

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah pesisir dan laut merupakan perairan yang rentan terhadap pembuangan limbah ke laut. Pencemaran dari berbagai aktivitas antropogenik, pertanian, dan domestik di daratan pada akhirnya memberikan dampak negatif tidak hanya pada sungai tetapi juga pesisir dan lautan. Dampak yang terjadi antara lain rusaknya ekosistem mangrove, ekosistem lamun, hamparan rumput laut, terumbu karang, dan spesies laut yang hidup di perairan (Hamuna et al., 2018). Pencemaran laut mempunyai dampak negatif terhadap lingkungan dan ekosistem secara umum. Salah satu indikator permasalahan lingkungan di lautan adalah tingginya kandungan logam di perairan akibat aktivitas industri dan alam (Aphrodita et al., 2022).

Sumber pencemaran logam sebagian besar berasal dari kegiatan industri, rumah tangga, pariwisata, perikanan, peleburan logam, dan terkadang dari kegiatan pertanian yang menggunakan pupuk yang mengandung logam (Bubala et al., 2019). Logam mempunyai sifat toksik atau beracun dan pada dasarnya larut dalam air, sehingga dapat mencemari air tawar dan air laut. Pencemaran logam dapat merusak ekosistem perairan baik dari segi populasi maupun keanekaragaman hayati. Rusaknya ekosistem perairan akibat pencemaran logam dapat ditentukan oleh berbagai faktor yaitu kuantitas logam yang masuk ke dalam (Bubala et al., 2019).

Salah satu logam yang sangat umum ditemukan di perairan laut adalah timbal. Timbal secara alami dapat masuk ke badan air melalui kristalisasi timbal di udara dengan bantuan air hujan. Konsentrasi logam timbal dalam air juga dapat disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pengecatan kapal, pembersihan kapal, pengelasan, buangan limbah rumah tangga, limbah industri, kegiatan pariwisata, penggunaan bahan yang mengandung timbal, penggunaan pestisida dan konstruksi kapal (Rizkiana et al., 2017).

Selain logam timbal, Logam tembaga merupakan salah satu unsur logam berat yang secara alami terdapat di lingkungan perairan dan dapat berasal dari pelapukan batuan serta aktivitas antropogenik seperti limbah industri, pertambangan, dan limbah domestik (Masruroh & Purnomo, 2024). Meskipun tembaga merupakan unsur esensial bagi kehidupan, akumulasi dalam konsentrasi tinggi dapat menjadi toksik bagi organisme akuatik.

Ekosistem lamun merupakan salah satu ekosistem yang dapat membuat wilayah pesisir menjadi daerah yang relatif sangat subur dan produktif. Komunitas lamun



yang pada fungsi-fungsi biologis dan fisik dari lingkungan pesisir dapat mengalami perubahan komunitas lamun sebagai penunjang ekosistem yang responsif terhadap suatu perubahan kondisi lingkungan. Perubahan lingkungan akibat tekanan atau gangguan oleh logam berpotensi menyerap logam karena berinteraksi secara fisik dan kimia dengan perairan dan sedimen. Akibatnya lalu ke daunnya, sehingga lamun merupakan bagian dari penyerapan ion logam yang baik

(Zulfikar et al., 2020).

Pelabuhan Maccini Baji merupakan sebuah pelabuhan umum yang strategis di Sulawesi Selatan. Lokasinya Berada di Desa Pundata Baji, Kecamatan Labakkang, Kabupaten Pangkajene dan kepulauan, yang berjarak sekitar 65 kilometer dari Kota Makassar. Secara Geografis, Pelabuhan ini terletak pada koordinat 4°46'29.2" LS dan 119°29'32.6" BT. Aktivitas pelabuhan dapat menjadi salah satu sumber pencemaran logam berat di perairan sekitarnya (Patadungan, 2022). Umumnya bahan bakar minyak mendapat zat tambahan *tetraethyl* yang mengandung logam timbal (Ramlia et al., 2018). Terdapat beberapa jenis lamun di perairan tersebut seperti *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea serrulata* dan *Cymodocea rotundata* (Lemangga, 2023).

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian mengenai akumulasi logam timbal di Pelabuhan Maccini Baji Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui nilai akumulasi logam timbal (Pb) dan logam tembaga (Cu) pada lamun di Pelabuhan Maccini Baji Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan.
2. Mengetahui hubungan logam timbal (Pb) dan logam tembaga (Cu) dengan parameter fisika-kimia perairan pada lamun dan sedimen di Pelabuhan Maccini Baji Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan.

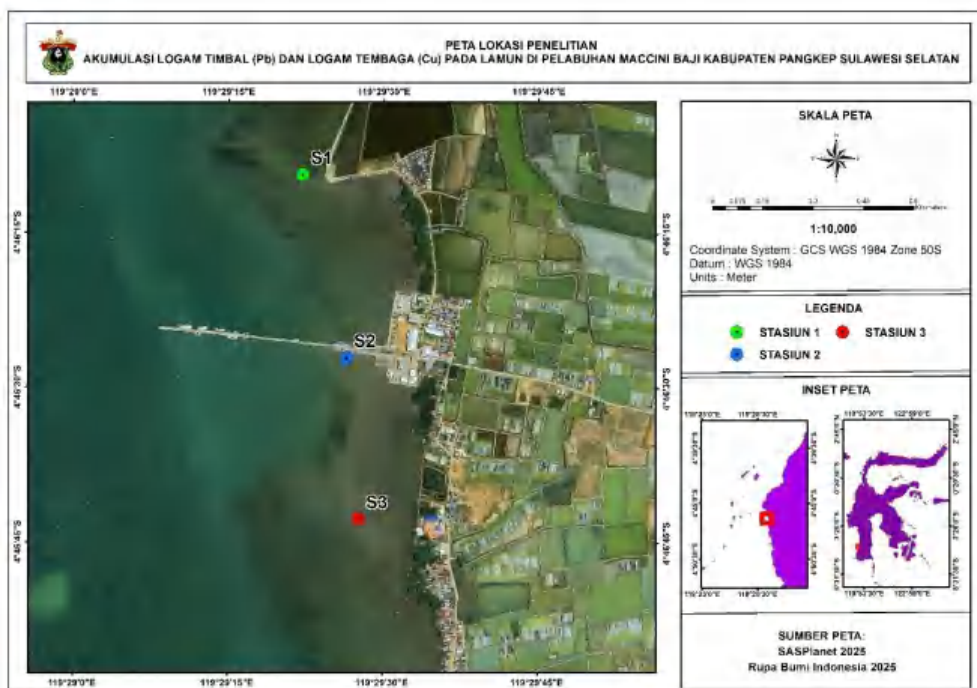
Manfaat penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi terkait akumulasi logam timbal (Pb) dan logam tembaga (Cu) di Pelabuhan Maccini Baji Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan.



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan tempat

Penelitian berlangsung dari bulan Juli hingga Desember 2025. Pengambilan sampel berlokasi di Pelabuhan Maccini Baji, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Oseanografi Fisika dan Geomorfologi Pantai, Departement Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Serta Balai Besar Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Hasil Perkebunan, Mineral Logam dan Maritim.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2 Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.



yang digunakan

Alat	Kegunaan
absorbtion	Mencatat hasil pengamatan
photometry (AAS)	Pengukur kandungan logam
sample	Penyimpan sampel air

No	Alat	Kegunaan
4	Cool box	Penempatan sampel penelitian
5	Gelas Ukur	Wadah untuk menyimpan larutan
6	Erlenmeyer	Wadah saat melakukan analisis
7	Avenza maps	Pengukur letak titik koordinat
8	Water quality	Pengukur Salinitas, pH air, suhu
9	Sediment core	Mengambil sampel sedimen
10	Lumpang dan alu	Menghaluskan sampel sedimen
12	Sieve net and sieve shaker	Alat yang digunakan untuk mengayak sedimen
12	Timbangan analitik	Menimbang sampel sedimen
13	Nampan	Wadah untuk menyimpan sampel saat dikeringkan
14	Gelas kimia	Wadah untuk menyimpan sampel sedimen saat dimasukkan ke dalam oven
15	Layang – layang arus	Alat untuk mengukur kecepatan arus
16	Eh meter	Alat untuk mengukur Eh sedimen
17	Stopwatch	Alat untuk mengetahui selisih waktu
18	Kompas	Alat untuk mengetahui arah angin
19	Linggis	Pengambil sampel lamun
20	Pipet tetes	Pengambil larutan
21	Roll meter	Pengukur jarak pengambilan sampel (Dari garis pantai)

Tabel 2. Bahan-bahan yang digunakan

No	Bahan	Kegunaan
1	Sampel sedimen	Bahan uji yang akan di analisis
2	Asam Nitrat (HNO_3)	Pelarut senyawa
3	Asam perklorat (HClO_4)	Pendestruksi logam
4	Indikator amilum	Pentitrasi sampel air
5	Plastik sampel	Penyimpan sampel
6	Kertas saring Whatman	Penyaring sampel
7	Aquades	Kalibrasi alat
	amun	Untuk dianalisis
		Pembersih alat
	Galium iodida dan idroksida ($\text{KI} +$	Pembebas iodium
	angan sulfat	Pereaksi pengukuran oksigen terlarut



No	Bahan	Kegunaan
	(MnSO ₄)	

2.3 Metode penelitian

2.3.1 Tahap persiapan

Pada tahap persiapan, penulis melakukan konsultasi kepada pembimbing, melakukan studi literatur, mengumpulkan informasi terkait kondisi umum lokasi penelitian serta menentukan metode penelitian.

2.3.2 Tahap penentuan stasiun

Pada tahap ini, penulis bersama pembimbing menentukan stasiun berdasarkan kondisi perairan yang mendapatkan input logam timbal (Pb) dan logam tembaga (Cu). Penelitian ini akan dimulai dari stasiun 1 dan 2 yang berada di sebelah utara dermaga, dan stasiun 3 berada di sebelah selatan dermaga. Jarak antara stasiun sebesar 500 meter. Setiap stasiun dilakukan 3 kali ulangan.

2.3.3 Pengambilan sampel

Pengambilan sampel lamun. Pengambilan sampel lamun diambil menggunakan linggis pada saat surut. Pengambilan sampel lamun dipilih secara acak hingga akarnya. Sampel lamun kemudian dibersihkan dari biota dan substrat yang menempel. Kemudian dimasukkan ke dalam kantong sampel sesuai dengan titik dan dimasukkan ke dalam *cool box* dan dibawa ke laboratorium untuk analisis selanjutnya.

Pengambilan sampel sedimen. Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan modifikasi metode yang digunakan dalam penelitian Darmawati (2023). Sampel sedimen yang diambil adalah lapisan permukaan sedimen. Sedimen diambil sebanyak ± 1000 gram menggunakan *sediment core* dengan diameter 5 cm dan panjang 20 cm untuk pengambilan sedimen hingga kedalaman 10-15 cm. Sampel sedimen yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam plastik sampel dan dimasukkan ke dalam *cool box*.

2.3.4 Pengukuran parameter oseanografi fisika-kimia

Suhu. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan *thermometer* pada tiap stasiun. Pengukuran suhu dilakukan saat pengambilan sampel air, dengan cara bagian batang *thermometer* dicelupkan ke dalam air laut lalu tunggu beberapa saat hingga air raksa pada *thermometer* berhenti. Setelah itu, baca skala pada *thermometer* lalu in. Setiap pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan



ukuran salinitas dilakukan secara insitu menggunakan alat *Water idian*, *setting* alat ke *mode* salinitas. Lalu, alat dikalibrasi *ades*. Setelah itu celupkan hingga menyentuh sensor alat. yang ditunjukkan.

Oksigen terlarut (DO). Metode pengukuran oksigen terlarut perairan menggunakan metode pada penelitian Fajriani (2022). Perhitungan DO (*Dissolved Oksigen*) dilakukan secara insitu. Sampel air diambil menggunakan botol terang. Setelah itu ditambahkan 2 mL larutan mangan sulfat ($MnSO_4$) ke dalam sampel air dan dihomogenkan dengan baik. Selanjutnya, ditambahkan 2 mL larutan Kalium Iodida + Natrium Hidroksida (KI + NaOH) dan dihomogenkan kembali. Ditambahkan 2 mL larutan asam sulfat (H_2SO_4) ke dalam sampel air untuk melarutkan endapan dan dihomogenkan hingga endapan larut. Dilakukan titrasi dengan diteteskan larutan Natrium Thiosulfat ($Na_2S_2O_3$) perlahan-lahan ke dalam sampel air hingga larutan berubah warna menjadi kuning kecoklatan, dicatat jumlah tetesan yang digunakan. Lalu diteteskan larutan amilum (*starch soluble*) sebanyak 5 tetes, yang akan berubah menjadi warna ungu. Teruskan titrasi dengan diteteskan larutan Natrium Thiosulfat secara perlahan hingga warna ungu hilang dan larutan menjadi bening. Catat jumlah tetesan yang digunakan untuk mencapai titik akhir. Setelah titrasi selesai, dilakukan perhitungan berdasarkan jumlah tetesan Natrium Thiosulfat yang digunakan untuk mendapatkan konsentrasi oksigen terlarut (DO) dalam sampel air.

Derajat Keasaman (pH). Pengukuran pH dilakukan secara insitu menggunakan alat *Water quality tester*. Sampel dipindahkan ke dalam gelas kimia, kemudian setting alat ke mode pH. Lalu, *Water quality tester* dikalibrasi menggunakan *aquades*. Setelah itu alat dicelupkan ke dalam sampel. Setelah itu catat hasil yang ditunjukkan.

Potensi Redoks (Eh). Potensi redoks (Eh) sedimen diukur menggunakan pH meter yang dilengkapi elektroda platina. Prosedur pengukuran potensial redoks pada sedimen dilakukan secara insitu. Eh diukur menggunakan Eh meter, dengan cara sensor elektroda dicelupkan ke dalam sedimen secara perlahan agar tidak merusak struktur sampel. Tunggu hingga meter menunjukkan nilai stabil. Setelah itu, sensor elektroda disterilkan dengan cara dibersihkan menggunakan *aquades* dan dikeringkan menggunakan tissue (Balai Penelitian Tanah, 2009).

Arus. Pengukuran Arus perairan diukur menggunakan layang-layang arus yang dilengkapi tali sepanjang 10 meter. Layang-layang arus dilepaskan dan dibiarkan terbawa arus perairan bersamaan dengan pengaktifan stopwatch. Jika tali pada layang-layang arus telah menegang, Stopwatch dinonaktifkan lalu dicatat waktunya sesuai dengan yang tertera pada Stopwatch. Pengukuran kecepatan arus dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap stasiun. Pengukuran ini dilakukan sebanyak 3 kali termasuk pada saat kondisi pasang dan surut. Kecepatan arus yang didapatkan dengan menggunakan layang-layang arus, nilainya didapatkan dengan perhitungan kecepatan arus.

Kecepatan arus (V):



$$V = \frac{S}{t}$$

panjang layang-layang arus (m)

waktu layang-layang arus (detik)

Ukuran butir sedimen. Tahapan menganalisis ukuran butir sedimen yaitu pertama-tama sedimen dikeringkan terlebih dahulu menggunakan oven selama 2 x 24 jam pada suhu 150°C. Setelah sampel sedimen kering, selanjutnya sampel didinginkan lalu dihaluskan menggunakan lumpang dan alu. Setelah halus, sampel dibersihkan dari kotoran-kotoran dan pecahan-pecahan cangkang biota dari sedimen. Tahap selanjutnya, sampel ditimbang sebanyak 100 gram dan diayak menggunakan *sieve shaker* yang berisi *sieve net* yang telah tersusun mulai dari ukuran 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm, serta 0,063 mm dan <0,063 mm. Kemudian hasil ayakan sampel dipisahkan sesuai dengan ukurannya dan ditimbang sebagai hasil ayakan masing-masing ukuran (Hasanuddin, 2013).

Adapun rumus untuk menghitung persentase butir sedimen pada metode ayakan kering menggunakan rumus menurut Hutabarat & Evand (1985) di bawah ini.

$$\%Berat = \frac{Berat\ hasil\ ayakan}{Berat\ awal} \times 100$$

Setelah dilakukan perhitungan, selanjutnya dikelompokkan ukuran butir sedimen menurut diameternya yang kemudian dihitung logaritma phi (Φ) diameter butir sedimennya agar dapat diklasifikasikan menurut analisis ukuran sedimen menurut Wentworth. Skala Wentworth untuk mengklasifikasikan partikel disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Skala Wentworth

Nama partikel	Ukuran Butir (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 & Evans (1985)

2.4 Pengukuran logam Pb pada lamun

2.4.1 Analisis logam pada sampel lamun

Sampel dianalisis dengan menggunakan metode destruksi kering. Sampel yang telah dalam tanur dengan suhu 650°C selama 2 jam. Sampel yang ang sebanyak ± 2 gram, kemudian dimasukkan ke dalam HNO_3 (asam nitrat) dan *aquades* 20 ml menggunakan *hot plate* ime larutan berkurang. Setelah larutan dingin, ditambahkan 10 at) dan HClO_4 (asam perklorik) sebanyak 3 tetes, kemudian menggunakan *hot plate*. Pengenceran larutan menggunakan l dengan gelas ukur dan saring menggunakan kertas whatman



No. 40 Untuk mengetahui konsentrasi logam menggunakan alat *Atomic Absorbtion Spectrophotometry* (AAS) dengan batas alat deteksi (AAS) <0,10.

2.5 Analisis data

Data konsentrasi logam timbal pada sedimen, akar, *rhizome*, dan daun lamun dianalisis secara statistik menggunakan Analisis *One-way Anova* untuk membandingkan rata-rata konsentrasi antar stasiun. Apabila hasil uji menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$) maka akan dilakukan uji lanjutan yaitu uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Analisis Korelasi *Pearson* digunakan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi logam timbal pada lamun dan sedimen dengan parameter oseanografi fisika kimia.

Perhitungan *Biological Concentration Factor* (BCF) pada akar digunakan untuk mengetahui kandungan logam pada akar yang berasal dari lingkungan (Rachmawati et al., 2018). Perhitungan BCF akan dinilai menggunakan analisis yang ditetapkan oleh MacFarlane et al. (2007) dalam Rachmawati et al. (2018) dengan rumus sebagai berikut :

$$BCF = \frac{\text{Konsentrasi logam pada akar}}{\text{Konsentrasi logam pada sedimen}}$$

Penentuan kemampuan akar dalam mengakumulasi logam digunakan kriteria berdasarkan nilai BCF yang diperoleh, seperti pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Kemampuan akar dalam akumulasi logam

No.	Nilai BCF	Level kemampuan
1	BCF >1	Akumulator
2	BCF =1	Indikator
3	BCF <1	<i>Excluder</i>

Sumber: Baker (1981) dalam Rachmawati et al. (2018)

Perhitungan TF (*Translocation Factor*) digunakan untuk menghitung proses translokasi logam Pb dan Cu dari akar ke daun lamun. Perhitungan ini digunakan oleh Baker (1981) dengan bentuk perhitungan yaitu :

$$TF = \frac{\text{Konsentrasi logam pada daun}}{\text{Konsentrasi logam pada akar}}$$

Adapun kategori TF berdasarkan nilai perhitungan yang didapatkan menurut Baker (1981) dalam Sugiyanto (2016) yaitu :

Tabel 5. Kategori Nilai TF



Nilai TF	Level kemampuan
TF <1	Mekanisme fitostabilisasi
TF >1	Mekanisme fitoekstraksi

) dalam Sugiyanto (2016)