

**DISTRIBUSI LOGAM BERAT KROMIUM (Cr) DAN TEMBAGA (Cu)
DALAM SEDIMEN PERMUKAAN DI PELABUHAN
SOEKARNO-HATTA MAKASSAR**

ANDI NURUL ANNISA AMIR

H031 18 1011



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**DISTRIBUSI LOGAM BERAT KROMIUM (Cr) DAN TEMBAGA (Cu)
DALAM SEDIMEN PERMUKAAN DI PELABUHAN
SOEKARNO-HATTA MAKASSAR**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

Oleh:

ANDI NURUL ANNISA AMIR

H031 18 1011



MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**DISTRIBUSI LOGAM BERAT KROMIUM (Cr) DAN TEMBAGA (Cu)
DALAM SEDIMEN PERMUKAAN DI PELABUHAN
SOEKARNO-HATTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh

ANDI NURUL ANNISA AMIR

H031 18 1011

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi

Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

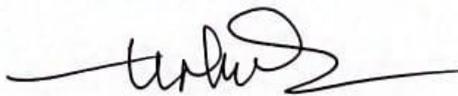
Universitas Hasanuddin

Pada 18 Agustus 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

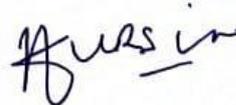
Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Syarifuddin Liong, M.Si
NIP. 19520505 197403 1 002

Pembimbing Pertama



Dr. Nursiah La Nafie, M.Sc
NIP. 19580523 198710 2 001

Ketua Program Studi



Dr. St. Fauziah, M.Si
NIP. 19720202 199903 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Andi Nurul Annisa Amir
NIM : H031181011
Program Studi : Kimia
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul “Distribusi Logam Berat Kromium (Cr) dan Tembaga (Cu) dalam Sedimen Permukaan di Pelabuhan Soekarno-Hatta Makassar” adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 18 Agustus 2022

Yang Menyatakan,



Andi Nurul Annisa Amir

LEMBAR PERSEMBAHAN

Mahkota seseorang adalah akalnya.

Derajat seseorang adalah agamanya.

Sedangkan kehormatan seseorang adalah budi pekertinya.

(Umar bin Khattab)

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan jalan terang bagi ummatnya.

Tugas Akhir yang berjudul “**Distribusi Logam Berat Kromium (Cr) dan Tembaga (Cu) dalam Sedimen Permukaan di Pelabuhan Soekarno-Hatta Makassar**” sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Departemen Kimia Universitas Hasanuddin. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Penulis banyak menemui kendala dalam pelaksanaan maupun dalam penulisan. Skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan serta kemurahan hati dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis berterima kasih kepada bapak **Dr. Syarifuddin Liong, M.Si** sebagai pembimbing utama dan ibu **Dr. Nursiah La Nafie, M.Sc** sebagai pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan solusi mulai dari awal penyusunan hingga selesainya penulisan ini.

Penulis berterima kasih sedalam-dalamnya kepada Kedua Orang Tua, Ayah **Andi Amir** dan Ibu **Andi Maemuna** yang selalu memanjatkan doa, juga memberikan dukungan dan pengorbanan kepada penulis demi menggapai impian dan cita-cita. Dengan segala kerendahan hati, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih serta penghargaan yang setulus-tulusnya kepada:

1. Ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** dan ibu **Dr. Hasnah Natsir, M.Si**, selaku tim penguji yang telah memberi banyak saran dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Seluruh **Dosen Departemen Kimia** Universitas Hasanuddin, yang telah banyak memberikan ilmu, pengalaman, serta masukan selama masa studi.
3. Seluruh **staf pegawai** Fakultas MIPA Unhas maupun Departemen Kimia FMIPA Unhas, yang memberikan bantuan dan kerjasamanya.
4. Saudara penulis yang selalu memberikan semangat dan dukungan penuh hingga penelitian ini terselesaikan.
5. Teman-teman **Kimia 2018** yang selalu memberikan dukungan satu sama lain.
6. Rekan Penelitian **Ayu Novitri, Puteri Apriliah** dan **Alex Tanan** atas kerja sama, dukungan dan semangat sehingga penelitian ini terselesaikan.
7. Serta ucapan terima kasih kepada pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung ataupun tidak langsung, yang tidak sempat kami sebutkan satu per satu disini atas segala kebaikan yang telah diberikan oleh berbagai pihak, penulis mengucapkan banyak terima kasih. Semoga Tuhan membalasnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak luput dari kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan untuk kedepannya. Akhirnya, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak- pihak yang berkepentingan.

Makassar, Juli 2022

Penulis

ABSTRAK

Penelitian mengenai distribusi logam berat Cr dan Cu dalam sedimen permukaan di pelabuhan Soekarno-Hatta Makassar telah dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Sampel sedimen diambil pada empat stasiun sekitar pelabuhan yaitu di ujung dekat police air, pangkalan Soekarno, depo Pertamina dan pulau Kayangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar logam Cr dalam sedimen berada pada kisaran 0,62 – 1,77 mg/kg dan logam Cu berada pada kisaran 16,76 – 40,43 mg/kg. Distribusi logam Cr di pelabuhan Soekarno-Hatta masih berada dibawah ambang batas dari baku mutu sedangkan untuk logam Cu pada stasiun 2 sudah melebihi ambang batas dari baku mutu logam dalam sedimen.

Kata kunci : Kromium (Cr), Tembaga (Cu), Sedimen Permukaan, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

ABSTRACT

This Research on the distribution of heavy metals Cr dan Cu in surface sediments at Soekarno-Hatta port of Makassar has been carried out using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Samples were taken from four stations around the port, namely at the far end near the air police, Soekarno base, Pertamina depot and Kayangan Island. The results showed that the levels of Cr metal in the sediment were in the range of 0,62 – 1,77 mg/kg and Cu metal was in the range of 16,76 – 40,43 mg/kg. The distribution of Cr metal at the Soekarno-Hatta port is still below the threshold of the standard, while for Cu metal at station 2 it has exceeded the threshold of the metal quality standard in sediments.

Key words : Chromium (Cr), Cuprum (Cu), Surface Sediment, Atomic Absorption Spechtrophotometer (AAS).

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1 Maksud Penelitian.....	4
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Logam Berat.....	6
2.1.1 Kromium (Cr).....	10
2.1.2 Tembaga (Cu).....	12
2.2 Sumber - Sumber Logam Berat di Perairan.....	16
2.3 Sedimen.....	18

2.4 Bioakumulasi Logam Berat.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Bahan Penelitian	25
3.2 Alat Penelitian	25
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.4 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel.....	25
3.5 Prosedur Penelitian	26
3.5.1 Pengambilan Sampel	26
3.5.2 Penentuan Kadar Air Sampel	26
3.5. 3 Preparasi Sampel	26
3.5.4 Pembuatan Larutan Baku Cr	27
3.5.4.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Cr 1000 ppm	27
3.5.4.2 Pembuatan Larutan Baku Intermediate Cr 50 ppm	27
3.5.4. 3 Pembuatan Deret Larutan Kerja.....	27
3.5.5 Pembuatan Larutan Baku Cu	27
3.5.5.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Cu 1000 ppm	27
3.5.5.2 Pembuatan Larutan Baku Intermediet Cu 50 ppm	28
3.5.5.3 Pembuatan Deret Larutan Kerja	28
3.5.6 Analisis Cr dan Cu dengan SSA	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Kondisi Lingkungan Pelabuhan Soekarno-Hatta Makassar	30
4.2 Konsentrasi Logam Berat dalam Sedimen Permukaan	32
4.2.1 Konsentrasi Cr dalam Sedimen Permukaan	32
4.2.2 Konsentrasi Cu dalam Sedimen Permukaan	34

4.3 Distribusi Logam Cr dan Cu dalam Sedimen Permukaan	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai Ambang Batas Logam Berat dalam Sedimen	20
2. Penelitian Terkait Kandungan Logam Berat dalam Sedimen	23
3. Hasil Pengukuran <i>In Situ</i>	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Logam Kromium	10
2. Logam Tembaga	13
3. Konsentrasi Logam Cr dalam Sedimen Permukaan	32
4. Konsentrasi Logam Cu dalam Sedimen Permukaan	35
5. Distribusi Logam Cr dan Cu dalam Sedimen Permukaan	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Kerja Penelitian	49
2. Bagan Kerja.....	50
3. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	55
4. Perhitungan	56
5. Dokumentasi	64

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Arti
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
CCME	<i>Canadian Council of Ministers for the Environment</i>
NAB	Nilai Ambang Batas
ANZECC	<i>Australian and New Zealand Environment and Conservation Council</i>
TEL	<i>Threshold Effect Level</i>
LEL	<i>Lowest Effect Level</i>
ERL	<i>Effects Range Low</i>
MET	<i>Minimal Effect Threshold</i>
CB	<i>Consensus Based</i>
TEC	<i>Threshold Effect Concentration</i>
ISQG	<i>Interim Sediment Quality Guidelines</i>
SQAV	<i>Sediment Quality Advisory Value</i>
SQO	<i>Sediment Quality Objective</i>
ISQV	<i>Interim Sediment Quality Value</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Makassar sebagai ibu kota dari Sulawesi Selatan yang berada di bagian tengah Indonesia saat ini menjadi salah satu pusat kegiatan perekonomian di kawasan Indonesia Timur. Berbagai aktifitas telah berkembang pesat di wilayah ini seperti pemukiman, perhotelan, perkantoran, pariwisata, perdagangan, serta pelabuhan (Idham, 2013).

Pelabuhan Soekarno Hatta merupakan pintu gerbang di Indonesia yang berlokasi di bagian utara Makassar (Firmansyah dkk., 2016). Daerah sekitar pelabuhan Soekarno-Hatta dijadikan sebagai tempat berlangsungnya berbagai aktivitas manusia seperti pemukiman, industri, jalur transportasi laut, pelayanan barang kargo, pelayanan kapal peti kemas, terminal bahan bakar minyak pertamina, dan dermaga kapal layar, kapal penumpang dan kapal kayu para nelayan (Kementerian Perhubungan RI, 2020). Aktivitas di pelabuhan tersebut tentunya menghasilkan volume buangan atau limbah yang dapat menimbulkan polutan berupa logam berat di perairan (Arifin, 2012).

Menurut Widowati dkk. (2008) logam berat merupakan salah satu parameter penting untuk melihat tingkat pencemaran perairan. Logam berat memiliki sifat yang tidak dapat terdegradasi, sehingga akan mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan yang keberadaannya secara alami sulit dihilangkan dalam perairan (Sarjono, 2009). Logam berat memiliki berat jenis lebih besar dari air. Berat jenis logam berat yaitu lebih besar dari 5 gr/cm^3 (Yudo, 2006).

Sahara (2009) menjelaskan bahwa logam berat yang biasa mencemari perairan digolongkan dalam dua kelompok yaitu logam berat esensial dan logam berat non esensial. Logam esensial seperti tembaga (Cu), selenium (Se), besi (Fe), dan zink (Zn) sangat dibutuhkan dalam tubuh makhluk hidup namun hanya dalam kadar yang sangat kecil. Logam berat non esensial seperti timbal (Pb), kromium (Cr), arsenik (As) dan cadmium (Cd) tidak mempunyai fungsi di dalam tubuh manusia dan bahkan sangat berbahaya hingga dapat menyebabkan keracunan pada manusia jika kadarnya melebihi ambang batas baku mutu (Yudo, 2006).

Logam Cr dan Cu merupakan logam yang biasa mencemari perairan. Sumber pencemaran logam Cr di pelabuhan Soekarno-Hatta berasal dari pembuangan limbah rumah tangga seperti detergen dan sampah-sampah perabotan rumah yang terbuat dari baja (Hidayah dkk., 2014). Sumber kromium lainnya berasal dari kegiatan perindustrian (semen, baterai, industri pelapisan dengan Cr), pigmen warna dalam cat, bahan pengawet makanan, pewarna tekstil dan dari pembakaran serta mobilisasi bahan-bahan bakar (Asmadi dkk., 2009).

Potensi masuknya logam Cu di pelabuhan Soekarno-Hatta berasal dari buangan limbah industri yang mengandung Cu seperti industri galangan kapal dan limbah rumah tangga (Yudo, 2006). Salah satu sumber logam berat Cu yang berasal dari kegiatan rumah tangga yaitu limbah dari cairan pembersih lantai yang mengandung CuO (Santi dkk., 2017). Tembaga juga banyak ditemukan dari pembuangan sampah industri seperti plastik, baterai, kaleng-kaleng bekas dan alat-alat listrik. Sumber tembaga yang lain yaitu proses produksi galangan kapal sebagai bahan cat anti karat (*fouling*) (Wibowo dan Cerlyawati, 2021).

Logam berat seperti Cr dan Cu yang berada di perairan suatu saat akan turun dan mengendap dalam sedimen permukaan (Wolf dkk., 2001). Sedimen permukaan merupakan sarana pertumbuhan bentik perairan dan habitat berbagai jenis bakteri yang berperan dalam siklus rantai makanan di perairan (Marsaloli, 2014). Sifat logam berat yang tidak dapat didegradasi sehingga mudah terakumulasi dalam sedimen menjadikan konsentrasi logam dalam sedimen selalu lebih tinggi daripada konsentrasi logam dalam air (Adhaini dan Susaini, 2017). Tingginya konsentrasi sedimen dalam perairan tidak hanya menyebabkan penurunan kualitas air tetapi juga membahayakan biota laut (Solihuddin dkk., 2011). Biota laut yang hidup dalam perairan yang tercemar logam berat dapat mengakumulasi logam berat pada jaringan tubuhnya sehingga pada konsentrasi yang tinggi dapat menjadi racun dan bersifat toksik (Kar dkk., 2008). Daya racun yang dimiliki logam berat akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses pada metabolisme tubuh terputus yang dapat mengakibatkan kerusakan fungsi organ penting dalam tubuh (Ika dkk., 2012).

Penelitian logam berat terhadap sedimen di pelabuhan Soekarno-Hatta pernah dilakukan oleh Hadianita pada tahun 2005 dengan titik pengambilan sampel yang berbeda dengan penelitian yang dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam Cr ditemukan sebesar 28,74 mg/kg berat kering sedimen dan konsentrasi logam Cu sebesar 49,72 mg/kg berat kering sedimen sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi Cr masih dibawah ambang batas dari baku mutu yang telah ditetapkan sedangkan konsentrasi Cu sudah melebihi ambang batas maksimum dari baku mutu yang telah ditetapkan. Metode yang umumnya digunakan dalam analisis logam tersebut adalah

Spektrofotometer Serapan Atom. Metode SSA merupakan metode yang tepat untuk pengukuran kadar logam. Kelebihan metode ini yaitu sensitif, akurat, analisisnya teliti dan cepat, pengerjaannya relatif sederhana dan tidak perlu dilakukan pemisahan unsur logam dalam pelaksanaannya (Rahmawati dkk., 2015).

Berdasarkan uraian sebelumnya, penelitian tentang kandungan logam berat Cr dan Cu di daerah pelabuhan Soekarno-Hatta Makassar perlu dilakukan kembali untuk dijadikan sebagai sumber pengetahuan dan informasi terkini mengenai kadar logam Cr dan Cu di pelabuhan Soekarno-Hatta mengingat pencemaran semakin hari semakin meningkat. Penelitian perlu dilakukan pada sampel sedimen untuk mengetahui tingkat pencemaran logam berat Cr dan Cu di daerah pelabuhan Soekarno-Hatta.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dikaji dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. berapa kadar logam berat Cr dan Cu yang terkandung dalam sampel sedimen permukaan di pelabuhan Soekarno-Hatta?
2. bagaimana tingkat pencemaran logam berat Cr dan Cu dalam sampel sedimen permukaan di pelabuhan Soekarno-Hatta?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud penelitian ini adalah menentukan kadar Cr dan Cu dalam sedimen permukaan di pelabuhan Soekarno-Hatta menggunakan instrumen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menentukan kadar logam berat Cr dan Cu yang terkandung dalam sedimen permukaan di pelabuhan Soekarno-Hatta dengan Spektrofotometer Serapan Atom,
2. menentukan tingkat pencemaran logam berat Cr dan Cu dalam sedimen permukaan di pelabuhan Soekarno-Hatta.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada masyarakat Makassar pada umumnya dan masyarakat di lingkungan pelabuhan Soekarno-Hatta pada khususnya tentang konsentrasi logam berat Cr dan Cu pada sedimen permukaan di pelabuhan Soekarno-Hatta serta pentingnya mengetahui bahaya logam berat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

Logam berat adalah unsur logam dengan berat molekul tinggi, berat jenisnya lebih dari 5 g/cm³ (Connel dan Miller, 2006). Menurut Palar (2012), logam berat merupakan golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam yang lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Logam berat biasanya menimbun efek-efek khusus pada makhluk hidup, bila masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan akan menimbulkan pengaruh-pengaruh buruk terhadap fungsi fisiologis tubuh tetapi sebagian logam berat tetap dibutuhkan dalam jumlah yang sangat kecil (Setiawan, 2014).

Logam berat mempertahankan berbagai fungsi fisiologis dalam organisme hidup ketika dalam konsentrasi yang sangat rendah, namun menjadi berbahaya ketika melebihi ambang batas konsentrasi yang tertentu. Logam berat diakui memiliki banyak efek yang merugikan kesehatan, paparan logam berat terus meningkat banyak di dunia. Logam berat adalah polutan lingkungan yang signifikan dan toksisitas mereka adalah masalah peningkatan signifikansi untuk alasan ekologi, evolusi, gizi dan lingkungan (Jaishankar dkk., 2013; Nagajyoti dkk., 2010).

Logam berat dapat mengganggu kehidupan biota dalam lingkungan dan berpengaruh terhadap kesehatan manusia (Afandi dkk., 2014). Sifat logam berat yang dapat membahayakan lingkungan dan manusia yaitu :

- a. logam berat sulit didegradasi, sehingga cenderung akan terakumulasi pada lingkungan,
- b. logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh organisme dan konsentrasi dapat semakin tinggi atau dapat mengalami bioakumulasi dan biomagnifikasi,
- c. logam berat mudah terakumulasi pada sedimen, sehingga konsentrasi logam dalam sedimen selalu lebih tinggi daripada konsentrasi logam dalam air (Adhaini dan Susaini, 2017).

Sumber pencemaran logam berat terbagi menjadi dua sumber yaitu sumber alami dan sumber buatan. Sumber alami pencemaran logam yaitu :

1. berasal dari daerah pantai (*coastal supply*) yang bersumber dari sungai, abrasi oleh aktivitas gelombang,
2. berasal dari logam yang membebaskan aktivitas gunung berapi dan logam yang dibebaskan proses kimiawi,
3. berasal dari lingkungan daratan dan dekat pantai, termasuk logam yang dibawa oleh ikan dari atmosfer berupa partikel debu (Sutamihardja, 2006).

Pasokan logam berat yang berasal dari aktifitas manusia ke dalam lingkungan yaitu :

1. hasil buangan kegiatan rumah tangga,
2. limbah industri yang tidak terkontrol. Beberapa limbah industri mengandung logam berat yang akan mengalir ke sungai dan akhirnya sampai di muara dan mengendap jadi sedimen,
3. aliran langsung lumpur minyak yang mengandung beberapa logam berat dengan konsentrasi cukup tinggi yang terbuang sampai ke muara dan mengendap jadi sedimen.

4. hasil dari pembakaran hidrokarbon dan batu bara. Senyawa logam berat yang terlepas ke udara saat proses pembakaran akan bercampur dengan air hujan dan mengalirkan logam berat melalui sungai (Adhaini dan Susaini, 2017).

Toksisitas setiap logam dalam perairan berbeda-beda. Beberapa faktor yang mempengaruhi toksisitas setiap jenis logam berat, antara lain: bentuk senyawa, daya kelarutan logam berat di dalam cairan, ukuran partikel dan beberapa sifat kimia dan fisika lainnya. Toksisitas logam pada manusia dapat menyebabkan timbulnya kerusakan jaringan, terutama jaringan detoksikasi dan ekskresi (hati dan ginjal). Beberapa logam mempunyai sifat karsinogenik (pembentuk kanker), maupun teratogenik (salah bentuk organ) (Darmono, 2001). Sutamihardja (2006) menyatakan bahwa mekanisme toksisitas logam berat di dalam tubuh organisme dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kategori, yaitu:

1. logam berat dapat memblokir dan menghalangi kerja gugus biomolekul esensial untuk proses-proses metabolisme,
2. logam berat dapat menggantikan ion-ion logam esensial yang terdapat dalam molekul terkait,
3. logam berat dapat mengadakan modifikasi atau perubahan bentuk (konformasi) dari gugus aktif yang dimiliki biomolekul.

Logam berat merupakan unsur penting yang diperlukan makhluk hidup. Logam ini dalam kadar yang tidak berlebihan, sebagai *trace element*. Logam berat esensial seperti tembaga, selenium, besi dan zink dibutuhkan untuk menjaga metabolisme tubuh manusia. Logam berat non esensial (elemen mikro) tidak mempunyai fungsi di dalam tubuh manusia dan bahkan sangat berbahaya hingga

dapat menyebabkan keracunan (toksik) pada manusia diantaranya timbal, merkuri, arsenic dan kadmuim (Yudo, 2006).

Klasifikasi toksisitas dapat digolongkan menjadi (Darmono,2001)

- a. Berdasar durasi waktu timbulnya efek Toksisitas dikelompokkan menjadi : toksisitas akut sifatnya mendadak, waktu singkat, efeknya reversibel, serta kronis, durasi lama, konstan serta terus menerus, efeknya permanen atau irreversible.
- b. Berdasar tempat bahan kimia (toksikan) tersebut berefek: yaitu toksikan lokal (efek terjadi pada tempat aplikasi atau *exposure*, di antara toksikan dan sistem biologis) dan toksisitas sistemik (toksikan diabsorpsi ke dalam tubuh dan di distribusi melalui aliran darah dan mencapai organ di mana akan terjadi efek).
- c. Berdasar respons yang terjadi dan organ di mana bahan kimia tersebut mempunyai efek toksisitas dibedakan : hepatotoksin, nefrotoksin, neurotoksin, imunotoksin, teratogenik karsinogenik serta allergen sensitizers atau bahan kimia/fisika yang bisa merangsang timbulnya reaksi alergi, karsinogenik.

Toksisitas logam berat dapat menurunkan tingkat energi dan merusak fungsi otak, paru-paru, ginjal, liver, komposisi darah dan organ penting lainnya. Paparan jangka panjang dapat menyebabkan secara bertahap maju proses degeneratif fisik, otot, dan saraf yang meniru penyakit seperti multiple sclerosis, penyakit parkinson, penyakit alzheimer dan distrofi otot (Jarup, 2003). Daya racun yang dimiliki logam berat akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses pada metabolisme tubuh terputus. Logam berat tersebut akan bertindak sebagai allergen, mutagen atau karsinogen bagi manusia yang masuk melalui jalur kulit, pernafasan dan pencernaan (Ika dkk., 2012).

2.1.1 Kromium

Kromium merupakan logam berbentuk kristal dan berwarna putih bening yang dilambangkan dengan Cr, mempunyai nomor atom 24 dan dengan berat atom 51,996 g/mol (Khairani dkk., 2007). Kromium tahan terhadap oksidasi meskipun pada suhu tinggi dan bersifat paramagnetik. Kromium bisa membentuk berbagai macam ion kompleks yang berfungsi sebagai katalisator (Widowati, 2008). Logam kromium dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Logam Kromium (Cr) (Sumber: www.wikipedia.com)

Sifat fisika kromium yaitu :

1. tahan terhadap korosi dan panas,
2. titik didih 2672° C dan titik lebur 1837-1877° C,
3. berat jenis 7,20 mg/l pada 28 ° C,
4. energi ionisasi 652 kg/mol.

Sifat kimia kromium yaitu :

1. tidak larut dalam asam sulfat encer dan asam klorida,
2. tidak dapat bercampur dengan basa oksidator, halogen peroksida dan logam-logam lain (Nurwati, 2009).

Kromium ditemukan dalam batuan, tanah, hewan dan tumbuhan. Keberadaan kromium pada perairan dijumpai dalam 2 bentuk yaitu ion kromium valensi III (Cr^{3+}) dan ion kromium valensi VI (Cr^{6+}). Kromium (VI) dan kromium

(III) adalah bentuk paling stabil dan paparannya ke manusia juga lebih tinggi (Zhitkovich, 2005).

Sumber kromium (VI) berasal dari industri pelapisan logam dan produksi pigmen sedangkan kromium (III) banyak ditemukan dalam limbah industri pencelupan tekstil, keramik gelas, dan dari kegiatan penyamakan kulit (Effendi, 2003). Oksigen terlarut dalam perairan mengoksidasi kromium (III) menjadi kromium (VI) secara lambat pada temperature kamar (Roto dkk., 2009).

Kromium (VI) bersifat lebih toksik daripada kromium (III) karena ion ini sukar terurai, tidak mengendap, stabil dan toksik. Kromium (III) mempunyai sifat yang sukar larut pada pH di atas 5 dan mudah dioksidasi. Keberadaan kromium di perairan dapat menyebabkan penurunan kualitas air serta membahayakan lingkungan dan organisme akuatik (Susanti dan Henny, 2008).

Kromium masuk dalam perairan dapat melalui 2 cara yaitu secara alamiah dan non alamiah. Secara alamiah kromium disebabkan oleh faktor fisika diantaranya erosi atau pengikisan yang terjadi pada batuan mineral, selain itu debu dan partikel yang ada di udara akan dibawa turun oleh air hujan. Secara non alamiah kromium dari aktifitas manusia biasa dihasilkan oleh buangan limbah dari industri, selain itu juga dari limbah rumah tangga (Palar, 2012).

Logam kromium di dalam strata udara ditemukan dalam bentuk debu dan atau partikulat (Asmadi dkk., 2009). Logam kromium yang berbentuk mineral digunakan dalam pembuatan baja tahan karat, logam campuran tahan panas, baja paduan berkekuatan tinggi, untuk plat elektro tahan aus, campuran pada pigmen kimia, serta pada bahan-bahan tahan api atau panas (Widowati dkk., 2008).

Kromium diketahui termasuk logam berat dengan dampak bahaya yang cukup besar dan harus diwaspadai. Logam ini dalam kadar yang berlebih dapat mengganggu saluran pernafasan, kulit, pembuluh darah dan ginjal. Kromium pada sistem saluran pernafasan dapat meningkatkan risiko terjadinya kanker paru dan ulkus kronis/perforasi pada septum nasal (Schutzendubel dan Polle, 2001). Dampak pada kulit, berupa ulkus kronis pada permukaan kulit. Logam kromium pada pembuluh darah diduga meningkatkan risiko penebalan oleh plak pada pembuluh aorta sedangkan pada ginjal, kelainan berupa nekrosis tubulus ginjal (Soemirat, 2003).

Kadar kromium pada perairan tawar biasanya kurang dari 0,001 mg/L dan pada perairan laut sekitar 0,00005 mg/L. Kadar kromium yang diperkirakan aman bagi kehidupan perairan adalah sekitar 0,05 mg/L. Kadar kromium 0,1 mg/L dianggap berbahaya bagi kehidupan organisme dalam perairan (Effendi, 2003). Beberapa literatur hasil penelitian juga menunjukkan bahwa sifat toksik logam berat kromium (VI) jauh lebih toksik dibandingkan kromium (III). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 disebutkan bahwa kadar maksimum kromium (VI) dalam biota laut adalah 0,005 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa dalam jumlah yang lebih sedikit keberadaan kromium (VI) telah dapat menyebabkan masalah bagi lingkungan dan biota didalamnya.

2.1.2 Tembaga

Logam tembaga merupakan logam dengan nomor atom 29, massa atom 63,546 g/mol, titik lebur 1083 °C, titik didih 2319 °C, jari-jari atom 1,173 Å dan jari-jari ion Cu^{2+} 0,96 Å. Unsur logam transisi (golongan I B) ini berwarna

kemerahan, mudah regang dan mudah ditempa (Lahuddin, 2007). Senyawa-senyawa yang dibentuk oleh logam Cu mempunyai bilangan valensi +1 dan +2. Berdasarkan bilangan valensi yang dibawanya logam Cu dinamakan juga *cuppro* untuk yang bervalensi +1 dan *cuppri* untuk yang bervalensi +2 (Nuhman, 2019). Logam tembaga dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Logam Tembaga (Cu) (Sumber: www.wikipedia.com)

Logam berat tembaga merupakan salah satu logam berat yang termasuk bahan beracun dan berbahaya. logam ini banyak dimanfaatkan dalam industri, terutama dalam industri elektroplating, tekstil dan industri logam (*alloy*). Ion Cu(II) dapat pula terakumulasi di otak, jaringan kulit, hati, pankreas, dan miokardium (Fitriyah dkk., 2013).

Keberadaan unsur tembaga di alam ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan. termasuk dalam kelompok logam esensial, dimana dalam kadar yang rendah dibutuhkan oleh organisme sebagai kofaktor enzim dalam proses metabolisme tubuh, sedangkan dalam kadar yang tinggi dapat bersifat racun (Fitriyah dkk., 2013).

Logam Cu sebagai elemen mikro, sangat dibutuhkan oleh organisme, baik darat maupun perairan namun dalam jumlah yang sedikit. Keberadaan Cu di

suatu perairan umum dapat berasal dari daerah industri yang berada di sekitar perairan tersebut. Logam ini akan terserap oleh biota perairan secara berkelanjutan apabila keberadaannya dalam perairan selalu tersedia terlebih lagi bagi biota perairan dengan mobilitas yang rendah seperti kerang (Cahyani dkk., 2012). Logam tembaga dibutuhkan dalam proses metabolisme, pembentukan hemoglobin dan fisiologi dalam tubuh hewan. Tembaga juga merupakan bagian enzim-enzim dalam sel seperti sebagai kofaktor enzim tirosinase di dalam kulit. Hampir semua tembaga di dalam hati berikatan dengan enzim (Arifin, 2007).

Logam tembaga digolongkan dalam kelompok logam-logam penghantar listrik yang baik. Logam tembaga merupakan penghantar listrik terbaik setelah logam perak sehingga logam ini banyak digunakan dalam bidang elektronika. Logam tembaga sesuai dengan sifat kelogamannya dapat membentuk paduan logam dengan bermacam-macam logam (Nuhman, 2019).

Tembaga yang masuk ke perairan dapat berasal dari peristiwa-peristiwa alamiah dan sebagai efek samping dari aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Tembaga secara alamiah masuk ke dalam badan perairan sebagai akibat dari peristiwa erosi atau pengikisan batuan mineral dan melalui persenyawaan tembaga di atmosfer yang dibawah turun oleh air hujan (Nuhman, 2019).

Aktivitas manusia seperti buangan industri, pertambangan Cu, industri galangan kapal dan bermacam-macam aktivitas palabuhan lainnya merupakan salah satu jalan yang mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan Cu dalam badan-badan perairan. Proses daur ulang yang terjadi dalam sistem tatanan lingkungan perairan yang merupakan efek dari aktivitas biota perairan juga sangat berpengaruh terhadap peningkatan Cu dalam badan perairan (Nuhman, 2019).

Menurut Palar (2012), kadar normal Cu dalam air laut berkisar antara 0,002–0,005 ppm dan 2 ppb atau 0,002 ppm. Nilai Ambang Batas (NAB) Cu untuk kepentingan biota laut adalah 0,008 ppm. Konsentrasi Cu 0,01 ppm pada akan menyebabkan kematian fitoplankton karena Cu menghambat aktivitas enzim dalam pembelahan sel fitoplankton. Konsentrasi Cu dalam kisaran 2,5-3,0 ppm dalam perairan akan membunuh ikan.

Tembaga bersifat toksik bagi organisme. Bentuk tembaga yang paling beracun adalah debu-debu Cu yang dapat mengakibatkan kematian pada dosis 3,5 mg/kg. Keracunan utama pada manusia yang ditimbulkan akibat terpapar oleh debu atau uap logam Cu adalah terjadinya gangguan pada jalur pernafasan sebelah atas dan terjadinya kerusakan atropik pada selaput lendir yang berhubungan dengan hidung (Palar, 2012).

Logam tembaga dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh sehingga apabila konsentrasinya cukup besar logam berat akan meracuni manusia (Supriharyono, 2000). Keracunan logam ini dapat bersifat akut, atau dengan terakumulasi terlebih dahulu. Keracunan akut menimbulkan gejala seperti mual, muntah, sakit perut, hemolisis, nefrosis, kejang, dan dapat berakibat kematian. Sedangkan keracunan kronis, tembaga menumpuk di hati dan menyebabkan hemolisis. Hemolisis terjadi karena tertimbunnya H_2O_2 dalam sel darah merah sehingga terjadi oksidasi dari lapisan sel yang mengakibatkan sel menjadi pecah. (Darmono, 2001).

Keracunan tembaga pada manusia dapat memberikan efek buruk bagi kesehatan. Keracunan kronis akan menimbulkan penyakit Wilson's yaitu

terjadinya proses degeneratif pada otak dan sirosis pada hati. Penyakit yang lain ditimbulkan yaitu penyakit pada paru-paru. Keracunan tembaga khusus terjadi di organ hati, ginjal, limpa, paru-paru, dan usus. Dampak keracunan tembaga yaitu dapat berpengaruh terhadap kesuburan hewan jantan dengan menurunkan jumlah sperma, motilitas, vitalitas dan morfologi sperma (Vijayakumar dkk., 2012).

2.2 Sumber - Sumber Logam Berat di Perairan

Logam berat merupakan salah satu unsur pencemar perairan yang bersifat toksik dan harus terus diwaspadai keberadaannya. Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya karena logam berat tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk sedimen dan senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi (Pagoray, 2001).

Logam yang terakumulasi di sedimen akan mengakibatkan konsentrasinya selalu lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam air. Sedimen mudah tersuspensi karena pergerakan masa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya ke dalam air, sehingga sedimen menjadi sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu (Mulyaningsih dkk., 2012).

Menurut Bryan dalam Supriharyono (2000), logam berat yang masuk ke perairan laut secara alami berasal dari tiga sumber, yaitu:

1. masukan dari daerah pantai (*coastal supply*), yang berasal dari sungai dan hasil abrasi pantai oleh aktivitas gelombang,
2. masukan dari laut dalam (*deep sea supply*), meliputi logam-logam yang dibebaskan oleh aktivitas gunung berapi di laut yang dalam dan logam-logam

yang dibebaskan dari partikel atau sedimen oleh proses kimiawi,

3. masukan dari lingkungan dekat pantai, termasuk logam-logam yang ditransportasi ikan dari atmosfer sebagai partikel-partikel debu.

Sumber pencemaran logam akibat kegiatan di laut berasal dari buangan kapal-kapal, baik karena kegiatan operasional rutin (sengaja) maupun karena kecelakaan (tidak disengaja). Pencemaran akibat kecelakaan mengakibatkan masuknya polutan dalam jumlah besar, seperti akibat terjadinya kebocoran kapal supertanker minyak yang menyebabkan laut tercemar. Pencemaran disebabkan oleh kegiatan rutin yang secara reguler membuang polutan ke lingkungan laut karena hal ini merupakan cara termurah untuk membuang limbah (Lessy, 2006).

Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya karena logam tidak dapat terdegradasi oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan. Daya racun logam berat ditentukan oleh factor lingkungan perairan seperti pH, kesadahan, dan temperatur. Penurunan pH air akan menyebabkan konsentrasi logam berat semakin besar. Kesadahan yang tinggi dapat mempengaruhi daya racun logam berat karena logam berat dalam air yang berkesadahan tinggi akan membentuk senyawa kompleks yang mengendap dalam dasar perairan (Rochyatun dan Rozak, 2007). Salinitas juga berpengaruh terhadap toksisitas pada logam berat. Salinitas berkaitan dengan suhu perairan dalam menentukan tingkat bioakumulasi dalam perairan. Salinitas yang rendah akan meningkatkan proses akumulasi karena pada salinitas tinggi menyebabkan konsentrasi logam berat berkurang (Fadel, 2018).

Baku mutu air laut yang aman bagi biota laut menurut Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 untuk logam

tembaga yaitu 0,008 mg/L. Tingkat konsentrasi logam berat dalam air dibedakan menurut tingkat pencemarannya, yaitu polusi berat yang biasanya memiliki kandungan logam berat dalam air dan organisme yang hidup di dalamnya cukup tinggi, tingkat polusi sedang, kandungan logam berat dalam air dan biota yang hidup di dalamnya berada dalam batas marjinal. Tingkat non polusi, dimana kandungan logam berat dalam air dan biota yang hidup di dalamnya sangat rendah, bahkan tidak dapat dideteksi (Darmono, 2001).

Logam berat terakumulasi ke dalam tubuh biota laut dapat melalui permukaan tubuh, terserap insang dan rantai makanan. Logam berat secara biologis akan mengalami penimbunan dalam tubuh biota laut seperti ikan, udang dan kerang. Biota laut yang terakumulasi logam berat akan mengurangi volume konsentrasi zat pencemar pada perairan (Utami dkk., 2018).

2.3 Sedimen

Sedimentasi adalah proses terbawanya material atau pecahan dari batuan, mineral dan material organik dari pengikisan atau pelapukan oleh udara, angin, es dan air (Pangestu, 2013). Sedimentasi sebagai suatu proses terangkutnya sedimen oleh suatu limpasan air yang diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan airnya melambat atau terhenti seperti pada saluran sungai, waduk, danau, maupun kawasan tepi teluk/laut (Solihuddin dkk., 2011).

Faktor-faktor yang mengontrol terbentuknya sedimen adalah iklim, topografi, vegetasi dan juga susunan yang ada pada batuan. Faktor yang mengontrol pengangkutan sedimen adalah air, angin dan gaya gravitasi. Sedimen dapat terangkut baik oleh air, angin dan bahkan salju. Pergerakan sedimen

dipengaruhi oleh kecepatan arus tergantung pada ukuran sedimen. Diameter sedimen yang lebih besar akan tererosi dengan kecepatan arus yang lebih besar pula (Mawardi, 2016).

Seluruh permukaan dasar lautan ditutupi oleh partikel-partikel sedimen yang telah diendapkan secara perlahan-lahan dalam jangka waktu berjuta-juta tahun. Sedimen ini terutama terdiri dari partikel-partikel yang berasal dari hasil pembongkaran batu-batuan dan potongan-potongan kulit serta sisa rangka-rangka organisme laut (Hutabarat dan Evans, 2000).

Sumber sedimen di daerah pantai terbagi menjadi dua, yaitu sumber primer dan sumber sekunder. Sumber primer meliputi erosi sedimen karena pengikisan oleh gerakan ombak pada tebing pantai, karang, dan platform dasar laut. Hasil pengikisan relatif sangat lambat namun sekarang ini jumlahnya terus bertambah (Patang, 2018).

Proses sedimentasi di perairan dapat menimbulkan pendangkalan dan penurunan kualitas air. Banyaknya partikel sedimen yang dibawa oleh aliran sungai ke laut akan diendapkan di sekitar muara sungai, sehingga potensial mengganggu alur pelayaran dan menyebabkan banjir apabila musim hujan tiba. Tingginya konsentrasi sedimen dalam badan air akan menyebabkan kekeruhan yang tidak hanya membahayakan biota tetapi juga menyebabkan air tidak produktif lagi (Solihuddin dkk., 2011). Sedimen tidak hanya berfungsi sebagai reservoir bagi kontaminasi tetapi juga sebagai sumber toksikan bagi organisme laut. Uji biologis sedimen merupakan salah satu tahap penting dalam penilaian kualitas lingkungan laut melalui informasi toksisitas terhadap biota (Puspitasari, 2011).). Nilai ambang batas logam dalam sedimen dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Ambang Batas Logam Berat dalam Sedimen

No.	Pedoman Kualitas Sedimen	Logam Berat (mg/kg)							
		As	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Zn
1.	TEL	5,9	0,6	37,3	35,7	35	0,17	18	123
2.	ERL	33	5	80	70	35	0,15	30	120
3.	LEL	6	0,6	26	16	31	0,2	16	120
4.	MET	7	0,9	55	28	42	0,2	35	150
5.	CB TEC	9,79	0,9	43,4	31,6	35,8	0,18	22,7	121
6.	EC-TEL	7,24	0,68	52,3	18,7	30,2	0,13	15,9	124
7.	NOAA ERL	8,2	1,2	81	34	46,7	0,15	20,9	150
8.	ANZECC ERL	20	1,2	81	34	47	0,15	21	200
9.	ANZECC ISQG low	20	1,5	80	65	50	0,15	21	200
10.	SQAV TEL-HA28	11	0,58	36	28	37	-	20	98
11.	SQO Netherlands Target	2,9	0,8	-	36	85	0,3	-	140
12.	Hong Kong ISQG-low	8,2	1,5	80	65	75	0,15	40	200
13.	Hong Kong ISQV-low	8,2	1,5	80	65	75	0,28	40	200
14.	Flanders RV X	28	1	43	20	0,1	35	28	168
15.	Slightly Elevated Stream Sediments (SESS)	8	0,5	16	38	28	0,07	-	80

Logam berat yang terlarut dalam air akan berpindah ke dalam sedimen jika berikatan dengan materi organik bebas atau materi organik yang melapisi permukaan sedimen dan penyerapan langsung oleh permukaan partikel sedimen. Logam yang terlarut dalam air pada kondisi basa akan mudah beragregasi sehingga turun dan mengendap pada sedimen. Materi organik dalam sedimen dan kapasitas penyerapan logam sangat berhubungan dengan ukuran partikel dan luas penyerapan, sehingga konsentrasi logam dalam sedimen biasanya dipengaruhi oleh ukuran partikel dalam sedimen (Said dkk., 2009).

Proses pengangkutan sedimen (*sediment transport*) dapat diuraikan meliputi tiga proses sebagai berikut (Mulyanto, 2007) :

1. *wash load* atau sedimen cuci terdiri dari partikel lanau dan debu yang terbawa masuk ke dalam sungai dan tetap tinggal melayang sampai mencapai laut, atau genangan air lainnya. Sedimen jenis ini hampir tidak mempengaruhi sifat-sifat sungai meskipun jumlahnya yang terbanyak dibanding jenis-jenis lainnya terutama pada saat-saat permulaan musim hujan datang,
2. *suspended load* atau sedimen layang terutama terdiri dari pasir halus yang melayang di dalam aliran karena tersangga oleh turbulensi aliran air. Pengaruh sedimen ini terhadap sifat-sifat sungai tidak begitu besar. Tetapi bila terjadi perubahan kecepatan aliran, jenis ini dapat berubah menjadi angkutan jenis ketiga,
3. *bed load*, tipe ketiga dari angkutan sedimen adalah angkutan dasar di mana material dengan besar butiran yang lebih besar akan bergerak menggelincir atau translate, menggelinding atau rotate satu di atas lainnya pada dasar sungai; gerakannya mencapai kedalaman tertentu dari lapisan sungai. Tenaga penggerakannya adalah gaya seret drag force dari lapisan dasar sungai.

Kandungan bahan organik berhubungan dengan ukuran partikel sedimen. Sedimen yang halus memiliki persentase bahan organik yang lebih tinggi daripada dalam sedimen yang kasar. Hal ini berhubungan dengan kondisi lingkungan yang tenang sehingga memungkinkan pengendapan sedimen halus berupa lumpur yang diikuti oleh akumulasi bahan organiknya lebih tinggi (Sahara, 2009).

2.4 Bioakumulasi Logam Berat

Bioakumulasi merupakan adanya pencemar dalam organisme dengan suatu konsentrasi lebih besar daripada konsentrasi di dalam lingkungannya (Haryanti dan Martuti, 2020). Bioakumulasi bahan kimia dalam suatu perairan merupakan kriteria penting dalam mengevaluasi ekologi dan tingkat pencemaran suatu lingkungan. Biota air digunakan sebagai indikator biologi adanya pencemaran logam berat di perairan karena kandungan logam berat dalam biota air biasanya akan bertambah dari waktu ke waktu karena sifat logam yang bioakumulatif (Martuti, 2012).

Kandungan logam berat pada musim hujan akan lebih kecil karena proses kelarutan sedangkan pada musim kemarau kandungan logam akan lebih tinggi karena logam menjadi terkonsentrasi. Kandungan biota air biasanya akan selalu bertambah dari waktu ke waktu karena sifat logam yang bioakumulatif. Bioakumulasi menjadi ukuran pencemaran bagi suatu organisme dalam ekosistem tercemar karena logam tidak dapat dipecah dalam bentuk yang sederhana (Nadia dkk., 2017).

Faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya derajat akumulasi logam tersebut sama dengan faktor yang mempengaruhi akumulasi logam pada hewan air lainnya. Perbedaannya terletak pada jenis kerang yang dapat mengakumulasi logam lebih besar daripada hewan air lainnya karena sifatnya yang menetap, lambat untuk dapat menghindarkan diri dari pengaruh polusi dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap konsentrasi logam tertentu (Darmono, 2001). Metode yang digunakan untuk menganalisis konsentrasi logam berat pada

umumnya yaitu Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Contoh penelitian terkait analisis kandungan logam berat dalam sedimen dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penelitian Terkait Kandungan Logam Berat dalam Sedimen

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Dewi dkk, 2017	Kadar Logam Berat Tembaga (Cu), Kromium(Cr) pada Sedimen dan Jaringan Lunak di Perairan Tambak Lorok Semarang	Kadar logam Cu pada sedimen yaitu kisaran 37,13 mg/kg sampai 45,85 mg/kg Sedangkan kadar logam Cr yaitu 22,65 mg/kg sampai 32,29 mg/kg. Berdasarkan <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> (NOAA), kadar Cr dan Cu di Perairan Tambak Lorok Semarang telah melampaui batas dari baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 0,052 mg/kg untuk Cr dan 0,019 mg/kg untuk Cu.
Setiawan dan Subiandono, 2015	Konsentrasi Logam Berat pada Air dan Sedimen di Perairan Pesisir Provinsi Sulawesi Selatan	Kandungan logam berat Cu pada sedimen secara berturut-turut dari yang terbesar terdapat pada muara Sungai Tallo yaitu 31,1 ppm, Teluk Pare-Pare sebesar 12,25 ppm, Pantai Tanjung Bunga sebesar 10,55 ppm dan Teluk Bone yaitu 10,39 ppm. Berdasarkan <i>Canadian Council of Ministers for the Environment</i> (CCME) nilai ambang batas dari Cu yaitu 18,7 ppm. Berdasarkan nilai ambang batas tersebut kandungan Cu pada sedimen dari muara Sungai Tallo telah melebihi ambang batas sedangkan di tiga lokasi lain masih berada di bawah ambang batas.
Nurani dkk, 2017	Analisis Kandungan Logam Berat Kromium (Cr) pada Air, Sedimen dan Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i>) di Perairan Trimulya Semarang	Kandungan logam berat kromium (Cr) pada sedimen berkisar antara 20,49 – 45,78 mg/kg, kandungan logam berat tertinggi terdapat pada stasiun 1 (sungai) sebesar 45,78 mg/kg. Kandungan logam berat kromium (Cr) terendah terdapat pada stasiun 3 (laut) yaitu sebesar 20,49 mg/kg Berdasarkan tahun 1999, kandungan logam berat Cr pada sedimen masih berada dibawah ambang batas yaitu 52,3 mg/kg

Logam berat dapat terakumulasi melalui rantai makanan, semakin tinggi tingkatan rantai makanan yang ditempati oleh suatu organisme, akumulasi logam berat di dalam tubuhnya juga semakin bertambah sehingga manusia yang merupakan konsumen puncak, akan mengalami proses biokumulasi logam berat dalam tubuhnya (Hananingtyas, 2017).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel sedimen, akuabides, kertas saring *whatman* no.42, HNO₃ p.a, HClO₄ p.a, larutan standar K₂Cr₂O₇, larutan standar Cu(NO₃)₂.3H₂O, kertas label, kertas Whatman No.42 dan kertas *tissue*.

3.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH meter, *Eckmen grab*, *cool box*, oven, desikator, neraca analitik, *hot plate*, *bulb*, lumpang dan alu, mesh 150, plastik sampel, Spektrofotometer Serapan Atom *Buck Scientific 205*, dan alat gelas yang umum digunakan di laboratorium.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-Juli 2022 yang mencakup studi literatur, pengambilan sampel di pelabuhan Soekarno-Hatta, preparasi sampel hingga prosedur dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

3.4 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Posisi stasiun ditentukan secara acak berdasarkan situasi dan kondisi yang berada di palabuhan Soekarno-Hatta yang dapat mewakili titik-titik pencemaran logam.