

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA
MANGROVE *Sonneratia alba* DI PANTAI EKOWISATA
KAMPUNG BLEKOK, KABUPATEN SITUBONDO, JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh:

**ANGGYTA AMELIA RAHMAWATI
NIM. 175080101111034**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**



**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA
MANGROVE *Sonneratia alba* DI PANTAI EKOWISATA
KAMPUNG BLEKOK, KABUPATEN SITUBONDO, JAWA TIMUR**

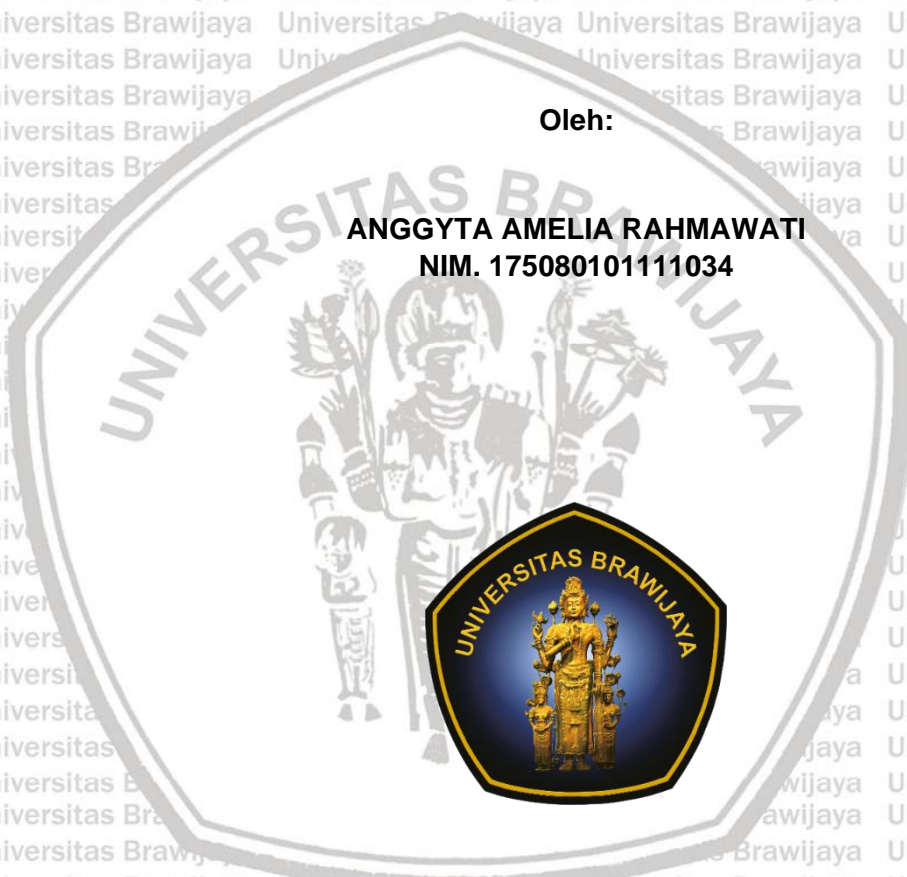
SKRIPSI

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

Oleh:

ANGGYTA AMELIA RAHMAWATI

NIM. 175080101111034



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**

SKRIPSI

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA MANGROVE
Sonneratia alba DI PANTAI EKOWISATA KAMPUNG BLEKOK,
KABUPATEN SITUBONDO, JAWA TIMUR**

Oleh:

**ANGGYTA AMELIA RAHMAWATI
NIM. 175080101111034**

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 2 Juli 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui,
Ketua Jurusan



(Dr. Ir. M. Firdaus, MP)
NIP. 196809192005011001
Tanggal: 7/14/2021

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

(Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si)
NIP. 19610303 198602 2 001
Tanggal: 7/10/2021



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anggyta Amelia Rahmawati

NIM : 175080101111034

Judul Skripsi : Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Mangrove *Sonneratia alba* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah, tabel, gambar maupun ilustrasi lainnya yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi. Jika terdapat karya / pendapat / penelitian dari orang lain, maka saya telah mencantumkan sumber yang jelas dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Brawijaya, Malang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Malang,

Anggyta Amelia Rahmawati
NIM.175080101111034

IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Mangrove *Sonneratia alba* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Nama Mahasiswa : Anggyta Amelia Rahmawati

NIM : 175080101111034

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si

Pembimbing 2 : -

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Dr. Yuni kilawati S.Pi., M.Si

Dosen Penguji 2 : Andi Kurniawan, S.Pi, M.Eng, D.Sc

Tanggal Ujian : 2 Juli 2021



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya ucapkan atas kehadiran Allah karena berkat dan rahmat-

Nya saya dapat menyelesaikan Laporan Skripsi. Pada Kesempatan ini izinkan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah S.W.T yang telah memberikan berkat, rahmat, kesehatan, kelancaran dan kemudahan dalam menyelesaikan Laporan Skripsi ini.
2. Keluarga tercinta yang selalu memberi kasih sayang, dukungan moril, materil serta doa restu selama proses pengerjaan laporan.
3. Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si. selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing, mengajarkan dan memberikan ilmu kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan dengan baik.
4. Seluruh karyawan DLH Situbondo yang telah membantu dan mempermudah urusan penelitian saya.
5. Alamanda, Pramita dan Yumna selaku sahabat baik seperjuangan sejak awal masuk kuliah yang selalu berbagi keluh kesah, informasi, ilmu, dan selalu memberi support kepada penulis hingga sampai saat ini.
6. Denta dan Vina selaku teman-teman seperbimbingan yang telah melakukan penelitian bersama dan berbagi informasi kepada penulis.
7. Seluruh kakak tingkat MSP 2016 yang telah memberikan wawasan, arahan, ilmu dan dukungan selama kegiatan awal penelitian hingga penyusunan Laporan Skripsi ini.
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu selama rangkaian penyusunan Laporan Skripsi ini.

Untuk lebih menyempurnakan laporan ini, penulis berharap adanya kritik dan saran membangun dari semua pihak yang membaca demi kesempurnaan

Laporan Skripsi ini dan apabila ada kata-kata yang kurang berkenan bagi pembaca baik disengaja atau tidak sengaja, penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Penulis berharap semoga Laporan Skripsi ini dapat berguna bagi kita semua di masa yang akan datang. Atas perhatian dan dukungannya, penulis mengucapkan terima kasih.



RINGKASAN

Anggyta Amelia Rahmawati. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Mangrove *Sonneratia alba* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur (Dibawah bimbingan **Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si**).

Wilayah pesisir merupakan daerah peralihan antara ekosistem perairan laut dan daratan yang dipengaruhi oleh perubahan laut dan daratan. Wilayah pesisir menjadi penampungan akhir limbah dari kegiatan wilayah perkotaan yang kemudian terbawa sungai hingga ke wilayah pesisir dan laut lepas. Pantai Ekowisata Kampung Blekok berlokasi diantara muara sungai yaitu Sungai Pagedungan, sehingga diduga masukan beban limbah dapat berasal dari sungai. Sebagaimana diduga limbah yang dibuang ke sungai dapat mengandung logam berat salah satunya timbal (Pb). Limbah logam Pb dapat berasal dari pemukiman yang membuang limbah anorganik (baterai, kaleng bekas, plastik, kertas dan komponen elektronik), perkapalan, industri baterai, cat serta dapat berasal dari bidang pertanian yang banyak menggunakan bahan pestisida hingga sampai di muara melalui air. Mangrove memiliki kemampuan menyerap bahan organik dan anorganik dari lingkungan ke dalam tubuh. Mangrove jenis *Sonneratia alba* merupakan salah satu jenis mangrove yang dapat ditemukan di sepanjang Pantai Ekowisata Kampung Blekok. *Sonneratia alba* termasuk jenis mangrove famili Sonneratiaceae yang memiliki kemampuan menyerap dan mengakumulasi logam berat dengan akar nafas yang berbentuk seperti pensil disebut dengan akar pasak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan logam berat Pb pada air, sedimen dan akar mangrove *Sonneratia alba*, menganalisis kemampuan penyerapan logam berat Pb pada akar mangrove *Sonneratia alba* melalui perhitungan BCF (*Bio Concentration Factor*) dan menganalisis kondisi dari parameter kualitas air dan sedimen pada lingkungan mangrove *Sonneratia alba*.

Penelitian dilaksanakan di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur pada tanggal 27 Maret 2021. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Pengambilan sampel dan pengamatan menggunakan teknik *purposive sampling* pada 4 stasiun. Stasiun 1 berada di ujung daerah pasang surut, stasiun 2 berdekatan dengan pelabuhan dan tambak, stasiun 3 berada di daerah muara sungai, dan stasiun 4 berdekatan dengan pemukiman warga, galangan kapal dan aktivitas industri. Setiap stasiun terdapat 2 titik *sub sampling* dengan menggunakan 2 buah *belt transect* (transek quadran) berukuran 5 x 5 m dengan interval 10 m antar transek. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengkomposit sampel yang diambil pada transek 1 dan 2 yang diambil pada stasiun yang sama. Pengambilan sampel penelitian semua dilakukan secara insitu. Pengukuran kualitas air dan sedimen berupa parameter fisika dan kimia meliputi pengukuran suhu, pH, salinitas dan pH sedimen diamati langsung dilapang. Sampel logam berat berupa sampel air, sedimen dan akar mangrove *Sonneratia alba* dilakukan analisis di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Malang, selanjutnya dianalisis menggunakan BCF, sedangkan pengukuran analisis tekstur sedimen dilaksanakan di Laboratorium Eksplorasi Sumberdaya Perikanan dan Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Brawijaya, Malang.

Hasil kandungan logam berat Pb pada air disekitar kawasan mangrove *Sonneratia alba* berkisar antara 0,0923 – 0,0978 ppm, kandungan tertinggi terdapat pada stasiun 4 yang berdekatan dengan pemukiman, aliran buangan limbah domestik, dan limbah pabrik, berdasarkan hasil tersebut kandungan logam berat Pb pada air telah melebihi batas baku mutu (PP No.22 Tahun 2021). Kandungan logam berat Pb pada sedimen disekitar kawasan mangrove *Sonneratia alba* berkisar antara 0,1243 – 0,2225 ppm, kandungan tertinggi terdapat pada stasiun 1 diduga karena lokasi pada stasiun ini berada di daerah pasang surut dan banyaknya sampah organik dan anorganik didalam sedimen, berdasarkan hasil tersebut kandungan logam berat Pb pada sedimen masih berada pada level dibawah baku mutu (AN-ZECC/ARMCANZ 2000, CCME 2002, NOAA 1999, US-EPA 2004, OSPAR 2000 dan SEPA 2000). Kandungan logam berat Pb pada akar mangrove *Sonneratia alba* berkisar antara 0,0951 – 0,13 ppm, kandungan tertinggi terdapat pada stasiun 2, berdasarkan hasil tersebut kandungan logam berat Pb pada akar *Sonneratia alba* masih berada pada kisaran normal untuk logam berat pada tumbuhan (Fitriana *et al.*, 2017). Parameter kualitas air menunjukkan nilai suhu berkisar antara 29,6 – 37,8°C yang menunjukkan hasil dari semua stasiun optimal bagi kehidupan mangrove, pH berkisar antara 7,27 – 7,80 juga menunjukkan hasil optimal bagi kehidupan mangrove di semua stasiun dan nilai salinitas berkisar antara 15 – 35 ppt yang menunjukkan hasil antara dibawah dan diatas baku mutu sehingga nilai salinitas menunjukkan pada stasiun 1, 3 dan 4 optimal bagi kehidupan mangrove, sedangkan pada stasiun 2 belum optimal bagi kehidupan mangrove. Parameter sedimen menunjukkan nilai pH berkisar antara 5,8 – 6,8. Hasil tekstur sedimen menunjukkan pada stasiun 1 dan stasiun 2 didapatkan hasil jenis sedimen yang didominasi oleh *sand* (pasir) yaitu sekitar 95% lebih kasar butirannya dibanding stasiun lain. Stasiun 3 didapatkan hasil jenis sedimen berupa pasir berlempung yang didominasi oleh *sand* yaitu sekitar 84% lebih halus butirannya dibanding stasiun 1 dan stasiun 2. Terakhir yaitu stasiun 4 didapatkan hasil jenis sedimen berupa lempung berpasir yang didominasi oleh *sand* yaitu sekitar 75% lebih halus butirannya dibanding stasiun 3. Nilai BCF pada pembagian akar dengan air yaitu berkisar antara 0,9906 – 1,3684. Nilai BCF pada pembagian akar dengan sedimen yaitu berkisar antara 0,4616 – 1,0459. Berdasarkan hasil dari pembagian akar dengan air, nilai BCF pada stasiun 1 dan 2 menunjukkan hasil *accumulator* dan pada stasiun 3 dan 4 menunjukkan *excluder*. Sedangkan berdasarkan hasil dari pembagian akar dengan sedimen, nilai BCF yang menunjukkan hasil *accumulator* hanya pada stasiun 2 saja, stasiun yang lain menunjukkan hasil *excluder*. *Accumulator* adalah tanaman yang dapat menimbun konsentrasi logam yang tinggi dalam jaringan tanamannya bahkan melebihi konsentrasi di dalam tanah, sedangkan *excluder* merupakan sifat dimana tumbuhan membatasi penyerapan logam berat pada lingkungannya baik sedimen maupun air.

SUMMARY

Anggyta Amelia Rahmawati. Analysis of Heavy Metal Lead (Pb) in Mangrove *Sonneratia alba* in Ecotourism Beach, Blekok Village, Situbondo Regency, East Java (The guidance of **Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si**).

The coastal area is a transitional area between marine and land water ecosystems that are affected by changes in the sea and land. Coastal areas become the final reservoir of waste from urban area activities which are then carried by rivers to coastal areas and the high seas. The Ecotourism Beach of Kampung Blekok is located between the mouth of the river, namely the Pagedungan River, so it is suspected that the input of the waste load can come from the river. As expected, waste discharged into rivers may contain heavy metals, one of which is lead (Pb). Pb metal waste can come from settlements that dispose of inorganic waste (batteries, used cans, plastics, paper, and electronic components), shipping, the battery industry, paint and can come from the agricultural sector, which uses a lot of pesticides to the estuary through water. Mangroves have the ability to absorb organic and inorganic materials from the environment into the body. The *Sonneratia alba* mangrove is a type of mangrove that can be found along the Ecotourism Beach of Kampung Blekok. *Sonneratia alba* is a type of mangrove in the Sonneratiaceae family which has the ability to absorb and accumulate heavy metals with breath roots that are shaped like pencils. The purpose of this study is to analyze the content of Pb in water, sediment and *Sonneratia alba* mangrove roots. This study also aims to analyze the absorption ability of Pb in *Sonneratia alba* mangrove roots through the calculation of BCF (Bio Concentration Factor) and to analyze the conditions of water quality and sediment parameters at the mangrove environment of *Sonneratia alba*.

This research was conducted at Ecotourism Beach Kampung Blekok Situbondo, East Java on March 27, 2021. The method used in this research is descriptive method. The data used are primary data and secondary data. Sampling and observation using purposive sampling technique at 4 stations. Station 1 is at the end of the tidal area, station 2 is adjacent to the port and ponds, station 3 is at the mouth of the river, and station 4 is close to residential areas, shipyards and industrial activities. Each station has 2 sub-sampling points using 2 belt transect (quadrant transects) measuring 5 x 5 m with an interval of 10 m between transects. Sampling was done by compositing samples taken on transects 1 and 2 taken at the same station. All research samples were taken in situ. Measurement of water and sediment quality in the form of physical and chemical parameters including measurements of temperature, pH, salinity and pH of the sediment were observed directly in the field. Heavy metal samples in the form of water, sediment and mangrove roots samples from *Sonneratia alba* were analyzed at the Chemical Laboratory of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences (FMIPA) Malang State University, then analyzed using BCF, while the measurement of sediment texture analysis was carried out at the Fisheries and Marine Resources Exploration Laboratory. Faculty of Fisheries and Marine Sciences (FPIK) Universitas Brawijaya, Malang.

The results of the heavy metal content of Pb in the water around the mangrove area of *Sonneratia alba* ranged from 0.0923 – 0.0978 ppm, the highest

content was found at station 4 which is adjacent to residential areas, domestic waste streams and factory waste, based on these results the heavy metal content of Pb the water has exceeded the quality standard limit (PP No.22, 2021). The content of heavy metal Pb in the sediments around the mangrove area of *Sonneratia alba* ranges from 0.1243 – 0.2225 ppm, the highest content is at station 1, presumably because the location at this station is in the tidal area and the amount of organic and inorganic waste in the sediment, based on these results. The content of heavy metal Pb in sediments is still below the quality standard (ANZECC / ARMCANZ 2000, CCME 2002, NOAA 1999, US-EPA 2004, OSPAR 2000 and SEPA 2000). The content of heavy metal Pb in the roots of *Sonneratia alba* mangrove roots ranged from 0.0951 to 0.13 ppm, the highest content was at station 2, based on these results the heavy metal content of Pb in the roots of *Sonneratia alba* still in the normal range for heavy metals in plants (Fitriah *et al.*, 2017). Water quality parameters show temperature values ranging from 29.6 – 37.8 °C which shows the results of all stations are optimal for mangrove life, pH ranges from 7.27 – 7.80 also shows optimal results for mangrove life at all stations and values Salinity ranges from 15 – 35 ppt which shows intermediate results below and above the quality standard so that the salinity value shows that at stations 1, 3 and 4 are optimal for mangrove life, while at station 2 it is not optimal for mangrove life. Sediment parameters indicate pH values ranging from 5.8 - 6.8. The results of the sediment texture show that at station 1 and station 2, the type of sediment is dominated by sand, which is about 95% coarser than the other stations. At station 3, the type of sediment obtained is in the form of clay sand which is dominated by sand. This sand has about 84% finer grains than station 1 and station 2. Finally, the results of station 4 show the type of sediment in the form of sandy clay which is dominated by sand. This sand is, about 75% finer than the grain station 3. The BCF value in the division of roots with water ranged from 0.9906 – 1.3684. The BCF value in the division of roots and sediments ranged from 0.4616 – 1.0459. Based on the results of dividing the roots with water, the BCF value at stations 1 and 2 shows the accumulator results and at stations 3 and 4 shows the excluder. Meanwhile, based on the results of dividing the roots with the sediment, the BCF value that shows the accumulator result is only exist at station 2, the other stations show the excluder results. Accumulators are plants that can accumulate high metal concentrations in their plant tissues and even exceed the concentrations in the soil, while excluders are a characteristic where plants limit the absorption of heavy metals in their environment, both sediment and water.

KATA PENGANTAR

Segala puji kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi

Muhammad SAW, sehingga saya dapat menyelesaikan usulan Laporan Skripsi

“Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Mangrove *Sonneratia alba* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa

Timur” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas

Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Saya mengucapkan

terimakasih sebesar-besarnya kepada Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si selaku dosen

pembimbing yang telah membantu penyusunan Laporan Skripsi.

Saya menyadari bahwa pada Laporan skripsi ini masih terdapat banyak

kekurangan. Oleh karena itu, saya sangat mengharapkan saran dan kritik yang

bersifat membangun demi kesempurnaan dalam penyusunan laporan selanjutnya

sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai. Aamiin.

Malang,

Anggyta Amelia Rahmawati

NIM. 175080101111034

DAFTAR ISI

Halaman

SAMPUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
IDENTITAS TIM PENGUJI	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Logam Berat	7
2.1.1. Logam Berat Timbal (Pb)	9
2.1.2. Pencemaran Logam Berat di Perairan	Error! Bookmark not defined.
2.2. Mangrove	10
2.2.1. Klasifikasi dan Deskripsi Mangrove <i>Sonneratia alba</i>	11
2.2.2. Fungsi dan Mekanisme Mangrove dalam Mengakumulasi Logam Berat	13
2.3. Parameter Kualitas Air	15
2.3.1. Suhu	16
2.3.2. pH (<i>Power of Hydrogen</i>)	16
2.3.3. Salinitas	17
2.4. Sedimen	18
2.4.1. pH (<i>Power of Hydrogen</i>)	18
2.4.2. Tekstur Sedimen	19
BAB III. METODE PENELITIAN	20
3.1. Lokasi dan Waktu Pelaksanaan	20
3.2. Materi Penelitian	21
3.3. Alat dan Bahan	21
3.4. Metode Penelitian	22

xiii



3.5.	Data Penelitian	23
3.4.1.	Data Primer	23
3.4.2.	Data Sekunder	24
3.6.	Penentuan Stasiun Pengamatan	25
3.7.	Prosedur Pengambilan Sampel	26
3.7.1.	Pengambilan Sampel Air	26
3.7.2.	Pengambilan sampel Sedimen	27
3.7.3.	Pengambilan sampel Akar	28
3.8.	Metode Analisis Sampel	28
3.8.1.	Analisis Sampel Air	29
3.8.2.	Analisis Sampel Sedimen	30
3.8.3.	Analisis Sampel Akar	30
3.9.	Kualitas Air	31
3.9.1.	Suhu	32
3.9.2.	pH (<i>Power of Hydrogen</i>)	32
3.9.3.	Salinitas	32
3.10.	Sedimen	33
3.10.1.	pH (<i>Power of Hydrogen</i>)	33
3.10.2.	Tekstur Sedimen	33
3.11.	Analisis Data	34
3.11.1.	Analisis Nilai BCF (<i>Bio-Concentration Factor</i>)	35
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1.	Kondisi Umum Lokasi Penelitian	37
4.2.	Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel	38
4.3.	Data Hasil Pengukuran Logam Berat Pb	42
4.3.1.	Kandungan Logam Berat Pb Pada Air	42
4.3.2.	Kandungan Logam Berat Pb Pada Sedimen	44
4.3.3.	Kandungan Logam Berat Pb Pada Akar <i>Sonneratia alba</i>	46
4.4.	Kualitas Air	50
4.4.1.	Suhu	51
4.4.2.	pH (<i>Power of Hydrogen</i>)	52
4.4.3.	Salinitas	54
4.5.	Sedimen	55
4.5.1.	pH (<i>Power of Hydrogen</i>)	56
4.5.2.	Tekstur Sedimen	57
4.6.	Analisis Data	48
4.6.1.	Analisis Nilai BCF (<i>Bio-Concentration Factor</i>)	48
BAB V. PENUTUP		57
5. 1.	Kesimpulan	59
5. 2.	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		1
LAMPIRAN		71



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Kandungan Maksimal Logam dalam Air Laut	10
Tabel 2. Proporsi fraksi menurut kelas tekstur sedimen	19
Tabel 3. Parameter Sampel Penelitian	24
Tabel 4. Logam berat Pb pada air, sedimen dan akar <i>Sonneratia alba</i>	42
Tabel 5. Baku Mutu logam Pb dalam Sedimen	46
Tabel 6. Hasil Nilai BCF	48
Tabel 7. Data Hasil Pengukuran Kualitas Air	51
Tabel 8. Data Hasil Pengukuran Sedimen	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. a) daun; b) bunga; c) buah dan d) pohon <i>Sonneratia alba</i>	12
Gambar 2. Penampang akar yang menunjukkan rute pergerakan air dan zat terlarut ke dalam tanaman	15
Gambar 3. Peta lokasi stasiun pengamatan.....	20
Gambar 4. Alur Penelitian	22
Gambar 5. Pengambilan Sampel Akar <i>Sonneratia alba</i>	28
Gambar 6. Titik Sampel 1	38
Gambar 7. Titik Sampel 2	38
Gambar 8. Titik Sampel 3	39
Gambar 9. Titik Sampel 4	39
Gambar 10. Titik Sampel 5	40
Gambar 11. Titik Sampel 6	40
Gambar 12. Titik Sampel 7	41
Gambar 13. Titik Sampel 8	41
Gambar 14. Grafik Logam Berat Pb Pada Air	43
Gambar 15. Grafik Logam Berat Pb Pada Sedimen	44
Gambar 16. Grafik Logam Berat Pb Pada Akar	46
Gambar 21. Grafik Analisis Nilai BCF (<i>Bio-Concentration Factor</i>)	48
Gambar 17. Grafik Nilai Suhu	51
Gambar 18. Grafik Nilai pH Air	53
Gambar 19. Grafik Nilai Salinitas	54
Gambar 20. Grafik Nilai pH Sedimen	56



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Alat dan Bahan.....	71
Lampiran 2. Peta lokasi pengambilan sampel penelitian.....	73
Lampiran 3. Hasil uji Pb dengan AAS (<i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>).....	74
Lampiran 4. Perhitungan Nilai BCF (<i>Bio-Concentration Factor</i>).....	75
Lampiran 5. Hasil <i>Shieve Shaker</i>	76
Lampiran 6. Analisis Saringan.....	77
Lampiran 7. Segitiga Tekstur Sedimen.....	81
Lampiran 8. Dokumentasi.....	82



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah pesisir merupakan daerah peralihan antara ekosistem perairan laut dan daratan yang dipengaruhi oleh perubahan laut dan daratan. Wilayah pesisir merupakan wilayah yang memiliki sumberdaya alam berupa sumberdaya hayati dan non hayati. Wilayah pesisir juga memiliki intensitas pembangunan yang tinggi serta memiliki perubahan ekologi yang dinamis (UU No.27 Tahun 2007).

Perairan pesisir menjadi penampungan akhir limbah dari kegiatan wilayah perkotaan yang kemudian terbawa sungai hingga ke pesisir dan laut lepas.

Perairan pesisir juga merupakan perairan yang sangat rentan terhadap pada berbagai masalah kondisi lingkungan yang ada seperti abrasi, sedimentasi, penimbunan limbah dan bahaya pencemaran logam berat (Setiawan dan Subiandono, 2015).

Menurut Khairuddin, *et al.* (2018), pencemaran pesisir dapat diartikan dengan adanya limbah atau hasil buangan yang berasal dari aktivitas makhluk hidup yang masuk ke wilayah pesisir. Kawasan pesisir dipengaruhi oleh adanya pembuangan bahan pencemar seperti limbah secara langsung maupun tidak langsung yang berasal dari aktivitas manusia yang menimbulkan adanya bahan pencemar dari wilayah hulu hingga hilir. Masalah pencemaran di wilayah pesisir merupakan ancaman utama bagi kelestarian perairan. Menurut Ika, *et al.* (2012), adapun kegiatan atau aktivitas di laut yang berpotensi dapat mencemari wilayah pesisir yaitu dumping di laut, perkapalan, eksplorasi dan eksploitasi minyak, pertambangan, budidaya laut, dan perikanan. Sedangkan kegiatan atau aktivitas di darat yang berpotensi dapat mencemari wilayah pesisir yaitu rumah tangga,

limbah pertanian dan buangan industri.

Logam berat merupakan bahan pencemar bersifat toksik yang berbahaya karena tidak dapat terurai secara alami (Hamzah dan Pancawati, 2013). Sumber yang menghasilkan logam berat di perairan laut berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pemukiman, pertambangan, limbah pertanian, buangan industri dan perkapalan (Ika *et al.*, 2012). Logam berat merupakan bahan pencemar yang dapat masuk ke lingkungan perairan sungai akan larut dalam air kemudian terakumulasi dalam sedimen, logam berat diperairan akan meningkat dengan seiring bertambahnya waktu pemaparan, tergantung dengan kondisi lingkungan perairannya. Melalui rantai makanan, logam berat akan masuk ke dalam tubuh organisme dari yang berasal dari lingkungan. Logam berat di dalam perairan akan mengalami pengendapan di dasar air membentuk sedimentasi sehingga hal ini dapat menyebabkan organisme laut akan berpeluang besar untuk terkontaminasi logam berat tersebut. Organisme laut yang memiliki kandungan logam berat yang tinggi, apabila dikonsumsi dalam jangka waktu tertentu, dapat berubah menjadi zat beracun (Setiawan dan Subiandono, 2015). Salah satu limbah yang banyak dihasilkan dari hasil buangan industri dan memiliki nilai toksisitas yang cukup tinggi yaitu logam berat timbal (Pb) (Jupriyati *et al.*, 2013).

Mangrove merupakan salah satu jenis tumbuhan yang mampu hidup tumbuh dan berkembang di kawasan pasang surut air laut di sepanjang pesisir pantai. Tumbuhan ini terdiri dari akar dan daun yang memiliki kemampuan adaptasi khusus terhadap kondisi pengaruh pasang surut dan salinitas (Dewi, 2020). Secara ekologis mangrove memiliki banyak fungsi sebagai habitat organisme air maupun darat, penghasil sejumlah detritus, tempat mencari makan ikan, memijah ikan, perangkap sedimen, melindungi pantai dari hempasan

gelombang air laut serta menyerap kandungan logam berat yang berbahaya bagi kehidupan serta menyaring bahan pencemar (Deri *et al.*, 2013). Sistem perakaran tanaman mangrove yang besar dan luas dapat mengurangi pergerakan air sehingga partikel halus mengendap disekeliling akar mangrove membentuk kumpulan lapisan sedimen, sehingga mencegah tersebarnya bahan pencemar cair maupun padat ke area yang lebih luas (Farhan dan Razif, 2017). Indikator untuk menilai tingkat pencemaran di perairan pesisir dapat dilihat dari sifat akumulatif dari tumbuhan mangrove (Sanadi *et al.*, 2018).

Mangrove memiliki kemampuan menyerap bahan organik dan anorganik dari lingkungan ke dalam tubuh. Kemampuan ini merupakan bentuk tumbuhan mangrove dalam beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim. Tumbuhan mangrove dapat menyerap dan mengakumulasi logam berat dalam air dan sedimen secara langsung melalui akar mangrove (Supriyantini dan Soenardjo, 2015). Mangrove yang tercemar logam berat dapat mempengaruhi proses biologi dan ekologi, meskipun mangrove mempunyai daya tahan terhadap efek racun dari logam berat (Hamzah dan Pancawati, 2013). Mangrove jenis *Sonneratia alba* merupakan salah satu jenis mangrove yang memiliki kemampuan dalam menyerap dan mengakumulasi logam berat. *Sonneratia alba* termasuk jenis mangrove famili Sonneratiaceae dengan habitat berada pada bagian yang berhadapan langsung dengan laut terbuka (Khairuddin *et al.*, 2018).

Pantai Ekowisata Kampung Blekok merupakan ekowisata yang memiliki kawasan hutan mangrove berbasis konservasi di sepanjang Pantai Blekok di Dusun Pesisir, Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, Kabupaten Situbondo. Pantai Ekowisata Blekok memiliki kawasan hutan mangrove cukup luas yakni 6,3 ha (Dewi, 2020). Berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan di Ekowisata

Kampung Blekok Kabupaten Situbondo, Jawa Timur, mangrove jenis *Sonneratia alba* diketahui merupakan salah satu jenis mangrove yang dapat ditemukan di sepanjang Pantai Blekok (Khairuddin *et al.*, 2018). Pada kawasan Pantai Ekowisata Kampung Blekok terdapat anak sungai yang bermuara di kawasan pantai tepatnya terdapat diantara kawasan hutan mangrove yaitu sungai Pagedungan yang merupakan anak sungai dari Sungai Sampean. Menurut Sugiyarto, *et al.* (2017), Sungai Sampean mengalir melalui Bondowoso dan Situbondo membawa pencemar yang berasal dari limbah domestik, limbah industri, limbah pertanian, dan limbah peternakan. Hasil buangan limbah tersebut umumnya mengandung zat organik, anorganik dan logam berat yang merupakan parameter-parameter pencemar yang cukup berat. Salah satu limbah pencemar logam Pb diduga dapat ikut terbawa melalui aliran sungai hingga ke sungai Pagedungan yang berada di kawasan Pantai Ekowisata Kampung Blekok. Oleh karena itu kandungan timbal pada akar mangrove *Sonneratia alba* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok dipilih untuk menjadi objek penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Padatnya aktivitas manusia di daerah perkotaan berpotensi menghasilkan buangan limbah dan menjadi penyebab pencemaran lingkungan, terutama di perairan Sungai Sampean hingga terbawa ke Sungai Pagedungan. Diduga salah satu limbah yang ikut terbawa melalui aliran Sungai Sampean hingga ke Sungai Pagedungan mengandung logam berat Pb. logam berat timbal tergolong logam berat berbahaya dibandingkan dengan logam lainnya. Bagian tumbuhan mangrove yang paling baik untuk mengakumulasi logam berat yaitu terdapat pada bagian akarnya dimana akar tersebut merupakan bagian yang berhubungan secara

langsung dengan air dan sedimen Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dapat diambil sebagai berikut:

1. Bagaimana kandungan logam berat timbal (Pb) pada air, sedimen dan akar mangrove *Sonneratia alba* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur?
2. Bagaimana kemampuan penyerapan logam berat timbal (Pb) pada akar mangrove *Sonneratia alba* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur?
3. Bagaimana kondisi di sekitar mangrove *Sonneratia alba* berdasarkan parameter kualitas air dan sedimen di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dilaksanakan penelitian skripsi ini yaitu:

1. Menganalisis kandungan logam berat Pb pada air, sedimen dan akar mangrove *Sonneratia alba* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.
2. Menganalisis kemampuan menyerap logam berat Pb pada akar *Sonneratia alba* di kawasan Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo yang ditinjau dari nilai BCF untuk mengetahui akumulasi logam berat Pb pada mangrove.
3. Menganalisis kondisi lingkungan perairan di sekitar mangrove *Sonneratia alba* dilihat dari parameter kualitas air dan sedimen di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

1.4 Manfaat

Adapun Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini diharapkan berguna untuk:

1. Mahasiswa

Manfaat penelitian analisis logam berat timbal (Pb) pada air, sedimen dan akar mangrove *Sonneratia alba* pada mahasiswa yaitu:

- a. Mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang didapat saat perkuliahan
- b. Meningkatkan pengetahuan mahasiswa dan menambah masukan informasi mengenai kandungan logam berat timbal pada air, sedimen dan akar mangrove *Sonneratia alba* yang terdapat di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.
- c. Memberikan informasi mengenai analisis logam berat timbal pada air, sedimen dan akar mangrove *Sonneratia alba* sehingga dapat dijadikan sebagai bahan penelitian lebih lanjut.

2. Lembaga Perguruan Tinggi

Dapat dijadikan sebagai sumber pengetahuan dan informasi keilmuan mengenai kondisi kandungan logam berat pada air, sedimen dan akar mangrove *Sonneratia alba* yang terdapat di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur untuk pengelolaan sumberdaya perairan dan dapat menjadi dasar penelitian lebih lanjut.

3. Pihak Instansi

Hasil penelitian yang diperoleh dapat digunakan sebagai bahan sumber informasi keilmuan dan sumber informasi untuk penelitain lebih lanjut tentang hal yang berkaitan dengan pengambilan kebijakan dalam mengurangi keberadaan logam berat di perairan untuk upaya menjaga kelestarian lingkungan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Logam Berat

Logam berat merupakan unsur kimia yang memiliki massa jenis lebih dari 5 g/cm^3 yang terletak di sudut kanan bawah tabel periodik. Biasanya, dari periode 4 sampai 7, dan nomor atom 22 sampai 92 (Setiawan, 2014). Jika dilihat berdasarkan ilmu toksikologi, logam berat memiliki dua sifat yaitu *essensial* dan *non essential*. Logam berat yang bersifat *essensial* yaitu jumlah tertentu dari logam berat yang dibutuhkan oleh tubuh, namun jika pada jumlah yang berlebihan akan mengandung racun, contoh logam berat *essensial* antara lain seng (Zn), tembaga (Cu), besi (Fe), mangan (Mn) dan kobalt (Co). Logam berat yang bersifat *non essential* artinya, walaupun logam berat tersebut memiliki konsentrasi yang rendah sekalipun akan berbahaya dan bersifat toksik, contohnya logam berat *non essential* seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), kromium (Cr) dan merkuri (Hg) (Hamzah dan Pancawati, 2013). Senyawa organik dan anorganik dapat mengikat logam berat melalui adsorpsi dan pembentukan senyawa kompleks, sehingga terakumulasi di lingkungan, terutama di sungai dan sedimen laut (Tarigan *et al.*, 2003). Ada beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi keberadaan logam berat di badan perairan diantaranya adalah parameter fisika dan parameter kimia yaitu suhu, pH, dan salinitas. Apabila faktor lingkungan tidak sesuai dengan kadar yang seharusnya, maka dapat mempengaruhi konsentrasi logam berat terlarut di perairan tersebut dan dapat mempengaruhi nilai toksisitas logam berat akan semakin meningkat (Palar, 2008).

2.1.1. Pencemaran Logam Berat di Perairan

Pencemaran pesisir merupakan akibat adanya aktivitas manusia sehingga bahan seperti zat, energi, dan/atau komponen lain masuk ke dalam wilayah pesisir menyebabkan terjadinya penurunan kualitas di wilayah pesisir sehingga tidak sesuai sebagaimana peruntukannya lagi (PP No.82 Tahun 2001).

Tertimbunnya zat polutan yang berasal dari kegiatan di darat seperti perindustrian pertambangan, limbah rumah tangga, pembuangan sampah dan sebagainya berasal dari daratan merupakan penyebab terjadinya pencemaran di perairan pesisir (Setiawan, 2014). Sedangkan zat polutan yang berasal dari kegiatan di laut seperti tumpahan minyak dari perkapalan, pelabuhan maupun pertambangan akan terakumulasi di daerah pesisir. Wilayah pesisir yang memiliki peran yang sangat penting untuk memudahhi untuk berbagai kehidupan baik organisme maupun sebagai pendukung ekosistem lain, maka sudah tidak lagi memiliki peran penting (Maslukah, 2013).

Seiring berjalannya waktu pencemaran logam berat yang masuk ke dalam perairan akan mengalami peningkatan tergantung pada lama waktu pemaparan bahan pencemar, logam berat akan terlarut dalam air kemudian terakumulasi dalam sedimen (Khan *et al.*, (2009). Melalui rantai makanan, bahan pencemar seperti logam berat dapat berpindah dari lingkungan ke organisme ataupun dari organisme satu ke organisme lain. Apabila manusia mengkonsumsi organisme laut yang telah mengalami kontaminasi logam berat, akan berakibat terjadinya kerusakan pada sistem biokimia, sehingga merupakan ancaman yang cukup serius juga bagi kesehatan seluruh makhluk hidup (Setiawan, 2013).

2.1.2. Logam Berat Timbal (Pb)

Pb atau yang biasa disebut dengan timbal merupakan logam berat yang berasal dari kerak bumi, memiliki warna abu-abu kebiruan, mengkilap dan mudah dimurnikan. Logam timbal (Pb) termasuk dalam kelompok logam berat golongan IVA dalam Sistem Periodik Unsur kimia, mempunyai nomor atom 82 dengan berat atom 207,2, berbentuk padat pada suhu kamar, bertitik lebur 327,4°C dan memiliki berat jenis sebesar 11,4/liter (Gusnita, 2012). Timbal merupakan logam berat *non-essensial* dengan tingkat toksisitas dan bahaya yang tinggi dan merupakan salah satu bahan pencemar yang dapat mengganggu kelangsungan hidup organisme perairan. Kehadiran timbal yang masuk ke dalam ekosistem menjadi sumber pencemaran yang berdampak pada organisme perairan dan dapat berakibat fatal karena toksisitasnya yang tinggi (Arkianti *et al.*, 2019). Logam timbal tidak dapat terurai melalui proses alam. Dengan bantuan air hujan, timbal memasuki wilayah perairan melalui kristalisasi di udara dan proses dari perubahan batuan mineral karena benturan dari angin dan gelombang. Timbal yang dilepaskan ke lingkungan perairan merupakan dampak dari aktivitas masyarakat sehari-hari (Wulandari *et al.*, 2018).

Penggunaan timbal umumnya digunakan untuk membantu proses produksi seperti bensin karena dapat meningkatkan angka oktan bahan bakar dan mencegah ledakan pada saat berlangsungnya pembakaran di dalam mesin (Arisandi *et al.*, 2012). Logam berat Pb juga biasa dibutuhkan untuk industri cat, baterai dan pestisida. Pencemaran logam berat Pb di lingkungan perairan apabila konsentrasi Pb melebihi ambang batas dapat menyebabkan kematian bagi organisme perairan (Suharto, 2005). Bagi manusia dan semua organisme, apabila logam berat timbal terkonsumsi dalam konsentrasi yang tinggi, dapat

mengakibatkan gejala keracunan timbal seperti rasa logam pada mulut, iritasi gastrointestinal akut, sakit perut, muntah dan diare (Setiawan, 2014). Baku mutu

Pb sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 Tahun 2021, tentang baku mutu air laut untuk biota dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Maksimal Logam yang Diperbolehkan dalam Air Laut (mg/L)

Logam Berat	Kandungan Logam Berat (mg/L)
Timbal (Pb)	0,008

Sumber : Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 Tahun 2021

2.2. Mangrove

Definisi mangrove menurut Yafyet, *et al.* (2016), merupakan salah satu tumbuhan dengan sifat absorpsi dan secara umum ditemukan banyak tumbuh dan berkembang di lingkungan muara dan pesisir yang merupakan tempat penumpukan sedimen dari sungai. Secara ekologis fungsi mangrove adalah sebagai nutrisi, karbon, tempat bagi makhluk hidup, mencari makan, berteduh, bertelur dan tempat bersarang bagi burung dan berbagai biota dari berbagai organisme air. Menurut Saputro, *et al.* (2009), mangrove memainkan peran penting pada siklus nutrisi perairan pesisir dan sekitarnya dibantu dengan adanya pergerakan pasang surut air laut. Interaksi antara vegetasi mangrove dengan lingkungan sekitarnya dapat menciptakan kondisi iklim yang sesuai bagi organisme laut tertentu untuk melanjutkan proses kelangsungan hidup dan proses biologisnya. Selain itu, tumbuhan mangrove juga dapat berperan sebagai stabilisator tepi sungai dan pantai, serta memberikan momentum pertumbuhan di kawasan pesisir, seperti menjaga stabilitas sedimen, mengendalikan erosi pantai, bahkan berperan dalam perluasan lahan dan perlindungan garis pantai.

2.2.1. Klasifikasi dan Deskripsi Mangrove *Sonneratia alba*

Jenis mangrove *Sonneratia alba* termasuk dalam famili Sonneratiaceae.

Menurut Safnowandi (2015), klasifikasi dari mangrove *Sonneratia alba* adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Sub Kingdom : Tracheobionta

Super Divisi : Spermatophyta

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Sub Kelas : Rosidae

Ordo : Myrtales

Famili : Sonneratiaceae

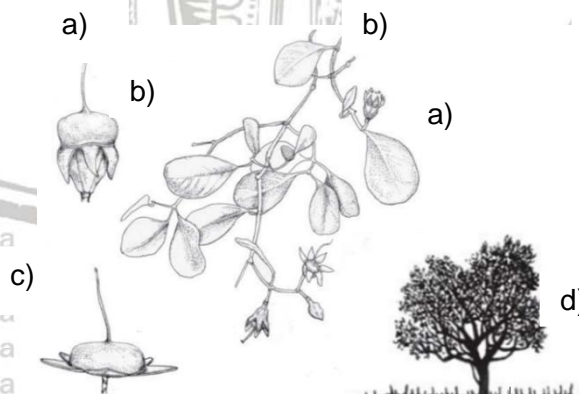
Genus : *Sonneratia*

Spesies : *Sonneratia alba* Smith.

Menurut Safnowandi (2015), pohon *Sonneratia alba* memiliki ketinggian hingga ± 15 m, selalu berwarna hijau, pertumbuhan tersebar. Warna pada kulit kayu yaitu putih tua hingga coklat, dengan celah longitudinal yang halus. Pada bagian ujung memiliki tangkai dan bagian dasar terbungkus kelopak bunga. Bunga biasa membentuk kelompok 1-3 bunga berkelompok. Daun mahkota berwarna putih dan mudah rontok. Kelopak bunga berbentuk seperti lonceng berwarna merah pada bagian dalam dan hijau pada bagian ujung, kelopak bunga berjumlah 6-8. Buah berbentuk bulat seperti bola mengandung banyak biji (150-200 biji) dan tidak terbuka pada saat waktunya matang. Ukuran buah berdiameter 3,5 - 4,5 cm.

Gagang pada bunga tumpul panjangnya 1 cm. Akar *Sonneratia alba* disebut dengan akar pasak karena memiliki percabangan yang tumbuh secara vertikal dan

horizontal di dalam sedimen ataupun tanah serta berbentuk seperti pensil yang menonjol ke permukaan dan tingginya mencapai 25 cm. Menurut Noor, et al. (1999), secara ekologi pohon *Sonneratia alba* ini merupakan tumbuhan jenis pionir, *Sonneratia alba* tidak toleran terhadap air tawar dalam waktu yang cukup lama. *Sonneratia alba* menyukai jenis sedimen yang berlumpur dan berpasir, beberapa ada pada batuan dan karang. Mangrove jenis *Sonneratia alba* sering kali ditemukan di kawasan pesisir yang terlindung dari hempasan gelombang, juga di muara dan sekitar pulau-pulau lepas pantai. Bermekarnya bunga terjadi sepanjang tahun. Waktu mekarnya bunga hanya sebentar dan mekarnya bunga kelopak penuh terjadi di malam hari. Di kawasan pesisir yang berkarang mereka tersebar secara vegetatif. Akar nafas tidak dapat tumbuh pada substrat yang keras seperti karang.



Gambar 1. a) daun; b) bunga; c) buah dan d) pohon *Sonneratia alba* (Noor et al., 1999).

2.2.2. Fungsi dan Mekanisme Mangrove dalam Mengakumulasi Logam Berat

Tumbuhan mangrove dapat mengakumulasi logam berat yang berada di wilayah perairan. Mangrove dapat menanggulangi bahan pencemar dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran, yaitu dengan menyimpan banyak cadangan air untuk mengencerkan kandungan logam berat dalam jaringan tumbuhan sehingga toksisitas pada logam berat tersebut dapat menurun (Supriyantini *et al.*, 2017). Berdasarkan penelitian pendahuluan menunjukkan mangrove merupakan tumbuhan yang memiliki kemampuan untuk memfilter, memerangkap dan mengikat polusi di perairan berupa berlebihnya sedimen, sampah dan limbah buangan rumah tangga lainnya sehingga dapat berperan dalam meningkatkan kualitas air atau yang disebut dengan biofilter. Mangrove juga merupakan tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai agen bioremediasi alami karena secara langsung mangrove dapat menyerap kandungan logam berat di alam atau yang disebut dengan biosorpsi (Khairuddin *et al.*, 2018). Kemampuan pada akar tanaman mangrove berperan dalam proses mangrove mangakumulasi logam berat untuk mengubah kondisi lingkungan yang tercemar berat menjadi sedang atau bahkan ringan. Mangrove dapat mencegah atau mengurangi penyerapan dan akumulasi logam berat di akar. Proses ini akan mengurangi pergerakan logam berat dan membuat logam menjadi tipis, serta mengurangi penetrasi logam ke dalam sistem rantai makanan di daerah muara (Suprihatin *et al.*, 2014). Adapun hal lain yang dapat berdampak, adalah perubahan lingkungan dan berkurangnya proses respirasi serta transpirasi. Dengan berkurangnya daun atau bagian-bagian lain maka kehilangan air dari kedua proses ini dapat

mengurangi. Ini merupakan salah satu mekanisme pertahanan stress oleh tumbuhan mangrove (Nasir *et al.*, 2017).

Menurut Tinsley (1979), zat kimia seperti logam berat diserap tanaman dari akar tanah. Sistem perakaran tanah terdiri dari interaksi kompleks antara tumbuhan dan tanah. Akar melepaskan bahan organik yang merangsang pertumbuhan mikroorganisme yang selanjutnya dapat mempengaruhi status tanaman secara keseluruhan. Kandungan seperti nutrisi dan logam berat yang terkandung dalam air diserap melalui akar. Penyerapan logam berat terjadi melalui ujung akar, dan penyerapan terjadi di lapisan endodermis akar.

Representasi skematis pada akar disajikan pada Gambar 2. Dalam sel-sel akar, xilem dan floem merupakan jaringan pembuluh atau pengangkut. Sistem pengangkutan dan penyerapan logam berat terjadi melalui membran plasma.

Selanjutnya yaitu pengambilan logam berat ke dalam simpas akar dan pergerakan ke xilem. Menurut Wulandari, *et al.* (2018), urutan pengambilan logam

Pb ke dalam simpas akar, dan pergerakan ke xilem mencakup tiga tahapan: 1.)

penahanan logam berat dalam sel akar; 2.) pengangkutan simplastik (menggunakan simpas) ke stele; 3.) kemudian dilepaskan ke xilem yang dibantu

oleh membran pengangkutan protein. Fitokelatin dan metalothionein

memiliki peran penting dalam pengangkutan dan translokasi logam berat

Fitokelatin merupakan protein pengikat logam yang terdiri dari beberapa asam

amino seperti sistein dan glisin (Aridandy *et al.*, 2012). Fitokelatin dapat

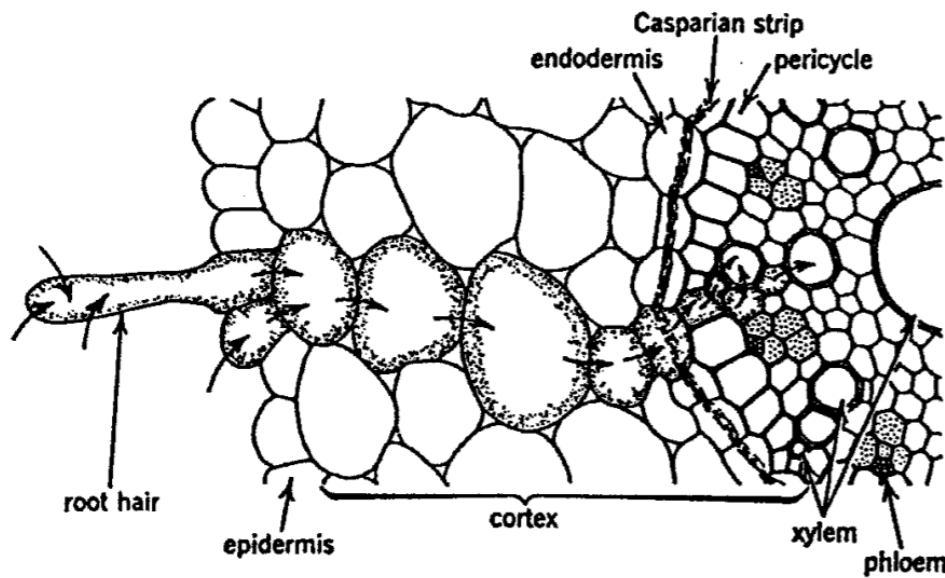
menginduksi tanaman ketika tanaman mengakumulasi logam berat. Senyawa ini

mengikat ion logam dan mengangkutnya ke vakuola (Kenna *et al.*, 2017).

Metallothionein menciptakan ruang penyimpanan ion untuk kelebihan ion-ion

logam berat. Metallothionein merupakan protein pengangkut yang memiliki tugas

untuk mengangkut kelebihan logam berat dari satu bagian ke bagian lainnya (Palar, 2008). Tahapan akhir yaitu lokalisasi logam pada sel dan jaringan. Menurut Hardiani (2009), lokalisasi bertujuan untuk menjaga agar logam tidak menghambat metabolisme tumbuhan. Sebagai upaya untuk mencegah keracunan logam pada sel, tumbuhan memiliki mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menyimpan logam di organ tertentu seperti akar.



Gambar 2. Penampang akar yang menunjukkan rute pergerakan air dan zat terlarut ke dalam tanaman (Tinsley, 1979).

2.3. Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air merupakan indikator yang dapat digunakan untuk menentukan keadaan lingkungan perairan. Pengukuran parameter kualitas air sangat penting karena berkaitan dengan pencemaran logam berat. Dalam hal ini parameter kualitas air yang digunakan untuk mengukur pengaruh keadaan lingkungan antara lain parameter fisika yang meliputi suhu parameter kimia yang terdiri dari *Power of Hydrogen* (pH) dan salinitas.

2.3.1. Suhu

Menurut Asrini, *et al.* (2017), suhu merupakan derajat panas dingin suatu perairan. Suhu berperan mengendalikan ekosistem perairan dan suhu merupakan faktor yang penting dalam proses kehidupan organisme perairan. Parameter suhu mudah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti cuaca dan waktu. Menurut Eshmat, *et al.* (2014), faktor fisika dan kimia perairan akan berpengaruh pada konsentrasi logam berat terlarut di perairan. Parameter suhu dapat mempengaruhi proses akumulasi logam berat ke dalam perairan, dimana semakin tinggi suhu air maka kelarutan logam berat dan toksisitas logam berat akan semakin tinggi. Kenaikan suhu air akan mempercepat reaksi selama pembentukan ion logam berat. Sebaliknya, semakin rendah suhu perairan maka semakin rendah kelarutan dan toksisitas logam berat.

2.3.2. pH Air (Derajat Keasaman)

pH merupakan negatif logaritma ion H^+ atau dapat juga dikatakan sebagai derajat asam biasanya suatu perairan. Secara umum nilai pH yaitu untuk menggambarkan besarnya tingkat kebasahan atau keasaman pada suatu perairan. Perairan dengan nilai $pH = 7$ adalah netral, $pH < 7$ adalah kondisi pada perairan yang bersifat asam, sedangkan $pH > 7$ adalah kondisi pada perairan yang bersifat basa (Effendi, 2003). Menurut Hamuna, *et al.* (2018), nilai pH sangat berkaitan dengan keberadaan logam berat. Perubahan pH dapat berpengaruh pada sebagian besar biota akuatik. Rendahnya nilai pH dapat meningkatkan bahan pencemar di perairan dan menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut mengalami penurunan. Konsentrasi logam berat di perairan sangat dipengaruhi oleh derajat keasaman (pH). Penurunan pH akan meningkatkan toksisitas logam berat, dan

sebagian besar organisme perairan sangat peka dan sensitif dengan terjadinya perubahan yang berdampak signifikan pada proses biokimia akuatik (Jupriyati *et al.*, 2013). Kadar pH yang tinggi (basa) dapat menyebabkan terjadinya penurunan kandungan logam berat di perairan, sedangkan kadar pH yang rendah (basa) dapat menyebabkan terjadinya kenaikan kandungan logam berat di perairan. Pada perairan wilayah pesisir kandungan logam berat lebih rendah dibandingkan pada perairan estuaria, hal tersebut disebabkan oleh konsentrasi logam berat lebih tinggi pada pH rendah (Sagala *et al.*, 2014).

2.3.3. Salinitas

Salinitas merupakan gambaran jumlah garam yang terlarut dalam suatu perairan. Faktor yang mempengaruhi sebaran salinitas di air laut yaitu penguapan, pola sirkulasi air, aliran sungai dan curah hujan (Jupriyati *et al.*, 2013). Konsentrasi rendah dan tingginya salinitas dipengaruhi oleh batuan alami yang mengalami pelapukan, komposisi kimia dasar perairan dan jenis sedimen. Salinitas merupakan faktor pembatas bagi organisme perairan terutama bagi organisme yang memiliki kisaran salinitas yang sempit (Huboyo dan Zaman, 2007). Naik turunnya nilai salinitas air laut merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kelarutan logam berat yang mencemari lingkungan perairan. Nilai salinitas yang rendah di perairan, dapat mempengaruhi toksisitas logam berat menjadi meningkat dan tingkat bioakumulasi pada logam berat akan semakin meningkat. Nilai salinitas yang tinggi di perairan, maka konsentrasi logam berat dalam air semakin kecil (Yudiati *et al.*, 2009).

2.4. Sedimen

Sedimen merupakan indikator yang digunakan dalam penelitian untuk menentukan keadaan lingkungan. Pengukuran sedimen juga penting karena berkaitan dengan pencemaran logam berat. Dalam hal ini parameter sedimen yang digunakan untuk mengukur pengaruh keadaan lingkungan antara lain *Power of Hydrogen* (pH) dan tekstur tanah.

2.4.1. pH Sedimen (Derajat keasaman)

pH sedimen merupakan sifat kimia tanah yang dapat digunakan sebagai indikator kesuburan kimiawi sedimen, karena pH sedimen dapat menentukan berbagai sifat tanah lainnya seperti ketersediaan mikroorganisme yang dominan dalam sedimen, unsur hara dalam sedimen, dan kecepatan proses perombakan bahan organik dalam sedimen (Supriyadi, 2007). Nilai pH sekitar 7,0 merupakan nilai yang optimum bagi ketersediaan unsur hara didalam sedimen (Hanafiah, 2008). Banyaknya konsentrasi ion H⁺ (hidrogen) dalam tanah tersebut dapat dipengaruhi oleh nilai asam atau basa pada sedimen. Faktor yang mempengaruhi naik turunnya nilai pH diperairan yaitu yang berkaitan dengan konsentrasi bahan-bahan organik yang ada di sedimen dan dipengaruhi oleh faktor fisik sedimen.

Sedimen yang memiliki butiran berukuran kecil akan membuat pH semakin rendah (asam), demikian juga sebaliknya sedimen yang memiliki butiran berukuran besar akan membuat pH semakin naik (basa) (Yuni, 2011). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya akumulasi logam berat meningkat, antara lain pH tanah, senyawa pengikat logam berat yang tersedia dalam tanah tersebut dan jenis sedimen (Komarawidjaja, 2017).

2.4.2. Tekstur Sedimen

Sedimen merupakan pecahan, mineral atau material organik yang diangkut dari berbagai sumber dan diendapkan oleh media udara, angin, es, atau oleh air dan juga termasuk material yang diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia (Sari *et al.*, 2014). Proses pembentukan sedimentasi merupakan bagian dari proses erosi tanah. Erosi tanah menyebabkan timbulnya bahan sedimen. Proses ini terjadi baik oleh air maupun angin (Pangestu dan Haki, 2014). Tekstur sedimen merupakan komposisi partikel penyusun sedimen dengan perbandingan fraksi liat (*clay*), debu (*silt*) dan pasir (*sand*) (Surya *et al.*, 2017). Gabungan dari ketiga fraksi tersebut dinyatakan dalam persen dan disebut sebagai kelas tekstur (Zainab *et al.*, 2019). Tekstur sedimen merupakan sifat fisik yang penting karena tekstur sedimen dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, dan secara tidak langsung dapat meningkatkan sirkulasi air, aktivitas organisme tanah, udara dan panas, perombakan bahan organik, ketersediaan unsur hara untuk tanaman dan mempengaruhi akar dalam menembus sedimen yang lebih dalam (Mustawa *et al.*, 2017).

Tabel 2. Proporsi fraksi menurut kelas tekstur sedimen

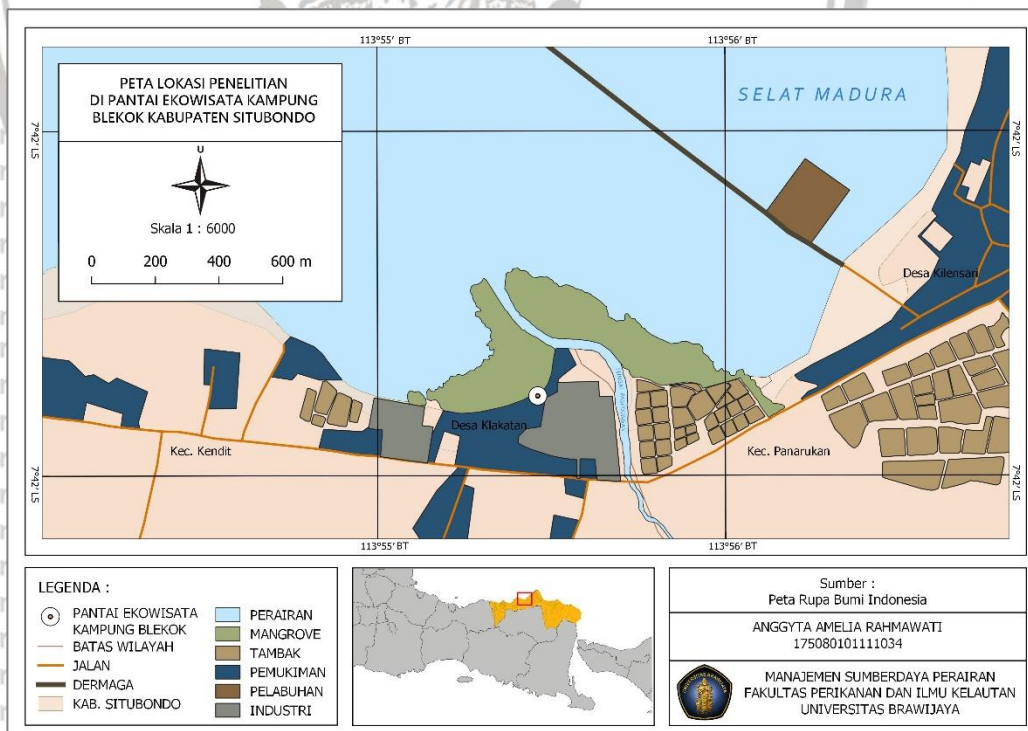
No	Kelas tekstur sedimen	Proporsi (%) fraksi sedimen		
		Pasir	Debu	Liat
1	Pasir	>85	<15	<10
2	Pasir berlempung	70 – 90	<30	<15
3	Lempung berpasir	40 – 87,5	<50	<20
4	Lempung	22,5 – 52,5	30 – 50	10 – 30
5	Lempung liat berpasir	45 – 80	<30	20 – 37,5
6	Lempung liat berdebu	<20	40 – 70	27,5 – 40
7	Lempung berliat	20 – 45	15 – 52,5	27,5 – 40
8	Lempung berdebu	<47,5	50 – 87,5	<27,5
9	Debu	<20	>80	<12,5
10	Liat berpasir	45 – 62,5	<20	37,5 – 57,5
11	Liat berdebu	<20	40 – 60	40 – 60
12	Liat	<45	<40	>40

Sumber: Buku Dasar-dasar ilmu tanah (Hanafiah, 2008)

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada 27 Maret 2021 di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Di Pantai Ekowisata Kampung Blekok ini terdapat kawasan ekowisata mangrove dan burung air. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3. Pengukuran kandungan logam berat dilaksanakan di laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Malang, pengukuran analisis tekstur sedimen dilaksanakan di laboratorium Eksplorasi Sumberdaya Perikanan dan Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Brawijaya, Malang, dan pengukuran kualitas air dan sedimen dilakukan langsung dilapang. Adapun waktu pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 3. Peta lokasi Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo

3.2. Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah kadar logam berat Pb pada akar mangrove jenis *Sonneratia alba*, air dan sedimen di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo. Sampel yang diambil pada penelitian analisis logam berat yaitu air, sedimen dan akar mangrove *Sonneratia alba*. Parameter yang diukur pada akar mangrove antara lain parameter kimia yaitu timbal (Pb).

Parameter kualitas air yang digunakan dalam penelitian ini antara lain parameter fisika yaitu suhu dan parameter kimia yaitu derajat keasaman (pH) dan salinitas.

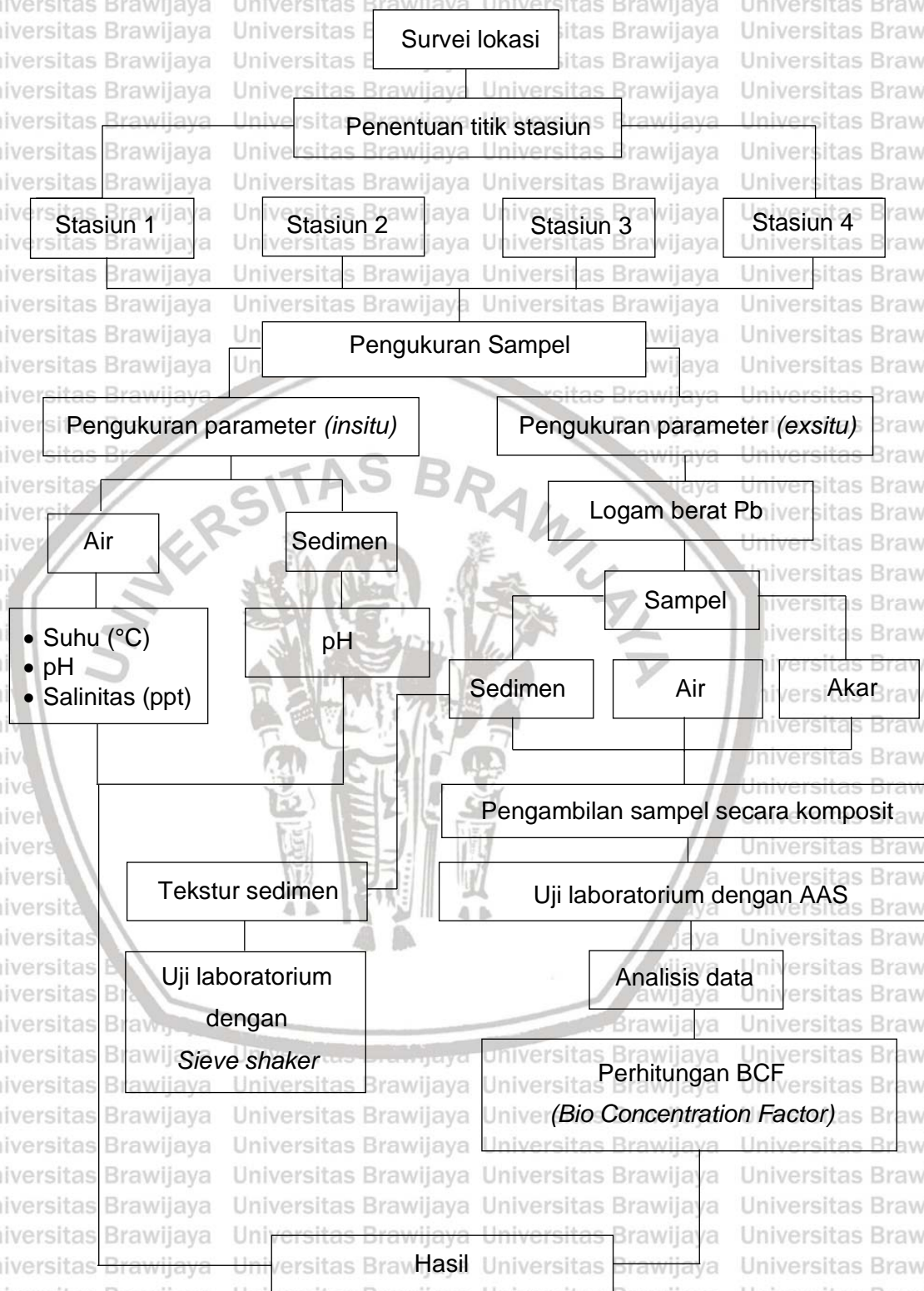
Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan pada 4 Stasiun. Parameter kualitas air yang digunakan dalam penelitian ini antara lain parameter kimia yaitu derajat keasaman (pH) dan pengamatan tekstur sedimen.

3.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian di Pantai Ekowisata Kampung Blekok digunakan untuk mengukur parameter diantaranya yaitu kualitas air (suhu, pH dan salinitas), sedimen (pH dan tekstur tanah), konsentrasi Pb pada akar mangrove, konsentrasi Pb pada sedimen dan konsentrasi Pb pada air.

Adapun alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.4. Metode Penelitian



Gambar 4. Alur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang dilakukan dengan cara mengumpulkan data yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti, kemudian data diolah, diinterpretasikan dan dianalisis sehingga dapat memberikan gambaran mengenai suatu hal (Nugroho, 2016). Tujuan utama dari metode deskriptif adalah untuk mengetahui dan menggambarkan keadaan yang berlangsung selama penelitian atau untuk membuat gambaran secara faktual, akurat dan sistematis mengenai sifat-sifat atau hubungan mengenai objek pengamatan (Irnawati, 2013).

3.5. Data Penelitian

Sumber data yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi 2 macam data yakni data primer dan data sekunder guna untuk menunjang hasil yang diperoleh dalam hasil analisa penelitian.

3.4.1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh melalui proses survei langsung dari sumber yang berkaitan dengan melakukan wawancara dan dokumentasi. Menurut Mulyanto dan Dharmawan (2017), data primer diperoleh secara langsung dari sumber asli tanpa adanya melalui perantara yang diperoleh dari wawancara terstruktur dan menggunakan kuesioner. Pengambilan data primer pada penelitian ini meliputi pengukuran suhu, pH, salinitas, konsentrasi Pb pada akar mangrove, konsentrasi Pb pada sedimen dan konsentrasi Pb pada air yang diperoleh secara langsung. Pada pengukuran data secara *insitu* yaitu kualitas air meliputi parameter fisika yaitu pengukuran suhu, dan parameter kimia yaitu pH

dan salinitas. Sedimen meliputi parameter kimia yaitu pH. Pengukuran data secara *exsitu* meliputi sampel air, sedimen dan akar mangrove *Sonneratia alba* meliputi parameter kimia yaitu timbal (Pb) yang nantinya akan diuji di Laboratorium Unit Analisis dan pengukuran Jurusan Kimia FMIPA UM kemudian hasilnya kemudian akan diolah dan dianalisis dan data lain yang diukur secara *exsitu* yaitu pengukuran tekstur sedimen di Laboratorium Eksplorasi Sumberdaya Perikanan dan Kelautan FPIK UB dan kemudian hasilnya akan dihitung dan dianalisis.

Metode uji pada parameter yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

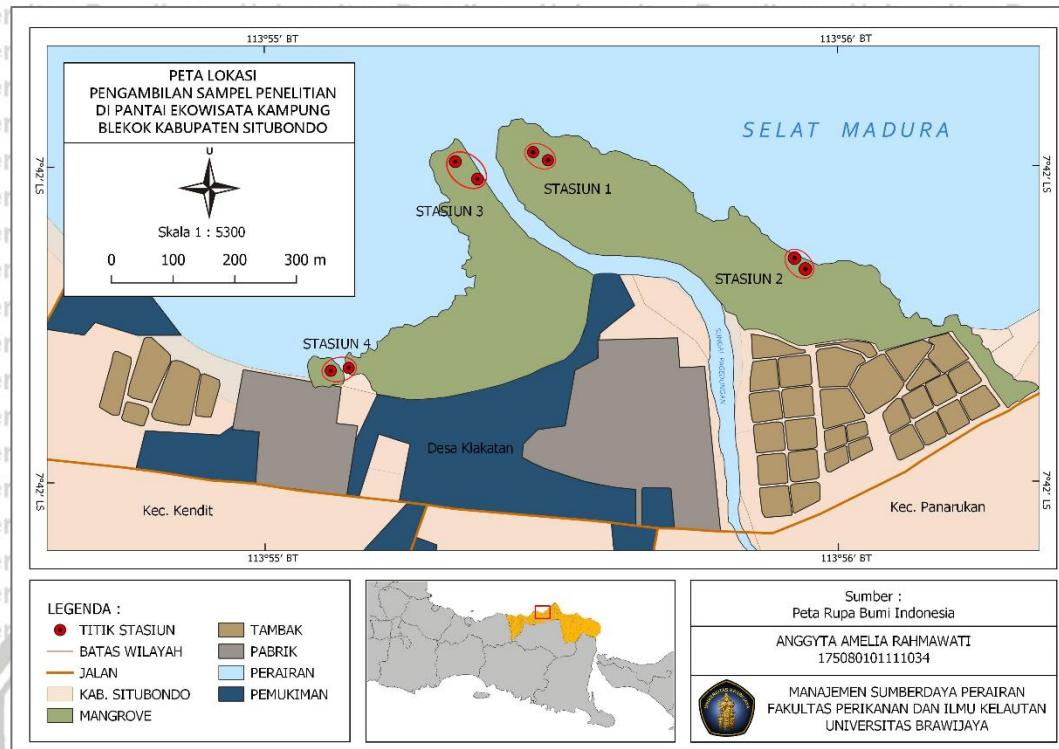
Tabel 3. Parameter Sampel Penelitian

No.	Parameter	Metode Uji
Logam Berat		
1.	Air	AAS (<i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>)
2.	Sedimen	AAS (<i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>)
3.	Akar	AAS (<i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>)
Kualitas Air		
4.	Suhu	Thermometer digital TP101
5.	pH Air	Lutron pH-201 Digital pH meter
6.	Salinitas	ATC <i>Refraktometer salt</i>
Sedimen		
7.	pH Sedimen	pH meter Takemura DM15
8.	Tekstur Sedimen	<i>Shieve shaker</i>

3.4.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat secara tidak langsung oleh peneliti dari subyek penelitian (Wandansari, 2013). Data sekunder dapat diperoleh dari jurnal-jurnal penelitian. Data ini dapat diperoleh dengan mudah dan cepat karena sudah tersedia, misalnya di perpustakaan. Data sekunder pada penelitian ini diperoleh dari laporan-laporan, jurnal penelitian, artikel maupun bahan kepustakaan lain yang berhubungan dengan penelitian ini dan nantinya akan menunjang hasil yang diperoleh dalam penelitian.

3.6. Penentuan Stasiun Pengamatan



Gambar 5. Peta lokasi pengambilan sampel

Penelitian ini dilakukan pada 1 (satu) lokasi yaitu di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo. Metode yang digunakan untuk menentukan lokasi pengamatan dalam penelitian ini adalah *Purposive Sampling*.

Menurut Pongranga, *et al.* (2015), *purposive sampling* merupakan penentuan sampel berdasarkan atas kriteria-kriteria yang ditetapkan. Pengambilan sampel dilakukan di 4 titik berbeda, random tetapi didasarkan atas adanya tujuan tertentu.

Lokasi ini dipilih atas dasar dianggap dapat mewakili lokasi Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo (Heridiansyah, 2012). Titik lokasi penentuan pengambilan sampel ditentukan menggunakan *Google Earth* dan perangkat QGIS (*Quantum Geographic Information System*) dapat dilihat pada

Gambar 5. Stasiun 1 berada di ujung daerah pasang surut, stasiun 2 berdekatan

dengan pelabuhan dan tambak, stasiun 3 berada di daerah muara sungai, dan stasiun 4 berdekatan dengan pemukiman warga, galangan kapal dan aktivitas industri

3.7. Prosedur Pengambilan Sampel

Sampel pada penelitian ini antara lain air laut, sedimen dan akar mangrove jenis *Sonneratia alba*. Sampel tersebut diambil di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dengan menggunakan teknik *purposive sampling* pada 4 stasiun dalam satu stasiun terdapat 2 titik sub sampling dengan menggunakan 2 buah *belt transect* (transek quadran) berukuran 5 x 5 m dengan interval 10 m antar transek jadi total keseluruhan transek adalah 8 buah transek. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengkomposit sampel (*composite sample*) yang diambil pada transek 1 dan 2 yang diambil pada stasiun yang sama. Menurut Awaliyah, *et al.* (2018), penggunaan transek untuk menghindari pengambilan sampel pohon yang sama pada dua titik dalam satu stasiun yang sama. Pengambilan sampel dilakukan pada beberapa titik pengambilan sampel dan dicampur secara merata kemudian diambil sebagian untuk dikomposit, hal ini cukup untuk memetakan daerah penelitian.

3.7.1. Pengambilan Sampel Air

Prosedur pengambilan sampel air diambil pada bagian permukaan menggunakan botol plastik sederhana secara langsung di kawasan Pantai Ekowisata Kampung Blekok dengan mengkomposit dari 2 titik sub *sampling* pada tiap stasiun. Sampel air diambil sebanyak ± 300 ml kemudian dimasukkan ke dalam wadah sampel air. Sampel yang telah diambil dimasukkan kedalam *coolbox*

untuk kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis konsentrasi logam berat.

Adapun tahapan pengambilan sampel untuk pengujian logam berat menurut SNI (2008), dilakukan sebagai berikut:

- 1) Membilas botol sampel dan tutupnya dengan sampel yang akan dianalisa.
- 2) Membuang air pembilas dan mengisi botol dengan sampel.
- 3) Memasukkan sampel ke dalam *cool box*.

3.7.2. Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada saat air laut surut untuk memudahkan pengambilan sampel. Pengambilan sampel sedimen diambil dilokasi sekitar tumbuhnya mangrove *Sonneratia alba* dan diambil kurang lebih

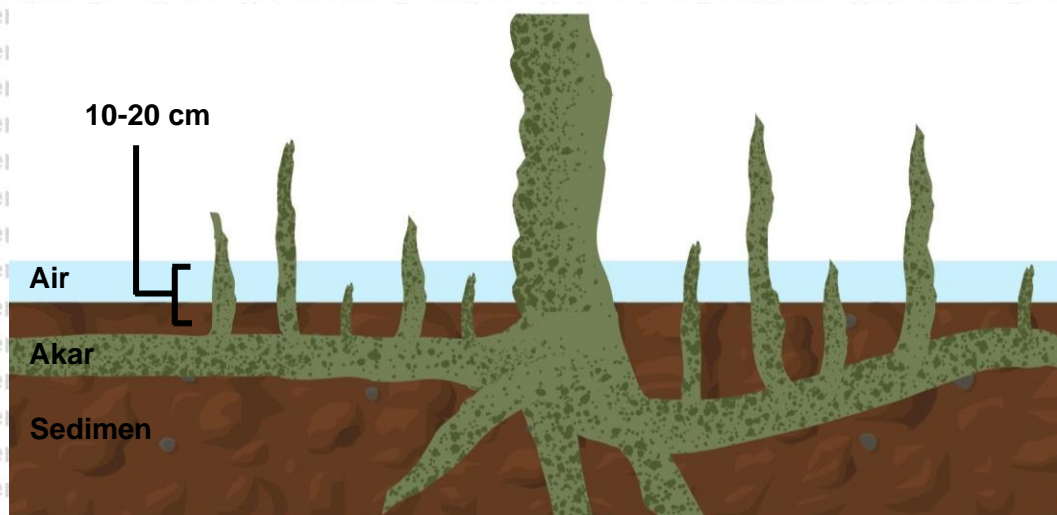
100 gram dengan mengkomposit dari 2 titik sub *sampling* pada tiap stasiun.

Sampel sedimen permukaan diambil dengan menggunakan sendok kayu atau cetok, sedangkan sampel sedimen yang lebih dalam diambil dengan menggunakan pipa PVC (Polivinil klorida) (Ginting *et al.*, 2019). Pengambilan sampel menggunakan alat *sediment trap* yang terbuat dari pipa PVC yang berdiameter 10 cm dan panjang pipa 30 cm (Jawahir *et al.*, 2019). Kemudian hasil

yang diperoleh pada dua titik *sampling* yang terletak pada satu stasiun disatukan dalam plastik, kemudian ditutup rapat dalam plastik dan diberi label. Kemudian dimasukkan ke dalam *cool box* kemudian dibawa ke laboratorium Unit Analisis dan pengukuran Jurusan Kimia FMIPA UM untuk dianalisa konsentrasi logam berat.

Selanjutnya dengan cara pengambilan sampel sedimen yang sama digunakan untuk mengukur tekstur sedimen kemudian akan di ukur di Laboratorium Eksplorasi Sumberdaya Perikanan dan Kelautan FPIK UB kemudian hasil akan dihitung dan dianalisa

3.7.3. Pengambilan Sampel Akar



Gambar 6. Pengambilan Sampel Akar *Sonneratia alba* (Data primer, 2021).

Menurut Hamzah dan Setiawan (2010), sampel akar diambil dari pohon mangrove *Sonneratia alba* dengan diameter batang sebesar 10-15 cm dan tinggi berkisar 3-5 m. Mangrove dengan ukuran tersebut mempunyai daya toleran yang tinggi. Cara pengambilan sampel akar mangrove diambil dengan hati-hati menggunakan tangan dan pisau dengan mengkomposit dari 2 titik sub *sampling* pada tiap stasiun sebanyak 50 gr pada satu pohon. Sampel akar yang diambil adalah akar nafas yang masuk kedalam sedimen atau air dapat dilihat pada

Gambar 6. Sampel kemudian dicuci dan dibersihkan lalu dimasukkan ke dalam plastik yang sudah diberi label kemudian selanjutnya dilakukan uji kandungan logam berat Pb di Laboratorium Unit Analisis dan pengukuran Jurusan Kimia FMIPA UM.

3.8. Analisis Sampel

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

3.8.1. Analisis Sampel Air

Metode yang digunakan untuk analisis logam berat dalam air ialah AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Adapun prosedur analisis sampel air yang digunakan oleh Laboratorium Unit Analisis dan pengukuran Jurusan Kimia FMIPA UM yang berdasarkan SNI (2004), sebagai berikut :

- 1) Masukkan 100 ml contoh uji yang sudah di homogenkan kedalam gelas piala
- 2) Menambahkan 5 ml asam nitrat (HNO_3)
- 3) Memansakan dalam wadah erlenmeyer diatas *hot plate* sampai kering
- 4) Menambahkan 50 ml air suling, masukan ke dalam labu ukur 100 ml melalui kertas saring dan ditepatkan 100 ml dengan air suling
- 5) Menambahkan 10 ml larutan induk logam timbal, Pb 1000 mg/l ke dalam labu ukur 100 ml
- 6) Menepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera
- 7) Menambahkan pipet 0 ml; 1 ml; 5 ml; 10 ml; 15 ml dan 20 ml larutan baku timbal, Pb 10,0 mg/l masing-masing ke dalam labu ukur 100 ml
- 8) Menambahkan larutan pengencer sampai tepat tanda tera sehingga diperoleh konsentrasi logam timbal 0,0 mg/l; 1,0 mg/l; 5,0 mg/l; 10,0 mg/l; 15,0 mg/l dan 20,0 mg/l.
- 9) Mengoptimalkan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) sesuai petunjuk penggunaan alat
- 10) Mengukur masing-masing larutan kerja yang telah dibuat pada panjang gelombang 283,3 nm
- 11) Membuat kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan garis regresi
- 12) Melanjutkan dengan pengukuran contoh uji yang sudah dipersiapkan.

3.8.2. Analisis Sampel Sedimen

Metode yang digunakan untuk analisis logam berat pada sedimen ialah AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Adapun prosedur analisis sampel sedimen yang digunakan oleh Laboratorium Unit Analisis dan pengukuran Jurusan Kimia FMIPA UM yang berdasarkan SNI (2004), sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan sampel sedimen sebanyak 5 gram dan dihaluskan
- 2) Mengeringkan sampel dalam oven pada suhu 105°C sampai kadar airnya konstan dan homogenkan.
- 3) Melakukan pengarangn diatas *hot plate* sampai menjadi arang. Untuk mempercepat terjadinya proses pengarangn ditetaskan sedikit larutan HNO₃
- 4) Memasukkan sampel yang telah menjadi arang ke dalam tanur pada suhu 700°C sampai menjadi abu.
- 5) Melarutkan sampel sedimen yang telah menjadi abu dengan menambahkan 10 ml larutan HNO₃ pekat lalu tepatkan menjadi 50 ml. Kocok sampai homogen.
- 6) Mengguerus hasil pencampuran larutan tersebut didalam wadah krus porselin dan disaring menggunakan kertas saring kuantitatif dengan ukuran pori 8,0 µm.
- 7) Menganalisis sampel menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

3.8.3. Analisis Sampel Akar

Metode yang digunakan untuk analisis logam berat dalam akar mangrove ialah AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Adapun prosedur analisis

sampel akar mangrove yang digunakan oleh Laboratorium Unit Analisis dan pengukuran Jurusan Kimia FMIPA UM yang berdasarkan SNI (2004), sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan sampel akar sebanyak 5 gram dan dihaluskan
- 2) Mengeringkan sampel dalam oven pada suhu 105°C sampai kadar airnya konstan dan homogenkan.
- 3) Melakukan pengarangn diatas *hot plate* sampai menjadi arang. Untuk mempercepat terjadinya proses pengarangn meneteskan sedikit HNO_3
- 4) Memasukkan sampel yang telah menjadi arang ke dalam tanur pada suhu 700°C sampai menjadi abu.
- 5) Melarutkan sampel akar yang telah menjadi abu dengan menambahkan 10 ml larutan HNO_3 pekat lalu tepatkan menjadi 50 ml. Kocok sampai homogen.
- 6) Mengguerus hasil pencampuran larutan tersebut didalam wadah krus porselin dan disaring menggunakan kertas saring kuantitatif dengan ukuran pori 8,0 μm .
- 7) Menganalisis sampel menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

3.9. Analisis Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini berupa suhu, pH dan salinitas. Pengukuran parameter kualitas air dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel air.

3.9.1. Suhu

Menurut SNI (2004), untuk mengetahui nilai suhu dapat diukur menggunakan thermometer yaitu dengan cara:

1. Menyalakan Thermometer dengan cara menekan tombol "Power".
2. Mencelupkan thermometer langsung ke dalam contoh uji
3. Mendiamkan thermometer 2 menit sampai 5 menit sampai thermometer menunjukkan nilai yang stabil
4. Menekan tombol "Hold" dan catat hasilnya.
5. Selanjutnya membersihkan tandon (*resevoir*) dengan aquades dan tisu
6. Mematikan thermometer dengan cara menekan tombol "Power".

3.9.2. pH Air (Derajat Keasaman)

Menurut SNI (2004), untuk mengetahui nilai pH dapat diukur menggunakan pH meter yaitu dengan cara:

1. Melakukan kalibrasi alat pH meter.
2. Mengeringkan dengan tisu, selanjutnya dibilas elektroda dengan aquades.
3. Membilas elektrode dengan air sampel.
4. Memasukkan elektrode pada air sampel sampai menunjukkan pembacaan yang tetap.
5. Mencatat hasilnya.
6. Mematikan pH meter dengan cara menekan tombol "Power".

3.9.3. Salinitas

Menurut Matatula, *et al.* (2013), prosedur pengukuran salinitas menggunakan *refraktometer salt* sebagai berikut:

1. Melakukan kalibrasi *refraktometer salt* dengan akuades.
2. Mengambil air sampel menggunakan pipet tetes.
3. Meneteskan air sampel pada refraktometer kemudian tutup hingga tidak terdapat gelembung udara pada kaca *refraktometer salt*.
4. Mengarahkan *refraktometer salt* pada cahaya matahari.
5. Menentukan salinitas perairan dengan melihat skala pada sisi kanan atas.
6. Mencatat hasilnya.

3.10. Analisis Sedimen

Parameter sedimen yang diukur dalam penelitian ini berupa pH dan tekstur sedimen. Pengukuran parameter sedimen dilakukan langsung saat pengambilan sampel sedimen.

3.10.1. pH Sedimen (Derajat Keasaman)

Menurut Balai penelitian tanah (2005), untuk mengetahui nilai pH pada sedimen dapat diukur menggunakan pH pen yaitu dengan cara sebagai berikut:

1. Menancapkan pH pen ke dalam tanah pada keempat ujung titik lahan.
2. Melihat pada skala dan dicatat hasilnya.

3.10.2. Tekstur Sedimen

Menurut Rahmi (2013), untuk penentuan tekstur sedimen yaitu menggunakan analisis saringan dengan cara sebagai berikut:

1. Menjemur tanah sampai kering atau di angin-anginkan selama 1-2 hari.
2. Menimbang berat awal tanah.

3. Memasukkan tanah ke dalam oven dengan suhu 105-110°C selama 48 jam sampai beratnya konstan atau tidak ada perubahan berat pada tanah tersebut.
4. Mengeluarkan tanah dari oven jika berat tanah sudah konstan.
5. Menimbang tanah yang sudah kering sebanyak 100 gram.
6. Memisahkan fraksi tanah menggunakan saringan tiga bertingkat.

Berdasarkan dengan ukuran fraksi atau butiran partikelnya, ukuran fraksi tanah dibagi atas tiga macam yaitu: 1) pasir (50 μ - 2 mm), 2) debu (2 - 50 μ), dan 3) liat (\leq 2 μ).

7. Memasukkan sampel yang telah di timbang tersebut ke dalam saringan bertingkat untuk di putar selama 15 menit oleh alat *Sieve Shaker*.
8. Menimbang setiap hasil pada saringan.
9. Menghitung dengan rumus menurut Sinulingga, *et al.* (2017), sebagai berikut:

$$\%Berat = \frac{\text{Berat hasil ayakan (gram)}}{\text{Berat awal (gram)}} \times 100\%$$

3.11. Analisis Data

Sampel air, sedimen dan akar mangrove yang telah diuji kandungan logam berat Pb selanjutnya dilakukan analisis data menggunakan program komputer *Microsoft Excel*. Analisis data bertujuan untuk mengetahui daya serap pada spesies mangrove *Sonneratia alba* terhadap logam berat Pb dan mengetahui rata-rata laju serapan logam berat di dua stasiun pengambilan sampel (Sanadi *et al.*, 2018). Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif sesuai dengan baku mutu lingkungan yang terdapat dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 Tahun 2021 untuk kandunga logam pada air. Konsentrasi logam berat pada akar

dibandingkan dengan literatur. Sedangkan acuan untuk menentukan baku mutu sedimen belum diatur di Indonesia, maka konsentrasi logam berat pada sedimen dibandingkan dengan standar baku mutu dari *Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (AN-ZECC/ARMCANZ 2000)*, *Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME 2002)*, *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA 1999)*, *United States Environmental Protection Agency (US-EPA 2004)*, *Oslo and Paris Conventions (OSPAR 2000)* dan *Swedish Environmental Protection Agency (SEPA 2000)*.

3.11.1. Analisis Nilai BCF (*Bio-Concentration Factor*)

Analisis nilai BCF (*Bio-Concentration Factor*) untuk mengetahui terjadi akumulasi logam pada mangrove dilakukan dengan cara menghitung konsentrasi logam di akar, air dan sedimen. BCF merupakan perbandingan antara konsentrasi logam yang berada dalam organ (akar) dengan konsentrasi logam yang berada di sedimen. Tujuan penghitungan nilai BCF adalah untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi logam pada akar yang berasal dari lingkungan (Dewi *et al.*, 2018). Adapun rumus perhitungan BCF menggunakan persamaan berikut seperti yang dijelaskan oleh Jupriyati, *et al.* (2013), Rumus BCF yaitu :

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

Menurut Purnamawati, et al. (2015), nilai BCF dapat dibedakan menjadi 4

kategori, yaitu :

$BCF \geq 1000$: *Hyper-accumulator*

$BCF > 1$: *Accumulator*

$BCF < 1$: *Excluder*

$BCF = 1$: *Indicator*

Apabila nilai $BCF < 1$ menunjukkan bahwa mangrove tidak memiliki kemampuan penyerap dan penyimpanan logam berat, nilai $BCF = 1$ menunjukkan

bahwa tumbuhan mangrove merupakan indikator, dan $BCF > 1$ menunjukkan

bahwa tumbuhan mangrove memiliki kemampuan untuk menyerap dan menyimpan logam berat, berada di antara akumulator dan hiper-akumulator

(Aljhdali and Alhassan 2020). *Accumulator* adalah tanaman yang dapat

mengakumulasi logam dalam konsentrasi tinggi dalam jaringan tanaman bahkan

melebihi konsentrasi di dalam tanah. *Excluder* adalah tanaman yang secara efektif

mencegah logam berat mencapai bagian atas tanaman, tetapi konsentrasi logam

di sekitar area akar masih tinggi. *Indicator* adalah tumbuhan sebagai bioindikator,

yaitu tumbuhan mentolerir adanya konsentrasi logam dengan menghasilkan

senyawa pengikat logam atau dengan mengubah komposisi logam dengan

menyimpan logam pada bagian yang tidak peka (Baker, 1981).

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Pantai Blekok memiliki kawasan ekosistem mangrove yaitu Ekowisata Kampung Blekok terletak di Dusun Pesisir Timur, Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, Kabupaten Situbondo tepatnya berlokasi di sebelah utara Kabupaten Situbondo yang berjarak 10 km dari pusat Kabupaten Situbondo. Secara geografis terletak pada titik koordinat $113^{\circ}55'14'' - 113^{\circ}55'44''$ BT dan $7^{\circ}41'48'' - 7^{\circ}42'3''$ IS. Dinamakan Pantai Ekowisata Kampung Blekok karena di wilayah tersebut mempunyai vegetasi mangrove yang merupakan habitat bagi burung blekok, sehingga banyaknya berbagai jenis burung blekok sawah di pantai tersebut. Sehingga Pantai Ekowisata Blekok merupakan ekowisata berbasis konservasi khususnya konservasi mangrove dan burung air yang dikelola oleh Dinas lingkungan Hidup (DIH) Kabupaten Situbondo dan Kelompok Masyarakat Sadar Wisata (POKDARWIS) Kampung Blekok.

Batas-batas wilayah Pantai Ekowisata Kampung Blekok antara lain: sebelah utara Selat Madura, sebelah selatan PT. Yuxing Algae International dan Dusun Krajan, sebelah barat PT. Warm, area tambak dan Dusun Pesisir Barat, dan sebelah timur Muara Sungai Sampean dan Kecamatan Panarukan. luas area mangrove di Pantai Ekowisata Kampung Blekok saat ini sudah mencapai $\pm 6,3$ ha yang dapat dilihat pada lampiran 2. Komposisi vegetasi hutan mangrove Pantai Ekowisata Kampung Blekok terdiri atas 16 spesies antara lain *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, *Avicennia alba*, *Avicennia mariana*, *Excoecaria agallocha*, *Excoecaria aureum*, *Achantus ilicifolius*, *Wedelia biflora*, *Acrostichum aureum*, *Ceriops tagal*,

Bruguiera gymnorizha, *Xlocarpus granatum* dan *Hibiscus tilliaceus* dan keanekaragaman jenis burung sebanyak 38 spesies, beberapa spesies yang paling banyak antara lain blekok sawah (*Ardeola speciosa*), kuntul kerbau (*Bubulcus ibis*), kuntul kecil (*Egretta garzetta*), cangak abu (*Ardea cinerea*), kowak-malam abu (*Nycticorax nycticorax*), cangak merah (*Ardea purpurea*) dan kokokan laut (*Butorides striatus*).

4.2. Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini ditetapkan 4 stasiun dan 2 titik pengambilan pada tiap stasiun. lokasi pengambilan sampel pada stasiun 1 titik 1 dapat dilihat pada Gambar 6 dan lokasi pengambilan sampel stasiun 1 titik 2 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Titik Sampel 1
(Data Primer, 2021)



Gambar 8. Titik Sampel 2
(Data Primer, 2021)

Berdasarkan Gambar 7 dan Gambar 8 diatas lokasi pengambilan sampel pada stasiun 1 memiliki 2 titik pengambilan yang berjarak ± 10 meter. Koordinat pada area titik 1 berada pada $113^{\circ}55'24,408''$ – $113^{\circ}55'24,569''$ BT dan $7^{\circ}41'50,528''$ – $7^{\circ}41'50,691''$ IS, sedangkan pada area titik 2 berada pada koordinat $113^{\circ}55'24,195''$ – $113^{\circ}55'24,356''$ BT dan $7^{\circ}41'50,961''$ – $7^{\circ}41'51,124''$ IS. lokasi pengambilan sampel di stasiun 1 berada di ujung pantai di daerah pasang surut

atau dapat dilihat di peta pada Gambar 3. lokasi pengambilan sampel pada stasiun 1 cukup jauh sehingga menggunakan transportasi perahu untuk menyebrangi muara sungai, karena tidak terdapat jalan atau akses penghubung langsung antar kedua hutan mangrove. Stasiun 1 memiliki kerapatan yang cukup baik, terdapat berbagai jenis mangrove berdasarkan hasil identifikasi misalnya jenis *Sonneratia caseolaris*, *Rhizophora mucronata*, *Xlocarpus granatum*, *Avicennia marina* dan *Avicennia alba*.

Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 2 titik 1 dapat dilihat pada Gambar 8 dan lokasi pengambilan sampel pada stasiun 2 titik 2 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Titik Sampel 3
(Data Primer, 2021)



Gambar 10. Titik Sampel 4
(Data Primer, 2021)

Berdasarkan Gambar 9 dan Gambar 10 diatas letak pengambilan sampel pada stasiun 2 memiliki 2 titik yang memiliki jarak ± 10 meter. Area titik 1 berada pada koordinat $113^{\circ}55'38,232''$ – $113^{\circ}55'38,396''$ BT dan $7^{\circ}41'56,156''$ – $7^{\circ}41'56,32''$ IS, sedangkan area titik 2 berada pada koordinat $113^{\circ}55'38,809''$ – $113^{\circ}55'38,969''$ BT dan $7^{\circ}41'56,741''$ – $7^{\circ}41'56,903''$ IS. lokasi pengambilan sampel di stasiun 2 berhadapan langsung dengan laut atau dapat dilihat di peta pada Gambar 3. lokasi pengambilan sampel pada stasiun 2 cukup jauh sehingga menggunakan transportasi perahu hingga ke bagian belakang hutan mangrove,

kemudian untuk mencapai stasiun 2 terdapat jalan setapak atau akses langsung sehingga dari belakang hutan mangrove menuju stasiun 2 cukup dengan berjalan kaki. Stasiun 2 berdekatan dengan dermaga dan Pelabuhan Panarukan, kemudian ada pipa besar mengarah ke pantai berdasarkan penjelasan nelayan, pipa tersebut merupakan bukan pipa untuk membuang hasil limbah namun pipa yang digunakan untuk mengambil air laut sebagai kegiatan di tambak. Stasiun 2 memiliki kerapatan yang cukup baik, terdapat berbagai jenis mangrove berdasarkan hasil identifikasi seperti *Sonneratia caseolaris*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, *Ceriops tagal*, *Avicennia marina* dan *Avicennia alba*.

Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 3 titik 1 dapat dilihat pada Gambar 10 dan lokasi pengambilan sampel pada stasiun 3 titik 2 dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Titik Sampel 5
(Data Primer, 2021)



Gambar 12. Titik Sampel 6
(Data Primer, 2021)

Berdasarkan Gambar 11 dan Gambar 12 diatas letak pengambilan sampel pada stasiun 3 memiliki 2 titik yang memiliki jarak ± 10 meter. Area titik 1 berada pada koordinat $113^{\circ}55'20,29''$ – $113^{\circ}55'20,451''$ BT dan $7^{\circ}41'51,023''$ – $7^{\circ}41'51,187''$ IS, sedangkan area titik 2 berada pada koordinat $113^{\circ}55'20,463''$ – $113^{\circ}55'21,628''$ BT dan $7^{\circ}41'51,944''$ – $7^{\circ}41'52,108''$ IS. lokasi pengambilan sampel di stasiun 3 berada di daerah dekat muara sunagi atau dapat dilihat di peta

pada Gambar 3. Untuk mencapai lokasi pengambilan sampel pada stasiun 3 menggunakan transportasi perahu untuk melintasi muara sungai, karena tidak terdapat jalan atau akses penghubung langsung antar kedua hutan mangrove, sampai di pemberhentian perahu kemudian ditempuh dengan berjalan kaki.

Stasiun 3 berdekatan dengan muara Sungai Sampean. Stasiun 3 memiliki beragam jenis mangrove berdasarkan hasil identifikasi seperti *Sonneratia caseolaris*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, *Bruguiera gymnoriza*, *Avicennia marina* dan *Avicennia alba*.

lokasi pengambilan sampel pada stasiun 4 titik 1 dapat dilihat pada Gambar 12 dan lokasi pengambilan sampel pada stasiun 4 titik 2 dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Titik Sampel 7
(Data Primer, 2021)



Gambar 14. Titik Sampel 8
(Data Primer, 2021)

Berdasarkan Gambar 13 dan Gambar 14 diatas letak pengambilan sampel pada stasiun 4 memiliki 2 titik yang memiliki jarak ± 10 meter. Area titik 1 berada pada koordinat $113^{\circ}55'14,628''$ – $113^{\circ}55'14,792''$ BT dan $7^{\circ}41'01,929''$ – $7^{\circ}41'02,092''$ IS, sedangkan area titik 2 berada pada koordinat $113^{\circ}55'13,841''$ – $113^{\circ}55'13,838''$ BT dan $7^{\circ}41'02,234''$ – $7^{\circ}41'02,235''$ IS. lokasi pengambilan sampel di stasiun 4 berdekatan dengan pemukiman warga, galangan kapal dan aktivitas industri atau dapat dilihat di peta pada Gambar 3. Untuk mencapai lokasi

pengambilan sampel pada stasiun 4 terdapat jalan setapak atau akses langsung sehingga dari stasiun 3 menuju stasiun 4 cukup dengan berjalan kaki melalui Ekowisata Kampung Blekok hingga melalui pemukiman warga. Stasiun 4 berdekatan dengan pemukiman warga, galangan perahu nelayan dan pabrik pembuatan pupuk. Stasiun 4 memiliki beragam jenis mangrove berdasarkan hasil identifikasi seperti *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, *Avicennia marina* dan *Avicennia alba*.

4.3. Data Hasil Analisis Logam Berat Pb

Pada penelitian ini didapatkan hasil pengukuran kandungan logam berat Pb pada air, sedimen dan akar mangrove *Sonneratia alba* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat dilihat pada Tabel 4.

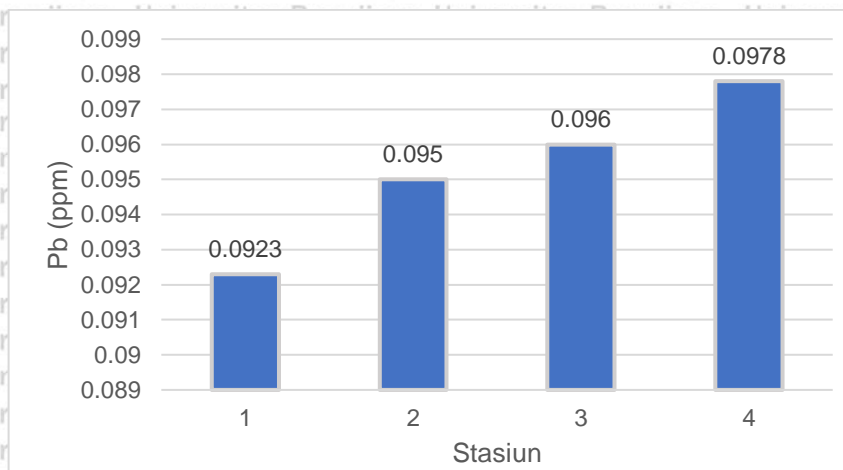
Tabel 4. Logam berat Pb pada air, sedimen dan akar mangrove *Sonneratia alba*

Stasiun	Konsentrasi Pb (ppm)		
	Air	Sedimen	Akar
1	0,0923	0,2225	0,1027
2	0,0950	0,1243	0,1300
3	0,0960	0,1288	0,0951
4	0,0978	0,1942	0,0971
Rata-rata	± 0.095275	± 0.16745	± 0.106225

Sumber: Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Malang

4.3.1. Analisis Logam Berat Pb Pada Air

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



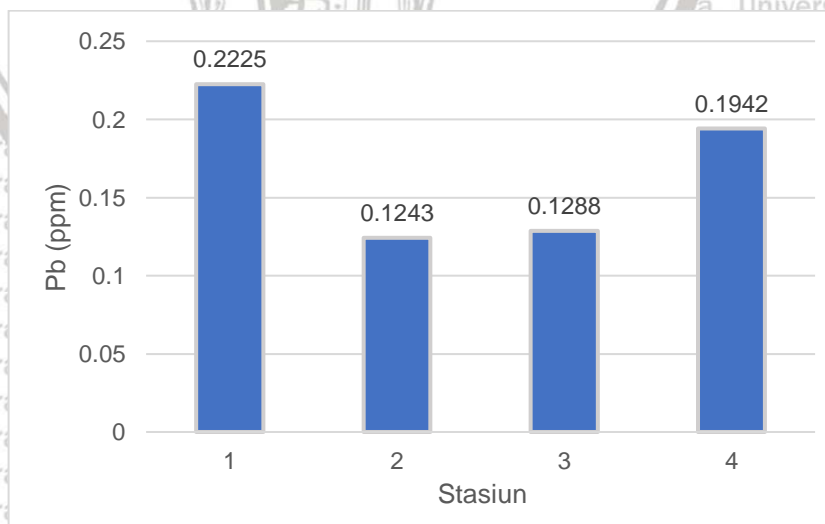
Gambar 15. Grafik Logam Berat Pb pada Air

Berdasarkan Gambar 15 diatas kandungan logam berat Pb pada air paling rendah pada stasiun 1 yaitu sebesar 0,0923 ppm dan tertinggi pada stasiun 4 yaitu sebesar 0,0978 ppm. Adapun hasil analisis laboratorium kandungan Pb pada air dapat dilihat pada lampiran 3. Rendahnya kandungan Pb pada stasiun 1 dibanding stasiun lain diduga karena lokasi pada stasiun 1 jauh dengan aktivitas manusia, pemukiman warga dan buangan limbah pabrik. Tingginya kandungan Pb pada stasiun 4 dibanding stasiun lain diduga karena lokasi pada stasiun 4 ini berdekatan dengan aliran buangan limbah domestik, limbah pabrik dan berdekatan dengan pemukiman warga. Baku Mutu Air laut Berdasarkan PP No.22 Tahun 2021 yaitu sebesar 0,008 ppm. Berdasarkan hal tersebut, maka kandungan logam berat Pb di Pantai Ekowisata Kampung Blekok sudah melebihi ambang batas baku muku. Tingginya logam berat Pb di perairan Pantai Ekowisata Kampung Blekok diduga karena adanya buangan limbah domestik, berdekatan dengan industri, aktivitas di pesisir seperti pelabuhan dan tingginya masukan limbah dari Sungai Sampean hingga melalui Kali Pagedungan yang berada diantara kawasan hutan mangrove Pantai Ekowisata Kampung Blekok.

Konsentrasi logam berat dalam air sangat tergantung pada sifat dan kualitas air. Semakin banyak aktivitas manusia di darat dan di badan air yang menghasilkan logam berat dapat mempengaruhi kandungan logam berat di badan perairan (Triantoro, *et al.*, 2017). Faktor lingkungan perairan seperti pH, kesadahan, suhu dan salinitas merupakan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi toksisitas logam berat di perairan (Hutagalung, 1984). Pencemaran logam berat yang melebihi baku mutu, seperti Pb dapat berubah fungsi menjadi sumber racun, kemudian dapat berakibat fatal bagi organisme perairan dan menyebabkan ketidakseimbangan ekologi dan keanekaragaman organisme perairan (Akbar *et al.*, 2014). Meskipun daya racun yang dihasilkan oleh suatu jenis logam berat tidaklah sama, tetapi kehancuran suatu kelompok dapat memutuskan rantai kehidupan. Pada tingkat selanjutnya tentu saja keadaan ini dapat merusak suatu tatanan ekosistem (Palar, 1994).

4.3.2. Analisis logam Berat Pb Pada Sedimen

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



Gambar 16. Grafik Logam Berat Pb pada Sedimen

Berdasarkan Gambar 16 diatas kandungan logam berat Pb pada sedimen paling rendah pada stasiun 2 yaitu sebesar 0,1243 ppm dan tertinggi pada stasiun 1 yaitu sebesar 0,2225 ppm. Adapun hasil analisis laboratorium kandungan Pb pada sedimen dapat dilihat pada lampiran 3. Rendahnya kandungan Pb pada stasiun 2 dibanding stasiun lain diduga karena lokasi pada stasiun 2 jauh dengan aktivitas manusia, pemukiman warga, buangan limbah pabrik dan stasiun ini berada dipinggir pantai dimana ukuran partikel sedimen pada stasiun ini besar. Tingginya kandungan Pb pada stasiun 1 dibanding stasiun lain diduga karena lokasi pada stasiun 1 ini berada di daerah pasang surut dan banyaknya sampah disekitar stasiun 1. Acuan untuk menentukan baku mutu sedimen belum diatur di Indonesia, maka konsentrasi logam berat pada sedimen dibandingkan dengan standar baku mutu dari AN-ZECC/ARMCANZ 2000, CCME 2002, NOAA 1999, US-EPA 2004, OSPAR 2000 dan SEPA 2000. Berdasarkan hal tersebut, maka kandungan logam berat Pb pada sedimen di Pantai Ekowisata Kampung Blekok masih berada pada level dibawah baku mutu.

Umumnya kandungan logam berat seperti Pb memiliki nilai lebih tinggi disedimen dibandingkan dengan yang berada diperairan. Hal ini dikarenakan karena logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan berikatan dengan partikel-partikel sedimen, sehingga konsentrasi logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibanding dalam air (Supriyantini dan Soenardjo, 2015). Faktor yang mempengaruhi konsentrasi logam berat dalam sedimen yaitu seperti kecepatan arus dan jenis sedimen yang lebih dominan berpasir. Pengaruh lain diasumsikan bahwa semakin besar kedalaman dan jarak dari pantai dan semakin kasar butiran sedimen, semakin rendah konsentrasi Pb dalam sedimen (Paundan et al., 2015). Tingginya kadar

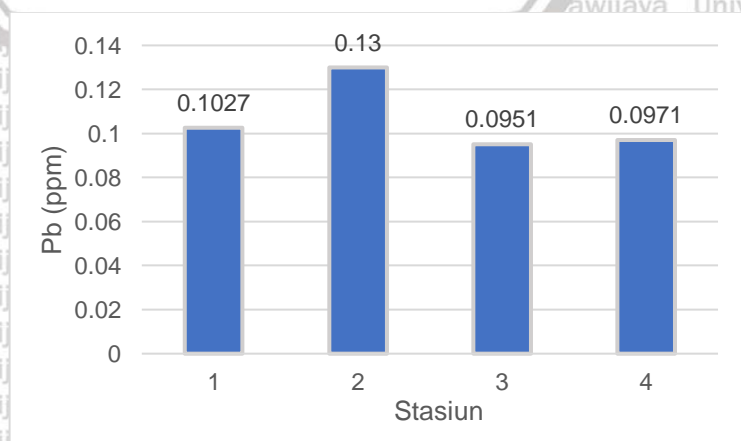
logam berat dalam sedimen dapat berpengaruh pada organisme maupun tumbuhan. logam berat di perairan suatu saat akan turun dan mengendap di dasar perairan, sehingga membentuk sedimentasi, proses ini dapat menyebabkan organisme di dasar perairan (udang, rajungan, dan kerang) yang mencari makan, akan memiliki peluang yang besar untuk terpapar logam berat yang telah terakumulasi di dasar perairan dan membentuk sedimen (Rahman, 2006). Perubahan pH dalam sedimen yang mengarah ke kondisi asam yang menyebabkan semakin reaktifnya logam berat demikian juga peningkatan salinitas juga dapat menyebabkan daya racun logam berat meningkat (Suryono, 2016).

Tabel 5. Baku Mutu logam Pb dalam Sedimen

Baku Mutu	logam Berat Pb (ppm)
ANZECC/ARMCANZ 2000	50
CCME 2002-ISQG	30,2
US-EPA 2004	47,82
SEPA 2000	≤ 25
NOAA 1999	46,7
OSPAR 2000	50

4.3.3. Analisis logam Berat Pb Pada Akar *Sonneratia alba*

Data hasil pengukuran konsentrasi Pb pada air di setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 16. sebagai berikut :



Gambar 18. Grafik Logam Berat Pb pada Akar

Berdasarkan Gambar 17 diatas kandungan logam berat Pb pada akar paling rendah pada stasiun 3 yaitu sebesar 0,0951 ppm dan tertinggi pada stasiun 2 yaitu sebesar 0,13 ppm. Adapun hasil analisis laboratorium kandungan Pb pada akar dapat dilihat pada lampiran 3. Menurut Fitriyah, *et al.* (2017), timbal merupakan unsur yang tidak esensial bagi tanaman, kandungannya berkisar antara 0,1-10 ppm dan kandungannya dalam tanaman untuk berbagai jenis secara normal berkisar 0,5-3,00 ppm. Berdasarkan hal tersebut, maka kandungan logam berat Pb pada akar di Pantai Ekowisata Kampung Blekok berada pada level belum melebihi baku mutu.

Konsentrasi timbal pada mangrove akan meningkat seiring dengan lamanya waktu pemaparan pencemaran (Yulaipi dan Aunurohim, 2013). Terjadinya akumulasi di dalam tubuh tumbuhan maka akan dapat menyebabkan konsentrasi logam berat dalam tubuh tumbuhan tersebut akan lebih tinggi daripada sumbernya (WHO, 1992). Jenis, habitat, musim dan lama pemaparan juga dapat mempengaruhi kandungan logam berat pada mangrove (Heriyanto dan Subiandono, 2011). Ketika konsentrasi logam berat dalam sedimen tinggi, mangrove akan mengurangi penyerapan logam berat secara aktif. Terkadang akar juga memiliki sistem untuk menghentikan transportasi logam ke daun, terutama pad logam *non-esensial*, sehingga terjadi penumpukan logam di akar, yang berarti bahwa penyerapan akan berlanjut, namun dalam jumlah yang terbatas dan terakumulasi di akar. Selain itu, ada sel endodermal di akar yang berfungsi sebagai filter ketika logam berat diserap (Nugrahanto *et al.*, 2014).

Masuknya logam berat secara berlebihan pada tumbuhan seperti logam berat Pb akan mengurangi asupan logam berat yang bersifat esensial seperti Mg dan Fe

sehingga menyebabkan perkembangan dan pertumbuhan tumbuhan menurun (Novita *et al.*, 2012).

4.4. Analisis Data

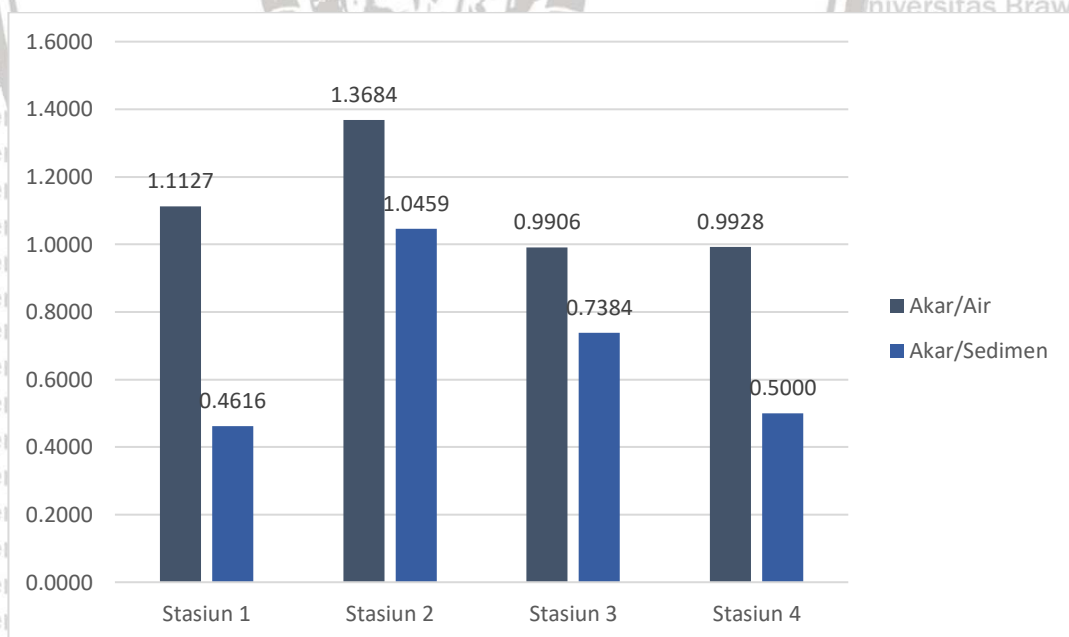
Berdasarkan hasil yang didapatkan dalam pengukuran analisis nilai BCF (*Bio-Concentration Factor*) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Nilai BCF

Stasiun	BCF	
	Akar Air	Akar Sedimen
1	1,1127	0,4616
2	1,3684	1,0459
3	0,9906	0,7384
4	0,9928	0,5000

Sumber: Data Primer, 2021.

4.4.1. Analisis Nilai BCF (*Bio-Concentration Factor*)



Gambar 19. Grafik Analisis Nilai BCF

Kemampuan suatu organisme dalam mengakumulasi logam berat dari lingkungannya dapat diamati melalui nilai faktor biokonsentrasi atau biasa dikenal dengan *Bio-Concentration Factor* (BCF). BCF merupakan perbandingan konsentrasi logam berat dalam tubuh organisme dengan konsentrasi logam berat di lingkungan sekitar organisme tersebut hidup (Widowati *et al.*, 2015).

Berdasarkan Gambar 18. nilai BCF pada pembagian akar dengan air mengalami fluktuatif yaitu berkisar antara 0,9906 – 1,3684. Nilai BCF pada pembagian akar dengan sedimen juga mengalami fluktuatif yaitu berkisar antara 0.4616 – 1.0459.

Berdasarkan hasil dari pembagian akar dengan air, nilai BCF pada stasiun 1 dan 2 menunjukkan hasil *accumulator* dan pada stasiun 3 dan 4 menunjukkan *excluder*. Sedangkan berdasarkan hasil dari pembagian akar dengan sedimen, nilai BCF yang menunjukkan hasil *accumulator* hanya pada stasiun 2 saja, stasiun yang lain menunjukkan hasil *excluder*.

Menurut Amriani, *et al.* (2011), nilai BCF dapat dibandingkan dari hasil BCF kemampuan akar dalam menyerap logam dari sedimen dengan kemampuan akar dalam menyerap logam dari air. Sehingga akan terdapat dua nilai BCF.

BCF_{o-w} merupakan nilai perbandingan antara konsentrasi logam yang diserap ke dalam jaringan akar dengan konsentrasi logam dalam air. Sedangkan BCF_{o-s} merupakan nilai perbandingan antara konsentrasi logam yang diserap ke dalam jaringan akar dengan konsentrasi logam yang terkandung di sedimen. Menurut Hidayah, *et al.* (2014), semakin tinggi nilai BCF pada suatu organisme menunjukkan semakin tinggi organisme tersebut mengakumulasi logam berat.

BCF > 1 adalah indikasi bahwa spesies tersebut potensial sebagai fitoremediator logam berat (Susana dan Suswati, 2013). Nilai BCF_{o-w} (0,9906 – 1,3684) > BCF_{o-s} (0,4616 – 1,0459) menunjukkan bahwa mangrove jenis *Sonneratia alba* lebih

banyak mengakumulasi logam berat dari air dibandingkan dari sedimen. Menurut Widowati, *et al.* (2015), hal ini dapat disebabkan oleh masuknya unsur hara di sekitar akar tanaman dari lingkungan bersamaan dengan pengambilan air yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh terutama dalam proses fotosintesis. Sehingga logam berat yang terlarut dalam air terserap dan dapat terakumulasi pada bagian tubuh tanaman mangrove.

Hasil dari perhitungan nilai BCF menunjukkan bahwa *Sonneratia alba* termasuk golongan *excluder* dan *accumulator*. *Excluder* merupakan sifat dimana tumbuhan membatasi penyerapan logam berat pada lingkungannya, baik sedimen maupun air namun ketika masuk ke tubuh tumbuhan maka logam berat akan mudah ditranslokasikan ke bagian tubuh yang lain atau ke biomasa di atasnya (Rachmawati *et al.*, 2018). *Accumulator* merupakan tanaman yang dapat menimbun konsentrasi logam yang tinggi dalam jaringan tanamannya bahkan melebihi konsentrasi di dalam tanah (Santana *et al.*, 2018). BCF yang kurang dari 1 dapat disebabkan oleh pengambilan sampel dan analisis logam berat dilakukan hanya satu kali, sehingga hasil penelitian ini hanya mewakili serapan logam berat pada saat penelitian dilakukan. Jumlah kontaminan yang terakumulasi didalam tumbuhan mangrove dapat meningkat seiring dengan bertambahnya waktu dan aktivitas manusia.

4.5. Kualitas Air

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran terhadap parameter kualitas air diantaranya suhu, pH dan salinitas. Data hasil pengukuran kualitas air dapat dilihat pada Tabel 7.

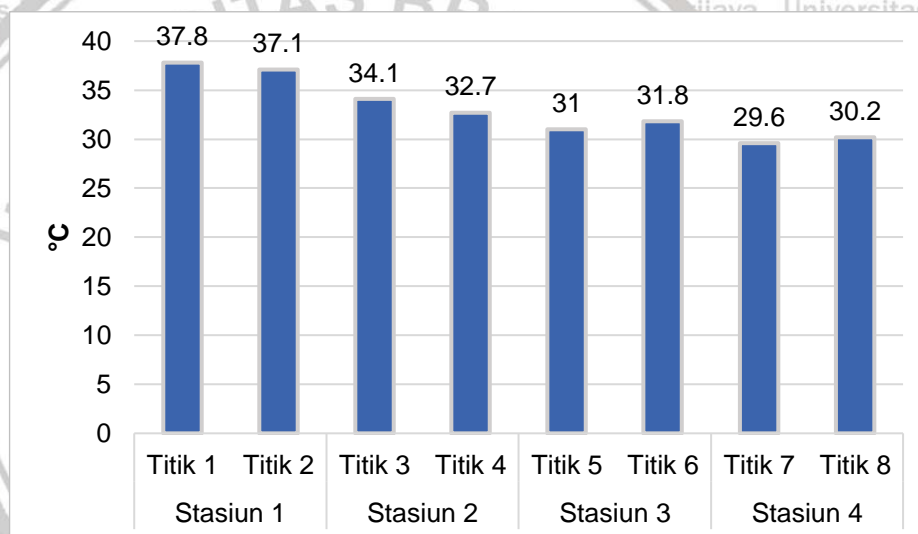
Tabel 7. Data Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3		Stasiun 4	
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	Titik 6	Titik 7	Titik 8
Suhu (°C)	37,8	37,1	34,1	32,7	31,0	31,8	29,6	30,2
pH	7,48	7,43	7,59	7,62	7,80	7,79	7,48	7,27
Salinitas (ppt)	30	30	35	35	15	15	20	20

Sumber: Data Primer, 2021.

4.5.1. Suhu

Hasil data suhu yang diperoleh pada 4 stasiun 8 titik pengamatan dapat dilihat pada Gambar 17. dibawah ini :



Gambar 20. Grafik Nilai Suhu

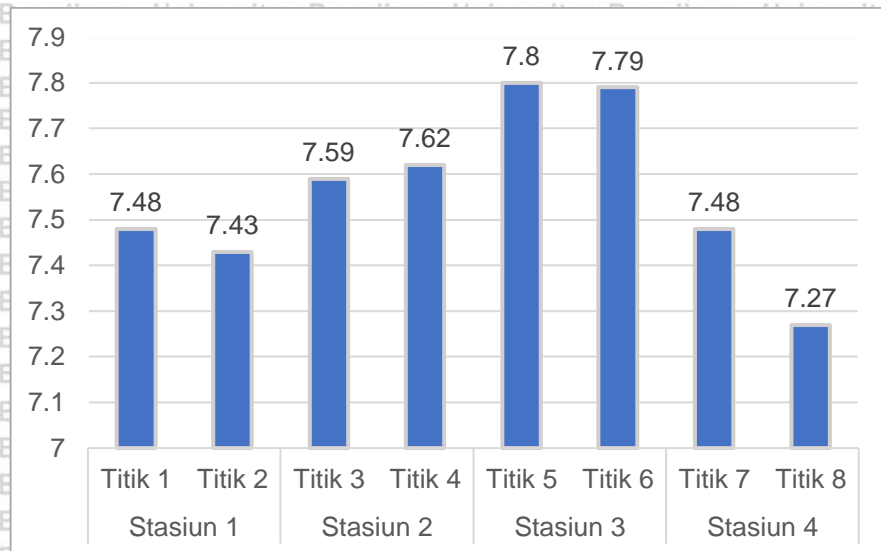
Berdasarkan Gambar 19 nilai hasil pengukuran parameter suhu mengalami fluktuasi berkisar antara 29,6 – 37,8°C. Rata-rata pada stasiun 1 di dapatkan dari hasil titik 1 dan titik 2 sebesar 37,45°C. Rata-rata pada stasiun 2 dari hasil titik 3 dan titik 4 sebesar 33,55°C. Rata-rata pada stasiun 3 dari hasil titik 5 dan titik 6 sebesar 31,4°C. Rata-rata pada stasiun 4 dari hasil titik 7 dan titik 8 sebesar 29,9°C. Perbedaan suhu yang didapatkan disebabkan oleh berbagai

macam faktor. Rata-rata suhu tertinggi didapatkan pada stasiun 1, karena pada titik ini kerapatan mangrove kurang dan dilakukan pengambilan sampel pertama saat keadaan matahari sangat terik. Rata-rata suhu terendah didapatkan pada stasiun 4, dikarenakan pada titik ini kerapatan mangrove cukup baik dan dilakukan pengambilan sampel yang paling akhir dimana matahari sudah mulai turun. Menurut Peraturan Pemerintah No.22 Tahun 2021, baku mutu suhu untuk mangrove yaitu berkisar antara 28-32°C.

Menurut Asrini, *et al.* (2017), naik turunnya parameter suhu mudah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti cuaca, waktu pengukuran serta adanya buangan ke dalam sungai maka pengukuran suhu dilakukan langsung di lapangan. Menurut Marlina, *et al.* (2017), suhu air yang tinggi dapat disebabkan dengan lokasi pengukuran sampel yang terbuka sehingga menyebabkan tingginya intensitas cahaya matahari yang masuk ke badan air secara langsung. Kerapatan vegetasi di sekitar perairan dapat mempengaruhi penurunan suhu air. Semakin banyak intensitas cahaya matahari yang mengenai perairan maka suhu perairan akan meningkat. Menurut Jupriyati, *et al.* (2013), suhu berpengaruh terhadap kandungan logam berat di suatu lingkungan perairan, suhu yang tinggi berpengaruh pada peningkatan kandungan logam berat, kenaikan suhu di dalam air mempercepat reaksi pembentukan ion logam berat dan sebaliknya jika suhu rendah maka kenaikan kandungan logam berat di dalam air akan melambat.

4.5.2. pH Air (Derajat Keasaman)

Hasil data pH yang diperoleh pada 4 stasiun 8 titik pengamatan dapat dilihat pada Gambar 18. dibawah ini :



Gambar 21. Grafik Nilai pH

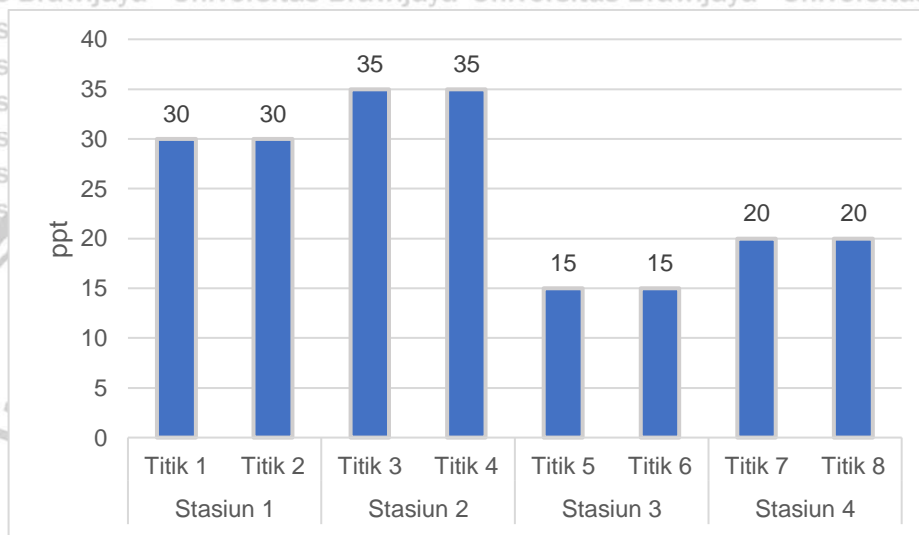
Berdasarkan Gambar 20. nilai hasil pengukuran parameter pH mengalami fluktuasi berkisar antara 7,27 – 7,80. Rata-rata pada stasiun 1 di dapatkan dari hasil titik 1 dan titik 2 sebesar 7,45. Rata-rata pada stasiun 2 dari hasil titik 3 dan titik 4 sebesar 7,6. Rata-rata pada stasiun 3 dari hasil titik 5 dan titik 6 sebesar 7,79. Rata-rata pada stasiun 4 dari hasil titik 7 dan titik 8 sebesar 7,37. Hasil pengukuran pH pada semua stasiun di tiap titik, semuanya masih memenuhi baku mutu. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.22 Tahun 2021, baku mutu pH untuk biota laut yaitu 7 - 8,5.

Menurut Hamuna, *et al.* (2018), nilai pH dapat mempengaruhi peningkatan bahan pencemar. Rendahnya nilai pH dapat meningkatkan bahan pencemar di perairan dan menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut mengalami penurunan. Menurut Sugiyanto, *et al.* (2016), pada dasarnya nilai pH juga berkaitan dengan tingkat kelarutan logam berat di perairan. pH air laut yang rendah (asam) akan mempengaruhi kelarutan logam berat dimana unsur logam berat akan mudah bereaksi dengan partikel badan air, sehingga kandungan logam dalam air meningkat. Menurut Sagala, *et al.* (2014), semakin tinggi pH (basa) akan

menyebabkan semakin rendah kandungan logam berat di perairan. Wilayah pesisir kandungan logam berat lebih tinggi dari pada perairan pantai sekitarnya, hal ini disebabkan kelarutan logam berat lebih tinggi pada nilai pH yang rendah.

4.5.3. Salinitas

Hasil data salinitas yang diperoleh pada 4 stasiun 8 titik pengamatan dapat dilihat pada Gambar 19. dibawah ini :



Gambar 22. Grafik Nilai Salinitas

Berdasarkan Gambar 21. nilai hasil pengukuran parameter salinitas mengalami fluktuasi berkisar antara 15 – 35 ppt. Rata-rata pada stasiun 1 di dapatkan dari hasil titik 1 dan titik 2 sebesar 30 ppt. Rata-rata pada stasiun 2 dari hasil titik 3 dan titik 4 sebesar 35 ppt. Rata-rata pada stasiun 3 dari hasil titik 5 dan titik 6 sebesar 15 ppt. Rata-rata pada stasiun 4 dari hasil titik 7 dan titik 8 sebesar 20 ppt. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.22 Tahun 2021, baku mutu salinitas untuk biota laut yaitu sampai 34 ppt. Hasil pengukuran salinitas pada stasiun 2 tidak memenuhi baku mutu. Stasiun 1, stasiun 3 dan stasiun 4 ketiganya memenuhi baku mutu pada tiap titiknya.

Menurut Eshmat, *et al.* (2014), nilai salinitas perairan tawar biasanya kurang dari 0,5‰, sedangkan perairan payau antara 0,5-30‰ dan perairan laut 30-40‰. Pada perairan pesisir, nilai salinitas dipengaruhi oleh masukan air tawar dari sungai, sedangkan salinitas optimum yang dibutuhkan mangrove antara 10-30‰. Menurut Jupriyati, *et al.* (2013), nilai salinitas air laut mempengaruhi konsentrasi logam berat yang mencemari lingkungan, dan penurunan salinitas di lingkungan perairan dapat menyebabkan konsentrasi logam berat di perairan meningkat dan tingkat bioakumulasi logam berat pada organisme meningkat. Sebaliknya, pada perairan dengan kadar garam yang tinggi, konsentrasi logam berat di dalam air menurun.

4.6. Sedimen

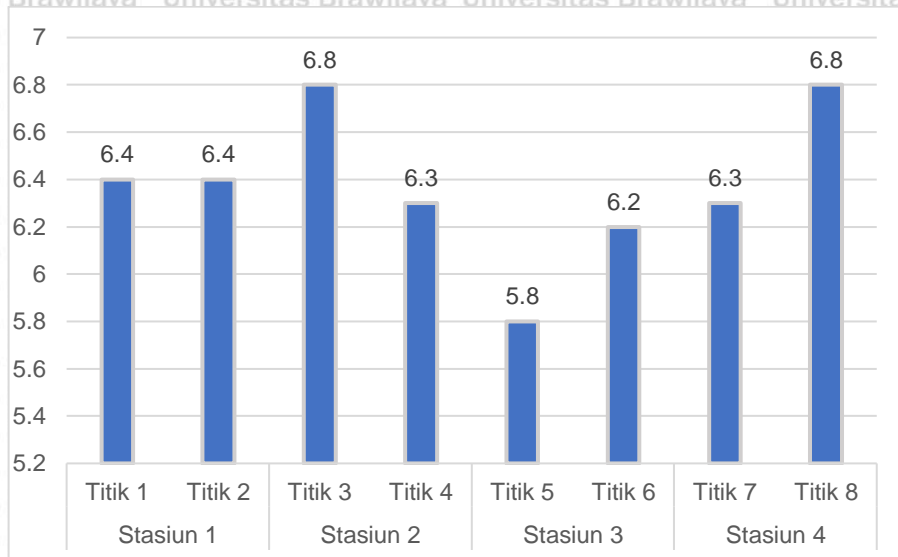
Pada penelitian ini dilakukan pengukuran terhadap parameter sedimen diantaranya pH sedimen dan tekstur sedimen. Data hasil pengukuran sedimen dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Hasil Pengukuran Sedimen

Parameter	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3		Stasiun 4	
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	Titik 6	Titik 7	Titik 8
pH	6,4	6,4	6,8	6,3	5,8	6,2	6,3	6,8
Tekstur Sedimen	Pasir	Pasir	Pasir	Pasir	Pasir lempung	Pasir lempung	lempung Berpasir	lempung Berpasir

Sumber: Data Primer, 2021.

4.6.1. pH Sedimen (Derajat Keasaman)



Gambar 23. Grafik Nilai pH Sedimen

Berdasarkan Gambar 22, nilai hasil pengukuran parameter pH sedimen mengalami fluktuasi berkisar antara 5,8 – 6,8. Rata-rata pada stasiun 1 di dapatkan dari hasil titik 1 dan titik 2 sebesar 6,4. Rata-rata pada stasiun 2 dari hasil titik 3 dan titik 4 sebesar 6,5. Rata-rata pada stasiun 3 dari hasil titik 5 dan titik 6 sebesar 6. Rata-rata pada stasiun 4 dari hasil titik 7 dan titik 8 sebesar 6,5.

Jika dilihat dari data pH tersebut, hasil rata-rata semua pH di semua stasiun mendekati netral atau netral.

Menurut Samsumarlin, *et al.* (2015), umumnya pH tanah pada hutan mangrove berada pada kisaran 6 – 7, meskipun ada beberapa yang nilai pH tanahnya di bawah 5. pH diluar kisaran nilai optimum dapat menyebabkan tidak dapat toleransi oleh mangrove sehingga mengakibatkan kematian pada mangrove. Menurut Kusumaningrum dan Sukojo (2014), tingkat nilai pH tanah dikawasan mangrove bervariasi, tergantung pada tingkat kerapatan vegetasi yang tumbuh dikawasan tersebut. Jika kerapatan rendah, tanah akan memiliki nilai pH

yang tinggi. Menurut Sagala (2010), perubahan pH merupakan indikator perubahan kelarutan logam berat di dalam sistem tanah. Secara umum kelarutan logam berat di dalam tanah menurun dengan meningkatnya pH tanah karena terjadinya peningkatan proses penjerapan logam berat oleh partikel tanah pada pH yang lebih tinggi.

4.6.2. Tekstur Sedimen

Berdasarkan Tabel 8, nilai hasil pengukuran tekstur sedimen memiliki perbedaan tekstur di beberapa stasiun. Stasiun 1 dan stasiun 2 didapatkan hasil jenis sedimen yang didominasi oleh *sand* (pasir) yaitu sekitar 95% lebih kasar butirannya dibanding stasiun lain. Stasiun 3 didapatkan hasil jenis sedimen berupa pasir berlempung yang didominasi oleh *sand* yaitu sekitar 84% lebih halus butirannya dibanding stasiun 1 dan stasiun 2. Terakhir yaitu stasiun 4 didapatkan hasil jenis sedimen berupa lempung berpasir yang didominasi oleh *sand* yaitu sekitar 75% lebih halus butirannya dibanding stasiun 3.

Kandungan logam berat di sedimen dipengaruhi oleh ukuran partikel sedimen. Menurut Supriyantini (2017), kandungan logam berat umumnya lebih tinggi pada sedimen berupa lempung, lanau, pasir berlanau dan berkurang pada pasir. Hal ini dikarenakan sedimen dengan tekstur lumpur memiliki pori yang relatif kecil dan daya serap yang tinggi, sehingga kandungan logam berat yang diperoleh cukup tinggi. Menurut Supriyantini dan Soenardjo (2015), semakin kecil ukuran partikel, semakin tinggi kandungan logam beratnya. Hal ini dikarenakan partikel sedimen halus memiliki luas permukaan yang besar dengan kerapatan ion yang lebih stabil sehingga dapat mengikat logam berat dibandingkan partikel sedimen yang lebih besar. Unsur hara dan unsur hara yang terlarut dalam air dapat

disimpan secara tidak langsung, sehingga sedimen halus biasanya memiliki daya serap yang relatif lebih tinggi.



BAB V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. a). Kandungan logam berat Pb pada air berkisar antara 0,0923 – 0,0978 ppm;
b) Kandungan logam berat Pb pada sedimen berkisar antara 0,1243 – 0,2225 ppm; dan c) Kandungan logam berat Pb pada akar mangrove *Sonneratia alba* berkisar antara 0,0951 – 0,13 ppm. Kandungan logam berat pada perairan telah melebihi batas baku mutu (PP No.22 Tahun 2021). Kandungan logam berat Pb pada sedimen di Pantai Ekowisata Kampung Blekok masih berada pada level dibawah baku mutu. (AN-ZECC/ARMCANZ 2000, CCME 2002, US-EPA 2004, NOAA 1999, OSPAR 2000 dan SEPA 2000). Kandungan logam berat Pb pada akar di Pantai Ekowisata Kampung Blekok berada pada level belum melebihi baku mutu (Fitrianah *et al.*, 2017).
2. Nilai BCF pada pembagian akar dengan air yaitu berkisar antara 0,9906 – 1,3684. Nilai BCF pada pembagian akar dengan sedimen yaitu berkisar antara 0.4616 – 1.0459. Berdasarkan hasil dari pembagian akar dengan air, nilai BCF pada stasiun 1 dan 2 menunjukkan hasil *accumulator* dan pada stasiun 3 dan 4 menunjukkan *excluder*. Sedangkan berdasarkan hasil dari pembagian akar dengan sedimen, nilai BCF yang menunjukkan hasil *accumulator* hanya pada stasiun 2 saja, stasiun yang lain menunjukkan hasil *excluder*. Nilai $BCFo-w (0,9906 - 1,3684) > BCFo-s (0,4616 - 1,0459)$ menunjukkan bahwa mangrove jenis *Sonneratia alba* lebih banyak mengakumulasi logam berat dari air dibandingkan dari sedimen.

3. Parameter kualitas air menunjukkan nilai suhu berkisar antara 29,6 – 37,8°C, pH berkisar antara 7,27 – 7,80 dan nilai salinitas berkisar antara 15 – 35 ppt.

Nilai suhu, pH dan salinitas optimal bagi kehidupan mangrove, sedangkan nilai salinitas di satu stasiun masih berada dibawah baku mutu sehingga belum optimal bagi kehidupan mangrove. Parameter sedimen menunjukkan nilai pH berkisar antara 5,8 – 6,8. Hasil tekstur sedimen menunjukkan pada stasiun 1 dan stasiun 2 didapatkan hasil jenis sedimen yang didominasi oleh *sand* (pasir) yaitu sekitar 95% lebih kasar butirannya dibanding stasiun lain.

Stasiun 3 didapatkan hasil jenis sedimen berupa pasir berlempung yang didominasi oleh *sand* yaitu sekitar 84% lebih halus butirannya dibanding stasiun 1 dan stasiun 2. Terakhir yaitu stasiun 4 didapatkan hasil jenis sedimen berupa lempung berpasir yang didominasi oleh *sand* yaitu sekitar 75% lebih halus butirannya dibanding stasiun 3.

5. 2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tumbuhan mangrove merupakan tumbuhan yang dapat menjadi fitoremediator logam berat sehingga keberadaan tumbuhan mangrove di kawasan muara Pantai Ekowisata Kampung Blekok dipertahankan dengan tujuan agar pencemaran logam berat pada badan perairan dapat berkurang. Kemudian disarankan perlu adanya penyuluhan untuk pabrik-pabrik yang berada di kawasan Pantai Ekowisata Kampung Blekok, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur terkait hasil buangan limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup
- [ANZECC/ARMCANZ] Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand. 2000. Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality, Volume 1. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, Canberra.
- [CCME] Canadian Council of Ministers of the Environment. 2002. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life. 2002. Canadian Environmental Quality Guidelines, Canada.
- [NOAA] National Oceanic and Atmospheric Administration. 1999. Screening Quick Reference Table for Inorganics in Sediment. US: Office of Response and Restoration.
- [OSPAR] Oslo and Paris Conventions. 2000. Quality status report 2000: Region IV Bay of Biscay and Iberian Coast. London: OSPAR Commission.
- [SEPA] Swedish Environmental Protection Agency. 2000. Environmental Quality Criteria Coasts and Seas. Sweden: Aralia
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2004. Air dan air limbah – Bagian 11: Cara uji Derajat Keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2004. Air dan air limbah – Bagian 23: Cara uji suhu dengan thermometer. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2004. Air dan air limbah – Bagian 8: Cara uji timbal (Pb) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2004. Sedimen – Bagian 3: Cara uji timbal (Pb) secara destruksi asam dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [US-EPA] United States Environmental Protection Agency. 2004. The Incidence and Severity of Sediment Contamination in Surface Waters of the United States, National Sediment Quality Survey : Second Edition. Washington Dc: Standards and Health Protection Division.

Akbar, A. W., A. Daud dan A. Mallongi. 2014. Analisis risiko lingkungan logam berat cadmium (Cd) pada sedimen air laut di wilayah Pesisir Kota Makassar. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin. Makassar.

Ali, M dan Rina. 2011. Kemampuan Tanaman Mangrove Untuk Menyerap Logam Berat Merkuri. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 2 (2).

Aljahdali, M. O and A. B. Alhassan. 2020. Ecological risk assessment of heavy metal contamination in mangrove habitats, using biochemical markers and pollution indices: A case study of *Avicennia marina* L. in the Rabigh lagoon, Red Sea. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 27:1174–1184.

Amriani, B. Hendarto dan A. Hadiyanto. 2011. Bioakumulasi logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) pada kerang darah (*Anadara granosa* L.) dan kerang bakau (*Polymesoda bengalensis* L.) di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 9 (2): 45-50.

Arisandi, K.R. Herawati, E.Y. dan Supriyanto, E. 2012. Akumulasi logam berat timbal (Pb) dan gambaran histologi pada jaringan *Avicennia marina* (forsk.) Vierh di perairan pantai Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan*. 1 (1): 15-25.

Arisandy. K. R., E. Y. Herawati dan E. Suprayitno. 2012. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Gambaran Histologi pada Jaringan *Avicennia marina* (forsk.) Vierh di Perairan Pantai Jawa Timur. 1 (1): 15-25.

Arkianti, N., N.K. Dewi, dan N. K. T. Martuti. 2019. Kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan di Sungai Lamat Kabupaten Magelang. *Life Science*. 8 (1).

Asrini, N. K., I. W. S. Adnyana dan I. N. Rai. 2017. Studi analisis kualitas air di daerah aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali. *Ecotrophic*. 11 (2): 101– 107.

Awaliyah, H. F., D. Yona dan D.C. Pratiwi. 2018. Akumulasi logam berat Pb dan Cu pada akar dan daun mangrove *Avicennia marina* di Sungai Lamong, Jawa Timur. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 7(3): 187 – 197.

Baker, A. J. M. (1981). Accumulator and excluders strategic in the response of plants to heavy metals. *Journal of Plant Nutrition*. 3(1-4): 643-654.

Balai Penelitian Tanah. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian: Bogor.

Billah, A. R., A. D. Moelyaningrum dan P. T. Ningrum. 2020. Phythoremediasi Chromium Total (Cr-T) menggunakan kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) pada limbah cair batik. *Jurnal Biologi Udayana*. 24 (1): 47-54.

Dewi P.K., E.D Hastuti dan R. Budihastuti. 2018. kemampuan akumulasi logam berat tembaga (Cu) pada akar mangrove jenis *Avicennia marina* (Forsk.)

dan *Rhizophora mucronata* (Lamk.) di Lahan Tambak. *Jurnal Akademika Biologi*. 7 (4) : 14-19.

Dewi, Y. K. 2020. Diversitas vegetasi mangrove di pesisir Pantai Blekok Kecamatan Kendit Kabupaten Situbondo Jawa Timur. *Jurnal Inovasi Penelitian*. 1(6).

Dixit, R., Wasiullah, D. Malaviya, K. Pandiyan, U. B. Singh, A. Sahu, R. Shukla, B. P. Singh, J. P. Rai, P. K. Sharma, H. Lade and D. Paul. 2015. Bioremediation of heavy metals from soil and aquatic environment: an overview of principles and criteria of fundamental processes. *Sustainability*. 7 (2): 2189-2212.

Eshmat, M.E., Mahasri, G., Rahardja, B.S., 2014. Analisis kandungan logam berat timbal (Pb) dan cadmium (Cd) pada kerang hijau (*Perna viridis* L.) di Perairan Ngemboh Kabupaten Gresik Jawa Timur. *J. Ilmu Perikanan dan Kelautan*. 6 : 101–108.

Farhan, I dan M. Razif. 2017. Penyisihan Konsentrasi Logam Zn Menggunakan Mangrove *Avicennia marina*. *Jurnal teknik ITS*. 6 (2): 2301-9271.

Farhan, I dan M. Razif. 2017. Penyisihan Konsentrasi Logam Zn Menggunakan Mangrove *Avicennia marina*. *JURNAL TEKNIK ITS*. 6 (2): 2301-9271.

Ginting, E. I., F. Idris dan A. D. Syakti. 2019. Logam berat kadmium (Cd) pada mangrove di perairan Tanjungpinang, *Kepulauan Riau*. *Jurnal Ruaya*. 7(2).

Gusnita, D., 2012. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Di Udara Dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal. *J. Ber. Dirgant*. Vol.13, 95–101.

Hamuna, B., R. H. R. Tanjung, Suwito, H. K. Maury dan Alianto. 2018. Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 16(1): 35 – 43.

Hamzah, F dan A. Setiawan. 2010. Akumulasi Logam Berat Pb, Cu dan Zn di Hutan Mangrove Muara Angke, Jakarta Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2 (2): 41-52.

Hamzah, F dan Y. Pancawati. 2013. Fitoremediasi logam berat dengan menggunakan mangrove. *Ilmu Kelautan*. 18 (4):203-212.

Hanafiah, K. A. 2008. *Dasar-dasar ilmu tanah*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

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

Hardiani, H. 2009. Potensi tanaman dalam mengakumulasi logam Cu pada media tanah terkontaminasi limbah padat industri kertas. 4 (1).

Heridiansyah, J. 2012. Pengaruh advertising terhadap pembentukan brand awareness serta dampaknya pada keputusan pembelian produk kecap pedas ABC. *Jurnal STIE Semarang*. 4 (2): 53-73.

Hidayah, A. A., Purwanto T. R. Soeprbowati. 2014. Biokonsentrasi faktor logam berat pb, cd, cr dan cu pada ikan nila (*Oreochromis niloticus Linn.*) di Karamba Danau Rawa Pening. *BIOMA*. 16 (1): 1-9.

Huboyo, H. S dan B. Zaman. 2007. analisis sebaran temperatur dan salinitas air limbah PLTU-PLTGU berdasarkan sistem pemetaan spasial (studi kasus : PLTU-PLTGU Tambak Lorok Semarang). *Jurnal Presipitasi*. 3 (2).

Ika., Tahril dan I. Said. 2012. Analisis logam timbal (Pb) dan besi (Fe) dalam air laut di wilayah pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara. *J. Akad. Kim.* 1 (4): 181-186.

Ika., Tahril dan I. Said. 2012. Analisis logam timbal (Pb) dan besi (Fe) dalam air laut di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara. *J. Akad. Kim.* 1(4): 181-186.

Irnawati. 2013. Peningkatan Aktivitas Belajar Siswa dengan Menggunakan Metode Diskusi pada Materi Kebebasan Berorganisasi dalam Pembelajaran PKN. *Skripsi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Tanjung Pura Pontianak.

Jawahir, L.O. A., L.O. A Afu dan Ira. 2019. Analisis laju sedimentasi di perairan Pulau Bungkutoko Sulawesi Tenggara. *Sapa Laut*. 4 (4): 219-223.

Jonaidi, A. 2012. Analisis pertumbuhan ekonomi dan kemiskinan di Indonesia. *Jurnal Kajian Ekonomi*. 1 (1).

Jupriyati, R., N. Soenardjo, dan C. A. Suryono. Akumulasi logam berat timbal (Pb) dan pengaruhnya terhadap histologi akar mangrove *Avicennia marina* (Forssk). Vierh. di Perairan Mangunharjo Semarang. *Journal Of Marine Research*. 3 (1): 61-68.

Kenna, A., Asmawati dan A. Liong. Fitoakumulasi ion logam nikel (ii) oleh tanaman lidah mertua (*Sansevieria Trifasciata Prain*) pada tanah tercemar. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Makasar.

Khairuddin, M., Yamin dan A. Syukur. 2018. Analisis kandungan logam berat pada tumbuhan mangrove Sebagai Bioindikator di Teluk Bima. *Jurnal Biologi Tropis*. 18 (1).

Khan, S. Farooq, R. Shahbaz, S. Khan, M.A. and Sadique, M. 2009. Health risk assessment of heavy metals for population via consumption of vegetables. *World Appl. Sci. J.* 6 (12) : 1602-1606.

Komarawidjaja, W. 2017. Paparan limbah cair industri mengandung logam berat pada lahan sawah di Desa Jelegong, Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung. *Jurnal Teknologi Lingkungan.* 18 (2): 173-181.

Kurniawan, I. dan M. R. Maulana. 2018. Perbandingan banyaknya frame render dengan penggunaan sumberdaya yang digunakan menggunakan anova *one way* dengan memanfaatkan *parallel computing render engine*. *IC-Tech.* 8 (1).

Kusumaningrum, T. E dan B. M. Sukojo. 2014. Analisa kesehatan mangrove berdasarkan nilai *normalized difference vegetation index* menggunakan citra alos avnir-2. *GEOID.* 9 (2): 142-149.

Lase, V.A., Yunasfi, Desrita, 2016. Daya Serap Mangrove *Avicennia Marina* Terhadap Logam Berat Kadmium (Cd) Dan Timbal (Pb) Di Kampung Nelayan Kecamatan Medan Belawan Sumatera Utara. *Univ. Sumat. Utara.*

Lasena, S. R. 2013. Analisis penentuan harga pokok produksi pada PT. Dimembe Nyiur Agripro. *Jurnal EMBA.* 1 (3): 585-592.

Marlina, N., Hudori dan R. Hafidh. 2017. Pengaruh kekasaran saluran dan suhu air sungai pada parameter kualitas air COD, TSS di Sungai Winongo menggunakan *software qual2kw*. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan.* 9(2): 122-133.

Maslukah, L., 2013. Hubungan antara Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dengan Bahan Organik dan Ukuran Butir dalam Sedimen di Estuari Banjar Kanal Barat, Semarang. *Bul. Oseanografi Mar.* 2: 55-62.

Matatulaab, J., E.Poedjirahajoc, S. Pudyatmokoc dan R. Sadonod. 2019. Sebaran spasial kondisi lingkungan Hutan Mangrove di pesisir Pantai Kota Kupang. *Journal of Natural Resources and Environmental Management.* 9(2): 467-482.

Mulyanto, B. dan W. S. Dharmawan. 2017. Bunga rampai pengelolaan lahan dan air berkelanjutan dengan melibatkan masyarakat. Bogor: Forda Press. 104.

Mustawa, M., S. H. Abdullah dan G. M. D. Putra. 2017. Analisis efisiensi irigasi tetes pada berbagai tekstur tanah untuk tanaman sawi (*brassica juncea*). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem.* 5 (2).

Nadeak. E. S. M., T. Rwanda dan I. Iskandar. 2015. Efektifitas variasi umpan dalam penggunaan fly trap di tempat pembuangan akhir ganet Kota Tanjungpinang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas.* 10 (1): 82-86.

Nasir, M., S. Desia, I. Dewiyanti, dan Munira. 2017. Produksi serasah mangrove di kawasan Kecamatan Masjid Raya Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. *BIOLEUSER*. 1(3):121-133.

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

Noor, Y., Rusila, Khazali, M., Suryadiputra, I.N., 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Wetlands International, Bogor.

Novita, Yuliani dan T Purnomo. 2012. Penyerapan logam timbal (Pb) dan kadar klorofil elodea canadensis pada limbah cair pabrik pulp dan kertas. *LenteraBio*. 1 (1): 1-8.

Nugrahanto, N. P., B.Yulianto dan R. Azizah. 2014. Pengaruh pemberian logam berat pb terhadap akar, daun, dan pertumbuhan anakan mangrove *Rhizophora mucronata*. *Journal Of Marine Research*. 2 (3): 107-114.

Nugroho, F. E. 2013. Perancangan sistem informasi penjualan online studi kasus Tokoku. *Jurnal SIMETRIS*. 7 (2).

Oktaviani, M.A dan H.B Notobroto.2014. Perbandingan Tingkat Konsistensi Normalitas Distribusi Metode *Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors, Shapiro-Wilk*, dan *Skewness-Kurtosis*. *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*. 3 (2) : 127–135.

Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.

Pangestu, H dan H. Haki. 2013. Analisis angkutan sedimen total pada Sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuasin. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 1 (1).

Pongrangga, R. A., M. Dzulkirom dan M. Saifi. 2014. Pengaruh *current ratio*, *total asset turnover* dan *debt to equity ratio* terhadap *return on equity* (Studi pada Perusahaan Sub Sektor *Property* dan *Real Estate* yang Terdaftar di BEI periode 2011-2014). *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)*. 25 (2).

Purnamawati, F. S., T. R. Soeprobawati dan M. Izzati. 2015. Potensi *Chlorella vulgaris* beijerinck dalam remediasi logam berat Cd Dan Pb skala laboratorium. *BIOMA*. 16 (2): 102 – 113.

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. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 7(3): 227-236.

Rahman, A. 2006. Kandungan logam berat timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada beberapa jenis krustasea di pantai batakan dan Takisung Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *BIOSCIENTIAE*. 3 (2): 93-101.

Rahmi, F. Y. 2013. Agihan jenis tumbuhan dan hubungannya dengan tekstur tanah di Hutan Mangrove Mangguang, Kota Pariaman. *EKSAKTA*. 1.

Ross, A. and V.L. Willson. 2017. One-Way ANOVA. Basic and advanced statistical tests. 5 : 21-24.

Safnowandi. 2015. Struktur komunitas mangrove di teluk poton bako sebagai buku panduan untuk pemantapan konsep ekosistem pada guru biologi SMA di Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*. 2 (1).

Sagala, D. 2010. Peningkatan pH tanah masam di lahan rawa pasang surut pada berbagai dosis kapur untuk budidaya kedelai. *JURNAL AGROQUA*. 8 (2).

Sagala, S. L., R. Bramawanto, A. R.T.D. Kuswardani dan W. S. Pranowo. 2014. Distribusi logam berat di Perairan Natuna. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 6 (2): 297-310.

Samsumarlin., I. Rachman dan B. Toknok. 2015. Studi zonasi vegetasi mangrove muara di Desa Umbele Kecamatan Bumi Raya Kabupaten Morowali Sulawesi Tengah. *WARTA RIMBA*. 3 (2): 148-154.

Sanadi, T. H., J. N. W. Schaduw, S. O. Tilaar, D. Mantiri, R. Bara, W. Pelle. 2018. Analisis logam berat timbal (Pb) pada akar mangrove di Desa Bahowo dan Desa Talawaan Bajo Kecamatan Tongkaina. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 2 (1).

Santana, I. K. Y. T., P. G. S. Julyantoroa dan N. P. P. Wijayanti. 2018. Akumulasi logam berat seng (Zn) pada akar dan daun lamun *Enhalus acoroides* di Perairan Pantai Sanur, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*. 1(1): 47-56.

Saputro, G. B., S. Hartini, D. Sukardjo, A. Susanto Dan A. Poniman. 2009. Peta Mangrove Indonesia. Pusat Survey Sumberdaya Alam Laut *Bakosurtanal*.

Sari, T. A., W. Atmodjo dan R. Zuraida. 2013. Studi bahan organik total (bot) sedimen dasar laut di Perairan Nabire, Teluk Cendrawasih, Papua. *Jurnal Oseanografi*. 3 (1): 81-86.

Setiawan, H dan E. Subiandono. 2015. Konsentrasi logam berat pada air dan sedimen di Perairan Pesisir Provinsi Sulawesi Selatan. *Forest Rehabilitation Journal*. 3 (1) : 67-79.

Setiawan, H. 2013. Akumulasi dan distribusi logam berat pada vegetasi mangrove diperairan Pesisir Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 7 (1).

Setiawan, H. 2014. Pencemaran logam berat di Perairan Pesisir Kota Makassar dan upaya penanggulangannya. *Info Teknis EBONI*. 11 (1) : 1 – 13.

Sholeh, M dan G. Griyanitasari. 2016. Kajian fitoremediasi kromium dalam limbah penyamakan kulit. *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet dan Plastik*. 5.

Sinulingga, H.A., M. R. Muskananfola dan S. Rudiyaniti. 2017. Hubungan tekstur sedimen dan bahan organik dengan makrozoobentos di habitat mangrove Pantai Tirang Semarang. *Journal of Maquares*. 6 (3): 247-254.

Sugiyanto, R. A. N., D. Yona dan R. D. Kasitowati. 2016. Analisis akumulasi logam berat timbal (pb) dan kadmium (cd) pada lamun *Enhalus acoroides* sebagai agen fitoremediasi di Pantai Paciran, Lamongan. Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan VI. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang.

Sugiyarto, B. Hariono dan M, P. Destarianto. 2017. Dampak perubahan tata guna lahan terhadap daya tampung Wilayah DAS Sampean. *Seminar Nasional Hasil Penelitian*.

Suharto. 2005. Dampak pencemaran logam Timbal (Pb) terhadap kesehatan masyarakat. *Majalah Kesehatan Indonesia* No. 165. Universitas Airlangga. Surabaya.

Suprihatin, I. E., M. Manurung, dan D. Mayangsari. 2014. Logam kromium (Cr) dan seng (Zn) dalam akar, batang, dan daun tumbuhan mangrove *Rhizophora apiculata* di Muara Sungai Badung. *Jurnal Kimia*. 8 (2) : 178-182.

Supriyadi, S. 2007. Kesuburan tanah di lahan kering Madura. *EMBRYO*. 4 (2).

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.

Supriyantini, E., R. A. T Nuraini dan C.P. Dewi. 2017. Daya serap mangrove *Rhizophora* sp. Terhadap logam berat timbal (pb) di Perairan Mangrove Park, Pekalongan. *Jurnal Kelautan Tropis*. 20(1):16–24.

Supriyantini, E., R. A. T. Nuraini dan C.P.D ewi. 2017. Daya serap mangrove *Rhizophora* sp. terhadap logam berat timbal (Pb) di Perairan Mangrove Park, Pekalongan. *Jurnal Kelautan Tropis*. 20 (1):16 – 24.

Surya, J. A., Y. Nuraini dan Widiyanto. 2017. Kajian porositas tanah pada pemberian beberapa jenis bahan organik di perkebunan kopi robusta. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 4 (1) : 463-471.

Suryono, 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.

Susana, R dan D. Suswati. 2013. Bioakumulasi dan distrisusi cd pada akar dan pucuk 3 jenis tanaman *famiti brassicacraffi*: implementasinya untuk fttoremedtasi. *J. Manusia Dan Lingkungan*. 20 (2): 221 – 228.

Suyana, N., A. P. Ati dan S. Widiyarto. 2018. Metode partisipatori untuk meningkatkan kemampuan menulis argumentasi pada Siswa MTs Nurul Hikmah Kota Bekasi. *Linguista*. 2 (2) : 80 – 86.

Tarigan Z., Edward dan Abdul Rozak. 2003. Kandungan logam berat Pb, Cd, Cu, Zn dan ni dalam air laut dan sedimen di Muara Sungai Membramo, Papua Dalam Kaitannya Dengan Kepentingan Budidaya Perikanan,. *Makara, Sains*. 7 (3) : 119 - 127.

Tinsley I J. 1979. *Chemical Concepts in Pollutans Behavior*. New York: John Wiley & sons.

Wandansari, N. D. 2013. Perlakuan Akuntansi Atas PPH Pasal 21 pada PT. Artha Prima Finance Kotamobagu. *Jurnal EMBA*. 1(3): 558-566.

Wandasari, N. D. 2013. Perlakuan akuntansi atas PPH Pasal 21 pada PT. Artha Prima Finance Kotamobagu. *Jurnal EMBA*. 1 (3): 558-566.

WHO. 1992. Exsposure To Cadmium A Major Public Health Concern. Preventing Disease Through Healthy Environments. Geneva: Public Health And Environment, World Health Organization.

Widowati, H., K. Sari, W. S. Sulistiani. 2015. Profil logam berat cd, cr (vi) dan pb pada lokasi berbeda di provinsi lampung serta bioakumulasinya pada tanaman pangan. *BIOEDUKASI*. 6 (2).

Wulandari, T., R. Budihastuti dan E. D. Hastuti. 2018. Kemampuan akumulasi timbal (pb) pada akar mangrove jenis *Avicennia marina* (forsk.) dan *Rhizophora mucronata* (lank.) di Lahan Tambak Mangunharjo Semarang. *Jurnal Biologi*. 7 (1) : 89 - 96.

Yafyet, S. Liong dan Y. Hala. 2016. Fitoakumulasi Cr dan Pb dalam tumbuhan bakau rhizophora mucronata di Daerah Aliran Sungai Tallo Makassar. *Univ. Hasanuddin*.

Yanti, F. N., Farida dan I. Sugiharta. 2019. Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis : dampak *blended learning* menggunakan Edmodo. *Desimal: Jurnal Matematika*. 2 (2) : 173 – 180.

Yudiati, E., S. Sedjati, I. Enggar dan I. Hasibuan. 2019. Dampak pemaparan logam berat kadmium pada salinitas yang berbeda terhadap mortalitas dan kerusakan jaringan insang juvenile udang vaname (*Litopeneus vannamei*). *Ilmu Kelautan*. 14 (4): 29 - 35.

Yuni, P. H. 2011. Nitrifikasi dan denitrifikasi di tambak. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 10 (1): 89–98.

Zainab, S.I., A. Rijaldi, A. Nurfitriani, D. P. D. Utami, G. A. Rahman, A. Aminudin, Rossie, W. Nusantara dan M. Iryanti. 2019. Karakterisasi tekstur tanah gambut di lahan lidah buaya di Kalimantan Barat. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*.

Hutagalung, H. P. 1984. Logam berat dalam lingkungan laut. *Oseana*. 9 (1) : 11-20.

Triantoro, D. D., D. Suprpto dan S. Rudiyantri. 2017. Kadar Logam Berat Besi (Fe), Seng (Zn) Pada Sedimen Dan Jaringan Lunak Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Tambak Lorok Semarang. *Journal Of Maquares*. 6 (3) : 173-180.

Paundan, M., E. Riani dan S. Anwar. 2015. Kontaminasi logam berat merkuri (Hg) dan timbal (Pb) pada air, sedimen dan ikan selar tetengek (*Megalaspis cordyla* l) di Teluk Palu, Sulawesi Tengah. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 5 (2): 161-168.

Fitrihanah, L., M. Yani dan S. Effendy. 2017. Dampak pencemaran aktivitas kendaraan bermotor terhadap kandungan timbal (Pb) dalam tanah dan tanaman padi. *Jurnal pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 7 (1) :11-18.

Yulaipi, S dan Aunurohim. 2013. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Hubungannya dengan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. 2(2) : 2337-3520.

Heriyanto, N. M dan E. Subiandono. 2011. Penyerapan polutan logam berat (Hg, Pb dan Cu) oleh jenis-jenis mangrove. *Jurnal Penelitian Dan Konservasi Alam*. 8 (2) : 177-188.

Jupriyati, R., N. Soenardjo, dan C. A. Suryono. 2013. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Pengaruhnya Terhadap Histologi Akar Mangrove *Avicennia marina* (Forssk). Vierh. di Perairan Mangunharjo Semarang. *Journal Of Marine Research*. 3 (1): 61-68.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan

a. Alat dan Bahan Pengambilan Sampel

No	Alat / Bahan	Kegunaan
1.	Gergaji	Membantu proses pemotongan sampel akar mangrove saat di lapangan
2.	Pisau	Membantu proses pemotongan sampel akar mangrove menjadi ukuran lebih kecil
3.	Timbangan digital	Menimbang berat sampel.
4.	Plastik sampel	Mengisi sampel akar mangrove dan sedimen saat di lapangan
5.	Kertas label	Membantu untuk menandai sampel yang di dapat
6.	Tali rafia	Membuat <i>line transect</i>
7.	Meteran	Membantu dalam mengukur panjang tali rafia untuk <i>line transect</i>
8.	Botol 100 ml	Membantu untuk wadah sampel air
9.	Aquades	Membantu saat melakukan proses kalibrasi alat sebelum digunakan
10.	Tisu	Megeringkan alat
11.	Pipa PVC	Membantu saat mengambil sampel sedimen
12.	Coolbox	Membantu dalam penyimpanan sampel akar, air dan sedimen
13.	Es batu	Mengawetkan sampel
14.	GPS (<i>Global Positioning System</i>)	Membantu memberikan informasi titik koordinat stasiun pengambilan sampel
15.	Alat tulis	Membantu dalam menulis hasil penelitian
16.	Kamera	Membantu untuk mendokumentasikan pada saat penelitian

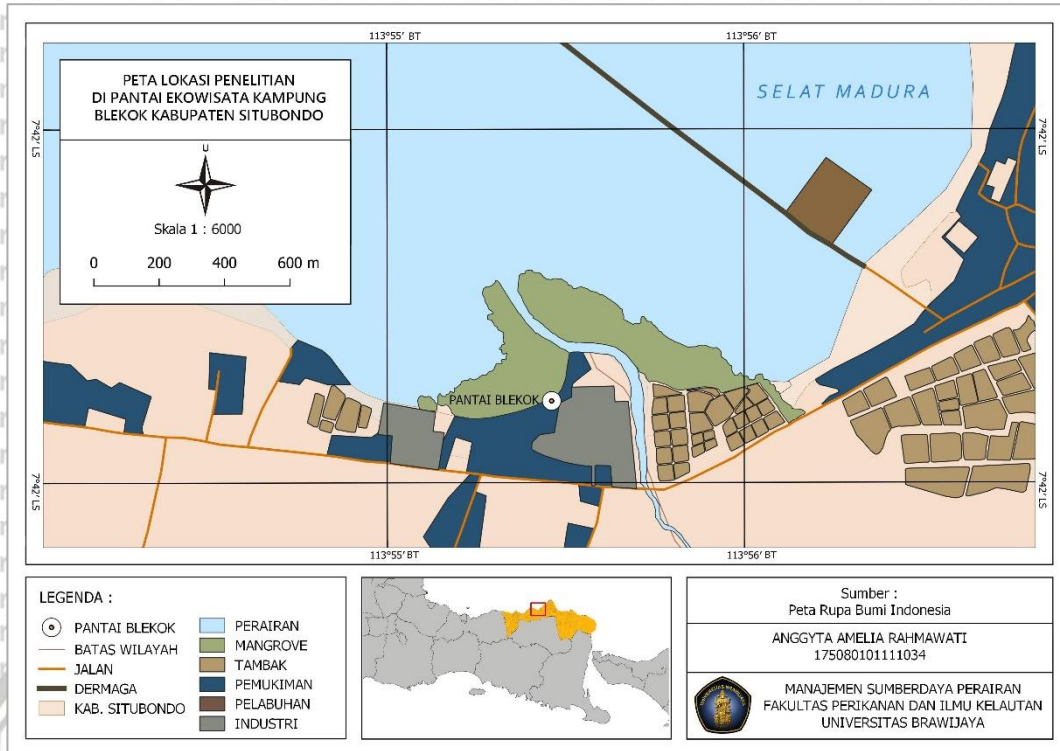
b. Alat dan Bahan Sampel Air

No	Parameter	Satuan	Alat	Bahan
Fisika				
1.	Suhu	°C	Termometer	Air sampel
Kimia				
2.	pH	-	pH meter	Air sampel
3.	Salinitas	‰	Salinometer	Tisu Air sampel
				Tisu Aquades

b. Alat dan Bahan Sampel Sedimen

No	Parameter	Satuan	Alat	Bahan
1.	pH	-	pH pen	Sampel sedimen
2.	Tekstur sedimen	%	Sieve Shaker Oven Timbangan Nampan	Sampel sedimen

Lampiran 2. Peta lokasi penelitian



Lampiran 3. Hasil uji logam berat Pb dengan AAS

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM) FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM LABORATORIUM KIMIA Jalan Semarang 5, Malang 65145 Telepon: 0341- 562180 Laman: www.um.ac.id		FPO 5.10-1
	FORMULIR		Tgl. Terbit / Revisi : 13 April 2021
JUDUL LAPORAN HASIL PENGUJIAN		Halaman : 1-1	File : Anggyta Amelia Rahmawati

Nomor : 029/UN.32.3.7.3/LT/2021

Nama Pemilik : Anggyta Amelia Rahmawati

NIM : 175080101111034

Alamat Pemilik : Perum Istana Gajahyana B9 Kav II

Jenis contoh : Padat dan Cair


Tanggal terima sampel: 29 Maret 2021

Tanggal pengujian : 12 April 2021

Metode Uji : AAS

Hasil Pengujian : Kadar Timbal (Pb)

No	Kode Sampel	Berat Sampel (gr)	Pb (ppm)	Keterangan
1	A Akar St. 1	2,0025	0,1027	Berat sampel yang ditimbang dilarutkan ke dalam larutan HNO ₃ 10% hingga volume larutan menjadi 50 mL
2	A Akar St. 2	2,0002	0,1300	
3	A Akar St. 3	2,0007	0,0951	
4	A Akar St. 4	2,0018	0,0971	
5	A Sedimen St. 1	2,0004	0,2225	
6	A Sedimen St. 2	2,0016	0,1243	
7	A Sedimen St. 3	2,0009	0,1288	
8	A Sedimen St. 4	2,0008	0,1942	
9	A Air St. 1	-	0,0923	
10	A Air St. 2	-	0,0950	
11	A Air St. 3	-	0,0960	
12	A Air St. 4	-	0,0978	

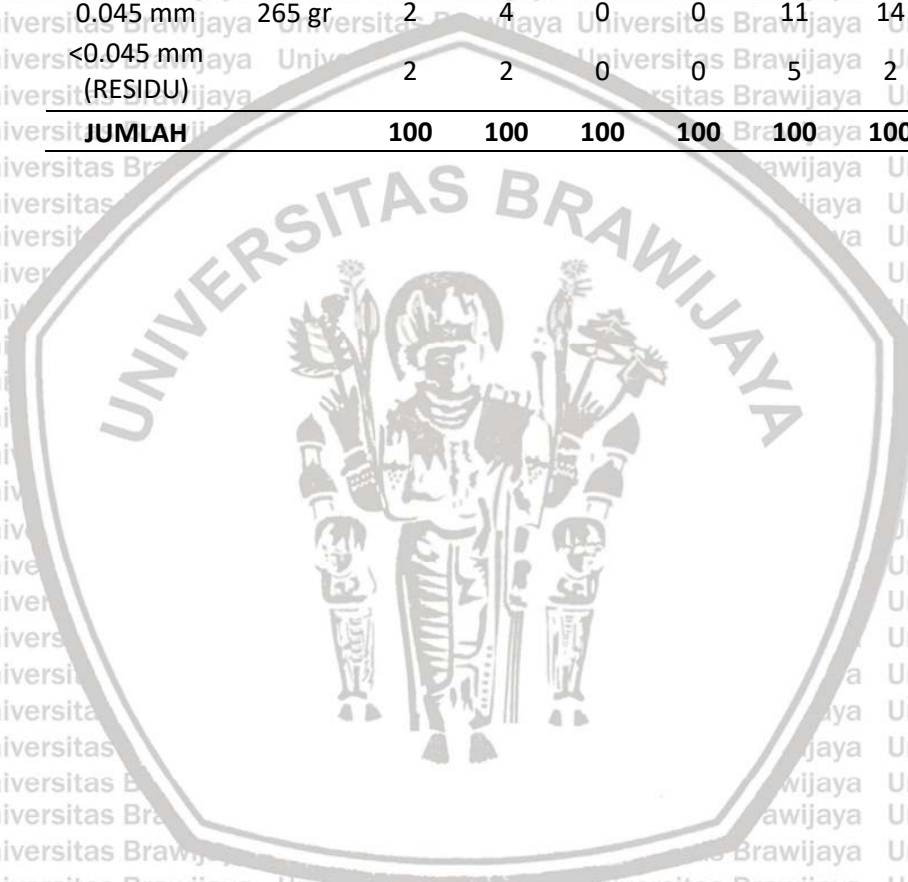
13 April 2021
 Kepala Laboratorium Kimia,

Dr. H. Yudhi Utomo, M. Si
 NIP 196705011996031002

Lampiran 4. Perhitungan Nilai BCF

Akar / Air		Akar / Sedimen	
Stasiun 1 :	$\frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}{\text{Logam Berat Pb pada Air}}$	Stasiun 1 :	$\frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}{\text{Logam Berat Pb pada Sedimen}}$
	$\frac{0,1027}{0,0923}$		$\frac{0,1027}{0,2225}$
	: 1.1127		: 0.4616
Stasiun 2 :	$\frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}{\text{Logam Berat Pb pada Air}}$	Stasiun 2 :	$\frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}{\text{Logam Berat Pb pada Sedimen}}$
	$\frac{0,1300}{0,0950}$		$\frac{0,1300}{0,1243}$
	: 1.3684		: 1.0459
Stasiun 3 :	$\frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}{\text{Logam Berat Pb pada Air}}$	Stasiun 3 :	$\frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}{\text{Logam Berat Pb pada Sedimen}}$
	$\frac{0,0951}{0,0960}$		$\frac{0,0951}{0,1288}$
	: 0.9906		: 0.7384
Stasiun 4 :	$\frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}{\text{Logam Berat Pb pada Air}}$	Stasiun 4 :	$\frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}{\text{Logam Berat Pb pada Sedimen}}$
	$\frac{0,0971}{0,0978}$		$\frac{0,0971}{0,1942}$
	: 0.9928		: 0.5000

Lampiran 5. Hasil Shieve Shaker

MESH SIZE (mm)	MESH SIZE (gr)	STASIUN 1		STASIUN 2		STASIUN 3		STASIUN 4	
		TITIK 1	TITIK 2	TITIK 3	TITIK 4	TITIK 5	TITIK 6	TITIK 7	TITIK 8
4 mm	428 gr	0	1	6	2	3	0	0	0
2 mm	392 gr	1	1	16	12	7	1	1	0
1 mm	342 gr	3	3	25	23	12	17	4	4
0.5 mm	306 gr	14	11	26	30	11	22	9	7
0.25 mm	283 gr	31	32	27	22	18	28	10	11
0.125 mm	213 gr	30	32	0	7	27	12	51	43
0.063 mm	265 gr	17	14	0	4	6	4	4	7
0.045 mm	265 gr	2	4	0	0	11	14	11	23
<0.045 mm (RESIDU)		2	2	0	0	5	2	10	5
JUMLAH		100	100	100	100	100	100	100	100



Lampiran 6. Analisis Saringan

TITIK 1					
MESH SIZE (mm)	TERTAHAN SARINGAN (gr)	JUMLAH TERTAHAN SARINGAN (gr)	% TERTAHAN SARINGAN	PARTIKEL	% FRAKSI
4 mm	0	0	0%	Kerikil	
2 mm	1	1	1%	Biji/Butir Kerikil	
1 mm	3	4	3%	Pasir Sangat Kasar	
0.5 mm	14	18	14%	Pasir Kasar	96%
0.25 mm	31	49	31%	Pasir Sedang	
0.125 mm	30	79	30%	Pasir Halus	
0.063 mm	17	96	17%	Pasir Sangat Halus	
0.045 mm	2	98	2%	Lumpur	2%
<0.045 mm (RESIDU)	2	100	2%	Debu	2%
JUMLAH	100		100%		100%

TITIK 2					
MESH SIZE (mm)	TERTAHAN SARINGAN (gr)	JUMLAH TERTAHAN SARINGAN (gr)	% TERTAHAN SARINGAN	PARTIKEL	% FRAKSI
4 mm	1	1	1%	Kerikil	
2 mm	1	2	1%	Biji/Butir Kerikil	
1 mm	3	5	3%	Pasir Sangat Kasar	
0.5 mm	11	16	11%	Pasir Kasar	94%
0.25 mm	32	48	32%	Pasir Sedang	
0.125 mm	32	80	32%	Pasir Halus	
0.063 mm	14	94	14%	Pasir Sangat Halus	
0.045 mm	4	98	4%	Lumpur	4%
<0.045 mm (RESIDU)	2	100	2%	Debu	2%
JUMLAH	100		100%		100%



TITIK 3

MESH SIZE (mm)	TERTAHAN SARINGAN (gr)	JUMLAH TERTAHAN SARINGAN (gr)	% TERTAHAN SARINGAN	PARTIKEL	% FRAKSI
4 mm	6	6	6%	Kerikil	
2 mm	16	22	16%	Biji/Butir Kerikil	
1 mm	25	47	25%	Pasir Sangat Kasar	
0.5 mm	26	73	26%	Pasir Kasar	100%
0.25 mm	27	100	27%	Pasir Sedang	
0.125 mm	0	100	0%	Pasir Halus	
0.063 mm	0	100	0%	Pasir Sangat Halus	
0.045 mm	0	100	0%	Lumpur	0%
<0.045 mm (RESIDU)	0	100	0%	Debu	0%
JUMLAH	100		100%		100%

TITIK 4

MESH SIZE (mm)	TERTAHAN SARINGAN (gr)	JUMLAH TERTAHAN SARINGAN (gr)	% TERTAHAN SARINGAN	PARTIKEL	% FRAKSI
4 mm	2	2	2%	Kerikil	
2 mm	12	14	12%	Biji/Butir Kerikil	
1 mm	23	37	23%	Pasir Sangat Kasar	
0.5 mm	30	67	30%	Pasir Kasar	100%
0.25 mm	22	89	22%	Pasir Sedang	
0.125 mm	7	96	7%	Pasir Halus	
0.063 mm	4	100	4%	Pasir Sangat Halus	
0.045 mm	0	100	0%	Lumpur	0%
<0.045 mm (RESIDU)	0	100	0%	Debu	0%
JUMLAH	100		100%		100%



TITIK 5

MESH SIZE (mm)	TERTAHAN SARINGAN (gr)	JUMLAH TERTAHAN SARINGAN (gr)	% TERTAHAN SARINGAN	PARTIKEL	% FRAKSI
4 mm	3	3	3%	Kerikil	
2 mm	7	10	7%	Biji/Butir Kerikil	
1 mm	12	22	12%	Pasir Sangat Kasar	
0.5 mm	11	33	11%	Pasir Kasar	84%
0.25 mm	18	51	18%	Pasir Sedang	
0.125 mm	27	78	27%	Pasir Halus	
0.063 mm	6	84	6%	Pasir Sangat Halus	
0.045 mm	11	95	11%	Lumpur	11%
<0.045 mm (RESIDU)	5	100	5%	Debu	5%
JUMLAH	100		100%		100%

TITIK 6

MESH SIZE (mm)	TERTAHAN SARINGAN (gr)	JUMLAH TERTAHAN SARINGAN (gr)	% TERTAHAN SARINGAN	PARTIKEL	% FRAKSI
4 mm	0	0	0%	Kerikil	
2 mm	1	1	1%	Biji/Butir Kerikil	
1 mm	17	18	17%	Pasir Sangat Kasar	
0.5 mm	22	40	22%	Pasir Kasar	84%
0.25 mm	28	68	28%	Pasir Sedang	
0.125 mm	12	80	12%	Pasir Halus	
0.063 mm	4	84	4%	Pasir Sangat Halus	
0.045 mm	14	98	14%	Lumpur	14%
<0.045 mm (RESIDU)	2	100	2%	Debu	2%
JUMLAH	100		100%		100%



TITIK 7

MESH SIZE (mm)	TERTAHAN SARINGAN (gr)	JUMLAH TERTAHAN SARINGAN (gr)	% TERTAHAN SARINGAN	PARTIKEL	% FRAKSI
4 mm	0	0	0%	Kerikil	
2 mm	1	1	1%	Biji/Butir Kerikil	
1 mm	4	5	4%	Pasir Sangat Kasar	
0.5 mm	9	14	9%	Pasir Kasar	79%
0.25 mm	10	24	10%	Pasir Sedang	
0.125 mm	51	75	51%	Pasir Halus	
0.063 mm	4	79	4%	Pasir Sangat Halus	
0.045 mm	11	90	11%	Lumpur	11%
<0.045 mm (RESIDU)	10	100	10%	Debu	10%
JUMLAH	100		100%		100%

TITIK 8

MESH SIZE (mm)	TERTAHAN SARINGAN (gr)	JUMLAH TERTAHAN SARINGAN (gr)	% TERTAHAN SARINGAN	PARTIKEL	% FRAKSI
4 mm	0	0	0%	Kerikil	
2 mm	0	0	0%	Biji/Butir Kerikil	
1 mm	4	4	4%	Pasir Sangat Kasar	
0.5 mm	7	11	7%	Pasir Kasar	72%
0.25 mm	11	22	11%	Pasir Sedang	
0.125 mm	43	65	43%	Pasir Halus	
0.063 mm	7	72	7%	Pasir Sangat Halus	
0.045 mm	23	95	23%	Lumpur	23%
<0.045 mm (RESIDU)	5	100	5%	De bu	5%
JUMLAH	100		100%		100%

Lampiran 7. Segitiga Tekstur Sedimen


STASIUN	TITIK	PASIR	DEBU	LIAT	KELAS TEKSTUR
1	1	96	2	2	Pasir
	2	94	4	2	Pasir
	3	100	0	0	Pasir
2	4	100	0	0	Pasir
	5	84	11	5	Pasir berlempung
3	6	84	14	2	Pasir berlempung
	7	79	11	10	Lempung berpasir
4	8	72	23	5	Lempung berpasir



Lampiran 8. Dokumentasi
Pengambilan Sampel





No	Dokumentasi	Keterangan
1		<p>Proses pemasangan transek pada titik pengambilan sampel menggunakan tali rafia (Data Primer, 2021).</p>




2		Proses pengambilan air sampel menggunakan botol plastik 600 ml (Data Primer, 2021).
3		Pengukuran suhu air menggunakan thermometer digital (Data Primer, 2021).
4		Pengukuran pH air menggunakan pH meter (Data Primer, 2021).

5		<p>Pengukuran salinitas air menggunakan alat <i>refraktometer</i> <i>salt</i> (Data Primer, 2021).</p>
6		<p>Pengukuran pH tanah menggunakan pH pen (Data Primer, 2021).</p>
7		<p>Pengambilan sedimen menggunakan pipa PVC sedalam 30 cm (Data Primer, 2021).</p>

8		<p>Proses pemotongan akar pasak / akar nafas mangrove <i>Sonneratia alba</i> menggunakan alat gergaji (Data Primer, 2021).</p>
9		<p>Penimbangan berat akar dan sedimen menggunakan timbangan digital (Data Primer, 2021).</p>

Proses Pengukuran Fraksi Sedimen

No	Dokumentasi	Keterangan
1		<p>Proses memasukkan sampel kedalam <i>ring sample</i> (Data Primer, 2021).</p>
2		<p>Proses membungkus <i>ring sample</i> menggunakan <i>aluminium foil</i> (Data Primer, 2021).</p>
3		<p>Pengovenan (Data Primer, 2021).</p>
4		<p>Penimbangan sampel kering sedimen (Data Primer, 2021).</p>

5		Memasukkan sampel kering sedimen ke dalam sieve shaker (Data Primer, 2021).
6		Pengayakan (Data Primer, 2021).
7		Hasil pengayakan (Data Primer, 2021).