

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki wilayah perairan yang sangat luas dibandingkan wilayah daratan, di mana dua per tiga wilayah Indonesia ialah perairan laut yang terdiri dari perairan laut lepas, pesisir, teluk, dan selat (Ramliya *et al.*, 2018). Kawasan pesisir rawan tercemar dikarenakan potensi pembangunan industri dan pelabuhan yang tinggi dapat menyebabkan bahan pencemar masuk ke perairan (Herawati, 2022). Pencemaran merupakan proses masuknya organisme, zat, energi dan material lain ke dalam perairan atau perubahan kondisi air akibat aktivitas manusia atau proses alamiah, yang mengakibatkan kualitas air menurun oleh senyawa anorganik, termasuk logam yang berbahaya bagi lingkungan dan juga manusia (Abidin *et al.*, 2018).

Kawasan pelabuhan dan pesisir mempunyai potensi ancaman yang besar untuk mengalami pencemaran terutama pencemaran minyak. Hal tersebut dikarenakan, tingginya aktivitas antropogenik seperti pelayaran baik kapal skala besar maupun kapal nelayan yang sangat berpotensi mencemari laut dan pesisir di sekitarnya. (Wibowo, 2018). Tingginya aktivitas kapal dapat menghasilkan limbah. Limbah dari buangan minyak ke laut atau korosi pada kapal dapat mengandung unsur logam seperti timbal (Pb). (Suryan, 2014).

Logam berat timbal (Pb) merupakan mineral yang tergolong dalam mikroelemen dan dapat berpotensi menjadi bahan yang toksik, jika terakumulasi di dalam tubuh organisme. Masuknya unsur timbal (Pb) ke dalam tubuh organisme dapat melalui saluran pencernaan (gastrointestinal), saluran pernafasan (inhalasi), dan penetrasi kulit (tropikal). Logam berat mengandung densitas lebih dari 5 gr/cm³. Kontaminasi logam berat pada perairan dalam bentuk terlarut akan mengendap di sedimen atau masuk ke dalam tubuh organisme (Usman, 2013).

Logam berat akan sangat berbahaya jika masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah banyak dan dalam jangka waktu yang lama yang akan terakumulasi menjadi racun. Beberapa jenis logam yang banyak mencemari perairan antara lain merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), tembaga (Cu), khromium (Cr), dan nikel (Ni). Selain itu, logam berat juga akan tersuspensi dalam sedimen yang merupakan lapisan bawah pada perairan. Dikarenakan adanya pengaruh dari kondisi akuatik yang bersifat dinamis, misalnya perubahan pH yang dapat menyebabkan logam-logam yang tersuspensi pada sedimen akan naik dan tercampur ke perairan (Siaka, 2008).

Dampak dari pencemaran logam berat terhadap organisme melalui dari rantai makanan. Logam berat di perairan akan mengendap pada dasar perairan yang membentuk sedimen dan hal ini akan menyebabkan biota laut mencari makanan di dasar perairan (udang, kerang, kepiting) yang memiliki peluang besar untuk terkontaminasi logam berat dan masuk ke dalam jaringan tubuh biota (Setiawan, 2015).

Pencemaran logam berat yang terjadi di lingkungan adalah proses yang berhubungan erat dengan manusia sebagai pengguna bahan-bahan limbah yang tidak memperhatikan keselamatan lingkungan saat membuang limbahnya (Munandar dan Eurika, 2016). Pencemaran logam berat menjadi masalah yang mendesak secara global terutama di negara-negara sedang berkembang seperti Indonesia. Hingga saat ini Indonesia sendiri belum memiliki standar baku mutu logam berat pada sedimen. (Mustafa *et al.*, 2019)

Sedimen laut merupakan pecahan mineral, atau mineral organik yang ditransportkan dari berbagai sumber dan diendapkan oleh ombak, arus, dan angin. Mineral dan mineral organik yang terdapat di laut akan terakumulasi di dasar lautan sehingga sedimen laut memiliki makna dengan cakupan yang luas dalam segi kompetisi dan karakteristik fisik sebagai fungsi dari kedalaman air, jarak dari daratan, variasi sumber endapan, dan juga karakteristik fisik, kimia, biologi dan lingkungan terbentuknya. Sedimentasi di suatu perairan dapat terjadi karena terdapat suplai muatan sedimen yang tinggi di lingkungan tersebut. Suplai muatan sedimen salah satunya berasal dari daratan yang di bawa ke laut melalui aliran sungai. Tidak hanya bersumber dari daratan dan lautan, tetapi sedimen laut juga bersumber dari kosmik (ruang angkasa) dan aktivitas vulkanik. pola iklim dan topografi bawah laut menjadi variabel yang memengaruhi jenis sedimen yang terakumulasi di dasar perairan (Rifardi, 2012).

Dari penjelasan di atas maka perlu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui kaitan akumulasi logam berat timbal (Pb) dengan karakteristik sedimen di perairan pelabuhan pelindo, Kota Pare-Pare, Sulawesi Selatan.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

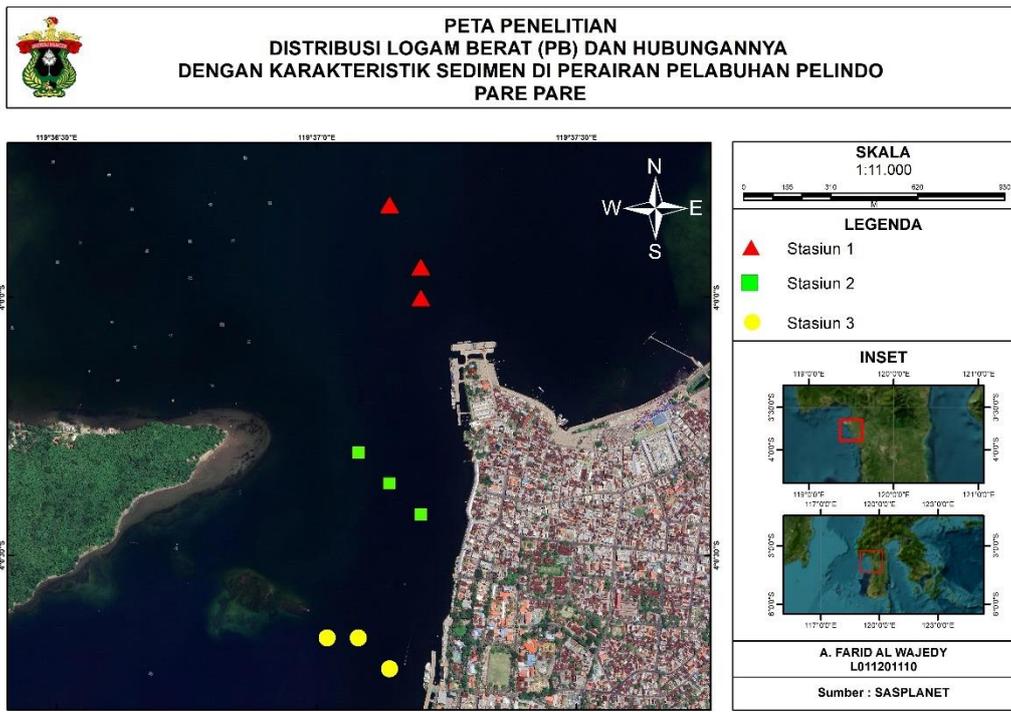
1. Mengetahui distribusi konsentrasi dan akumulasi logam berat timbal (Pb) pada sedimen di perairan pelabuhan PT. PELINDO PARE PARE
2. Mengetahui karakteristik sedimen PT. PELINDO PARE PARE
3. Menganalisis hubungan logam berat timbal (Pb) dan karakter sedimen dampak PT. PELINDO PARE PARE.

Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai status logam berat timbal (Pb) pada sedimen di perairan Pelabuhan PT.PELINDO PARE PARE.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2024 – Juli 2024 yang meliputi tahap persiapan hingga penyusunan laporan akhir. Pengambilan sampel lapangan dilakukan sekitar perairan pelabuhan PT. PELINDO PARE PARE meliputi jalur pelayaran kapal, area docking kapal, dan dermaga kapal nelayan. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 6 Juni 2024 mulai jam 08.00 WITA hingga 10.00 WITA dengan kondisi air laut pasang. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Oseanografi Fisika dan Geomorfologi Pantai dan Laboratorium Oseanografi Kimia, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin serta di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Makassar.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Bahan dan Alat

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Alat dan Bahan

| No. | Nama Alat | Kegunaan |
|--|------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Alat tulis | Digunakan untuk mencatat data |
| 2 | Kapal | Sebagai alat transportasi |
| 3 | Van Veen Grab Sampler | Alat untuk mengambil sampel sedimen |
| Lanjutan Tabel 1. Alat yang digunakan dalam Penelitian | | |
| No. | Nama Alat | Kegunaan |
| 4 | Kamera | Alat dokumentasi |
| 5 | Kompas | Penentu arah mata angin |
| 6 | Global Position System (GPS) | Alat penentu titik stasiun |
| 7 | Layang-layang Arus | Pengukur kecepatan dan arah arus |
| 8 | Stopwatch | Alat bantu mengukur waktu |
| 9 | Laptop | Perangkat aktivitas penulisan |
| 10 | Perangkat Lunak ArcGis | Perangkat pengolahan data pemetaan |

| | | |
|-----|---|--|
| 11 | Perangkat Lunak SPSS | Perangkat analisis statistik |
| 12 | Termometer | Mengukur temperatur air laut |
| 13 | Eh Meter | Mengukur pontesial redoks |
| 14. | Oven | Alat pengering sampel |
| 15 | Timbangan Analitik | Alat penimbang sampel |
| 16 | <i>Whatman Sieve Net</i> | Alat mengayak sedimen |
| 17 | Tanur | Alat pemanas sedimen |
| 19 | Pipet Tetes | Mengambil air dalam skala kecil |
| 20 | <i>Handrefractometer</i> | Mengukur salinitas air laut |
| 21 | Botol sampel | Alat untuk mengambil sampel air |
| 22 | Cawan Porselin | Alat penggerus sedimen |
| 23 | Gelas Baker | Wadah sampel sedimen saat di Oven |
| 24 | <i>Inductively Coupled Plasma Spectrometry (ICPS)</i> | Alat menganalisis kandungan logam berat pada sedimen |
| 25 | Kantong sampel | Wadah untuk sampel sedimen |
| 26 | Sedimen | Sampel sedimen |
| 27 | <i>Aquades</i> | Penetralisir alat |
| 28 | Air laut | Sampel penelitian |

2.3 Metode Penelitian

Prosedur penelitian ini meliputi beberapa tahapan. Tiap tahapan merupakan komponen penting dalam jalannya penelitian ini. Prosedur penelitian tersebut berupa:

2.3.1 Tahap Persiapan

Konsultasi dan Bimbingan. Konsultasi dan bimbingan merupakan tahapan untuk memperjelas kegiatan penelitian. Hal ini guna memberi batasan pada penelitian agar penelitian dapat berjalan lebih efisien. Efisiensi yang dimaksud yaitu penyesuaian dalam kemampuan peneliti baik secara kemampuan, materi, dan waktu.

Studi Literatur. Tahap studi literatur berupa tahap pengumpulan hasil studi terkait tentang topik yang serupa. Hal ini dibutuhkan dalam memperkuat kerangka teoritis untuk mendukung jalannya penelitian.

Penentuan Stasiun Pengamatan. Pada penelitian ini terdiri dari 3 stasiun dengan masing-masing stasiun terdapat 3 kali ulangan dengan jarak ulangan 1 ke 2 dan ulangan 2 ke 3 berjarak 100 m menuju perairan terbuka (laut lepas) di perairan Pelabuhan Pelabuhan kota pare-pare. Stasiun 1 berada pada jalur pelayaran, stasiun 2 berada di dekat dari area docking kapal, dan stasiun 3 sebagai stasiun kontrol

Finalisasi Persiapan. Pada tahap ini dilakukan persiapan tahap akhir mulai dari peralatan, bahan, tim, dan perbekalan. Semua tim harus mengetahui petaan tugas masing-masing dan memastikan segala kebutuhan dalam pekerjaannya telah tersedia. Tim pendata juga telah diberi perbekalan materi agar memiliki persepsi yang sama tentang data yang akan dikoleksi supaya data yang dihasilkan tidak bias.

2.3.2 Pengambilan Data Penelitian

Pengambilan Sampel Sedimen. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada titik sesuai peta lokasi tempat adanya masukan dari logam berat timbal (Pb). Sampel sedimen diambil pada setiap titik menggunakan van veen grab sampler, sampel yang akan diambil yaitu sampel yang berada pada bagian tengah van veen grab sampler agar menghindari adanya kontaminasi dari alat terhadap sampel sedimen. Selanjutnya memasukkan sampel sedimen dari setiap titik lokasi ke dalam kantong sampel, lalu disimpan ke dalam cool box untuk dianalisis di laboratorium.

Pengambilan Sampel Air. Pengambilan sampel air dilakukan pada titik sesuai peta lokasi penelitian, sampel air yang di ambil adalah sampel air permukaan yang di ambil langsung menggunakan botol sampel 100 ml yang kemudian di simpan di *coolbox* untuk kemudian dilakukan pengujian parameter salinitas dan pH di Laboratorium Oseanografi Kimia.

2.3.3 Karakteristik Sedimen

Analisis Ukuran Butir Sedimen. Karakteristik ukuran butir sedimen dianalisis melalui prosedur dry sieving (pengayakan). Mengeringkan sampel dengan menggunakan oven selama 2x24 jam dengan suhu 1050°C, kemudian sampel didinginkan terlebih dahulu. Setelah sampel dingin kemudian menimbang sampel sedimen sebanyak ± 100 g sebagai berat awal. Kemudian memasukkan sampel sedimen ke dalam sieve net untuk diayak selama 5 menit. Kemudian memisahkan masing-masing ukuran butir sedimen tiap ayakan ke kertas licin dan menimbang menggunakan timbangan analitik. Rumus untuk menghitung besar butir sedimen dengan metode ayakan:

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

Metode yang digunakan dalam menentukan karakteristik ukuran butir sedimen yaitu metode statistik gradistat merupakan metode alternatif dalam menganalisis karakteristik sedimen karena metode gradistat ini yaitu sebuah program yang diusulkan oleh Blott pada tahun 2010, metode ini dijalankan menggunakan microsoft excel (Rachman *et al.*, 2023). Klasifikasi untuk menentukan ukuran butir sedimen, dengan mengacu pada skala Wentworth.

Tabel 2. Ukuran Butir Sedimen Berdasarkan Skala Wenworth

| Ukuran Butir (mm) | Nama Butir |
|-------------------|--|
| >256 | Bongkah (<i>Boulder</i>) |
| 64 – 256 | Berangkal (<i>Couple</i>) |
| 4 – 64 | Kerakal (<i>Pebble</i>) |
| 2 – 4 | Kerikil (<i>Gravel</i>) |
| 1 – 2 | Pasir Sangat Kasar (<i>Very Coarse Sand</i>) |
| ½ - 1 | Pasir Kasar (<i>Coarse Sand</i>) |
| ¼ - ½ | Pasir Sedang (<i>Medium Sand</i>) |
| 1/8 – ¼ | Pasir halus (<i>Fine Sand</i>) |
| 1/16 – 1/8 | Pasir Sangat Halus (<i>Very Fine Sand</i>) |
| 1/256 – 1/16 | Lanau (<i>Silt</i>) |
| <1/256 | Lempung (<i>Clay</i>) |

Bahan Organik Total (BOT) Sedimen. Pengukuran bahan organik total dilakukan di laboratorium setelah sampel dioven (dikeringkan) terlebih dahulu. Selanjutnya menimbang berat awal cawan porselin, lalu menimbang sampel sedimen ± 5 g menggunakan timbangan analitik dan memasukkan ke dalam cawan porselin. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu 6000C selama 3,5 jam dan didinginkan kembali. Berat akhir sampel ditimbang (cawan + sampel akhir) menggunakan timbangan analitik (Marpaung *et al.*, 2014). Adapun rumus untuk BOT yaitu

Berat bahan organik:

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

Kandungan bahan organik:

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

Persentase kandungan bahan organik:

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

Keterangan:

$$\text{Baw} = \text{Berat awal (g)}$$

Bak = Berat akhir (g)
Bc = Berat cawan (g)

pH. Parameter pH diukur dengan menggunakan alat pH meter digital (Hanna pH). Dengan mengambil sampel pada setiap titik menggunakan botol sampel, mengkalibrasi alat pH meter digital (Hanna pH) terlebih dahulu kemudian mencelupkan probe ke dalam botol sampel yang berisi air laut. Nilai pH dapat langsung dibaca pada alat pH meter digital (Hanna pH) (Hamuna *et al.*, 2018).

Potensial Redoks (Eh). Pengukuran parameter potensial redoks dilakukan langsung di lapangan dengan menggunakan alat Eh meter digital. Mengambil sampel sedimen pada setiap titik menggunakan grab sampler, saat grab sampler dinaikkan maka langsung mengukur potensial redoks tanpa mengaduk sampel. Pengukuran ini harus dilakukan dengan cepat agar nilai potensial redoks yang ada di sedimen tidak mengalami banyak perubahan (Najamuddin *et al.*, 2020).

2.3.4 Parameter Oseanografi

Arah dan Kecepatan Arus, Arah dan kecepatan arus diukur langsung di lapangan pada setiap titik dengan menggunakan layang-layang arus yang dilepaskan ke perairan dan pelampung dibiarkan terbawa arus hingga tali memanjang secara lurus. Stopwatch digunakan untuk menghitung rentang waktu yang dibutuhkan oleh layang-layang arus mulai dari awal pelepasan hingga tali terbentang lurus. Kompas digunakan untuk mengetahui arah layang-layang arus. Kecepatan arus dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Bibin *et al.*, 2017):

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

Keterangan

V = Kecepatan arus (m/detik)
s = Panjang lintasan parasut arus (m)
t = Waktu tempuh layang-layang arus (detik)

Salinitas. Parameter salinitas diukur dengan menggunakan alat refractometer digital (Milwaukee). Pada setiap titik diambil sampel air menggunakan botol sampel lalu mengkalibrasi alat refractometer digital (Milwaukee) terlebih dahulu, kemudian memindahkan sampel air laut menggunakan pipet tetes hingga sampel air laut memenuhi kaca prisma yang ada pada refractometer digital (Milwaukee). Kemudian melihat dan mencatat nilai skala salinitas yang muncul pada alat refractometer digital (Milwaukee) (Hamuna *et al.*, 2018).

Suhu. Parameter suhu diukur langsung di lapangan dengan menggunakan alat termometer. Pada setiap titik lokasi sampel, memasukkan alat termometer ke dalam sampel air, diamkan beberapa saat dan catat skala yang ada termometer (Hamuna *et al.*, 2018).

Kedalaman. Pengukuran kedalaman perairan dilakukan langsung di lapangan dengan menggunakan tali ukur yang ada pada alat grab sampler, dengan melihat tanda batas pada tali lalu mengukur tali tersebut menggunakan meteran dan mencatat hasil pengukuran. Pengukuran dilakukan pada setiap titik lokasi.

2.3.5 Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen

Analisis kadar logam berat timbal (Pb) pada sedimen dapat menggunakan metode ICPS (Inductively Coupled Plasma Spectrometry) metode ini sering kali digunakan untuk mengetahui kandungan logam berat dalam berbagai bahan, yang sebelumnya dilakukan tahap pendestruksi terlebih dahulu (Wulandari *et al.*, 2018). Sampel sedimen dikeringkan pada suhu ruang terlebih dahulu dan digerus, kemudian ditimbang sebanyak 0,5 g yang dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan larutan nitrat sebanyak 10 mL. Selanjutnya sampel dipreparasi selama 3 hari, setelah dingin sampel disaring hingga jernih dan ditambahkan 50 mL aquades, dan konsentrasi logam timbal (Pb) di hitung menggunakan alat ICPS. Setelah hasil dari alat keluar, maka konsentrasi logam dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Konsentrasi Logam} = \frac{(K \text{ ICP} - \text{blk}) \times \text{Vol. akhir}}{\frac{1000}{\text{Berat sampel}}}$$

Keterangan :

| | |
|--------------|---|
| K ICP | = Hasil ICP pada setiap sampel |
| V Akhir | = Volume yang digunakan untuk melarutkan (indukan/sampel) |
| Blk | = Blanko |
| 1000 | = Ketentuan (ppm) |
| Berat Sampel | = Berat sampel yang digunakan |

2.4. Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis One-Way ANOVA (ANOVA satu arah) untuk melihat kelimpahan logam berat. pada berbagai stasiun penelitian. Analisis PCA untuk melihat karakteristik penciri stasiun. Analisis indeks ekologi digunakan untuk menganalisis hubungan antara distribusi logam berat timbal dengan karakteristik sedimen dan parameter lingkungan.