{Logam Berat Cu pada Sedimen}}$</p> $: \frac{0,1728}{0,2376}$ <p>: 0,0727</p>
<p>Stasiun 3 : $\frac{\text{Logam Berat Cu pada Akar}}{\text{Logam Berat Cu pada Sedimen}}$</p> $: \frac{0,1604}{0,1212}$ <p>: 0,0754</p>	<p>Stasiun 3 : $\frac{\text{Logam Berat Cu pada Akar}}{\text{Logam Berat Cu pada Sedimen}}$</p> $: \frac{0,1792}{0,2464}$ <p>: 0,0727</p>



Lampiran 6. Dokumentasi Pengambilan Sampel



Pengambilan Sampel Air



Pengambilan Sampel Sedimen



Pengambilan Sampel Akar Jeruju



Pengamatan Parameter Suhu



Pengamatan Parameter Salinitas



Pengamatan Parameter pH