

SKRIPSI

AKUMULASI LOGAM KADMIUM (Cd) PADA TUMBUHAN LAMUN *Enhalus acoroides* DI PUNDATA BAJI, KECAMATAN LABAKKANG, KABUPATEN PANGKEP, SULAWESI SELATAN

Disusun dan diajukan oleh:

FAJRIANI

L011 17 1507



PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022

LEMBAR PENGESAHAN

AKUMULASI LOGAM KADMIUM (Cd) PADA TUMBUHAN LAMUN *Enhalus acoroides* DI PUNDATA BAJI, KECAMATAN LABAKKANG, KABUPATEN PANGKEP, SULAWESI SELATAN

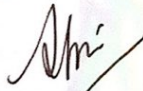
Disusun dan diajukan oleh

FAJRIANI
L011 17 1507

Telah dipertahankan di hadapan panitia ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Studi S1 Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 11 Februari 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

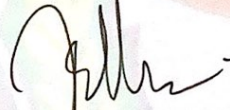
Pembimbing Utama



Dr. Ir. Shinta Werorilangi, M.Sc

NIP. 19670826 199103 2 001

Pembimbing Anggota,



Dr. Supnadi, ST, M.Si

NIP. 19691201 199503 1 002

Ketua Program Studi Ilmu Kelautan,



Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc. Stud.

NIP. 19690706 1995121002

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Fajriani
NIM : L011 17 1 507
Program Studi : Ilmu Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Akumulasi Logam Kadmium (Cd) pada Tumbuhan Lamun *Enhalus acoroides* di
Pundata Baji, Kecamatan Labakkang, Kabupaten Pangkep, Sulawesi
Selatan

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang
lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan
skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan
tersebut.

Makassar, 20 Februari 2022

Yang menyatakan



Fajriani

NIM. L011171507

PERNYATAAN AUTHORSHIP

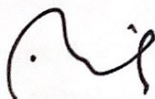
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fajriani
NIM : L011 17 1507
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi/Tesis/Disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 20 Februari 2022

Mengetahui,
Ketua Departemen Ilmu Kelautan



Dr. Kharul Amri, ST, M.Sc.Stud
NIP. 196907061995121002

Penulis



Fajriani
L011 17 1507

ABSTRAK

FAJRIANI L011 17 1507. "Akumulasi Logam Kadmium (Cd) pada Tumbuhan Lamun *Enhalus acoroides* di Pundata baji, Kecamatan Labakkang, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan" dibimbing oleh **SHINTA WERORILANGI** sebagai Pembimbing Utama dan **SUPRIADI** sebagai Pembimbing Pendamping.

Kabupaten Pangkep memiliki ekosistem pantai yang luas yang didominasi oleh jenis lamun *Enhalus acoroides*, tepatnya di salah satu kelurahan di Kecamatan Labakkang yaitu Pundata Baji. Ada dugaan karena adanya limbah cair dari PLTU yang berdekatan wilayah Pundata Baji sebagai penyebab meningkatnya konsentrasi kadmium (Cd) di perairan sekitarnya. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah untuk : 1) mengetahui konsentrasi logam Cd pada bagian atas (daun) dan bagian bawah (akar dan rhizoma) *Enhalus acoroides*; 2) menganalisis hubungan konsentrasi logam Cd pada bagian atas lamun dengan konsentrasi Cd di air; dan 3) menganalisis hubungan konsentrasi Cd di sedimen dan di lamun dengan biomassa lamun di Pundata Baji, Kabupaten Pangkep. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Mei 2021. Parameter lingkungan di lokasi pengambilan sampel, pengukuran suhu, salinitas, pH dan DO diukur secara *in situ* sedangkan BOT, ukuran butir sedimen, Potensial redoks (Eh) dan biomassa lamun diukur secara *ex situ*. Nilai konsentrasi logam Cd pada air berkisar 0.003-0.004 mg/L. Kandungan logam Cd pada sedimen berkisar 0.003-0.004 mg/kg. Kandungan logam Cd pada lamun berkisar 0.003-0.011 µg/gr. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lamun *Enhalus acoroides* terkontaminasi logam Cd, tidak terdapat korelasi yang signifikan antara logam Cd pada bagian atas lamun (daun) dengan logam air, demikian pula antara bagian bawah lamun (rhizoma dan akar) terhadap logam sedimen dan terdapat korelasi positif namun tidak signifikan antara konsentrasi total logam pada lamun dan di sedimen dengan biomassa lamun.

Kata kunci: *Enhalus acoroides*, logam Cd, Pangkep, Pundata Baji

ABSTRACT

FAJRIANI L011 17 1507. "The Accumulation of Cadmium (Cd) in the *Enhalus acoroides* of Pundata Baji, Labakkang District, Pangkep Regency, South Sulawesi" supervised by SHINTA WERORILANGI as the principle supervisor and SUPRIADI as the co-supervisor.

Pangkep Regency has a wide seashore ecosystems which dominated by seagrass species *Enhalus acoroides*, specifically in Pundata Baji region, Labakkang District. There have been suggested due to liquid waste from the PLTU near Pundata Baji region as a caused of increased cadmium (Cd) concentration in the surrounding waters. Therefore, the object of this research are to : 1) know the concentration of Cd metals on a surface (leaves) and in the bottom of Seagrass (roots and rhizome) *Enhalus acoroides*; 2) analyze the correlation between metals concentration of Cd on the surface of Seagrass within concentration of Cd submerged in marine seawater and in the part of the bottom of the Seagrass (roots and rhizome) with the concentration of Cd in sediment; and 3) analyze the correlation between Cd in sediment and in seagrass with seagrass biomass in Pundata Baji, Pangkep regency. This research started from February to Mei 2021. The enviromental parameters of temperature, salinity, pH and DO, were measured in situ while TOM, particle of sediment, Redoks potential (Eh), and biomass of Seagrass were measured ex situ. The concentration value of Cd metals in marine seawater range 0.003 – 0.004 mg/L. The contents of Cd metals in Sediment range 0.003 – 0.004 mg/kg. The contents of Cd metals on Seagrass range 0.003-0.011 µg/gr. The results showed that the seagrass *Enhalus acoroides* was contaminated with Cd metal, there was no significant correlation between Cd metal on the top of the seagrass (leaves) and water metal, as well as between the bottom of the seagrass (rhizomes and roots) on metal sediments and there was a positive correlation but not significant difference between the total metal concentrations in seagrass and in sediments with seagrass biomass.

Keywords: *Enhalus acoroides*, cadmium, Pundata Baji, Pangkep, South Sulawesi

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya dan tak lupa pula shalawat serta salam kepada Rasulullah SAW. Dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa begitu banyak pihak yang telah memberi banyak bantuan, bimbingan serta arahan yang sangat berharga sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya dari hati penulis sebagai bentuk penghargaan dan penghormatan kepada :

1. Kedua orang tua saya, Ayahanda Ir. Jufri Nasir dan Ibunda Rostini atas segala doa, dukungan, motivasi, kasih sayang serta selalu memberikan yang terbaik kepada penulis.
2. Bapak **Dr. Syafyudin Yusuf, ST, M.Si** selaku penasehat akademik yang selalu sabar dalam memberikan nasehat, arahan serta dukungan kepada penulis.
3. Ibu **Dr. Ir. Shinta Werorilangi, M.Sc** selaku pembimbing utama dan Bapak **Dr. Supriadi, ST, M.Si** selaku pembimbing pendamping, yang dengan ikhlas meluangkan waktu dan pikiran dalam memberikan arahan, motivasi, bimbingan dan bantuan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak **Dr. Ir. Muh. Farid samawi M.Si** dan Ibu **Dr. Yayu A. La Nafie, ST, M.Sc** selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan saran dan kritik dalam perbaikan skripsi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Bapak **Safruddin, S.Pi., M.P., PH.D.** selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan dan Bapak **Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud.** selaku Ketua Departemen Ilmu Kelautan, terima kasih atas segala petunjuk dan bimbingan kepada penulis selama masa studi hingga tahap penyelesaian studi.
6. Seluruh Dosen Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, terima kasih atas segala pengetahuan yang telah diberikan selama masa studi penulis.
7. Seluruh staff Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin yang telah banyak memberikan bantuan demi kelancaran dan kemudahan penulis dalam pengurusan berkas.
8. Kepada Maia, Rani, Ghina, Qalbi, Cume, Hadi, Firly, Abeng, Galau, Cudi, Shidiq, Callu, Fathin, Wadi, Rio, Agung, Jauzan yang telah meluangkan waktunya untuk membantu penulis dalam melakukan penelitian di Pundata Baji, Kabupaten Pangkep. Serta Yafie,

Yaya, Ghina, Maia, Rani, Kak Hasnah dan Kak Ilmi yang telah membantu penulis selama proses penulisan skripsi ini.

9. Sahabat seperjuangan KSB Sucianti Ramadhani Zulkamain, Manjani Fatimah Malahayati, Ghina Nafi'ah Kadir, Rani Aprilia Sari, Chumaerah Febianti, Nur Qalbi Mujaidah, Dwiwana Aulia yang telah menemani selama perkuliahan, memberikan banyak bantuan dalam hal menyelesaikan tugas, semangat, motivasi, support mental healthy, serta berbagai banyak hal, terima kasih atas waktu selama perkuliahan, terima kasih selalu ada dalam suka maupun duka.
10. Teman seperjuangan Jurusan Ilmu Kelautan Angkatan 2017 (KLASATAS) yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi serta memberikan dukungan dan motivasi dan berbagai canda tawa kepada penulis.
11. Teman-teman KKN Biringkanaya 8 yang telah memberi dukungan kepada penulis.
12. Keluarga mahasiswa Ilmu Kelautan (KEMA JIK FIKP UH) yang senantiasa memberikan semangat dan masukan yang membangun selama penulis menjadi mahasiswa.
13. Semua pihak yang telah membantu tapi tidak sempat disebutkan satu persatu, terima kasih atas segala bentuk doa dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik semoga Allah SWT. senantiasa membalas semua bentuk kebaikan dan ketulusan yang telah diberikan.

Semoga Allah SWT. selalu memberikan anugerah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari masih ada kekurangan dalam penulisan ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang membutuhkan.

Makassar, 20 Februari 2022



Fajriani

BIODATA PENULIS



Fajriani, Anak ketiga dari empat bersaudara lahir di Ujung Pandang pada tanggal 15 November 1999 dari pasangan Bapak Jufri Nasir dan ibunda Rostini. Penulis memulai pendidikan jenjang kanak-kanak di TK Nurul Huda pada tahun 2004-2005. Lalu melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SD. Inpres Pai II pada tahun 2005-2011. Kemudian melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di SMP Negeri 14 Makassar pada tahun 2011-2014. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di SMA Negeri 6 Makassar pada tahun 2014-2017. Hingga pada tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri sebagai mahasiswa Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Selama masa studi, penulis mengikuti beberapa program kewirausahaan yaitu Program Mahasiswa Pendanaan (PMW) pada tahun 2020 dan Kegiatan Berwirausaha Mahasiswa Indonesia (KBMI) pada tahun 2021. Penulis menjabat sebagai Anggota Badan Pengurus Harian, Departemen Dana dan Usaha KEMA JIK FIKP UH Periode 2019-2020. Penulis pernah menjadi asisten laboratorium pada mata kuliah Oseanografi Kimia tahun 2020.

Penulis aktif dalam kegiatan sosial diluar kampus yaitu penyetaraan pendidikan anak di pesisir dengan itu penulis memiliki aktivitas diluar kampus yaitu menjadi pengurus komunitas Sikola Cendekia Pesisir pada tahun 2019.

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penulis melakukan penelitian yang berjudul “Akumulasi Logam Kadmium (Cd) pada Tumbuhan Lamun *Enhalus acoroides* di Pundata Baji, Kecamatan Labakkang, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan” pada tahun 2021 dibawah bimbingan Dr.Ir. Shinta Werorilangi, M.Sc dan Dr.Supriadi, ST, M.Si.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERNYATAAN AUTHORSHIP	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
BIODATA PENULIS	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Logam	3
B. Logam Cd	3
1. Karakteristik Logam Cd	3
2. Sumber Logam Cd	3
3. Logam Cd Pada Lamun	4
C. Peran dan Fungsi Lamun	4
D. Lamun <i>Enhalus acoroides</i>	5
E. Bioakumulasi Logam	6
F. Parameter Lingkungan	7

1. Suhu	7
2. Salinitas	7
3. Derajat Keasaman (pH)	7
4. Oksigen Terlarut (<i>Dissolved Oxygen</i>)	8
5. Bahan Organik Total (BOT).....	8
6. Potensial redoks (Eh) Sedimen	8
7. Biomassa Lamun.....	8
8. Ukuran Butir Sedimen.....	9
III. METODE PENELITIAN	10
A. Waktu dan Tempat	10
B. Alat dan Bahan.....	11
C. Prosedur Penelitian	12
1. Tahap Pengambilan Sampel	12
2. Tahap Pengukuran Logam pada Air, Sedimen dan Lamun.....	13
3. Pengukuran Parameter Lingkungan	14
4. Pengukuran biomassa lamun	17
5. Pengukuran logam Kadmium	17
D. Analisis Data	18
IV. HASIL	19
A. Gambaran Umum Lokasi	19
B. Parameter Oseanografi.....	19
C. Ukuran Butir Sedimen.....	20
D. Biomassa Lamun.....	20
E. Konsentrasi Logam Cd	21
F. Korelasi konsentrasi logam di lingkungan dengan logam di lamun	23
G. Korelasi logam lamun dan sedimen dengan biomassa lamun	23
V. PEMBAHASAN	24

A. Konsentrasi logam di air.....	24
B. Konsentrasi logam di sedimen.....	24
C. Konsentrasi logam di lamun.....	26
1. Bagian atas lamun.....	26
2. Bagian bawah lamun.....	28
D. Analisis hubungan konsentrasi logam Cd pada total lamun dengan biomassa lamun	29
VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	31
A. Kesimpulan.....	31
B. Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32
LAMPIRAN.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Skala Wentworth.....	9
Tabel 2. Daftar Alat.....	11
Tabel 3. Daftar Bahan	12
Tabel 4. Parameter fisik-kimia perairan (rerata \pm SE).....	20
Tabel 5. Hasil korelasi logam Cd pada bagian lamun.....	23
Tabel 6. Hasil korelasi logam Cd pada lamun dan sedimen dengan biomassa lamun.....	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Enhalus acoroides.....	6
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian.....	10
Gambar 3. Presentase jenis sedimen (%).....	20
Gambar 4. Biomassa lamun	21
Gambar 5. Rata-rata konsentrasi logam Cd di air.....	21
Gambar 6. Rata-rata konsentrasi logam Cd pada di sedimen.....	22
Gambar 7. Rata-rata konsentrasi logam Cd pada bagian lamun.....	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis Kandungan Logam Cd pada Air	40
Lampiran 2. Hasil Analisis Kandungan Logam Cd pada Sedimen	40
Lampiran 3. Hasil Analisis Kandungan Logam Cd pada Lamun Aboveground	40
Lampiran 4. Hasil Analisis Kandungan Logam Cd pada Lamun Belowground	40
Lampiran 5. Hasil Uji Statistik Oneway ANOVA Biomassa Lamun	41
Lampiran 6. Hasil Uji Statistik Oneway ANOVA Logam Cd pada air	42
Lampiran 7. Hasil Uji Statistik Oneway ANOVA Logam Cd pada sedimen	43
Lampiran 8. Hasil Uji Statistik Oneway ANOVA Logam Cd pada Lamun Aboveground	44
Lampiran 9. Hasil Uji Statistik Oneway ANOVA Logam Cd pada Lamun Belowground.....	45
Lampiran 10. Hasil Uji Statistik Uji Tukey Logam Cd pada lamun Belowground	46
Lampiran 11. Hasil Uji Statistik Korelasi Person Logam Aboveground dengan Air	47
Lampiran 12. Hasil Uji Statistik Korelasi Person Logam Belowground dengan Sedimen	47
Lampiran 13. Hasil Uji Statistik Korelasi Person logam sedimen dan biomassa lamun	48
Lampiran 14. Hasil Uji Statistik Korelasi Person logam total lamun dan biomassa lamun	48
Lampiran 15. Data Hasil Analisis Parameter Oseanografi.....	49
Lampiran 16. Data Hasil Analisis Kandungan BOT pada Sedimen.....	67
Lampiran 17. Data Hasil Analisis Ukuran Butir Sedimen.....	68
Lampiran 18. Pengambilan Data di Lapangan	69
Lampiran 19. Pengamatan Sampel di Laboratorium	70

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Wilayah perairan Kabupaten Pangkep lebih luas dibandingkan daratannya. Padang lamun merupakan salah satu ekosistem pesisir yang terdapat di Kabupaten Pangkep. Ekosistem lamun tersebar luas di wilayah Kabupaten Pangkep, baik di pulau maupun pesisirnya, termasuk di pesisir Labakkang. Ekosistem lamun yang ada di Labakkang sebagian besar dimanfaatkan masyarakat setempat dalam mencari kerang-kerangan, penangkapan ikan, kepiting dan sebagainya. Jenis lamun *Enhalus acoroides* mendominasi wilayah pesisir Labakkang. Kelurahan Pundata Baji sebagai wilayah penelitian, merupakan salah satu kawasan pesisir di Kecamatan Labakkang, potensi pencemaran logam Cd di daerah Pundata Baji dapat berasal dari aktivitas manusia di perairan tersebut seperti pelabuhan, pemukiman dan pemasukan limbah yang terbawa oleh aliran sungai (Sugiyanto *et al.*, 2016). Selain itu, limbah PLTU juga dapat menjadi sumber logam Cd, berdasarkan hasil penelitian Usman *et al.* (2015) logam Cd tertinggi didapatkan di stasiun yang merupakan outfall buangan PLTU.

Ekosistem padang lamun merupakan suatu ekosistem yang kompleks dan mempunyai fungsi dan manfaat yang sangat penting bagi perairan wilayah pesisir (Tangke, 2010). Secara ekologis, padang lamun berperan sebagai daerah asuhan, daerah mencari makan para ikan kecil, penyu, bulu babi, dan biota lainnya, serta tempat berlindung berbagai jenis biota laut. Secara fisik, padang lamun berperan sebagai vegetasi yang menjaga stabilitas dan menahan sedimentasi di daerah pesisir, mengurangi dan memperlambat gerakan gelombang, serta sebagai terjadinya suatu siklus nutrisi, serta dapat dikatakan bahwa ekosistem padang lamun merupakan salah satu ekosistem di laut dangkal yang memiliki produktivitas tinggi (Jaludin *et al.*, 2020).

Menurut Astuti (2011), lamun dapat dijadikan bioindikator pencemaran logam karena dapat menyerap dan mengakumulasi bahan pencemar. Oleh karena itu lamun dapat dijadikan suatu penanda kapasitas akumulasi logam karena berinteraksi secara langsung dengan badan air dan air tanah (substrat) melalui daun dan akarnya untuk uptake ion-ion sehingga lamun dapat merefleksikan status kesehatan perairan secara keseluruhan (Ahmad *et al.*, 2015). Hal ini juga ditunjukkan dari hasil penelitian Werorilangi *et al.* (2016) yang menemukan lamun *Enhalus acoroides* dapat mempengaruhi bioavailabilitas logam dalam sedimen dengan proses fisiologis yang terjadi pada akar dan rhizoma. Keberadaan lamun dapat meningkatkan ketersediaan biologis logam dalam sedimen yang kemudian berpotensi meningkatkan toksistas logam terhadap organisme sekitar.

Logam umumnya mempunyai sifat toksik dan berbahaya bagi organisme hidup walaupun beberapa diantaranya diperlukan dalam jumlah kecil (Supriyantini et al., 2016). Logam kadmium (Cd) merupakan logam yang paling banyak ditemukan pada lingkungan, khususnya lingkungan perairan, serta memiliki efek toksik yang tinggi, bahkan pada konsentrasi yang rendah (Almeida *et al.*, 2009). Penelitian Sugiyanto (2016) mengemukakan bahwa tingkat akumulasi logam Cd tinggi pada akar dan daun lamun *Enhalus acoroides*. Hal ini disebabkan Cd memiliki karakteristik bioavailabilitas dan bioakumulasi yang tinggi ke dalam tubuh organisme dan tumbuhan. Penelitian lain memperlihatkan akumulasi Cd pada bagian bawah lamun (akar dan rhizoma) berpengaruh negatif terhadap biomassa lamun serta densitas akar (Fraser and Kendrick, 2017).

Sumber logam Cd dapat berasal dari penggunaan bahan stabilisasi sebagai bahan pewarna dalam industri plastik dan pada elektroplating seperti industri baterai, industri persenjataan berat, industri tekstil, dan fotografi. Selain itu, banyak digunakan dalam industri-industri ringan, seperti pada proses pengolahan roti, pengolahan ikan, dan pengolahan minuman (Palar, 2012).

Berdasarkan tingginya toksisitas logam Cd serta kemampuan lamun yang dapat mengakumulasi bahan pencemar logam dan banyaknya sumber pencemaran logam di lokasi tersebut. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui tingkat akumulasi logam Cd pada akar, rhizoma, dan daun lamun *Enhalus acoroides* di Pundata Baji, Kabupaten Pangkep.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui konsentrasi logam Cd pada bagian atas (daun) dan bagian bawah (akar dan rhizoma) serta biomassa lamun *Enhalus acoroides*
2. Menganalisis hubungan konsentrasi logam Cd pada bagian atas lamun (daun) dengan konsentrasi Cd di air dan bagian bawah lamun (akar dan rhizoma) dengan konsentrasi Cd di sedimen
3. Menganalisis hubungan konsentrasi Cd di sedimen dan di lamun dengan biomassa lamun di Pundata Baji, Kabupaten Pangkep

Kegunaan dari penelitian ini yaitu untuk memperoleh atau menambah informasi mengenai akumulasi logam Kadmium (Cd) serta dampaknya pada lamun (*Enhalus acoroides*) di Pundata Baji, Kabupaten Pangkep.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Logam

Logam mempunyai berat jenis (*specific gravity*) 5,0 atau lebih, dengan nomor atom antara 21 (scandium) dan 92 (uranium) dari Sistem Periodik Bahan Kimia. Terdapat 80 jenis dari 109 unsur kimia di muka bumi ini yang telah teridentifikasi sebagai logam (Sosrosuhardjo, 2010).

Logam dibagi menjadi dua yaitu logam esensial dan logam non esensial. Logam esensial adalah logam dalam jumlah tertentu yang dibutuhkan oleh organisme. Akan tetapi, logam tersebut bisa menimbulkan efek racun jika dalam jumlah berlebihan. Contohnya yaitu: Zn, Cu, Fe, Co, Mn, dan lain-lain. Logam non esensial adalah logam yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya, bahkan bersifat racun. Contohnya yaitu: Hg, Cd, Pb, Cr, dan lain-lain (Irhamni *et al.*, 2017).

B. Logam Cd

1. Karakteristik Logam Cd

Logam Cd adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi, serta menghasilkan Kadmium Oksida bila dipanaskan. Cd umumnya terdapat dalam kombinasi dengan klor (Cd Klorida) atau belerang (Cd Sulfid). Kadmium membentuk Cd^{2+} yang bersifat tidak stabil. Logam Cd memiliki nomor atom 48, berat atom 112,4 titik leleh $321^{\circ}C$, titik didih $767^{\circ}C$ dan memiliki massa jenis $8,65 \text{ g/cm}^3$ (Istarani dan Pandebesie, 2014).

2. Sumber Logam Cd

Sumber utama Cd yang berasal dari alam adalah dari lapisan bumi atau kerak bumi seperti gunung berapi dan pelarutan batuan. Cd yang berada di perairan melalui beberapa cara yaitu dekomposisi atmosfer yang berasal dari kegiatan industri, erosi tanah dan bebatuan, air hujan, kebocoran tanah pada tempat-tempat tertentu, dan penggunaan pupuk di lahan pertanian (Marganof, 2003). Cd lebih banyak masuk ke dalam perairan karena kegiatan manusia seperti perindustrian dimana limbah hasil dari industri tersebut dibuang langsung ke dalam perairan yang akan terakumulasi di dasar perairan yang membentuk sedimen (Patang, 2018).

Logam Cd dan bermacam-macam bentuk persenyawaannya dapat masuk ke lingkungan disebabkan oleh aktivitas manusia, bidang industri yang melibatkan Cd

dalam proses operasional industrinya menjadi sumber pencemaran Cd, dan juga air buangan rumah tangga dan buangan industri ringan (Palar, 2012).

3. Logam Cd Pada Lamun

Padang lamun merupakan perantara transfer nutrisi dalam bentuk migrasi hewan laut. Dengan potensi tersebut padang lamun berkemungkinan menangkap unsur-unsur logam yang berasal dari sedimen dan air laut, sehingga unsur-unsur logam tersebut dapat terakumulasi dalam lamun baik pada akar, batang maupun daun (Rizal, 2011).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Pratiwi et al. (2014) menyatakan bahwa lamun lebih banyak mengakumulasi logam Cd dibandingkan air laut, hal ini sesuai dengan pendapat Hutagulung (1984) bahwa logam yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup. Pengendapan yang terjadi di sedimen diserap oleh akar lamun.

C. Peran dan Fungsi Lamun

Lamun (*Seagrass*) adalah tumbuhan tingkat tinggi (*Anthophyta*) yang hidup dan tumbuh terbenam di lingkungan laut; berpembuluh, berimpang (*rhizome*), berakar, dan berkembang biak secara generatif (*biji*) dan vegetatif. Rimpangnya merupakan batang yang beruas-ruas yang tumbuh terbenam dan menjalar dalam substrat pasir, lumpur dan pecahan karang (Sjafrie *et al.*, 2018).

Padang lamun adalah hamparan tumbuhan lamun yang menutupi suatu area pesisir/laut dangkal yang dapat terbentuk oleh satu jenis lamun atau lebih dengan kerapatan tanaman yang padat, sedang atau jarang (Sjafrie *et al.*, 2018).

Ekosistem lamun adalah suatu sistem (organisasi) ekologi padang lamun, di dalamnya terjadi hubungan timbal balik antara komponen abiotik dan komponen biotik hewan dan tumbuhan (Sjafrie *et al.*, 2018).

Zurba (2018) menguraikan fungsi dan manfaat padang lamun di ekosistem perairan dangkal sebagai berikut :

a. Sebagai produsen primer

Lamun memfiksasi sejumlah karbon organik dan sebagian memasuki rantai makanan, melalui proses dekomposisi sebagai serasah atau dikonsumsi langsung oleh biota.

b. Sebagai habitat biota

Lamun merupakan tempat perlindungan berbagai macam biota, sebagai daerah asuhan dan tempat mencari makan dari berbagai jenis ikan herbivora dan ikan-ikan karang, dugong dan penyu.

c. Sebagai perangkap sedimen serta penahan arus dan gelombang

Daun dan akar lamun dapat memerangkap sedimen yang kemudian mengendapkannya di dasar dalam menjaga kejernihan air.

Daun lamun yang lebat akan memperlambat arus dan gelombang yang menyebabkan erosi pantai.

d. Sebagai pendaur zat hara

Zat hara hasil dari dekomposisi yang dimanfaatkan langsung oleh fitoplankton sehingga terjadi rantai makanan.

e. Sebagai penyerap karbon

Daun lamun merupakan sumber makanan bagi herbivora, oleh karena itu ekosistem lamun memiliki peran sebagai penyerap karbon dan penyumbang nutrisi pada lingkungan melalui pergerakan air.

D. Lamun *Enhalus acoroides*

Enhalus acoroides memiliki karakteristik mudah dikenal karena memiliki ukuran akar dan daun yang lebih besar dibandingkan jenis lainnya. Daun berbentuk pipih dengan tulang daun sejajar, lebar daun dapat mencapai 2 cm dan panjang mencapai 1 cm. pada kedua bagian tepi daun memiliki struktur yang menyerupai tulang daun yang keras. Akarnya berukuran besar pada pangkal batang terdapat struktur menyerupai ijuk berwarna hitam (tidak dimiliki oleh jenis lainnya) (Yusup, 2015).

Ciri-ciri umum *Enhalus acoroides* merupakan salah satu lamun yang mempunyai morfologi yang besar. *Enhalus acoroides* memiliki rambut-rambut berwarna hitam yang tumbuh pada rhizoma dan memiliki akar yang banyak. Ujung daun tumbuhan ini terdapat gerigi (Yusup, 2015).



Gambar 1. *Enhalus acoroides* (Kolesksi pribadi)

Klasifikasi *Enhalus acoroides* berdasarkan World Register of Marine Species (WoRMS) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Phylum : Trachophyta

Class : Magnoliopsida

Order : Alismatales

Family : Hydrocharitaceae

Genus : *Enhalus*

Species : *Enhalus acoroides*

E. Bioakumulasi Logam

Logam yang masuk kedalam perairan dan menumpuk ke dasar perairan serta terakumulasi oleh organisme yang ada dalam perairan ini akan mempengaruhi kehidupan organisme yang terpapar pencemaran logam. Akumulasi melalui proses biologi (bioakumulasi) dimana akan terjadi melalui proses rantai makanan sehingga akumulasi logam dalam jaringan tubuh organisme dapat terjadi pada setiap tingkatan (Budianto *et al.*, 2018).

Logam apabila terdapat di perairan dalam jumlah yang melampaui batas, akan mempengaruhi kehidupan biota yang hidup di perairan tersebut, termasuk *seagrass* atau lamun. Akan tetapi beberapa jenis logam, seperti Cd tidak dibutuhkan oleh tubuh organisme hidup dan justru membahayakan (Astuti, 2011).

Konsentrasi logam yang tinggi pada lamun disebabkan karena adanya proses penyerapan logam bersama dengan nutrisi yang terjadi di akar dan daun. Tingginya kandungan logam pada daun menunjukkan bahwa daun merupakan akumulator utama

logam diperairan. Konsentrasi logam pada daun tidak hanya berasal dari mobilitas dari akar namun juga proses penyerapan oleh daun itu sendiri (Sugiyanto *et al.*, 2016). Ahmad *et al.* (2015) menyatakan bahwa daun lamun memiliki kemampuan menyerap air dan zat terlarut termasuk logam dari perairan melalui stomata dan kutikula.

Lamun *Enhalus acoroides* merupakan tumbuhan yang di hidup di air laut, habitatnya yang berada di perairan yang dangkal ini rentan dengan paparan pencemaran yang dihasilkan oleh aktivitas manusia terutama logam. Selain itu juga keberadaan lamun *Enhalus acoroides* di laut dapat menjadi bioindikator pencemaran logam, karena menyerap dan mengakumulasi bahan pencemar (Supriantini, 2016).

F. Parameter Lingkungan

1. Suhu

Suhu perairan sangat berpengaruh bagi lamun. Perubahan suhu air dapat mempengaruhi proses-proses biokimia, fotosintesis dan pertumbuhan lamun, menentukan ketersediaan unsur hara, penyerapan unsur hara, respirasi, panjang daun dan faktor-faktor fisiologis serta ekologis lainnya (Isabella, 2011). Suhu rata-rata untuk pertumbuhan lamun berkisar antara 24-27°C, perubahan suhu terhadap kehidupan lamun, antara lain dapat mempengaruhi metabolisme, penyerapan unsur hara dan kelangsungan hidup lamun (Rosalina, 2012). Suhu mempengaruhi konsentrasi logam di kolom air dan sedimen. Suhu yang tinggi, senyawa logam akan larut pada air sedangkan suhu rendah akan memudahkan logam mengendap pada sedimen (Sukoasih *et al.*, 2016).

2. Salinitas

Menurut KepMen Lingkungan Hidup Tahun (2004) tentang standar baku mutu salinitas air laut untuk pertumbuhan lamun yaitu ada di kisaran 33-34‰. McKenzie (2008) menjelaskan bahwa nilai salinitas optimum bagi pertumbuhan lamun yaitu 35‰, apabila salinitas melebihi batas optimum tersebut maka akan merusak pertumbuhan dari jaringan lamun tersebut.

3. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH menyatakan intensitas keasaman atau alkalinitas dari suatu contoh air dan mewakili konsentrasi ion hidrogennya. Konsentrasi ion hidrogen ini akan berdampak langsung terhadap organisme (Zarfen *et al.*, 2017).

Pada dasarnya nilai pH mempengaruhi tingkat kelarutan logam di perairan. pH air laut yang asam akan mempengaruhi kelarutan logam dimana unsur logam akan

mudah bereaksi dengan partikel badan air, akan menyebabkan logam mudah terakumulasi pada jaringan lamun terutama daun dan sebagian akar mengendap ke sedimen bersama dengan padatan tersuspensi (Sugiyanto *et al.*, 2016).

4. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Lamun dapat tumbuh dengan baik pada kisaran oksigen terlarut >5 mg/l. Hal ini juga didukung dengan pernyataan Effendi (2003), bahwa nilai DO di perairan sebaiknya tidak kurang dari 5 mg/l karena apabila nilai oksigen terlarut kurang dari 5 mg/l, maka hal tersebut akan menyebabkan efek yang kurang baik bagi seluruh organisme akuatik.

Menurut Sugiyanto *et al* (2016) nilai DO yang tinggi akan mempermudah logam larut dalam air kemudian terakumulasi ke dalam jaringan lamun baik akar maupun daun.

5. Bahan Organik Total (BOT)

Bahan organik merupakan komponen geokimia yang paling penting dalam mengontrol pengikatan logam, logam di perairan biasanya membentuk ikatan kompleks dengan ligan organik. Kandungan logam akan semakin bertambah dengan bertambahnya bahan organik dalam sedimen, kandungan bahan organik berhubungan dengan ukuran partikel sedimen. Pada sedimen yang halus presentase bahan organik lebih tinggi daripada dalam sedimen yang kasar (Maslukah, 2013).

6. Potensial redoks (Eh) Sedimen

Potensial redoks (Eh) adalah suatu ukuran yang dipergunakan untuk mengukur adanya perpindahan elektron. Dengan demikian, potensial redoks erat hubungannya dengan proses reduksi dan oksidasi (redoks). Perubahan potensial redoks merupakan parameter yang paling penting untuk menentukan sifat tanah (Hasanuddin, 2013).

Menurut Patrick dan Delaune (1997), Eh merupakan pengukuran kuantitatif yang menunjukkan apakah suatu tanah teroksidasi atau tereduksi. Nilai potensial redoks yang positif merupakan oksidasi dengan kisaran +400 hingga +700mV dan nilai yang negatif merupakan reduksi dengan kisaran -250 hingga -300mV.

7. Biomassa Lamun

Biomassa lamun adalah dari semua material yang hidup pada suatu satuan luas tertentu, baik yang berada di atas maupun di bawah substrat. Biomassa lamun yang dihitung merupakan biomassa kering baik pada daun maupun rhizoma dan akar. Tingginya biomassa pada lamun *Enhalus acoroides* dikarenakan jenis ini merupakan jenis lamun yang mempunyai ukuran lebih besar jika dibandingkan dengan jenis lamun lainnya dan selain itu lamun ini memiliki penyebaran yang luas (Zurba, 2018).

8. Ukuran Butir Sedimen

Keberadaan logam dalam sedimen sangat erat hubungannya dengan ukuran butiran sedimen. Umumnya sedimen yang mempunyai ukuran sedimen yang lebih halus dan mempunyai banyak kadungan organik mengandung konsentrasi logam yang lebih besar daripada sedimen yang mempunyai tipe ukuran butiran sedimen berukuran besar (Yang *et al.*, 2007).

Hutabarat dan Evans (1985) menyatakan partikel-partikel yang berukuran besar cenderung untuk lebih cepat tenggelam dan menetap daripada yang berukuran kecil. Sedimen terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik. Bahan organik berasal dari hewan dan tumbuh-tumbuhan yang membusuk lalu tenggelam ke dasar dan bercampur dengan lumpur. Bahan anorganik umumnya berasal dari pelapukan batuan. Sedimen hasil pelapukan batuan terbagi atas, kerikil, pasir, lumpur dan tanah liat, butiran. Sebagian besar penentuan ukuran partikel-partikel dilakukan dengan metode menyaring dengan ayakan, dimana partikel-partikel terpisah dalam kelompok ukuran ayakan tersebut.

Tabel 1. Skala Wentworth

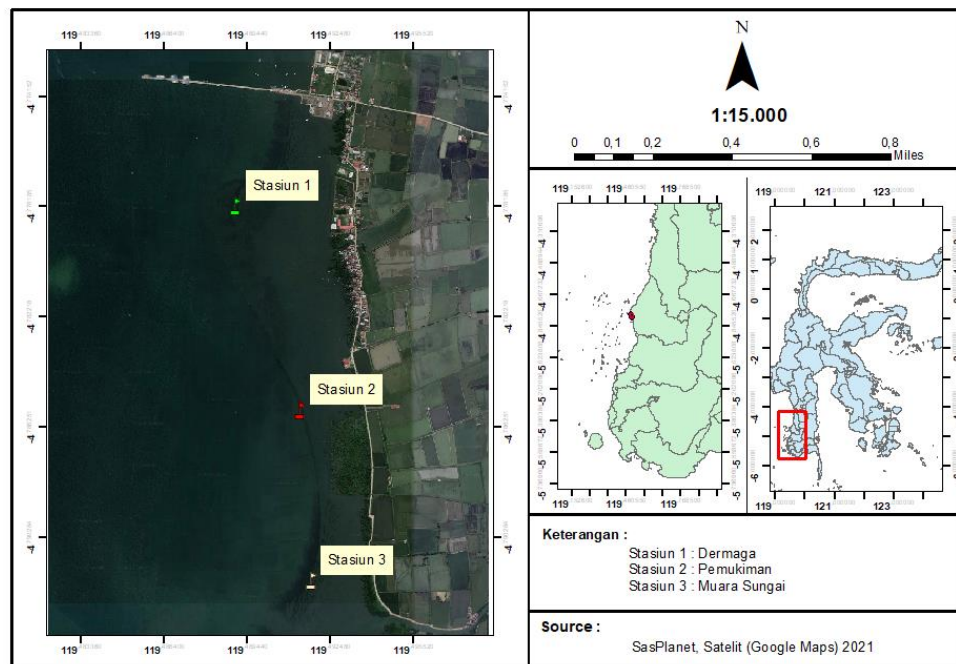
Keterangan	Ukuran (mm)
Pasir Sangat Kasar (<i>Very Coarse Sand</i>)	1 – 2
Pasir Kasar (<i>Coarse Sand</i>)	0,5 – 1
Pasir Sedang (<i>Medium Sand</i>)	0,025 – 0,5
Pasir Halus (<i>Fine Sand</i>)	0,125 – 0,25
Pasir Sangat Halus (<i>Very Fine Sand</i>)	0,0625 – 0,125

Sumber : Hutabarat dan Evans (1985).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini sudah dilaksanakan pada bulan Februari-Mei 2021. Lokasi pengambilan data bertempat di perairan Kelurahan Pundata Baji, Kecamatan Labakkang, Kabupaten Pangkajene Kepulauan, pada 3 tiga stasiun yaitu : Stasiun I di areal dermaga Maccini Baji, Stasiun II di areal pemukiman, dan Stasiun III di areal muara sungai (Gambar 2). Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Oseanografi Fisika dan Geomorfologi Pantai, Laboratorium Oseanografi Kimia Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Laboratorium Ilmu Tanah Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin dan BBLK (Balai Besar Laboratorium Kesehatan) di Makassar.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

B. Alat dan Bahan

Daftar alat dan bahan yang digunakan selama penelitian berlangsung dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Daftar Alat

No.	Alat	Kegunaan
1.	Global Positioning System (GPS)	Untuk menentukan titik koordinat
2.	Thermometer	Untuk mengukur suhu
3.	<i>Handrefractometer</i>	Untuk mengukur salinitas
4.	Ph meter	Untuk mengukur Ph
5.	Core	Untuk mengambil sampel sedimen
6.	Roll meter	Untuk mengukur jarak lamun dari garis pantai
7.	<i>Cool box</i>	Untuk menyimpan sampel
8.	Oven	Untuk mengeringkan sampel sedimen dan lamun
9.	Botol sampel	Untuk mengambil sampel air
10.	Transek kuadrat 50X50	Sebagai pembatas lamun
11.	<i>Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)</i>	Untuk mengukur kandungan logam
12.	Pipet tetes	Untuk mengambil larutan
13.	Alat tulis	Untuk mencatat hasil pengamatan
14.	Ehrlenmeyer	Sebagai wadah pada saat melakukan analisis sampel di Laboratorium
15.	Timbangan digital	Untuk menimbang sampel
16.	Gelas kimia	Sebagai wadah pada saat melakukan analisis sampel di laboratorium
17.	Labu ukur	Sebagai wadah pada saat melakukan analisis sampel di laboratorium
18.	Linggis	Untuk mengambil sampel lamun
19.	Tanur	Untuk membakar sampel sedimen
20.	Cawan porselin	Sebagai wadah sampel sedimen yang digunakan pada saat analisis BOT
21.	Sieve net	Untuk mengayak sampel sedimen

Tabel 3. Daftar Bahan

No.	Bahan	Kegunaan
1.	Kantong sampel	Untuk menyimpan sampel
2.	Mangan Sulfat ($MnSO_4$)	Untuk mengikat oksigen
3.	Asam Sulfat (H_2SO_4)	Untuk mengurangi endapan pada larutan
4.	Asam Nitrat (HNO_3)	Untuk melarutkan senyawa
5.	Asam perklorik ($HClO_4$)	Untuk destruksi logam
6.	Natrium hidroksida ($NaOH$)	Untuk membentuk endapan
7.	Aquades	Untuk kalibrasi alat
8.	Tissue	Untuk membersihkan alat
9.	Sampel sedimen	Untuk dianalisis
10.	Sampel air	Untuk dianalisis
11.	Sampel lamun	Untuk dianalisis
12.	Kertas saring Whatman	Untuk menyaring sampel
13.	Na-thiosulfat	Untuk titrasi sampel air
14.	Indikator amilum	Untuk titrasi sampel air
15.	Larutan kuinhidron pH 4	Untuk analisis Eh
16.	Serbuk kuinhidron	Untuk analisis Eh
17.	Larutan sangga pH 4	Untuk analisis Eh

C. Prosedur Penelitian

1. Tahap Pengambilan Sampel

a. Pengambilan Sampel Air

Sampel air diambil pada tiga stasiun pengambilan lamun di perairan Pundata Baji. Sampel air diambil menggunakan botol sampel. Sampel air (1,5 L) diambil pada setiap stasiun, sampel diawetkan dengan HNO_3 sebanyak 2 ml. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali ulangan di setiap stasiun yang berbeda. Setiap sampel air dari tiga stasiun yang telah dikumpulkan kemudian disimpan dalam cool box dan di bawa ke laboratorium untuk dianalisis.

b. Pengambilan Sampel Sedimen

Sampel sedimen diambil pada lokasi yang sama dengan sampel air menggunakan sedimen *core* dengan diameter 10 cm dan panjang 30 cm sebanyak 500

gram dengan jumlah sampel sebanyak tiga kali ulangan pada setiap titik stasiun. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam kantong dan dimasukkan ke dalam cool box dan dibawa ke laboratorium untuk analisis selanjutnya.

c. Pengambilan Sampel Lamun *Enhalus acoroides*

Pengambilan sampel lamun diambil menggunakan linggis (ujungnya pipih dan lebar) pada saat surut. Pengambilan sampel lamun dipilih secara acak hingga akar-akarnya sebanyak dua tegakan (satu untuk tegakan biomassa dan satu untuk analisis logam Cd). Sampel lamun kemudian dibersihkan dari biota dan substrat yang menempel. Bagian akar, rhizoma dan daun lamun dipisahkan kemudian dimasukkan ke dalam kantong sampel sesuai dengan titik dan dimasukkan ke dalam cool box dan dibawa ke laboratorium untuk analisis selanjutnya.

2. Tahap Pengukuran Logam pada Air, Sedimen dan Lamun

a. Metode analisis logam di air

Metode destruksi yang digunakan adalah destruksi basah dimana perombakan sampel dilakukan dengan asam-asam kuat baik tunggal maupun campuran (Kristianingrum, 2012). Preparasi sampel dimulai dengan menuangkan sampel air sebanyak 200 ml kemudian ditambahkan HNO_3 hingga pH sampel air menjadi 2 dan aquades 20 ml menggunakan *hot plate* hingga setengah volume larutan berkurang. Pengenceran larutan menggunakan aquades hingga 50 ml dengan gelas ukur dan saring menggunakan kertas whatman No.42 Untuk mengetahui konsentrasi logam menggunakan alat dan metode ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry* dengan *limit of detection*).

b. Metode analisis logam di sedimen

Metode destruksi yang digunakan adalah destruksi basah (Kristianingrum, 2012). Sampel sedimen sebanyak 2 gram yang telah dikeringkan, dimasukkan kedalam erlenmeyer. Kemudian Sampel sedimen didestruksi sebanyak 2 gram dalam erlenmeyer dengan HNO_3 (asam nitrat) dan aquades 20 ml menggunakan *hot plate* hingga setengah volume larutan berkurang. Setelah larutan dingin, menambahkan 10 ml HNO_3 (asam nitrat) dan HClO_4 (asam perklorik) sebanyak 3 tetes, kemudian dipanaskan kembali menggunakan hotplate. Pengenceran larutan dilakukan dengan menambahkan aquades hingga volume larutan 50 ml menggunakan gelas ukur dan saring menggunakan kertas whatman No.42. Untuk mengetahui konsentrasi logam menggunakan alat dan metode

ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry* dengan *limit of detection*).

c. Metode analisis logam di lamun

Sampel dilakukan dengan menggunakan metode destruksi kering. Sampel yang telah siap dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu 650°C selama 2 jam. Sampel yang sudah kering ditimbang sebanyak ± 2 gram, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer dengan HNO₃ (asam nitrat) dan aquades 20 ml menggunakan *hot plate* hingga setengah volume larutan berkurang. Setelah larutan dingin, ditambahkan 10 ml HNO₃ (asam nitrat) dan HClO₄ (asam perklorik) sebanyak 3 tetes, kemudian dipanaskan kembali menggunakan hotplate. Pengenceran larutan menggunakan aquades hingga 50 ml dengan gelas ukur dan saring menggunakan kertas whatman No.42. Untuk mengetahui konsentrasi logam menggunakan alat dan metode ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry* dengan *limit of detection*).

3. Pengukuran Parameter Lingkungan

a. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan *thermometer*. Prosedur pengukuran suhu dilakukan dengan cara mencelupkan *thermometer* ke dalam kolom perairan selama beberapa detik kemudian membaca dan mencatat skalanya.

b. Salinitas

Pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan *handrefractometer*. Prosedur pengukuran salinitas dilakukan dengan cara mengkalibrasi *handrefractometer* terlebih dahulu menggunakan aquades kemudian diteteskan air sampel menggunakan pipet tetes sebanyak 1 ml pada bagian kaca prisma, selanjutnya membaca skala dengan mengarahkan *handrefractometer* pada cahaya.

c. Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran derajat keasaman (pH) dilakukan dengan cara mengambil sampel air dari lapangan menggunakan botol sampel dan diukur menggunakan pH meter yang sebelumnya telah dikalibrasi dengan aquades kemudian dicelupkan ke dalam botol sampel yang berisi air laut. Derajat keasaman (pH) dapat langsung dibaca dari digital alat pH meter.

d. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Pengukuran oksigen terlarut dilakukan langsung di lapangan dengan menggunakan metode titrasi menurut standar Winkler. Langkah-langkah pengukuran DO dengan metode titrasi yaitu mengambil sampel air laut menggunakan botol terang kemudian menambahkan 2 ml mangan sulfat ($MnSO_4$) menggunakan pipet tetes, dan dihomogenkan setelah itu menambahkan 2 ml NaOH + KI kemudian menutup botol dan membolak-balik botol hingga larutan sampel berwarna kuning tua. Selanjutnya menambahkan 2 ml H_2SO_4 , kemudian menutup dan membolak-balik botol hingga larutan terbentuk endapan coklat kemudian mengambil 100 ml air dari botol sampel dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya, dititrasi dengan Na-thiosulfat hingga terjadi perubahan warna dari kuning tua ke kuning muda dan menambahkan 5 tetes indikator amylum hingga menjadi warna biru, kemudian melanjutkan titrasi dengan Na-thiosulfat hingga larutan sampel menjadi bening.

Adapun rumus perhitungan DO :

$$DO = \frac{AxNx8x1000}{VcxVb/(Vb - 6)}$$

Keterangan :

DO = Kadar oksigen terlarut (ppm)

A = Volume titran larutan Natrium thiosulfat (ml)

N = Kenormalan larutan Natrium thiosulfat (0,025)

Vc = Volume contoh (ml) = 100 ml

Vb = Volume botol BOD = 300 ml

8 = Berat molekul oksigen

6 = Jumlah pereaksi yang digunakan (2 ml $MnSO_4$ + 2 ml NaOH+KI + 2 ml H_2SO_4)

e. Bahan Organik Total

Analisis kandungan BOT dilakukan dengan mengeringkan sampel menggunakan oven dengan suhu $105^\circ C$ selama 10 jam. Kemudian menimbang berat cawan, setelah itu menimbang berat sampel sedimen yang telah di oven sebanyak kurang lebih 5 gram dan mencatatnya sebagai berat awal. Setelah menimbang berat awal, sampel dimasukkan kedalam tanur dengan suhu $500^\circ C$ selama 3,5 jam dan menimbang sebagai berat akhir.

Adapun rumus BOT :

Berat bahan organik :

$$\text{Berat BO awal} = \text{berat cawan} + \text{berat sampel}$$

Kandungan bahan organik

$$\text{Kandungan BO} = \pm(\text{Baw} - \text{Bc}) - (\text{Bak} - \text{Bc})$$

Keterangan :

Baw = Berat awal (gr)

Bak = Berat akhir (gr)

Bc = Berat cawan (gr)

Presentase kandungan bahan organik :

$$\% \text{ bahan organik} = \frac{\text{berat BO}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

f. Analisis Ukuran butir sedimen

Analisis sedimen dilakukan dengan menggunakan metode pengayakan kering yang selanjutnya diklasifikasikan menurut kriteria Wenworth untuk mengetahui ukuran butir sedimen. Metode pengayakan kering dilakukan dengan cara membersihkan sampel dari kotoran dan lamun yang menempel pada sedimen, kemudian sampel dikering anginkan. Selanjutnya sampel sedimen ditimbang seberat 100 gram sebagai berat awal, kemudian diayak menggunakan *sieve net* yang tersusun secara berurutan dengan ukuran 2 mm, 1 mm, 0.5 mm, 0.25 mm, 0.125 mm, 0.063 mm dan <0.063 mm. Kemudian sampel sedimen dipisahkan dari ayakan lalu ditimbang dan diklasifikasikan sesuai dengan skala Wenworth.

Analisis besar butir sedimen dilakukan dengan menghitung (%) berat sedimen pada metode ayakan kering dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Berat} = \frac{\text{Berat Hasil Ayakan}}{\text{Berat Awal}} \times 100\%$$

g. Potensial Redoks (Eh)

Langkah pertama yang dilakukan adalah ditimbang dan diambil sampel sedimen sebanyak 10 gram menggunakan timbangan digital kemudian menambahkan air bebas ion sebanyak 50 ml. Setelah itu sampel sedimen dihomogenkan menggunakan mesin pengocok selama 30 menit dan diendapkan. Mengganti elektroda pH dengan elektroda Pt dan mengubah mode alat dari pH ke mV. Celupkan elektroda kedalam larutan kuinhidron pH 4 (campuran 0.05 gram serbuk kuinhidron dalam 25 ml larutan sanga pH 4) yang baru dibuat. Setelah itu membaca E kuinhidron kemudian elektroda Pt dicelupkan kedalam endapan tanah lalu mencatat hasil pembacaan (Eviati & Sulaeman, 2009).

4. Pengukuran biomassa lamun

Prosedur pengukuran biomassa lamun dilakukan dengan cara penimbangan berat kering sampel dilakukan setelah sampel lamun *Enhalus acoroides* dioven dengan suhu 60°C selama 72 jam. Kemudian masing-masing bagian lamun (akar, rhizoma dan daun) ditimbang berat keringnya menggunakan timbangan analitik hingga didapat berat konstan sebagai nilai biomassa lamun *Enhalus acoroides*.

Rumus perhitungan biomassa melalui berat kering adalah sebagai berikut :

$$B = W \times D$$

Keterangan :

B = Biomassa lamun (gr/m^2)

W = Berat kering lamun($gr/tegakan$)

D = Kepadatan lamun (m^2)

5. Pengukuran logam Kadmium

Konsentrasi logam di sedimen dianalisis dengan menggunakan ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry* dengan *limit of detection*).

D. Analisis Data

Data konsentrasi logam Cd di air, sedimen, akar, rhizoma dan daun lamun dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Sidik Ragam (One-way Anova) untuk membandingkan rata-rata konsentrasi antar stasiun. Analisis Korelasi Pearson digunakan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi logam Cd bagian bawah lamun (rhizoma dan akar) dengan konsentrasi Cd sedimen, Konsentrasi logam Cd bagian atas lamun (daun) dengan konsentrasi Cd di kolom air serta biomassa total lamun dengan konsentrasi total Cd lamun.