

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pulau Sagara terletak di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep), Sulawesi Selatan adalah salah satu wilayah strategis di Indonesia yang memiliki potensi perikanan yang melimpah. Salah satu komoditas unggulan dari wilayah ini adalah rajungan (*Portunus pelagicus*). Rajungan memiliki pasar ekspor yang luas dan terus meningkat, sehingga menjadi sumber penghasilan utama bagi nelayan setempat. Keberadaan rajungan tidak hanya memberikan kontribusi pada konsumsi lokal, tetapi juga memiliki potensi besar untuk diekspor ke pasar internasional (Ihsan, 2018). Peningkatan aktivitas antropogenik di kawasan ini menimbulkan kekhawatiran terkait potensi pencemaran logam, khususnya Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu). Sumber utama potensi masukan Pb dan Cu di perairan ini sangat berkaitan dengan aktivitas perahu bermesin nelayan yang intensif. Penggunaan bahan bakar bensin dan solar secara langsung meningkatkan resiko tumpahan dan residu minyak yang mengandung Pb (dari zat aditif bensin) dan Cu (dari oli mesin). Selain itu, kebiasaan masyarakat setempat yang membuang sampah anorganik langsung ke perairan juga berkontribusi pada pencemaran (Sobach, 2024). Sampah elektronik, baterai, dan limbah rumah tangga tertentu diketahui mengandung konsentrasi Pb dan Cu, yang dapat dilepaskan dan terakumulasi dalam sedimen perairan, berpotensi memengaruhi biota laut seperti rajungan (Hutagalung, 1991).

Pencemaran logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) berpotensi menjadi ancaman serius terhadap keamanan pangan laut, termasuk rajungan (*Portunus pelagicus*). Logam ini dapat terakumulasi di lingkungan perairan melalui berbagai sumber, seperti limbah industri, aktivitas pertambangan, limbah domestik, dan aliran pertanian yang tercemar. Rajungan sebagai organisme bentik yang hidup di dasar perairan rentan terhadap akumulasi logam dalam tubuhnya. Akumulasi timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dapat terjadi melalui makanan yang terkontaminasi atau langsung dari air dan sedimen. Konsumsi rajungan yang terpapar logam secara berlebihan dapat berdampak negatif pada kesehatan manusia, seperti gangguan sistem saraf, kerusakan hati, dan ginjal akibat efek toksik dari logam tersebut (Suryono dan Indardjo 2023).

Logam dibagi menjadi dua jenis yaitu logam esensial dan logam non esensial. Pb (timbal) merupakan salah satu logam non esensial karena keberadaannya tidak dibutuhkan dan bersifat toksik. Logam Pb dapat berasal dari campuran cat, pestisida, serta campuran dalam bahan bakar kendaraan. Sedangkan Cu (tembaga) merupakan logam esensial yang dalam jumlah sedikit dibutuhkan oleh organisme, namun dapat bersifat racun apabila jumlahnya berlebihan. Logam Cu dapat berasal dari kegiatan rumah tangga seperti limbah dari cairan pembersih lantai (Irhamni et al. 2017). Logam dengan konsentrasi tertentu dapat terakumulasi dalam

air, sedimen, dan biota. Kondisi ini berbahaya bagi kesehatan manusia yang mengkonsumsi biota tersebut (Siringoringo et al. 2022).

Menurut Permata et al, (2018) logam Pb tidak hanya berada pada perairan saja namun juga dapat terakumulasi pada sedimen yang lama kelamaan akan terus meningkat kadarnya. Logam Pb memiliki densitas yang lebih besar dari air, sehingga Pb setelah masuk kedalam perairan akan mengendap di dasar perairan. Hal tersebut didukung dengan pernyataan Suprihatin et al, (2022) bahwa logam yang berada pada perairan akan mengendap dalam perairan sehingga kadar logam pada sedimen akan lebih tinggi dibandingkan kadar logam yang berada pada perairan.

Logam Cu merupakan logam yang biasa mencemari perairan, logam Cu merupakan logam esensial yang dibutuhkan oleh tubuh organisme namun dalam jumlah yang sedikit untuk digunakan dalam proses metabolismenya, namun peningkatan logam Cu di lingkungan juga dapat berbahaya bagi organisme jika terakumulasi dalam tubuh dalam jumlah banyak atau melewati ambang batas toleransi organisme tersebut (Richards et al., 2011). Sumber utama logam Cu yang masuk keperairan laut berasal dari penggunaan *cat antifouling* pada kapal dan penggunaan pestisida dan fungisida (Swastika et al., 2023).

Logam yang berada di perairan suatu saat akan turun dan mengendap pada dasar perairan, membentuk sedimentasi dan bisa mempengaruhi kelangsungan hidup organisme di dalamnya dimana biota laut yang mencari makan di dasar perairan (udang, kerang, kepiting) akan memiliki peluang yang sangat besar untuk terkontaminasi logam tersebut. Hal ini juga membahayakan bagi masyarakat yang bertempat tinggal di sekitarnya dan utamanya masyarakat yang mengkonsumsi hasil laut yang telah terkontaminasi logam (Utami et al., 2018).

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penting untuk menganalisis kandungan logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) yang berada pada sedimen dan rajungan (*Portunus pelagicus*) di pulau Sagara, Kabupaten Pangkep. Sehingga hasil dari penelitian diharapkan dapat diketahui apakah kadar logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) yang terdapat pada daerah penelitian telah melampaui atau belum terhadap ambang batas yang telah ditetapkan.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) yang terkandung pada sedimen, air dan rajungan (*Portunus pelagicus*) dan menganalisis faktor biokonsentrasi logam Pb dan Cu di perairan Pulau Sagara, Kabupaten Pangkep.

Manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat menjadi salah satu bahan informasi mengenai kandungan logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada sedimen dan rajungan (*Portunus pelagicus*) di perairan pulau Sagara Kabupaten Pangkep dan sebagai indikator pencemaran perairan.

1.3 Landasan Teori

1.3.1 Logam

Logam merupakan unsur yang dapat terlarut dalam air membentuk senyawa ionik yang bermuatan positif dengan melepaskan satu atau lebih elektron. Logam sendiri memiliki sifat konduktivitas listrik tinggi, memiliki kelenturan dan kilau, serta mudah kehilangan elektronnya untuk membentuk kation. Logam ditemukan secara alami di kerak bumi dengan komposisi yang berbeda-beda. Distribusi logam di atmosfer dipengaruhi oleh sifat-sifat logam yang disebabkan oleh berbagai faktor lingkungan (Maghfirana, 2019).

Logam telah ditetapkan sebagai kontaminan yang bersifat toksik karena keberadaannya yang stabil di lingkungan perairan, bioakumulasi yang mudah pada biota air dan adanya biomagnifikasi pada rantai makanan. Peningkatan kadar logam pada perairan akan menyebabkan logam yang sebelumnya dipakai untuk proses metabolisme berubah menjadi racun bagi biota laut. Jumlah logam yang terlarut dalam perairan sangat tergantung pada keadaan perairan tersebut, semakin meningkat kegiatan manusia di daratan dan perairan maka akan mempertinggi kehadiran logam di suatu perairan (Restyati, 2023).

1.3.2 Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Rajungan merupakan salah satu anggota kelas *crustacea* yang memiliki tubuh yang beruas-ruas dengan ciri khusus yang dimiliki yaitu pinggir depan dibelakang mata, memiliki duri di sisi belakang matanya, dibagian kiri dan kanan terdapat duri besar serta memiliki 5 pasang kaki. Kaki kepiting rajungan terdiri atas 1 pasang kaki capit untuk memegang dan memasukkan makanan kedalam mulut, 3 pasang kaki jalan dan sepasang kaki renang (Loloallo, 2024).

Rajungan memiliki potongan-potongan kaki yang berbentuk dayung. Kaki ini yang membuat rajungan menjadi kepiting yang memiliki kemampuan renang cepat sehingga mampu bermigrasi jauh ke dalam air. Rajungan memiliki ukuran yang bervariasi tergantung dengan wilayah dan musim. Pada rajungan jantan dan betina, memiliki ciri khas dimana pada rajungan jantan mempunyai ukuran tubuh lebih besar, capitnya lebih panjang dari pada betina. Warna dasar pada jantan adalah kebiru-biruan dengan bercak-bercak putih terang, sedangkan pada betina berwarna dasar kehijau-hijauan dengan bercak-bercak putih agak suram sehingga mudah untuk dibedakan antara rajungan jantan dengan rajungan betina (Daryanto, 2023). Ciri lainnya untuk membedakan rajungan jantan dan betina yang dimana rajungan jantan memiliki perut yang lebih lancip dibandingkan rajungan betina, lebih lebar dan lonjong karena di dalamnya terdapat tempat untuk menyimpan telur (Lindah, 2023). Adapun klasifikasi Rajungan (*Portunus pelagicus*) menurut Linnaeus (1758) adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Animalia*

Filum : *Arthropoda*

Kelas : *Crustacea*

Ordo : *Decapoda*

Famili : *Portunidae*

Genus : *Portunus*

Kepiting rajungan umumnya menghuni dasar perairan dan secara umum ditemukan di daerah tropis, khususnya wilayah Asia Tenggara dan Timur atau Samudera Hindia bagian timur dan Samudera Pasifik bagian barat. Persebaran kepiting rajungan di wilayah Indonesia terdapat di wilayah Sumatera, Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara, Sulawesi dan Papua. Kepiting rajungan dapat ditemukan di berbagai habitat yang beragam mulai dari zona interdinal sampai perairan lepas pantai dengan kedalaman 50m. Hal tersebut berkaitan dengan preferensi habitat setiap siklus hidup kepiting rajungan, mulai dari larva, juwana dan rajungan dewasa. Pada umumnya kepiting rajungan banyak ditemukan di perairan dangkal dengan substrat berpasir, hamparan pasir dan pasir berlumpur (Loloallo, 2024).

1.4 Studi Kasus

Penelitian mengenai pencemaran logam di air, sedimen dan rajungan (*Portunus pelagicus*) telah dilakukan oleh beberapa peneliti.

Penelitian Abhibawa et al. (2022) bertujuan untuk mengetahui kadar logam timbal (Pb) dan status mutu air Sungai Babon di Kabupaten Demak, Provinsi Jawa Tengah. Hasil kadar logam timbal (Pb) air ketiga stasiun di Sungai Babon adalah 0,4; 0,4 dan 0,2 mg/L. Kadar logam timbal (Pb) pada seluruh stasiun di Sungai Babon yang diukur selama penelitian melebihi baku mutu lingkungan kelas II dan III menurut Lampiran VI Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Nasional Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Baku mutu logam timbal (Pb) untuk air sungai sebesar 0,03 mg/L. Perairan Sungai Babon telah terkontaminasi logam timbal (Pb) karena banyak aktivitas dan perilaku manusia yang dapat menyebabkan pencemaran. Konsentrasi logam pada stasiun tersebut berasal dari aktivitas manusia seperti bahan bakar minyak kapal-kapal nelayan yang bersandar di tepi sungai, tambak-tambak nelayan, Industri dan tempat pembuangan sampah.

Penelitian Ahmad et al. (2021) bertujuan untuk mengetahui kandungan logam timbal (Pb) pada sedimen dan air di sungai Jeneberang kota Makassar dan metode penelitian yang digunakan yakni observasional dengan pendekatan deskriptif dan kandungan logam diukur menggunakan *Spektrofotometric serapan atom* (SSA). Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan kandungan logam timbal (Pb) pada sedimen pada Titik I 32,2465 ppm, Titik II 49,5477 ppm dan Titik III 37,9804 ppm yang mana telah melebihi nilai ambang batas sedangkan untuk kandungan logam timbal (Pb) pada air pada Titik I 0,2586 mg/L dan Titik II 0,5843 mg/L telah melebihi Standar Nasional Indonesia (SNI 06-6989.8-2004) yaitu 0,03. dan untuk Titik III <0,002 mg/L telah memenuhi standar baku mutu kualitas air sungai menurut PP 82 Tahun 2001 yang dimana peneliti beranggapan bahwa sumber pencemar logam timbal yang paling utama dilokasi tersebut berasal dari alat transportasi darat dan laut.

Cahyani et al. (2012) melakukan penelitian terkait studi kandungan logam berat tembaga (Cu) pada air, sedimen dan kerang darah (*anadara granosa*) di perairan Sungai Sayung dan Sungai Gonjol, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahun 2010, kandungan logam Cu di air Sungai Sayung bekisar antara 0,003 - 0,056 mg/l, sedangkan di Sungai Gonjol antara tidak terdeteksi - 0,026 mg/l. Sedangkan pada tahun 2011, kandungan logam Cu di air tidak terdeteksi, baik di Sungai Sayung maupun di Sungai Gonjol. Kandungan Logam Cu di sedimen Sungai Sayung bekisar antara 4,89 - 28,75 mg/kg, dan di Sungai Gonjol antara 18,77 - 71,28 mg/kg pada tahun 2010. Sedangkan pada tahun 2011, di Sungai Sayung bekisar antara 16,1 - 25,57 mg/kg, dan di Sungai Gonjol bekisar antara 16,69 - 52,72 mg/kg. Hal tersebut diduga karena Sungai Sayung berdekatan dengan pemukiman penduduk dan juga keberadaan lokasi obyek wisata yakni Pantai Morosari. Sedangkan pada Sungai Gonjol berdekatan dengan pembuangan limbah dan tidak mengalir ke perairan.

Penelitian Husin (2022) bertujuan untuk menentukan kada logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada air, ikan belanak, dan kepiting rajungan di perairan Benoa menggunakan metode destruksi basah tertutup refluks dengan larutan pendestruksi HNO_3 : H_2O_2 (1:1) pada suhu 100°C selama 3 jam. Setelah itu sampel di analisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan Panjang gelombang 28,2 dan 32,8 nm. Didapatkan hasil kandungan logam Pb dan Cu air laut sebesar 0,42-0,45 mg/L dan 0,05-0,06 mg/L, ikan belanak sebesar 0,00-4,47 mg/Kg dan 0,00-0,55 mg/Kg dan kepiting rajungan sebesar 1,72-3,38 mg/Kg dan 6,11-37,43 mg/Kg. Secara keseluruhan kadar logam Pb dan Cu melebihi batas maksimum yang ditentukan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7383 (2009). Adanya logam Pb yang mencemari diduga disebabkan oleh bahan bakar kapal yang mengandung tetraetil timbal (TEL) sebagai aditif bahan bakar peningkat nilai oktan, dikarenakan aditif ini efektif dan murah. Seluruh transportasi laut menggunakan bahan bakar yang mengandung Pb sehingga setiap aktivitas yang dilakukan menggunakan transportasi laut dapat menyebabkan pencemaran logam Pb dalam air, sedimen dan seluruh biota laut sedangkan keberadaan logam Cu yang mencemari disebabkan oleh cat *antifouling*, bahan kimia utama dalam *antifouling* ini adalah Pb dan unsur yang mengandung Cu. Penggunaan cat *antifouling* adalah untuk melindungi lambung kapal dan tian penyanggah jalan tol dari makhluk hidup yang menempel dipermukaannya seperti lumut dan sejenisnya.

Penelitian Suryono dan Indardjo (2023) bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Hasil Tangkapan Nelayan Pesisir Semarang dan Tegal Jawa Tengah. Analisa konsentrasi Pb dan Cu dalam jaringan organisme menggunakan ICPMS. Hasil analisa menunjukkan logam Pb dan Cu ditemukan dalam biota seperti udang putih (*P. merguensis*), rajungan (*P. pelagicus*), kerang bulu (*A. inaequalis*) dan gastropoda (*H. ternatanus*). Konsentrasi tertinggi Pb di keempat biota yang ditangkap di Semarang (4,48–5,76 ppm) dan Tegal (0,53– 3,055 ppm). Sedangkan logam Cu tertinggi pada biota yang ditangkap di perairan Tegal (0.16– 0.197ppm) sedangkan di Semarang (0.03–0.177 ppm) Semarang. Konsentrasi tertinggi Pb (3,055–5,58 ppm) terdapat dalam

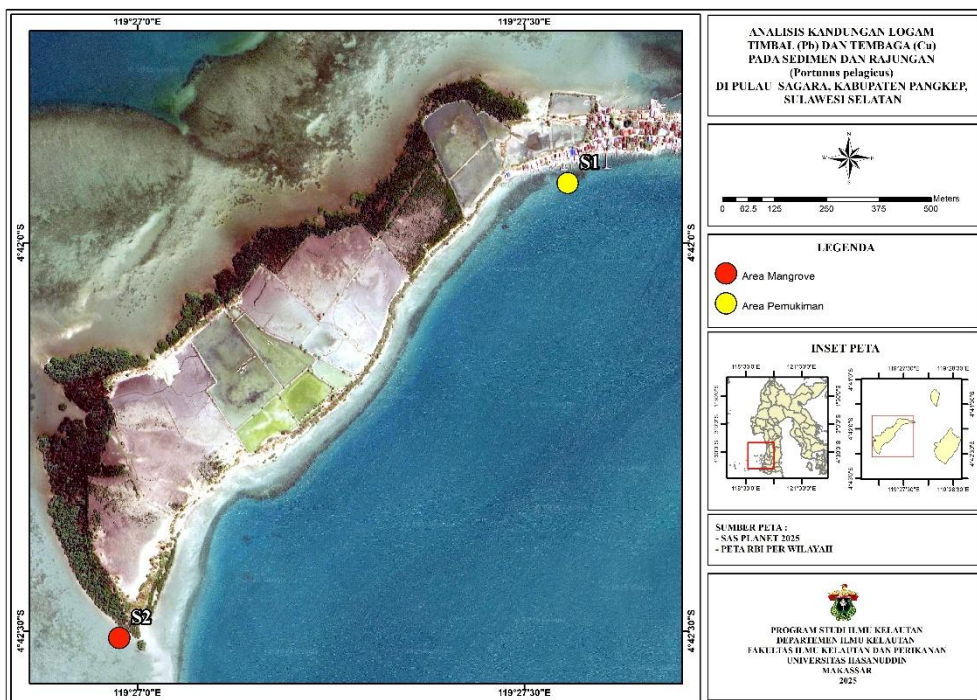
gastropoda baik di Semarang maupun Tegal. Demikian logam Cu tertinggi (0,177 - 0,197 ppm) pada gastropoda dari Tegal dan Semarang. Gastropoda mengakumulasi logam Pb dan Cu tertinggi di kedua daerah tersebut. Menurut Naser (2013) bahwa logam Pb selalu ada dan lebih tinggi konsentrasinya bila dibandingkan dengan logam Cu, baik dalam lingkungan air, sedimen maupun biota. Dengan ditemukannya logam berat dalam biota laut seperti kerang, udang dan rajungan mengindikasikan bahwa logam Pb dan Cu nantinya dapat terakumulasi dalam tubuh manusia melalui jaring makanan. Hal tersebut dikarenakan logam berat sebagai kontaminan antropogenik utama di lingkungan pesisir dan laut di seluruh dunia, pendapat tersebut sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Suryono dan Indardjo (2023), yang menunjukkan bahwa di dua lokasi penelitian, yaitu perairan Tegal dan perairan Semarang, Jawa Tengah, kandungan logam timbal (Pb) lebih tinggi dibandingkan dengan logam tembaga (Cu) pada biota perairan, seperti udang putih (*P. merguensis*), rajungan (*P. pelagicus*), kerang bulu (*A. inaequalis*) dan gastropoda (*H. ternatanus*).

Penelitian Putri et al. (2023) bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam Pb dan Cu pada rajungan (*Portunus pelagicus*) yang tertangkap di Pesisir Banyuasin, Sumatera Selatan serta membandingkannya dengan baku mutu yang berlaku. Pengambilan sampel dilakukan di Pesisir Banyuasin menggunakan metode *fishing survey*. Sampel dianalisis dengan AAS sesuai SNI 2354.5:2011 untuk logam Pb dan SNI 2354.13:2014 untuk logam Cu. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi logam Pb dan Cu di dalam daging rajungan berturut-turut sebesar 0,62–2,48 mg/kg Pb dan 2,5–11,6 mg/kg Cu. Berdasarkan baku mutu yang ditetapkan BPOM No.5 tahun 2018 dan SNI 7387:2009, konsentrasi logam Pb sudah melewati ambang batas, namun berdasarkan ketentuan FAO (1983) hanya pada stasiun 4 yang melebihi baku mutu. Konsentrasi logam Cu dalam daging rajungan masih dibawah baku mutu kecuali pada stasiun 5 yang melewati baku mutu FAO (1983). Cemar logam Pb disebabkan oleh adanya limbah bahan bakar kapal yang berasal dari ceceran aktivitas kapal karena bahan bakar kapal mengandung bahan aditif timbal sedangkan cemaran logam Cu disebabkan karena banyaknya aktivitas pertanian dan perkebunan di sekitar daerah aliran sungai yang bermuara di Pesisir Banyuasin seperti limbah pertanian kelapa sawit yang berada di sepanjang aliran sungai, yang kemudian dibawa menuju Banyuasin.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian berlangsung dari bulan Mei hingga November 2025, pengambilan sampel berlokasi di perairan Pulau Sagara, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Oseanografi Kimia dan Laboratorium Oseanografi Fisika dan Geomorfologi Pantai, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Air, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, serta Laboratorium Kimia Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin. Lokasi pengambilan sampel ditampilkan seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

2.2 Alat dan Bahan

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

Tabel 1. Alat-alat yang digunakan

No.	Alat	Kegunaan
1.	<i>Water quality tester</i>	Pengukur salinitas, suhu dan DO
2.	<i>Avenza map</i>	Penentuan titik kordinat pada lokasi penelitian

No.	Alat	Kegunaan
3.	Alat tulis	Mencatat data
4.	<i>Cool box</i>	Menyimpan sampel
5.	Kamera	Pengambilan dokumentasi kegiatan
6.	Pipa paralon	Pengambil sampel sedimen
7.	Botol sampel	Wadah sampel air
8.	Oven	Pengering sampel
9.	Cawan porselin	Wadah pengabuan sedimen
10.	Gelas kimia	Wadah saat analisis
11.	Erlenmeyer	Wadah saat analisis
12.	<i>Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)</i>	Pengukur kandungan logam
13.	Tanur	Pengabuan sampel sedimen dan rajungan
14.	Lumpang dan alu	Penggembur sampel sedimen
16.	Nampan	Wadah saat analisis
17.	<i>Sieve net</i> dan <i>sieve shaker</i>	Pengayak sedimen
18.	Timbangan analitik	Penimbang sampel
19.	Pipet tetes	Pemindahkan larutan dengan volume kecil
20.	<i>Shaker</i>	Pegaduk magnetik
21.	<i>Hotplate</i>	Pemanas sampel
22.	ORP meter	Mengukur Eh sedimen
23.	<i>Digestion block</i>	Memanaskan larutan
24.	Alat tangkap rajungan (Rakkang)	Menangkap rajungan
25.	Kertas nasi	Wadah sampel
26.	Botol <i>winkler</i>	Wadah sampel air

Tabel 2. Bahan-bahan yang digunakan

No.	Bahan	Kegunaan
1.	Sampel sedimen	Sebagai bahan analisis
2.	Sampel air	Sebagai bahan analisis
3.	Sampel rajungan	Sebagai bahan analisis
4.	Plastik sampel	Wadah sampel
5.	Label	Pemberi penanda
6.	Spidol	Pemberi penanda
7.	Tissue	Pengering alat
8.	Aquades	Kalibrasi dan sterilisasi alat
9.	Larutan asam nitrat (HNO_3)	Pelarut logam
10.	Larutan asam perklorat (HClO_4)	Pendestruksi logam
11.	Kertas saring Whatman No. 42	Penyaring larutan
12.	Larutan natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)	Sebagai agen titrasi
13.	Larutan asam sulfat (H_2SO_4)	Pelarut endapan
14.	Larutan amilum	Sebagai indikator titik akhir titrasi
15.	Larutan kalium iodida dan natrium hidroksida ($\text{KI} + \text{NaOH}$)	Pembebas iodium
16.	Larutan mangan sulfat (MnSO_4)	Perekasi pegukururan oksigen terlarut

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 penelitian ini terdiri dari 2 stasiun dengan masing – masing stasiun terdapat 3 kali ulangan. Pada stasiun 1 merupakan stasiun berdekatan dengan pemukiman warga dan stasiun 2 berdekatan dengan vegetasi mangrove, di antara stasiun 1 dan stasiun 2 terdapat tambak yang sudah tidak digunakan.

2.3.3 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel rajungan. Sampel rajungan diambil menggunakan alat tangkap rajungan (Rakkang) dengan total rajungan sebanyak 40 ekor. Pada setiap stasiun sampel rajungan yang dikumpulkan sebanyak 20 ekor. Rajungan dicuci bersih kemudian dagingnya diambil sebanyak 5-10gr per ekor. Sampel rajungan yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam plastik sampel dan dimasukkan ke dalam *cool box*.

Pengambilan sampel sedimen. Sampel sedimen yang diambil yaitu-pada permukaan dengan kedalaman 10-15 cm. Sedimen diambil kurang lebih sebanyak 300-500g menggunakan pipa paralon. Sampel disimpan di dalam plastik sampel dan dimasukkan kedalam *cool box*.

Pengambilan sampel air. Sampel air diambil di bawah permukaan air menggunakan botol sampel sebanyak 50-100 mL. Kemudian botol sampel dimasukkan ke dalam *cool box* dan selanjutnya akan dilakukan proses ekstraksi di laboratorium.

2.3.4 Pengukuran Parameter Oseanografi Fisika-Kimia

Suhu. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan alat *Water quality tester* yang diukur secara in situ dilokasi penelitian. *Water quality tester* dimasukkan ke dalam sampel air dan didiamkan beberapa saat, lalu lihat dan catat nilai skala pada alat tersebut.

Salinitas. Salinitas diukur secara in situ di lokasi penelitian menggunakan *Water quality tester* dengan cara mencelupkan sensor alat ke dalam sampel air dan didiamkan beberapa saat, setelah angka yang ditampilkan pada layar alat stabil, nilai salinitas tersebut dicatat sebagai hasil pengukuran.

Derajat Keasaman (pH). Parameter pH diukur secara in situ menggunakan *Water quality tester* dilokasi penelitian. Sensor alat dicelupkan ke dalam sampel air dan dibiarkan hingga nilai pH yang ditampilkan pada layar alat stabil, kemudian angka yang tertera pada layar dicatat sebagai hasil pengukuran.

Oksigen Terlarut (DO). Pengukuran oksigen terlarut (DO) dilakukan dengan cara sampel air diambil menggunakan botol *winkler*. Selanjutnya ditambahkan 2 mL

larutan mangan sulfat (MnSO_4) ke dalam sampel air dan dihomogenkan. Setelah itu, ditambahkan 2 mL larutan Kalium Iodida + Natrium Hidroksida ($\text{KI} + \text{NaOH}$) dan dihomogenkan kembali. Kemudian ditambahkan lagi 2 mL larutan asam sulfat (H_2SO_4) ke dalam sampel air dan dihomogenkan hingga endapan yang terbentuk larut. Tahap berikutnya dilakukan titrasi dengan diteteskan larutan Natrium Thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) perlahan ke dalam sampel air hingga larutan berubah warna menjadi kuning kecokelatan, jumlah tetesan yang digunakan dicatat. Kemudian diteteskan larutan amilum (starch soluble) sebanyak 5 tetes, yang akan berubah menjadi warna ungu. Titrasi dilanjutkan dengan penambahan larutan Natrium Thiosulfat hingga warna ungu tadi berubah 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 nilai konsentrasi oksigen terlarut (DO) dalam sampel air.

Potensi Redoks (Eh). Potensi redoks (Eh) sedimen diukur menggunakan ORP meter yang dilengkapi elektroda platina. Prosedur pengukuran potensial redoks pada sedimen dilakukan di lapangan. Langkah pertama yaitu sampel dimasukkan ke dalam plastik sampel. Eh diukur menggunakan ORP 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*.

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 g 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.

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

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

Tabel 3. Skala Wentworth. Sumber: Hutabarat & Evans (1985)

Kelas Ukuran Butir	Diameter (mm)
Kerikil besar (<i>boulders</i>)	>256
Kerikil kecil (<i>gravel</i>)	2 - 256
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>)	0,25 – 0,5
Pasir halus (<i>fine sand</i>)	0,125 – 0,25
Pasir sangat halus (<i>very fine sand</i>)	0,0625 – 0,125
Debu (<i>silt</i>)	0,002 – 0,0625
Lempung (<i>clay</i>)	0,0005 – 0,002
Material terlarut (<i>dissolved material</i>)	<0,0005

Sumber: Hutabarat & Evans (1985)

Bahan Organik Total (BOT) Sedimen. Cawan porselin dioven selama 60 menit, setelah itu ditimbang berat cawan (Bc). Kemudian sampel sedimen ditimbang sebanyak 5 g sebagai berat awal (Baw) dan dimasukkan ke dalam cawan. Setelah sampel ditimbang, sampel dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 500°C selama 3,5 jam. Sampel yang telah ditanur kemudian didinginkan selama satu malam. Kemudian sampel dioven kembali selama 30 menit lalu ditimbang kembali sebagai berat akhir (Bak). Setelah pengukuran BOT selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan perhitungan kandungan BOT. Rumus-rumus yang digunakan yaitu:

a. Bahan organik

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

b. Kandungan bahan organik

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

c. Persentase kandungan bahan organik

$$\% \text{Bahan organik} = \frac{A - B}{C} \times 100$$

Keterangan:

- Baw = berat awal (gram)
- Bak = berat akhir (gram)
- Bc = berat cawan (gram)
- A = berat cawan + berat sampel (gram)
- B = berat setelah ditanur (gram)
- C = berat sampel (gram)

2.4 Pengukuran Logam Pb dan Cu pada Sedimen, Air dan Rajungan (*Portunus Pelagicus*)

2.4.1 Analisis Logam pada Sedimen

Preparasi sampel dimulai dengan penghalusan sedimen, kemudian sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama ± 3 jam untuk menghilangkan kelembaban. Sebanyak 2 gr sampel kering yang homogen ditimbang dan dimasukkan ke dalam tabung *digestion block*. Proses destruksi basah dilakukan dengan penambahan 0,5 mL akuades untuk meminimalkan percikan, diikuti penambahan 10 mL asam nitrat (HNO_3) pekat, dan kemudian dipanaskan pada suhu 100 °C selama 2 jam. Setelah pendinginan selama 15 menit, 0,5 mL asam perklorat (HClO_4) ditambahkan secara bertahap, dan pemanasan dilanjutkan selama 1 jam hingga larutan menjadi jernih. Larutan hasil destruksi yang telah dingin kemudian diencerkan dengan akuades hingga mencapai volume 100mL, dan disaring menggunakan kertas saring Whatman no. 42. Konsentrasi logam diukur menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

2.4.2 Analisis Logam pada Air

Preparasi sampel dimulai dengan diambilnya sampel air sebanyak 10 mL dan dimasukkan ke dalam tabung *digestion block* kemudian ditambahkan 0,5 mL aquades sebelum proses destruksi. Proses destruksi dilakukan dengan penambahan 10 mL asam nitrat (HNO_3) kemudian sampel dipanaskan pada suhu 100°C selama dua jam. Setelah pendinginan selama 15 menit, 0,5 mL asam perklorat (HClO_4) ditambahkan secara bertahap, dan pemanasan dilanjutkan selama 1 jam. Larutan hasil destruksi kemudian didinginkan, diencerkan dengan aquades hingga 100 mL dan disaring menggunakan kertas saring Whatman no. 42. Konsentrasi logam diukur menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

2.4.3 Analisis Logam pada Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Sampel dipreparasi dengan memisahkan antara cangkang dan daging pada rajungan, kemudian dicuci dengan air hingga bersih. Sampel daging rajungan dihaluskan hingga homogen menggunakan lumpang. Setelah homogen, daging rajungan ditimbang sebanyak ± 5 gr dan dimasukkan ke dalam cawan porselin. Sampel selanjutnya dimasukkan ke dalam furnace dengan suhu 550°C selama 5-6 jam hingga sampel menjadi abu. Setelah itu, ditambahkan 3 tetes HNO_3 dan homogenkan. Sampel yang telah dihomogenkan dimasukkan ke dalam gelas ukur 50 mL, kemudian ditambahkan aquades hingga sampel menjadi 50 mL dan kembali dihomogenkan. Larutan sampel di saring menggunakan kertas saring Whatman no. 42 ke dalam botol sampel. Kemudian analisis sampel menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

2.5 Analisis Data

Data yang didapatkan dari hasil pengukuran dianalisis secara deskriptif sesuai dengan standar baku mutu lingkungan yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan

dan pengelolaan lingkungan hidup disajikan pada **Tabel 4**. Untuk standar baku mutu logam timbal (Pb) pada rajungan mengacu pada SNI 7387:2009 (SNI, 2009) dan untuk standar baku mutu logam tembaga (Cu) mengacu pada FAO (1983). Kemudian standar baku mutu logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) di perairan mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Serta pada standar baku mutu untuk logam dalam sedimen menggunakan Standar Baku Kualitas Sedimen dari *Australian and New Zealand Environment and Conservation Council & Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand* (2000) pada **Tabel 5**.

Tabel 4. Standar baku mutu air laut untuk biota

Parameter	Baku mutu	Satuan
pH	7 – 8,5	-
Suhu	28-32	°C
Salinitas	s/d 34	‰
Oksigen terlarut (DO)	>5	ppm

Sumber: Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 22 tahun 2021

Tabel 5. Standar baku mutu logam Pb dan Cu

Jenis sampel	Jenis logam	Baku mutu	Sumber
Sedimen	Timbal (Pb)	50 mg/kg	ANZECC & ARMCANZ, 2000
	Tembaga (Cu)	65 mg/kg	
Air	Timbal (Pb)	0,008 mg/L	PP RI No. 22 tahun 2021
	Tembaga (Cu)	0,008 mg/L	
Rajungan	Timbal (Pb)	0,5 mg/kg	SNI 7387:2009 (SNI, 2009)
	Tembaga (Cu)	10 mg/kg	

Faktor biokonsentrasi (BCF) merupakan konsentrasi yang terkandung dalam senyawa di dalam suatu biota yang diuji dibagi dengan konsentrasi senyawa dalam lingkungan. Setelah kandungan logam pada lingkungan diketahui, selanjutnya data tersebut digunakan untuk menghitung besar konsentrasi logam yang terakumulasi melalui tingkat biokonsentrasi faktor (BCF) dengan perhitungan (Baker, 1981):

$$BCF \text{ (ppm)} = \frac{[\text{Logam}] \text{Rajungan}}{[\text{Logam}] \text{Sedimen}}$$

$$BCF \text{ (ppm)} = \frac{[\text{Logam}] \text{Rajungan}}{[\text{Logam}] \text{Air}}$$

Tabel 6. Kemampuan rajungan dalam akumulasi logam di sedimen

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

Sumber: Baker (1981)

Tabel 7. Kemampuan rajungan dalam akumulasi logam di air

No.	Nilai BCF	Level kemampuan
1	BCF >1000	Akumulator
2	BCF >250	Indikator
3	BCF <250	<i>Excluder</i>

Sumber: Mellem (2012)

Analisis statistik yang digunakan yaitu Uji *T-Student* untuk membandingkan rata-rata konsentrasi logam antar stasiun pada sedimen dan air. Uji *Mann Whitney* digunakan untuk melihat perbedaan rata-rata konsentrasi logam antara stasiun pada rajungan karena data konsentrasi logam pada rajungan tidak menunjukkan distribusi normal. Analisis Korelasi *Pearson* untuk mengetahui hubungan konsentrasi logam pada rajungan dengan logam di air, sedimen dan parameter lingkungan.