

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran laut didefinisikan sebagai masuknya suatu benda, zat, atau energi ke lingkungan laut oleh manusia yang memberikan akibat negatif bagi kesehatan makhluk hidup dan ekosistemnya. Pencemaran laut ini dapat disebabkan oleh adanya sisa buangan kapal, buangan industri ke laut, proses pengeboran minyak di laut, buangan sampah, pembuangan limbah rumah tangga dan pestisida dari pertanian. Limbah cenderung mengandung bahan kimia beracun dan berbahaya bagi tubuh manusia (Juharna et al., 2022). Salah satu kontaminan yang dapat menjadi subjek pencemaran adalah logam berat. Logam berat adalah kelompok unsur logam yang memiliki massa jenis lebih dari 5 gr/cm³ yang pada jumlah tertentu dapat berubah menjadi racun bagi lingkungan (Supriyantini dan Soenardjo, 2015). Pencemaran logam berat memiliki berbagai jenis dan sifat sesuai yang dimiliki oleh ion logam yang bersangkutan.

Logam berat dibagi menjadi dua yakni logam berat esensial dan logam berat non-esensial. Logam non-esensial inilah yang merupakan jenis logam berat bersifat racun bagi tubuh dan belum diketahui manfaatnya (Irhamni et al., 2017). Salah satu pencemar yang berpotensi menurunkan dan merusak daya dukung lingkungan adalah logam berat. Logam berat merupakan bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik jika terdapat dalam jumlah besar dan mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan, baik secara biologis maupun ekologis. Peningkatan kadar logam berat pada air laut akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk proses metabolisme berubah menjadi racun bagi organisme laut. Kadar logam berat yang terlarut dalam air laut sangat tergantung pada keadaan perairan tersebut. Semakin banyak aktivitas manusia baik di darat maupun di pantai akan mempertinggi keberadaan logam berat dalam air laut (Amin et al, 2011).

Logam timbel (Pb) merupakan logam berat yang tidak dapat terurai oleh proses alam. Timbel (Pb) masuk ke dalam perairan melalui pengkristalan di udara dengan bantuan air hujan dan melalui proses modifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin. Masuknya unsur Pb ke dalam tubuh organisme dapat melalui saluran pencernaan (gastrointestinal), saluran pernafasan (inhalasi), dan penetrasi kulit (topikal), seperti logam berat lainnya logam berat mempunyai pengaruh negatif pada proses biologi utamanya dalam keadaan terlarut, bahkan dalam bentuk suspensi diketahui beracun bagi ikan. Logam berat yang turun dan mengendap pada dasar perairan akan membentuk sedimentasi yang akan mempengaruhi kelangsungan hidup bagi organisme akuatik yang hidup dan mencari makan di dasar perairan akan lebih dominan terkontaminasi oleh logam berat. Saat logam berat terakumulasi dalam organisme laut maka akan berdampak

buruk bagi manusia yang mengkonsumsi hasil tangkapan laut tersebut (Utami et al., 2018).

Keberadaan logam berat di perairan dapat ditemukan dalam beberapa bentuk seperti terlarut, endapan, dan butiran halus. Pencemaran logam berat di perairan berasal dari berbagai sumber seperti masukan dari daratan yaitu aktivitas industri, limbah domestik, penggunaan pestisida, serta upwelling, proses tektonik, vulkanik, dan juga masukan dari atmosfer. Logam berat yang terbawa ke dalam perairan akan menyebar di kolom air dan cenderung mengendap di dasar perairan. Konsentrasi logam berat Pb pada air ballast lebih tinggi dibanding dengan konsentrasi Pb yang berada di perairan, hal ini menjelaskan bahwa *air ballast* memang menjadi salah satu sumber masukan logam berat Pb di perairan. Terjadinya pencemaran logam berat timbal di perairan dikarenakan adanya pelepasan dari sumber logam berat Pb ke lingkungan perairan. Adanya pencemaran logam berat Pb di perairan berasal dari buangan limbah industri, erosi tanah, limbah domestik rumah tangga, air hujan yang telah terkontaminasi oleh logam timbal, pembuangan limbah kapal dan kendaraan di sekitar lingkungan perairan. Jika suatu perairan telah tercemar oleh logam berat Pb maka biota akan menyerap logam tersebut sehingga akan mengganggu ekosistem perairan dan secara tidak langsung akan berdampak buruk bagi hasil tangkapan bahkan bagi manusia yang mengonsumsinya (Agustriani et al., 2016).

Menurut Suryono (2016), logam berat cenderung mengalami akumulasi yang lebih tinggi dalam sedimen daripada dalam kolom perairan karena proses penyerapan sedimen dominan terhadap logam berat. Ini terjadi karena logam berat memiliki afinitas yang lebih besar terhadap hidroksida dan bahan organik yang terdapat dalam sedimen, yang menyebabkan akumulasi logam berat di dalamnya. Salah satu faktor yang memengaruhi kandungan logam berat dalam sedimen adalah karakteristik fisik sedimen itu sendiri; butiran halus (koloid) dalam sedimen cenderung lebih efisien dalam menyerap logam berat daripada butiran kasar.

Perairan pelabuhan Bansalae Siwa Kabupaten Wajo diduga telah tercemar oleh logam berat Pb, dikarenakan banyaknya kegiatan masyarakat di wilayah sekitar pelabuhan seperti bongkar muat kapal motor, tempat kapal bersandar, dan kendaraan yang keluar masuk di sekitar area pelabuhan yang berpotensi menghasilkan pencemaran logam berat Pb di perairan tersebut. Oleh karena itu dilakukan penelitian mengenai akumulasi logam berat Pb pada sedimen di sekitar perairan pelabuhan Bansalae Siwa.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari penelitian ini, antara lain sebagai berikut:

1. Mengetahui konsentrasi logam berat timbal (Pb) di sedimen perairan pelabuhan Bansalae Siwa Kabupaten Wajo.
2. Mengetahui karakteristik sedimen dan parameter oseanografi di perairan pelabuhan Bansalae Siwa Kabupaten Wajo.

3. Menganalisis hubungan antara konsentrasi logam berat timbal (Pb) di sedimen dengan karakteristik sedimen di perairan pelabuhan Bansalae Siwa Kabupaten Wajo.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada pemerintah daerah mengenai kondisi status logam berat timbal (Pb) pada sedimen perairan yang terdampak aktivitas pelabuhan Bansalae Siwa Kabupaten Wajo.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober – Desember 2024 Dengan lokasi pengambilan sampel dilakukan pada wilayah perairan pelabuhan Bansalae, Kecamatan Pitumpanua, Kabupaten Wajo (Gambar 1). Pengambilan data dilakukan pada tanggal 19 Oktober 2024. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Oseanografi Fisika dan Geomorfologi Pantai dan di Laboratorium Oseanografi Kimia, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin serta Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Makassar.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan beberapa peralatan dan bahan yang diperlukan pada saat di lokasi pengambilan sampel dan juga saat analisis di laboratorium. Beberapa alat yang digunakan untuk penelitian ini diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat yang digunakan pada penelitian

No.	Alat/Bahan	Kegunaan
1	<i>Ekman Grab Sampler</i>	mengambil sampel sedimen
2	<i>Cool box</i>	Tempat menyimpan sampel
3	Perahu	Alat transportasi
4	GPS	Penentuan titik koordinat lokasi
5	Kamera	Alat dokumentasi
6	Kompas	Petunjuk arah mata angin
7	Layang-layang arus	Pengukur kecepatan dan arah arus
8	<i>Refractometer digital</i>	Pengukur salinitas perairan
9	<i>Water quality taster</i>	Pengukur kualitas air
10	<i>Stopwatch</i>	Pengukur satuan waktu
11	Oven	Pengering sampel sedimen
12	Timbangan analitik	Penimbang sampel
13	<i>Whatman sieve net</i>	Pengacak sedimen
14	Tanur	Pemanas sedimen
15	Cawan Porselin	Wadah sampel saat dipanaskan
16	<i>Inductively Coupled Plasma Spectrometry (ICPS)</i>	Alat menganalisis kandungan logam berat pada sedimen
17	Gelas beaker	Wadah sampel saat di oven
18	Kantong Sampel	Wadah untuk sampel sedimen
19	Sedimen	Sampel Penelitian
20	Aquades	Penetralisir alat
21	Tissue	Pengering Alat
22	Air laut	Sampel Penelitian

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini dilakukan konsultasi dan pengumpulan literatur penelitian serta literatur pendukung lainnya yang berkaitan dengan objek penelitian.

2.3.2 Tahap Penentuan Titik Sampling

Pada penelitian ini terdiri dari 9 titik sampling ulangan dengan jarak titik 1 ke 2 dan titik 2 ke 3 berjarak 500 m menuju perairan terbuka (laut lepas) di perairan pelabuhan Bansalae Siwa Kabupaten Wajo. Adapun titik koordinat dan karakteristik lokasi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kordinat dan Karakteristik Lokasi Penelitian

Titik	Lintang	Bujur	Karakteristik
1	-3°40'53,08" S	120°25'43,47" T	Kawasan dekat dengan vegetasi mangrove
2	-3°41'59,78" S	120°24'56,33" T	Kawasan menuju laut lepas
3	-3°41'47,68" S	120°24'56,8" T	Kawasan terluar dekat dengan laut lepas
4	-3°40'53,38" S	120°25'48,36" T	Kawasan dekat dengan pesisir
5	-3°40'53,63" S	120°25'50,3" T	Kawasan dekat dengan dermaga pelabuhan feri
6	-3°41'17,44" S	120°25'31,8" T	Kawasan dekat laut lepas
7	-3°41'47,68" S	120°24'56,8 T	Kawasan dekat dengan pesisir dan dekat dengan pemukiman warga
8	-3°40'55,03" S	120°25'44,77" T	Kawasan dekat dengan laut lepas
9	-3°41'47,68" S	120°24'56,8" T	Kawasan dekat laut lepas

2.3.3 Tahap Pengambilan Sampel

Pengambilan data dilakukan dengan mengukur beberapa parameter seperti Salinitas, pH sedimen, Potensial Redoks (Eh), Kecepatan dan Arah Arus, Suhu,

Kedalaman, Bahan Organik Total, Ukuran butir sedimen serta Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen

Pengambilan Sampel Sedimen. sedimen diambil pada setiap titik menggunakan *Ekman grab sampler*, sampel yang akan diambil yaitu sampel yang berada pada bagian tengah *Ekman 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 di Laboratorium Oseanografi Kimia.

Pengambilan data Kecepatan dan Arah Arus. Kecepatan arus diukur langsung di lapangan pada setiap titik dengan menggunakan alat layang-layang arus yang dilepaskan ke perairan dan pelampung dibiarkan terbawa arus hingga tali terulur 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 (m)

T= waktu tempuh layang-layang arus (detik)

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

Pengambilan data Suhu, pH, dan Potensial Redoks (Eh) sedimen. Pengukuran suhu, pH dan potensial redoks dilakukan langsung di lapangan menggunakan *water quality tester* pada setiap titik sampling. Mengkalibrasikan alat *Water quality taster* terlebih dahulu kemudian memcelupkan probe ke dalam air laut selama Beberapa detik. Kemudian mencatat nilai pada skala *water quality taster*.

Pengambilan data 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 pada setiap Lokasi.

2.3.4 Analisis Sampel

Analisis Ukuran Butir Sedimen.

Karakteristik ukuran butir sedimen dianalisis melalui prosedur *dry sieving* (pengayakan) yang selanjutnya diklasifikasikan menurut Skala Wenworth untuk mengetahui ukuran butir sedimen. Mengeringkan sampel dengan menggunakan oven selama 2×24 jam dengan suhu 105°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:

$$\% \text{ Berat} = \frac{\text{Berat hasil Ayakan}}{\text{Berat total}} \times 100 \%$$

Metode Gradistat dikembangkan untuk mendapatkan parameter ukuran butir sedimen seperti ukuran rata-rata, sortasi, skewness, dan kurtosis. Gradistat digunakan untuk menganalisis akumulasi ukuran butir sedimen dengan membandingkan berat masing-masing ukuran butir yang lolos saringan (Isnani, et al., 2022) Klasifikasi untuk menentukan ukuran butir sedimen, dengan mengacu pada skala *Wentworth*. Klasifikasi sedimen berdasarkan ukuran (Skala *wentworth*) dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi sedimen berdasarkan ukuran (Skala *Wentworth*)

Kelas Ukuran Butir	Diameter Butir (mm)
<i>Boulders</i> (krikil besar)	>256
<i>Gravel</i> (kerikil kecil)	2 – 256
<i>Very coarse sand</i> (pasir sangat kasar)	1 – 2
<i>Medium sand</i> (pasir sedang)	0,25 – 0,5
<i>Fine sand</i> (pasir halus)	0,125 – 0,25
<i>Very fine sand</i> (pasir sangat halus)	0,0625 – 0,125
<i>Silt</i> (debu)	0,002 – 0,0625
<i>Clay</i> (Lempung)	0,0005 – 0,002

Analisis Bahan Organik Total.

Menganalisis bahan organik dalam sedimen, digunakan metode *loss by ignition* (LOI) atau pembakaran dengan suhu tinggi (Heiri et al., 2001). 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 500 °C selama 3,5 jam dan didinginkan kembali. Berat akhir sampel ditimbang (cawan + sampel akhir) menggunakan timbangan analitik (Marpaung et al., 2014). Rumus menentukan BOT (Bahan Organik Tota):

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

Berat bahan organik:

Kandungan bahan organik:

Keterangan:

Baw = Berat awal (g)

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

Bak = Berat akhir (g)

Bc = Berat cawan (g)

Persentase konsentrasi bahan organik:

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

Analisis Kadar Logam Berat Pb Pada Sedimen

Analisis sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan metode destruksi basah. Metode destruksi basah adalah menguraikan sampel menggunakan pereaksi asam seperti H₂SO₄, HNO₃, H₂O₂, dan HClO₄ dengan pemanasan sampai jernih (Zahra, 2022). Sampel sedimen ditimbang sebanyak 0,5 gram yang telah dikeringkan, kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer. Kemudian Sampel sedimen didestruksi sebanyak 0,5 gram dalam erlenmeyer dengan HNO₃ (asam nitrat) dan aquades 20 ml menggunakan hot plate hingga setengah volume larutan berkurang. Setelah larutan dingin, menambahkan 10 mL HNO₃ (asam nitrat), kemudian dipanaskan kembali menggunakan hot plate. 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).

2.4 Analisis Data

Data parameter dan pengukuran konsentrasi logam yang diperoleh dianalisis menggunakan metode deksriptif. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil analisis dengan baku mutu sedimen, berdasarkan *Australian and Zealand Environment and Consercation Council 21 (ANZECC)'s low levels* (ANZECC dan ARMCANZ, 2000) dapat dilihat pada tabel 4. Analisis penciri lingkungan setiap titik dianalisis menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) menggunakan software XLSTAT 2024.

Tabel 4. Baku Mutu Logam Berat Pb Pada Sedimen

Jenis Logam Berat	Satuan	Baku mutu
Timbal (Pb)	Mg/kg	50

Sumber: (ANZECC & ARMCANZ, 2000)

