

**AKUMULASI LOGAM TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu) PADA SEDIMEN DAN  
AKAR MANGROVE (*Rhizophora mucronata*) DI PERAIRAN BIRINGKASSI,  
KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN**



**FITRAH HANIFAH**

**L011 19 1151**



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

**2024**

**AKUMULASI LOGAM TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu) PADA SEDIMEN DAN  
AKAR MANGROVE (*Rhizophora mucronata*) DI PERAIRAN BIRINGKASSI,  
KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN**

**FITRAH HANIFAH**

**L011 19 1151**



**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN**

**FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**

**HALAMAN PENGAJUAN**

**AKUMULASI LOGAM TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu) PADA SEDIMEN DAN  
AKAR MANGROVE (*Rhizophora mucronata*) DI PERAIRAN BIRINGKASSI,  
KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN**

**FITRAH HANIFAH**

**L011 19 1151**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana pada  
Program Studi Ilmu Kelautan



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

AKUMULASI LOGAM TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu) PADA SEDIMEN DAN  
AKAR MANGROVE (*Rhizophora mucronata*) DI PERAIRAN BIRINGKASSI,  
KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUANFITRAH HANIFAH

L011 19 1151

Skripsi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian Sarjana yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal Juli 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Mengesahkan,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si.

NIP. 196508101991031006

Prof. Dr. Ir. Rohani AR, M.Si.

NIP. 196909131993032004

Kepala Program Studi Ilmu Kelautan,

Dr. Khatifah Anni, S.T., M.Sc.Stud

NIP. 196907061995121002

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul **“Akumulasi Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Sedimen dan Akar Mangrove (*Rhizophora mucronata*) di Perairan Biringkassi, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan”** adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si. sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Dr. Ir. Rohani AR, M.Si. sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, Juli 2024



FITRAH HANIFAH  
NIM L011191151

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Akumulasi Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Sedimen dan Akar Mangrove (*Rhizophora mucronata*) di Perairan Biringkassi, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan” tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, penyelesaian skripsi ini tidak dapat berjalan dengan baik. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si. selaku dosen pembimbing utama dan Prof. Dr. Ir. Rohani AR, M.Si. selaku dosen pembimbing pendamping sekaligus penasehat akademik penulis yang telah sabar membimbing dengan baik dan memberikan masukan dalam menyusun skripsi ini.

Terima kasih kepada Prof. Dr. Amran Saru, S.T., M.Si. dan Prof. Dr. Mahatma Lanuru, S.T., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan Universitas Hasanuddin, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan dan seluruh dosen Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, dan pengalaman yang berharga selama masa perkuliahan. Terima kasih atas dedikasi dan pengabdian dalam mendidik dan membimbing penulis.

Tidak lupa, penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh staf Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan yang telah membantu dalam pengurusan administrasi dan berbagai kebutuhan akademik penulis.

Ucapan terima kasih yang mendalam dan tulus kepada kedua orang tua tercinta, ayahanda Haleng dan Ibunda Ani Syamsiah yang selalu memberikan dukungan serta doa yang tiada henti. Terima kasih atas cinta, kesabaran, dan pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis selama ini. Tanpa dukungan dan doa dari Ayah dan Ibu, penulis tidak akan mampu menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kakak, Muh. Khairul Al Hamdan dan Miftah Khairati yang selalu memberikan semangat,

dukungan dalam berbagai bentuk. Terima kasih atas pengertian yang telah diberikan selama penulis menempuh pendidikan dan menyusun skripsi ini.

Terima kasih yang tulus kepada tim lapangan: Ila, Mahdar, Ridha, Agung, Fira dan Rafly yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pemikiran dalam proses pengambilan data. Bantuan dan kerja sama dari tim sangat berharga dan membantu penulis dalam memperoleh data yang akurat dan relevan dalam penelitian ini

Terima kasih kepada teman-teman Sarah Estafani, S.Kel., Andi Fadhilah Budi, S.Kel., Muh. Ridha Mundzir, S.Kel., Andi Muhammad Rafly, S.Kel., Dwinahdah Asti Adiningsih, S.Kel., Magfirah Kajara, Agung Afandy, Nur Asfiah Fahira T. dan Olivia Fernanda atas segala bantuan, motivasi, dan kebersamaan yang telah diberikan. Tak lupa, ucapan terima kasih penulis tujukan kepada teman-teman MARIANAS'19 yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan sangat mengharapkan kritik serta saran yang membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya dan dapat menjadi kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, Juli 2024



Fitrah Hanifah  
NIM L011191151

## ABSTRAK

Fitrah Hanifah. L011191151. **Akumulasi Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Sedimen dan Akar Mangrove (*Rhizophora mucronata*) di Perairan Biringkassi, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan** (dibimbing oleh Farid Samawi dan Rohani AR).

---

---

**Latar Belakang.** Perairan Biringkassi merupakan perairan yang dimanfaatkan untuk melakukan berbagai aktivitas antropogenik yang dapat memicu pencemaran logam berat pada perairan yang dapat mengancam kesehatan ekosistem. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam Pb dan Cu pada sedimen dan akar mangrove *Rhizophora mucronata*, mengetahui biokonsentrasi logam Pb dan Cu pada akar *R. mucronata* dan menganalisis keterkaitan konsentrasi logam Pb dan Cu pada sedimen dan akar *R. mucronata* dengan parameter oseanografi. **Metode.** Penelitian ini meliputi: 1) Pengambilan sampel air, sedimen dan akar *R. mucronata*; 2) Pengukuran parameter oseanografi; 3) analisis logam Pb dan Cu pada sedimen dan akar mangrove menggunakan ICP-MS dan dibandingkan dengan standar baku mutu Anzecc & Armcanz (2000); dan 4) analisis data menggunakan *One Way ANOVA* dan korelasi pearson. **Hasil.** Rata-rata konsentrasi logam Pb pada sedimen dan akar mangrove secara berturut-turut 8,088-10,785 mg/kg dan 0,507-1,118 mg/kg. Sedangkan konsentrasi logam Cu pada sedimen dan akar mangrove secara berturut-turut 9,490-13,625 mg/kg dan <0,001 mg/kg. Hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan konsentrasi logam Pb dan Cu antar stasiun penelitian tidak berbeda secara signifikan. Kemampuan *R. mucronata* dalam mengakumulasi logam Pb dan Cu memiliki akumulasi rendah dengan nilai BCF <1. **Kesimpulan.** Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa: 1) Konsentrasi logam pada Perairan Biringkassi masih berada dibawah batas aman toleransi; 2) Kemampuan *R. mucronata* dalam mengakumulasi logam termasuk dalam kategori excluder; dan 3) Berdasarkan hasil uji korelasi pearson menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif antara konsentrasi logam Cu pada sedimen dengan parameter bahan organik total.

**Kata kunci:** Timbal (Pb), Tembaga (Cu), Sedimen, *Rhizophora mucronata*

## ABSTRACT

Fitrah Hanifah. L011191151. **Accumulation of Heavy Metals Lead (Pb) and Copper (Cu) in Sediments and Mangrove (*Rhizophora mucronata*) Roots in the Waters of Biringkassi, Pangkajene and Islands Regency** (survived by Farid Samawi and Rohani AR).

---

---

**Background.** Biringkassi waters are waters that are used to carry out various anthropogenic activities which can trigger heavy metal pollution in the waters which can threaten the health of the ecosystem. **Objective.** This research aims to determine the concentration of Pb and Cu metals in sediments and roots of the *Rhizophora mucronata* mangrove, determine the bioconcentration of Pb and Cu metals in *R. mucronata* roots and analyze the relationship between concentrations of Pb and Cu metals in sediments and roots of *R. mucronata* with oceanographic parameters. **Method** This research includes: 1) Taking samples of water, sediment and roots of *R. mucronata*; 2) Measurement of oceanographic parameters; 3) analysis of Pb and Cu metals in mangrove sediments and roots using ICP-MS and compared with the Anzecc & Armcanz (2000) quality standards; and 4) data analysis using One Way ANOVA and Pearson correlation. **Results.** The average concentrations of Pb metal in sediment and mangrove roots were 8.088-10.785 mg/kg and 0.507-1.118 mg/kg, respectively. Meanwhile, the concentration of Cu metal in sediment and mangrove roots was respectively 9,490-13,625 mg/kg and <0.001 mg/kg. The results of the One Way ANOVA test showed that the metal concentrations of Pb and Cu between research stations were not significantly different. The ability of *R. mucronata* to accumulate Pb and Cu metals has a low accumulation with a BCF value <1. **Conclusion.** Based on the research carried out, it can be concluded that: 1) The metal concentration in Biringkassi waters is still below the safe tolerance limit; 2) The ability of *R. mucronata* to accumulate metals is included in the excluder category; and 3) Based on the results of the Pearson correlation test, it shows that there is a positive correlation between the concentration of Cu metal in the sediment and the total organic matter parameters.

**Keywords:** Lead (Pb), Copper (Cu), Sediment, *Rhizophora mucronata*

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL.....   | i    |
| HALAMAN PENGANTAR .....  | iii  |
| LEMBAR PENGESAHAN .....  | iv   |
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA .....   | v    |
| UCAPAN TERIMA KASIH .....  | vi   |
| ABSTRAK.....   | viii |
| ABSTRACT .....   | ix   |
| DAFTAR ISI.....  | x    |
| DAFTAR TABEL.....  | xii  |
| DAFTAR GAMBAR.....   | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN .....  | xiv  |
| BAB I. PENDAHULUAN .....   | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....  | 1    |
| 1.2 Tujuan dan Manfaat.....  | 3    |
| BAB II. METODE PENELITIAN .....  | 4    |
| 2.1 Waktu dan Tempat .....   | 4    |
| 2.2 Alat dan Bahan.....  | 5    |
| 2.3 Prosedur Penelitian .....  | 7    |
| 2.3.1 Tahap Persiapan.....   | 7    |
| 2.3.2 Tahap Pengambilan Sampel Air, Sedimen dan Akar Mangrove<br>( <i>Rhizophora mucronata</i> ) ..... | 7    |
| 2.3.3 Pengukuran Parameter Fisika-Kimia Oseanografi .....  | 7    |
| 2.3.4 Analisis Logam Berat .....   | 9    |
| 2.3.5 Pengolahan Data .....  | 9    |
| 2.4 Analisis Data .....  | 11   |
| BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN.....   | 12   |
| 3.1 Hasil.....   | 12   |
| 3.1.1 Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) .....  | 12   |
| 3.1.2 Konsentrasi Logam Berat Tembaga (Cu).....  | 12   |
| 3.1.3 Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Timbal (Pb).....   | 13   |
| 3.1.4 Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Tembaga (Cu).....  | 13   |
| 3.1.5 Parameter Fisika dan Kimia Oseanografi.....  | 14   |

|                                      |   |    |
|--------------------------------------|---|----|
| 3.1.6                                | Jenis Sedimen.....  | 14 |
| 3.1.7                                | Korelasi Konsentrasi Logam pada Sedimen dengan Akar Mangrove.....   | 15 |
| 3.1.8                                | Korelasi Konsentrasi Logam dengan Parameter Oseanografi.....        | 16 |
| 3.2                                  | Pembahasan.....   | 17 |
| 3.2.1                                | Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen.....               | 17 |
| 3.2.2                                | Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Akar Mangrove.....         | 18 |
| 3.2.3                                | Konsentrasi Logam Berat Tembaga (Cu) pada Sedimen.....              | 19 |
| 3.2.4                                | Konsentrasi Logam Berat Tembaga (Cu) pada Akar Mangrove.....        | 20 |
| 3.2.5                                | Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) .... | 21 |
| 3.2.6                                | Parameter Oseanografi.....  | 21 |
| 3.2.7                                | Hubungan Konsentrasi Logam Berat dengan Parameter Oseanografi..     | 24 |
| BAB IV. KESIMPULAN .....             |   | 25 |
| 4.1                                  | Kesimpulan.....   | 25 |
| 4.2                                  | Saran.....  | 25 |
| DAFTAR PUSTAKA.....                  |   | 26 |
| LAMPIRAN .....                       |   | 32 |
| FORMAT <i>CURRICULUM VITAE</i> ..... |   | 48 |

**DAFTAR TABEL**

| Nomor urut   | Halaman |
|--|---------|
| <b>Tabel 1.</b> Alat yang digunakan.....   | 5       |
| <b>Tabel 2.</b> Bahan yang digunakan.....  | 6       |
| <b>Tabel 3.</b> Kriteria Konsentrasi BOT.....  | 8       |
| <b>Tabel 4.</b> Skala Wentworth .....  | 10      |
| <b>Tabel 5.</b> Kategori Nilai BCF .....   | 11      |
| <b>Tabel 6.</b> Interpretasi Koefisien.....  | 11      |
| <b>Tabel 7.</b> Nilai BCF logam Pb .....   | 13      |
| <b>Tabel 8.</b> Nilai BCF Logam Cu.....  | 14      |
| <b>Tabel 9.</b> Hasil pengukuran parameter oseanografi.....                                    | 14      |
| <b>Tabel 10.</b> Ukuran Butir Sedimen .....  | 15      |
| <b>Tabel 11.</b> Korelasi antara konsentrasi logam pada sedimen dengan akar mangrove<br>.....  | 16      |
| <b>Tabel 12.</b> Korelasi antara konsentrasi logam berat dengan parameter oseanografi<br>..... | 16      |

**DAFTAR GAMBAR**

| Nomor urut  | Halaman |
|---|---------|
| <b>Gambar 1.</b> Peta Lokasi Penelitian.....  | 5       |
| <b>Gambar 2.</b> Nilai rata-rata konsentrasi logam Pb pada sedimen dan akar mangrove<br>..... | 12      |
| <b>Gambar 3.</b> Nilai rata-rata konsentrasi logam Cu pada sedimen dan akar mangrove<br>..... | 13      |
| <b>Gambar 4.</b> Persentase Jenis Sedimen.....  | 15      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor urut  | Halaman |
|---|---------|
| <b>Lampiran 1.</b> Nilai Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen .....               | 32      |
| <b>Lampiran 2.</b> Hasil Uji One Way ANOVA Logam pada Sedimen .....               | 33      |
| <b>Lampiran 3.</b> Nilai Konsentrasi Logam Berat pada Akar Mangrove .....         | 34      |
| <b>Lampiran 4.</b> Hasil Uji One Way ANOVA Logam pada Akar Mangrove .....         | 35      |
| <b>Lampiran 5.</b> Nilai Biological Concentration Factor (BCF) .....              | 36      |
| <b>Lampiran 6.</b> Nilai Parameter Fisika dan Kimia Oseanografi .....             | 36      |
| <b>Lampiran 7.</b> Data Hasil Analisis Kandungan Bahan Organik Total pada Sedimen | 37      |
| <b>Lampiran 8.</b> Hasil Uji Korelasi Pearson .....                               | 38      |
| <b>Lampiran 9.</b> Hasil Analisis Berat Sampel Sedimen.....                       | 40      |
| <b>Lampiran 10.</b> Persentase hasil perhitungan komposisi substrat.....          | 40      |
| <b>Lampiran 11.</b> Data Hasil Analisis Ukuran Butir Sedimen GRADISTAT .....      | 41      |
| <b>Lampiran 12.</b> Laporan Hasil Uji Analisis Eh Sedimen.....                    | 45      |
| <b>Lampiran 13.</b> Laporan Hasil Uji Analisis Logam pada Akar Mangrove .....     | 46      |
| <b>Lampiran 14.</b> Laporan Hasil Uji Analisis Logam pada Sedimen .....           | 47      |

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Daerah pesisir merupakan daerah yang sangat mudah berdampak akibat pencemaran, baik itu pencemaran akibat limbah organik maupun dari limbah anorganik. Bahan pencemar yang masuk kedalam perairan laut semakin lama akan mempengaruhi kelangsungan hidup ekosistem di sekitar perairan tersebut, bahkan dapat menyebabkan kerusakan terhadap ekosistem dan menyebabkan kematian terhadap organisme perairan (Palar, 2004). Salah satu jenis limbah anorganik yang banyak ditemukan di kehidupan sehari-hari adalah logam berat. Masuknya limbah logam berat ke lingkungan terjadi karena adanya aktivitas antropogenik seperti, aktivitas industri, aktivitas kapal, tumpahan minyak, pengolahan limbah maupun aktivitas pertambangan (Peters et al., 1997).

Logam berat adalah polutan yang berbahaya, dapat terakumulasi di air, sedimen dasar perairan dan biota sekitarnya karena tidak dapat terurai (non-degradable) secara alami (Harun et al., 2008). Logam berat dibedakan menjadi logam berat non esensial yaitu logam yang tidak diperlukan bagi makhluk hidup seperti Pb, Cr, Hg dan Cd karena bersifat toksik walaupun dalam konsentrasi rendah, sedangkan logam berat esensial yaitu logam yang diperlukan oleh makhluk hidup seperti Cu, Mn, Fe dan Zn, tetapi bila konsentrasinya terlalu tinggi maka akan mengandung racun yang bersifat toksik (Akin & Unlu, 2007).

Timbal (Pb) dan tembaga (Cu) adalah logam berat yang umum ditemukan di lingkungan. Logam berat Pb merupakan logam berat non esensial yaitu golongan logam berat yang belum diketahui manfaatnya untuk kehidupan organisme, timbal adalah logam yang berbahaya karena dapat menyebabkan kematian bahkan dalam jumlah konsentrasi yang rendah, hal ini terjadi karena logam bersifat akumulatif, apabila terakumulasi akan menyebabkan biota laut terkontaminasi oleh logam berat yang ada pada perairan yang tercemar. Timbal mudah larut dalam air yang bersifat asam terutama oleh adanya  $\text{HNO}_3$ . Air hujan yang bersifat asam dapat meresap dan terakumulasi pada lapisan timbal membentuk  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  dan mengendap pada tanah (Nasir, 2020).

Timbal yang ditemukan di perairan umumnya berasal dari aktivitas transportasi, dimana kandungan timbal terdapat pada bahan bakar anti pemecah minyak. Akibat aktivitas ini, timbal akan terlarut di perairan akibat pelepasan polusi timbal yang dilakukan melalui alat pembuangan asap. Sebelum mengalami pengendapan pada dasar perairan, beberapa logam dan senyawa logam seperti timbal dapat masuk ke dalam kolom perairan, terurai menjadi ion dan membentuk senyawa kompleks dengan partikel di perairan (Fitriani et al., 2014; Sugiyanto et al., 2016; Harmesa & Cordova, 2021).

Secara alami, keberadaan timbal pada perairan terjadi melalui proses kristalisasi timbal di udara dengan bantuan air hujan, dapat pula berasal dari dampak kegiatan antropogenik. Keberadaan logam timbal yang secara alamiah di alam berada pada standar baku mutu lingkungan, namun karena adanya aktivitas

antropogenik seperti pembuangan limbah industri sehingga menyebabkan logam berat timbal lebih banyak masuk ke alam (Setiabudi, 2005).

Sedangkan, logam berat tembaga (Cu) adalah elemen mikro esensial yaitu golongan logam berat yang dibutuhkan oleh organisme namun dalam konsentrasi yang rendah. Di perairan, logam tembaga umumnya berasal dari limbah industri yang berada di sekitar perairan tersebut (Cahyani et al., 2012). Sudarwin (2008) mengatakan bahwa logam berat tembaga berasal aktivitas antropogenik seperti aktivitas industri, galangan kapal dan limbah rumah tangga selain itu dapat berasal dari air lindi atau disebut juga bahan tersuspensi dan terlarut akibat proses penguraian sampah, baik itu sampah organik maupun anorganik. sedangkan secara alamiah berasal dari erosi batuan mineral dan debu yang mengandung partikel Cu (Palar, 2012).

Tembaga merupakan logam berat yang esensial, sehingga meskipun beracun tetapi sangat dibutuhkan oleh organisme namun dalam konsentrasi yang rendah. Toksisitas yang dimiliki tembaga akan aktif apabila masuk ke dalam tubuh organisme konsentrasi yang tinggi atau melebihi nilai toleransi organisme tersebut. Makhluk hidup seperti mamalia dan ikan memerlukan tembaga untuk melakukan proses metabolisme, pembentukan hemoglobin, hemosianin dan pigmen selama proses pengangkutan oksigen (Yulianto et al., 2006; Solomon, 2009).

Mangrove merupakan salah satu jenis tumbuhan yang dapat hidup dan tumbuh di wilayah pesisir. Mangrove mempunyai kemampuan mengakumulasi zat-zat baik organik maupun anorganik dari lingkungannya yang akan masuk ke dalam tubuh mangrove melalui membran sel. Hal ini terjadi karena mangrove memiliki kemampuan untuk beradaptasi pada kondisi lingkungan yang ekstrim (Mastaller, 1996). Melalui akarnya, mangrove dapat menyerap logam berat yang terkandung pada perairan dan sedimen (Amin, 2001). Selain itu, mangrove juga mampu memperbaiki kualitas perairan, menciptakan iklim mikro yang baik, berfungsi sebagai tempat pemijahan dan berkembangbiak berbagai jenis biota laut (Setiawan, 2013). Mangrove dapat dijadikan sebagai bioindikator alami pada lingkungan yang tercemar logam berat, terutama logam timbal (Pb), logam tembaga (Cu), dan logam seng (Zn), kondisi ini dapat dilakukan terhadap akar mangrove (MacFarlane et al., 2007).

Perairan Biringkassi yang berada di Desa Bulu Cindea, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan berpotensi mengalami pencemaran logam berat. Berbagai aktivitas antropogenik dilakukan di sekitar perairan tersebut seperti kegiatan industri oleh PT. Semen Tonasa yang melakukan aktivitas bongkar muat kapal pengangkut di pelabuhan Biringkassi (Semen Tonasa, 2019). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nurhidayati et al. (2021) keberadaan logam timbal (Pb) di perairan berasal dari bahan bakar kapal, pencegah korosi dan anti pengembunan, sedangkan keberadaan logam tembaga (Cu) di perairan berasal dari aktivitas *docking* kapal dan penyebab yang paling signifikan adalah pengecatan ulang kapal, hal ini disebabkan karena logam tembaga merupakan bahan utama pemberi warna biru dan metalik cat anti karat pada kapal.

Terdapat pula Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang melakukan pembuangan limbah ke perairan (Usman et al., 2015). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Firman et al., (2020) terdapat beberapa jenis logam berat yang memiliki tingkat toksisitas yang tinggi yang terkandung dalam abu batubara yang merupakan material sisa pembakaran Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), diantaranya air logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu), arsen (As), perak (Ag), kromium (Cr), cadmium (Cd), air raksa (Hg), mangan (Mn), nikel (Ni), timah (Sn) dan seng (Zn).

Selain perairan, terdapat pula tambak penduduk yang berada di sekitar perairan Biringkassi dan berdampak terkena pencemaran logam berat yang dapat mengancam kesehatan ekosistem. Berdasarkan uraian diatas, penelitian mengenai **Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Sedimen dan Akar Mangrove di Perairan Biringkassi, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan** perlu dilakukan untuk mengetahui adanya pencemaran logam berat dan peran mangrove sebagai bioakumulator logam berat.

## 1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui konsentrasi logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada sedimen dan akar mangrove *Rhizophora mucronata* di Perairan Biringkassi, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.
2. Mengetahui biokonsentrasi logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada akar mangrove *Rhizophora mucronata* di Perairan Biringkassi, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.
3. Menganalisis keterkaitan konsentrasi logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada sedimen dan akar mangrove *Rhizophora mucronata* dengan parameter fisika-kimia oseanografi di Perairan Biringkassi, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.

Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan informasi ilmiah mengenai kemampuan akar mangrove dalam mengakumulasi logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dan sebagai informasi dalam penilaian risiko (*risk assessment*) pencemaran logam di perairan.

## BAB II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat

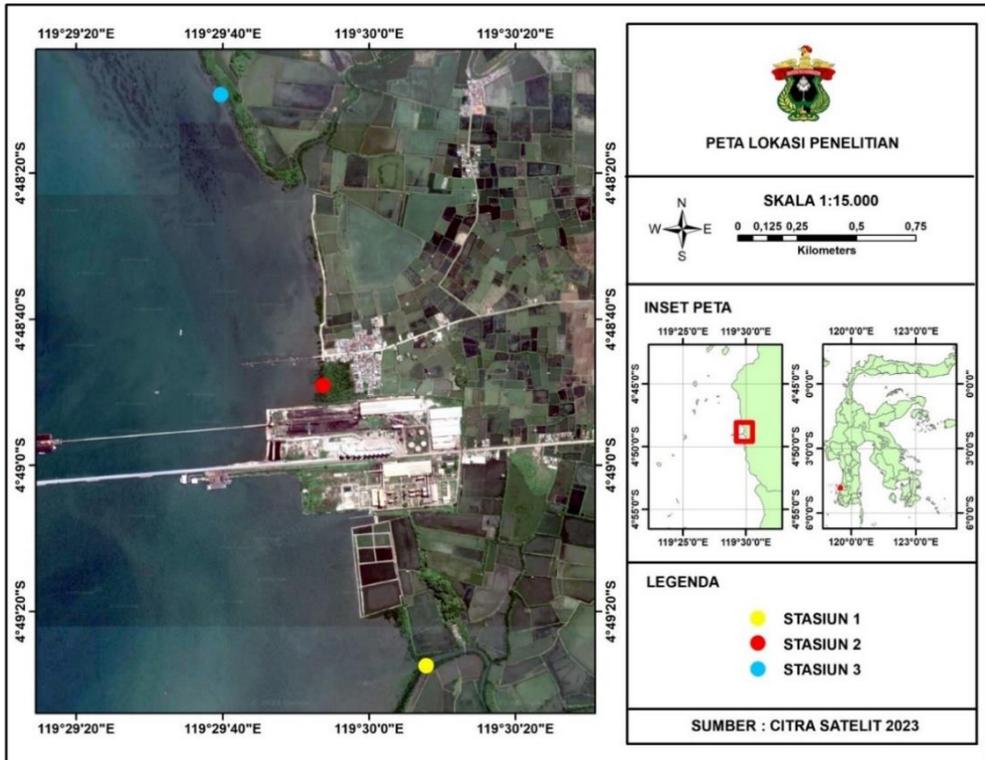
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2023 - Mei 2024 dengan lokasi pengambilan sampel di Perairan Biringkassi yang terletak di Desa Bulu Cindea, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Sulawesi Selatan. Secara geografis Biringkassi terletak pada  $4^{\circ} 50' 059''$  -  $04^{\circ} 48' 03''$  LS dan  $119^{\circ} 29' 98''$  -  $119^{\circ} 29' 596''$  BT dengan batas-batas administrasi wilayah sebagai berikut :

- a. Sebelah Utara : Kecamatan Labakkang
- b. Sebelah Selatan : Kecamatan Pangkajene
- c. Sebelah Timur : Kecamatan Pangkajene
- d. Sebelah Barat : Perairan Selat Makassar

Panjang pesisir pantai Biringkassi sekitar 3500 meter dan di sepanjang garis pantai dan muara sungai terdapat hutan mangrove dengan ketebalan 10 hingga 50 meter yang tumbuh secara alami dan ada pula yang merupakan hasil rehabilitasi dengan total luas area mangrove sekitar 17,5 hektar yang tumbuh di beberapa desa (Saru et al., 2009).

Penentuan stasiun pengambilan sampel dilakukan berdasarkan perairan pada daerah mangrove yang mendapatkan input logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) di daerah yang memiliki mangrove *Rhizophora mucronata*. Kemudian ditentukan 3 titik stasiun pengamatan. Stasiun pertama adalah area mangrove yang berada tepat di muara sungai, stasiun kedua dipilih dengan memperhatikan area mangrove yang berada dekat dengan pelabuhan dan stasiun ketiga adalah area mangrove (Gambar 1).

Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Oseanografi Kimia dan Laboratorium Oseanografi Fisika dan Geomorfologi Pantai Departemen Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tumbuhan Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, serta Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Makassar.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

## 2.2 Alat dan Bahan

Beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

**Tabel 1.** Alat yang digunakan

| No. | Alat                         | Fungsi                                |
|-----|------------------------------|---------------------------------------|
| 1.  | Alat tulis                   | Alat untuk mencatat data pengamatan   |
| 2.  | Botol sampel                 | Wadah sampel air                      |
| 3.  | Cawan porselin               | Wadah sampel sedimen                  |
| 4.  | Cool box                     | Wadah untuk menyimpan sampel          |
| 5.  | Core sedimen                 | Alat untuk mengambil sampel sedimen   |
| 6.  | Digital <i>refractometer</i> | Pengukur salinitas perairan           |
| 7.  | Eh meter                     | Pengukur potensi redoks               |
| 8.  | Erlenmeyer                   | Wadah sampel untuk melakukan analisis |

| No. | Alat   | Fungsi  |
|-----|--|---|
| 9.  | Gelas kimia  | Wadah sampel untuk melakukan analisis             |
| 10. | Gergaji  | Alat untuk mengambil sampel akar mangrove         |
| 11. | GPS ( <i>Global Position System</i> )                          | Penentu titik koordinat stasiun penelitian        |
| 12. | Hot plate  | Alat untuk memanaskan atau menghomogenkan larutan |
| 13. | ICP-MS ( <i>Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry</i> ) | Pengukur kandungan logam                          |
| 14. | Kamera   | Alat dokumentasi                                  |
| 15. | Gelas ukur   | Wadah sampel untuk melakukan analisis             |
| 16. | Lumpang dan Alu  | Penghalus sampel sedimen                          |
| 17. | Nampan   | Wadah untuk mengeringkan sampel                   |
| 18. | Oven   | Alat untuk mengeringkan sampel                    |
| 19. | Pipet tetes  | Alat untuk memindahkan larutan                    |
| 20. | Shaker   | Alat untuk menghomogenkan larutan                 |
| 21. | Shieve net dan Sieve shaker                                    | Pengayak sampel sedimen                           |
| 22. | Tanur  | Alat untuk mengeringkan sampel                    |
| 23. | Termometer digital   | Pengukur suhu                                     |
| 24. | Timbangan analitik   | Penimbang berat sampel                            |

**Tabel 2.** Bahan yang digunakan

| No. | Bahan                       | Fungsi                     |
|-----|-----------------------------|----------------------------|
| 1.  | Sampel Air                  | Bahan yang akan dianalisis |
| 2.  | Sampel akar mangrove        | Bahan yang akan dianalisis |
| 3.  | Sampel sedimen              | Bahan yang akan dianalisis |
| 4.  | Larutan HNO <sub>3</sub>    | Pelarut senyawa            |
| 5.  | Larutan HCl <sub>4</sub>    | Pendestruksi logam         |
| 6.  | Larutan Kuinhidron          | Sebagai larutan penyangga  |
| 7.  | Kertas saring whatman No.42 | Penyaring larutan          |
| 8.  | Kertas label                | Penanda sampel             |
| 9.  | Aquades                     | Pengkalibrasi alat         |
| 10. | Plastik sampel              | Wadah menyimpan sampel     |
| 11. | Tissue                      | Pembersih peralatan        |

## **2.3 Prosedur Penelitian**

### **2.3.1 Tahap Persiapan**

Tahap persiapan penelitian ini dilakukan dengan melakukan konsultasi dengan pembimbing, melakukan studi literatur terkait penelitian yang dilakukan, melakukan perencanaan penelitian dan menyusun kerangka metode penelitian.

### **2.3.2 Tahap Pengambilan Sampel Air, Sedimen dan Akar Mangrove (*Rhizophora mucronata*)**

Pengambilan sampel air dilakukan dengan mengambil air permukaan dengan menggunakan botol sampel. Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan core sedimen yang terbuat dari pipa paralon yang berdiameter  $\pm 5$  cm dengan panjang  $\pm 30$  cm. Sampel diambil dengan menancapkan core pada sedimen hingga kedalaman 30 cm dengan berat sampel sekitar 500g. Pengambilan sampel akar mangrove dilakukan dengan menggunakan alat potong, akar mangrove yang dijadikan sebagai sampel adalah bagian akar mangrove *Rhizophora mucronata* yang terbenam dalam sedimen pada kedalaman sekitar 30 cm dengan berat sekitar 100 g dengan kriteria pohon mangrove memiliki ketinggian  $\geq 3$ -5 m. Setiap sampel yang diambil dimasukkan ke dalam plastik sampel kemudian diletakkan ke dalam cool box untuk selanjutnya dianalisis di laboratorium.

### **2.3.3 Pengukuran Parameter Fisika-Kimia Oseanografi**

#### **1. Suhu**

Pengukuran suhu perairan dilakukan dengan menggunakan termometer, yaitu dengan cara mencelupkan termometer digital ke permukaan perairan selama beberapa detik. Kemudian membaca dan mencatat nilai suhu yang tertera pada termometer.

#### **2. Salinitas**

Pengukuran dilakukan dengan menghomogenkan air yang berada pada botol sampel kemudian mengambil sampel air dengan menggunakan pipet tetes, dan diteteskan pada lensa refractometer yang telah dibersihkan. Nilai yang tertera pada layar dicatat sebagai nilai salinitas perairan.

#### **3. Bahan Organik Total (BOT)**

Analisis kandungan BOT dilakukan dengan menggunakan metode *Loss on Ignition (LOI)*. Metode LOI bertujuan untuk mengetahui kandungan bahan organik (karbon organik) total pada sedimen untuk mengetahui lingkungan pengendapan, proses kejadian sedimentasi berdasarkan kandungan karbon organik pada sampel sedimen (Sari et al., 2014).

Pembakaran dengan suhu tinggi. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2x24 jam. Setelah dilakukan pengeringan, sampel didinginkan.

Kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik sebagai berat awal, setelah ditimbang sampel dimasukkan ke dalam tanur selama 3,5 jam pada suhu 500°C, setelah itu sampel didinginkan dan ditimbang sebagai berat akhir. Untuk menghitung berat bahan organik digunakan rumus:

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

Sedangkan untuk menghitung kandungan bahan organik digunakan rumus:

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

Keterangan:

Baw = Berat awal (gram)

Bak = Berat akhir (gram)

Bc = Berat cawan (gram)

Untuk menghitung persentase kandungan bahan organik digunakan rumus:

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

Keterangan:

A = Berat cawan kosong + berat sampel (gram)

B = Berat setelah tanur (gram)

C = Berat sampel (gram)

Kandungan Bahan Organik Total dikategorikan berdasarkan kriteria konsentrasi BOT dalam sedimen (Mann, 1982), disajikan pada tabel berikut:

**Tabel 3.** Kriteria Konsentrasi BOT

| Kategori      | Konsentrasi BOT (%) |
|---------------|---------------------|
| Sangat tinggi | > 20                |
| Tinggi        | 10,1 – 20           |
| Sedang        | 4,1 – 10            |
| Rendah        | 2,1 – 4             |
| Sangat rendah | < 2                 |

#### 4. Potensi Redoks (Eh)

Pengukuran potensi redoks dilakukan dengan cara menimbang sampel sedimen sebanyak 10 g lalu dimasukkan kedalam gelas erlenmeyer, lalu ditambahkan aquades sebanyak 50 ml. Kemudian dihomogenkan dengan menggunakan shaker selama 30 menit lalu dibiarkan hingga mengalami proses pengendapan. Selanjutnya elektroda pH diganti dengan elektroda Pt dan mengubah mode alat dari pH ke mV, kemudian melakukan kalibrasi alat dengan menggunakan larutan sangga (*buffer*), alat dibersihkan kemudian elektroda Pt

dicelupkan kedalam endapan sedimen dan mencatat nilai yang tertera pada alat (Balai Penelitian Tanah, 2009).

### **2.3.4 Analisis Logam Berat**

#### **1. Analisis Logam pada Sedimen**

Analisis logam pada sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan metode destruksi basah. Destruksi basah adalah jenis pendestruksian dengan menggunakan pereaksi asam untuk mendekomposisi sampel (Rusnawati et al., 2018). Menimbang sampel yang telah kering sebanyak 0,5 g menggunakan timbangan analitik, kemudian memasukkan sampel ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya mendestruksi sampel dengan  $\text{HNO}_3$  (asam nitrat) dan 20 ml aquades dengan menggunakan hot plate sampai volume larutan berkurang hingga setengah dari volume awal. Mendinginkan larutan, kemudian menambahkan  $\text{HNO}_3$  (asam nitrat) sebanyak 10 ml dan  $\text{HCl}_4$  (asam perklorat) sebanyak 3 tetes ke dalam larutan. Memanaskan kembali larutan dengan menggunakan hot plate. Selanjutnya melakukan pengenceran dengan menambahkan aquades hingga larutan mencapai 50 ml menggunakan gelas ukur kemudian menyaring larutan menggunakan kertas Whatman no.42. Untuk mengetahui konsentrasi logam menggunakan alat ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*) (Oriza, 2023).

#### **2. Analisis Logam pada Akar Mangrove**

Analisis logam pada sampel akar mangrove dilakukan dengan menggunakan metode destruksi kering. Destruksi kering adalah jenis pendestruksian dengan melakukan pemanasan atau penghancuran dengan menggunakan suhu yang sangat tinggi (Asmorowati et al., 2020). Sampel yang telah siap dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu  $650^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Selanjutnya memasukkan sampel sebanyak 0,5 g kedalam erlenmeyer kemudian menambahkan  $\text{HNO}_3$  (asam nitrat) dan 20 ml aquades dengan menggunakan hot plate sampai volume larutan berkurang hingga setengah dari volume awal. Mendinginkan larutan, kemudian menambahkan  $\text{HNO}_3$  (asam nitrat) sebanyak 10 ml dan  $\text{HCl}_4$  (asam perklorat) sebanyak 3 tetes ke dalam larutan. Memanaskan kembali larutan dengan menggunakan hotplate. Selanjutnya melakukan pengenceran dengan menambahkan aquades hingga larutan mencapai 50 ml menggunakan gelas ukur kemudian menyaring larutan menggunakan kertas Whatman no.42. Untuk mengetahui konsentrasi logam menggunakan alat ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*) (Oriza, 2023).

### **2.3.5 Pengolahan Data**

#### **1. Jenis Substrat**

Analisis butir sedimen dilakukan dengan menggunakan metode pengayakan kering, yaitu dengan mengeringkan sampel pada suhu  $220^\circ\text{C}$  selama  $\pm 4$  jam kemudian didinginkan, sampel kemudian dihaluskan. Kemudian dilakukan

penyaringan dengan menggunakan *sieve shaker* dengan *sieve net* berukuran 0,063 mm (Chusna et al., 2017). Ayakan yang dihasilkan kemudian ditimbang untuk memperoleh jumlah gram hasil untuk setiap tiap ukuran ayakan.

Untuk mengetahui persentase dan komposisi substrat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Berat} = \frac{\text{Berat hasil ayakan}}{\text{total berat sampel setelah dikeringkan}} 100 \%$$

Selanjutnya untuk mengetahui parameter besar butir sedimen yang meliputi *mean grain size*, *sorting*, *skewness* dan *kurtosis* dihitung dengan menggunakan metode Gradistat (Blott & Pye, 2001). Penetapan jenis sedimen berdasarkan ukuran dilakukan menggunakan Skala *Wentworth* (Wentworth, 1922) sebagai berikut:

**Tabel 4.** Skala *Wentworth*

| Nama Partikel           |  | Diameter Partikel (mm) |
|-------------------------|--|------------------------|
| Kerikil<br>(Gravel)     | Bongkah ( <i>Boulders</i> )                    | > 256                  |
|                         | Berangkal ( <i>Cobbles</i> )                   | 64 – 256               |
|                         | Kerakal ( <i>Pebbles</i> )                     | 4 – 64                 |
|                         | Butir ( <i>Granules</i> )                      | 2 – 4                  |
| Pasir<br>(Sand)         | Pasir sangat kasar ( <i>Very Coarse Sand</i> ) | 1 – 2                  |
|                         | Pasing 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         |
| Lanau ( <i>Silt</i> )   |  | 0,004 – 0,0625         |
| Lempung ( <i>Clay</i> ) |  | < 0,004                |

## 2. *Biological Concentration Factor (BCF)*

Data yang diperoleh dari hasil analisis laboratorium kemudian dianalisis untuk mengetahui kemampuan akar mangrove dalam mengakumulasi logam berat mangrove dengan menggunakan perhitungan biokonsentrasi faktor (MacFarlane et al., 2002). *BCF (Biological Concentration Factor)* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Tingkat biokonsentrasi logam Pb pada akar mangrove dianalisis berdasarkan kategori nilai *BCF (Biological Concentration Factor)* (Baker, 1981), yaitu:

**Tabel 5.** Kategori Nilai BCF

| Kategori                       | Nilai BCF |
|--------------------------------|-----------|
| Akumulator (akumulatif tinggi) | > 1       |
| Indikator (akumulatif sedang)  | = 1       |
| Excluder (akumulatif rendah)   | < 1       |

## 2.4 Analisis Data

Perbedaan rata-rata konsentrasi logam pada akar mangrove dan sedimen pada stasiun yang berbeda akan dianalisis dengan menggunakan *One Way ANOVA* dan apabila terdapat perbedaan yang nyata ( $\alpha=0.05$ ) maka dilakukan pengujian lebih lanjut.

Untuk melihat hubungan antara konsentrasi logam pada sedimen dan akar mangrove dengan parameter oseanografi digunakan analisis korelasi pearson dengan mengacu pada interpretasi koefisien (Sugiyono, 2018), sebagai berikut:

**Tabel 6.** Interpretasi Koefisien

| Interval Nilai | Kekuatan Hubungan      |
|----------------|------------------------|
| 0,00 – 0,199   | Korelasi sangat rendah |
| 0,20 – 0,399   | Korelasi rendah        |
| 0,40 – 0,599   | Korelasi sedang        |
| 0,60 – 0,799   | Korelasi kuat          |
| 0,80 – 1,00    | Korelasi sangat kuat   |