

Skripsi

**ANALISIS KADAR NIKEL, BESI DAN KROM SEDIMEN
MANGROVE PANTAI HARAPAN KECAMATAN POMALAA,
KABUPATEN KOLAKA SULAWESI TENGGARA**



Oleh
KHAERUNNISA
H041181502

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

**ANALISIS KADAR NIKEL, BESI DAN KROM SEDIMEN
MANGROVE PANTAI HARAPAN KECAMATAN POMALAA,
KABUPATEN KOLAKA SULAWESI TENGGARA**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
pada program studi strata satu (S1) pada Departemen Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

HALAMAN JUDUL

KHAERUNNISA

H041181502

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS KADAR NIKEL, BESI DAN KROM SEDIMEN
MANGROVE PANTAI HARAPAN KECAMATAN POMALAA,
KABUPATEN KOLAKA SULAWESI TENGGARA**

Disusun dan diajukan oleh

KHAERUNNISA

H041181502

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 20 Juni 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Drs. Muh. Ruslan Umar, M. Si
NIP. 196302221989031003


Pembimbing Pendamping,



Dr. Ansoeng, M. Si
NIP. 196507041992031004

Ketua Program Studi,




Nur Hafidha, S. Si., M. Si
NIP. 196801291997022001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khaerunnisa

NIM : H041181502

Program Studi : Biologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Analisis Kadar Nikel, Besi dan Krom Sedimen Mangrove Pantai Harapan Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara adalah karya ilmiah saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 20 Juni 2022

Yang Menyatakan



Khaerunnisa

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Swt. Atas ridanya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul “Analisis Kadar Nikel, Besi Dan Krom Sedimen Mangrove Pantai Harapan Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara tepat dengan waktunya. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan sarjana Sains (S1) pada Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Dalam penyusunan karya ilmiah ini kemungkinan masih ada kekurangan sehingga ketidak sempurnanya penulisan skripsi ini, oleh karena penulis dengan segala keikhlasan akan menerima kritik dan saran yang sifat konstruktif dari semua pihak.

Dalam penyelesaian studi dan pengerjaan skripsi ini membutuhkan usaha yang sangat keras, namun skripsi ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta yang ada disekeliling saya yang mendukung dan turut membantu. Oleh sebab itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Keluarga tercinta terkhusus kepada kedua orang tua, ayahanda Munir Mangade dan Ibunda Asia Kamaruddin tak lupa juga kepada adik saya Siti Nurhalisah, Siti Multazam atas do'a, motivasi dan dukungannya selama saya memulai perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Hasanuddin, Dr. Eng. Amiruddin, M. Si., beserta seluruh staf.

3. Ketua Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Dr. Nur Haedar, M. Si., beserta staf dan seluruh dosen biologi yang telah memberikan ilmu dan banyak motivasi selama penulis menempuh perkuliahan.
4. Bapak Drs. Muhammad Ruslan Umar, M. Si dan Bapak Dr. Ambeng, M. Si selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, saran serta bantuan dalam proses dan penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Andi Arfan Sabran, S. Si., M. Kes., selaku dosen penasehat akademik dan yang telah membimbing akademik saya selama perkuliahan.
6. Dosen Penguji, Ibu Juhriah, M. Si dan Bapak Andi Arfan Sabran, S. Si., M. Kes., terima kasih untuk saran dan masukan untuk perbaikan skripsi ini.
7. Bapak Alvin selaku staf Laboratorium Kimia Kesehatan atas bimbingannya selama proses penelitian hingga berjalan dengan lancar.
8. Teman-teman biologi angkatan 2018, yang secara bersama selama kurang lebih 4 tahun dalam perkuliahan, dan menjadi sebuah kenangan yang akan selalu diingat.
9. Teman-teman FMIPA 2018 dan teman-teman KKN LUTIM 3, atas pengalaman berharga yang sangat mengesankan.
10. Sahabat-sahabat saya, Mutiara Hikmah Shabrina, Winda Ainun Inayah, Mutmainnah Zakariah, dan Dian Islamiyah terima kasih selalu ada baik suka maupun duka, terutama pada saat banyak uang.
11. Seluruh Anggota Himpunan Mahasiswa Biologi atas pengalaman dan kerja samanya selama berorganisasi.

12. Grup Galapagos terkhusus kepada Shamad,Sarwan, Andi Alfhito Ardiansyah, Ahmad Nurfakhry Salim, Dzul kifli, dan Doni. Terima kasih atas dukungannya yang sangat memberi warna dalam tatanan ilmiah.

Kepada seluruh pihak yang terlibat, penulis sangat berterima kasih atas segala bantuan, saran serta masukan selama penelitian dan penyusunan skripsi. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan menjadi sumber informasi dalam upaya pelestarian lingkungan dimasa yang akan datang.

Makassar, 20 Juni 2022

Penulis

ABSTRAK

Aktifitas antropogenik seperti kegiatan industri, transportasi, pertambangan, maupun aktivitas alami yang terjadi di sekitar ekosistem mangrove Pantai Harapan, Kecamatan Pomalaa tentunya akan memberikan dampak terhadap organisme yang hidup disekitarnya, antara lain dari polutan logam berat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar dan tingkat cemaran logam berat nikel (Ni), besi (Fe) dan krom (Cr) pada sedimen ekosistem mangrove Pantai Harapan, Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2022. Analisis logam berat menggunakan alat *Inductively coupled plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)*. Pada hasil penelitian ini diperoleh kadar logam berat pada sedimen mangrove tersebut, rata-rata untuk Nikel $3072,54 \pm 419,63 \mu\text{g/g}$, Besi $69045,60 \pm 4510,42 \mu\text{g/g}$, dan Krom $1411,075 \pm 165,78 \mu\text{g/g}$. Berdasarkan nilai ambang batas logam pada sedimen yang ditetapkan IADC/CEPA (1997), pada tingkat rendah untuk Ni $16 \mu\text{g/g}$, Fe $20000 \mu\text{g/g}$, dan Cr $26 \mu\text{g/g}$, sedangkan nilai ambang batas tingkat tinggi untuk Ni $75 \mu\text{g/g}$, Fe $40000 \mu\text{g/g}$, dan Cr $110 \mu\text{g/g}$. Maka dapat disimpulkan bahwa tingkat cemaran logam berat Nikel (Ni), Besi (Fe), dan Krom (Cr) pada sedimen ekosistem mangrove di Pantai Harapan Kecamatan Pomalaa, telah melampaui nilai ambang batas tingkat tinggi (severe effect level).

Kata Kunci : *Logam Berat, Sedimen Mangrove, ICP, Pomalaa*

ABSTRACT

Anthropogenic activities such as industrial activities, transportation, mining, and natural activities that occur around the mangrove ecosystem, Pomalaa District will certainly have an impact on organisms that live around them, including heavy metal pollutants. This study aims to determine the levels and levels of heavy metal contamination of nickel (Ni), iron (Fe) and chromium (Cr) in the sediments of the mangrove ecosystem of Harapan Beach, Pomalaa District, Kolaka Regency, Southeast Sulawesi. This research was carried out in March 2022. Heavy metal analysis used an Inductively coupled plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) instrument. The results of this study obtained heavy metal levels in the mangrove sediment, the average for Nickel $3072.54 \pm 419.63 \mu\text{g/g}$, Iron $69045.60 \pm 4510.42 \mu\text{g/g}$, and Chromium $1411.075 \pm 165.78 \mu\text{g/g}$. Based on the metal threshold values in sediments set by IADC/CEPA (1997), at low levels for Ni 16 $\mu\text{g/g}$, Fe 20000 $\mu\text{g/g}$, and Cr 26 $\mu\text{g/g}$, while the high level threshold value for Ni is 75 $\mu\text{g/g}$, Fe 40000 $\mu\text{g/g}$, and Cr 110 $\mu\text{g/g}$. It can be concluded that the level of heavy metal contamination of Nickel (Ni), Iron (Fe), and Crom (Cr) in mangrove ecosystem sediments at Harapan Beach, Pomalaa District, has exceeded the high level threshold value (severe effect level).

Keywords: *Heavy Metals, Mangrove Sediments, ICP, Pomalaa*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Manfaat Penelitian	3
I.4 Waktu dan Tempat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Lokasi Penelitian	5
II.2 Pencemaran Lingkungan.....	5
II.3 Logam Berat	6
II.3.1 Logam Nikel (Ni).....	8
II.3.2 Logam Fe (Besi).....	9
II.3.3 Logam Crom (Cr).....	10
II.4 Proses Sedimentasi	11
II.6 Inductively coupled plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)..	12
BAB III METODE PENELITIAN	14
III.1 Alat dan Bahan	14
III.2 Tahap Penelitian	14
III.2.1 Survei Lapangan	14
III.2.2 Penentuan Titik Pengambilan Sampel	14

III.2.3 Persiapan dan Pengambilan Sampel	15
III.2.4 Preparasi sampel	16
III.2.5 Pembuatan Larutan Standart	17
III.2.6 Perhitungan Kadar Ni, Fe, dan Cr.....	18
III.3 Analisis dan Interpretasi Data	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
IV.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	20
IV.2 Hasil Dan Pembahasan Penelitian.....	20
IV.1.1 Verifikasi Linieritas	20
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	31
V.1 Kesimpulan.....	31
V.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32

DAFTAR TABEL

- Tabel 1.** Ambang batas logam Nikel (Ni), Besi (Fe), Crom (Cr) pada perairan ... 6
- Tabel 2.** Ambang batas unsur logam berat Nikel (Ni), Besi (Fe) dan Krom (Cr) pada sedimen. 12
- Tabel 3.** Perbandingan kadar logam sedimen mangrove dengan nilai ambang batas Nikel (Ni), Besi (Fe) dan crom (Cr) 24

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.** Peta titik pengambilan sampel sedimen di ekosistem mangrove Pantai Harapan Kecamatan Pomalaa. 15
- Gambar 2.** Kurva Kalibrasi Linearitas Logam Nikel (Ni)..... 21
- Gambar 3.** Kurva Kalibrasi Linearitas Logam Besi (Fe)..... 21
- Gambar 4.** Kurva kalibrasi linearitas logam Crom (Cr) 21
- Gambar 5.** Histogram kandungan logam berat Ni, Fe dan Cr dari sedimen pada masing-masing stasiun penelitian di ekosistem mangrove Pantai Harapan Kecamatan Kolaka. 22
- Gambar 6.** Perbandingan rata-rata kadar Nikel (Ni), Besi (Fe) dan Crom (Cr) dengan Nilai Ambang Batas pada sedimen ekosistem mangrove Pantai Harapan Kecamatan Pomalaa. 23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema kerja pengambilan sampel sedimen	37
Lampiran 2. Skema kerja preparasi sampel.....	37
Lampiran 3. Skema Pembuatan larutan deret standar logam nikel (Ni)	38
Lampiran 4. Skema Pembuatan larutan deret standar logam besi (Fe)	38
Lampiran 5. Skema Pembuatan larutan deret standar logam krom (Cr)	38
Lampiran 6. Foto sampel sedimen	39
Lampiran 7. Foto kegiatan analisis sampel sedimen	40
Lampiran 8. Foto vegetasi dan sedimen perairan mangrove di lokasi penelitian	42
Lampiran 9. Hasil Intensitas logam berat.....	44
Lampiran 10. Kurva kalibrasi logam Ni, Fe dan Cr pada berbagai konsentrasi .	45

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan bahan tambang seperti emas, perak, nikel, tembaga, gas dan minyak bumi, batu bara dan lain-lain. Bahan tambang ini merupakan hak kepemilikan negara yang disertai dengan wewenang untuk mengatur, mengurus, dan mengawasi pengelolaan atau pengusahaan bahan galian, yang dipergunakan sebesar-besarnya kemakmuran rakyat.

Potensi sumber daya dan cadangan mineral metal di Indonesia tersebar di 437 lokasi di wilayah barat sampai timur, seperti tembaga dan emas di Papua, nikel di Sulawesi dan kepulauan Indonesia Timur, timah dan bauksit di Sumatera, batu bara dan minyak bumi di Kalimantan, dan mineral lainnya yang masih tersebar diberbagai wilayah di Indonesia (Asril, 2014). Indonesia dikenal sebagai salah satu negara yang kaya akan kandungan bahan mineral yang siap ditambang kapan saja. Indonesia merupakan produsen timah terbesar kedua didunia, posisi terbesar keempat komoditas tembaga, posisi kelima komoditas nikel, dan posisi terbesar ketujuh komoditas emas (Erika, 2018).

Salah satu daerah di Indonesia yang menjadi pusat pertambangan bahan mineral adalah Propinsi Sulawesi Tenggara, pertambangan di daerah ini mengolah biji nikel menjadi ferronikel, yang dilakukan oleh salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yaitu PT. Antam (Persero) Tbk. Sulawesi Tenggara, yang berlokasi di Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka.

Pertambangan merupakan sektor industri yang telah memberikan sumbangan besar terhadap perekonomian di Indonesia, yang bertujuan untuk memanfaatkan sumberdaya mineral yang terkandung di bumi untuk meningkatkan kesejahteraan hidup masyarakatnya. Dalam pertambangan selain memberikan dampak positif bagi kesejahteraan manusia juga dapat memberikan dampak negatif yang akan ditimbulkan bagi lingkungan sekitar, salah satunya dampak pencemaran lingkungan akibat logam berat (Prodjosumarto, 1989; Erfina dan Sjarmidi, 2019).

Keberadaan dan terkonsentrasinya logam berat dari hasil aktivitas tambang dalam jumlah tinggi akan meningkatkan daya toksisitas, persistensi dan bioakumulasi di lingkungan air maupun sedimen (Lindsey *et al*, 2004). Pada umumnya logam berat jika konsentrasinya tinggi dapat menimbulkan dampak pencemaran bagi ekosistem perairan, sehingga menimbulkan penurunan kualitas perairan karena tidak terurai (*undegradable*) dan mudah diabsorpsi. Di perairan logam berat secara perlahan turun dan mengendap pada dasar serta terakumulasi dalam sedimen. Besi merupakan logam berat esensial dalam jumlah tertentu, namun dalam jumlah berlebih dapat menjadi racun. Logam besi yang terakumulasi di air dan sedimen akan masuk ke dalam sistem rantai makanan. Logam krom yang terlarut dalam air akan terakumulasi dalam organisme yang memberikan pengaruh toksisitas terhadap proses metabolismenya (Said, dkk., 2009). Sedangkan logam nikel dapat menjadi polutan pencemaran jika konsentasinya melebihi ambang batas yang menimbulkan dampak pencemaran pada perairan dan sedimen sehingga terjadi penurunan kualitas perairan (Wali, dkk., 2020).

Logam berat hasil pertambangan di daratan, jika masuk ke perairan muara akan tersebar dan sebagian lagi akan terikat pada partikel tersuspensi, kemudian mengendap ke dasar perairan. Logam berat yang terakumulasi dan tersedimentasi di perairan berpotensi memberikan dampak ekologis yang membahayakan lingkungan dan organisme benthik pada khususnya (Harlyan dan Sari, 2015). Logam berat setelah diolah, selain memberikan manfaat bagi kehidupan manusia dapat juga bersifat toksik bagi kesehatan manusia dan dapat mengganggu keseimbangan ekosistem (Adhani dan Husaini, 2017). Dengan demikian jika logam berat terkonsentrasi dalam jumlah besar sehingga melebihi ambang batas toleransi organisme maka akan berdampak buruk terhadap komponen biologis lingkungan.

Berdasarkan uraian diatas, maka direncanakan akan dilakukan penelitian tentang konsentrasi logam berat Ni (Nikel), Fe (Besi), dan Cr (Krom) pada sedimen di ekosistem mangrove Pantai Harapan Kecamatan Pomalaa, sebagai salah satu penelitian dalam usaha mitigasi pencemaran terhadap lingkungan.

I.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar dan tingkat cemaran logam berat nikel (Ni), besi (Fe) dan krom (Cr) pada sedimen ekosistem mangrove Pantai Harapan Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara.

I.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan mengenai kadar logam berat nikel (Ni), besi (Fe), dan krom (Cr) pada sedimen mangrove Pantai Harapan Kecamatan Pomalaa, sehingga dapat dijadikan sumber data dan informasi khususnya dalam upaya pengelolaan dan penanggulangannya.

I.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-April 2022. Pengambilan sampel berlokasi di ekosistem mangrove Pantai Harapan Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara. Analisis logam berat pada sampel sedimen dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar (BBLK) Jl. Perintis Kemerdekaan km. 11 Tamalanrea.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Lokasi Penelitian

Sulawesi Tenggara merupakan provinsi di Indonesia yang terletak bagian tenggara pulau Sulawesi dengan ibukota Kendari, secara geografis terletak di bagian selatan garis khatulistiwa di antara $02^{\circ}45'$ - $06^{\circ}15'$ Lintang Selatan (LS) dan $120^{\circ}45'$ – $124^{\circ}30'$ Bujur Timur (BT). Memiliki wilayah daratan seluas 38.140 km^2 ($3.814.000 \text{ ha}$) dan perairan (laut) seluas 110.000 km^2 ($11.000.000 \text{ ha}$). Sulawesi Tenggara ditetapkan sebagai Daerah Otonom berdasarkan Perpu No. 2 tahun 1964 Juncto UU No.13 Tahun 1964 (Pemprov Sulawesi Tenggara, 2015).

Provinsi Sulawesi Tenggara memiliki potensi pertambangan nikel, yang terletak di Kabupaten Kolaka, Konawe Selatan dan Konawe. Hasil pertambangan nikel Sulawesi Tenggara tahun 2010, adalah $1.782.365 \text{ ton}$ dan cadangan nikel sebesar 97 milyar ton dengan sebaran nikelnya 480.000 Ha (BPS, 2010). Besarnya cadangan nikel yang ada di Sulawesi Tenggara mendukung adanya aktivitas pertambangan nikel semakin meningkat. PT. Aneka Tambang Tbk. Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Operasi Pomalaa merupakan salah satu perusahaan BUMN yang melakukan penambangan dan pengolahan bijih nikel di Kecamatan Pomala, Kabupaten Kolaka, dengan luas area konsesi $\pm 8.314,8 \text{ Ha}$ (Erfina dan Sjarmidi, 2019).

II.2 Pencemaran Lingkungan

Seiring dengan perkembangan industrilisasi, maka sektor pertambangan juga semakin dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan industri, yang dilain pihak

akan menghasilkan bahan polutan. Aktifitas yang berkaitan dengan pertambangan dan pengecoran logam dapat mengakibatkan pencemaran udara oleh gas sulphur dioksida dan pencemaran air yang berdampak pada sektor pertanian serta sektor perikanan. Pencemaran laut, baik secara fisika, kimiawi maupun biologis, berdampak terhadap biota laut dan manusia (Marsaoli, 2004).

Pembangunan yang pesat di bidang ekonomi di satu sisi akan meningkatkan kualitas hidup manusia dan pendapatan masyarakat, namun di sisi lain juga berakibat pada penurunan kualitas lingkungan akibat pencemaran yang berasal dari limbah industri dan rumah tangga (Mu'nisa, 2010). Pada dasarnya suatu ekosistem memiliki kemampuan pulih diri (*self purification*) terhadap adanya masukan bahan pencemar ke perairan. Jika polutan logamnya dalam jumlah konsentrasi yang tinggi maka dapat menyebabkan polutan di perairan akan terakumulasi pada air dan sedimen (Wali, dkk., 2020). Berikut pada Tabel 1, nilai ambang batas logam berat Ni (Nikel), Fe (Besi) dan Krom (Cr) pada perairan

Tabel 1. Ambang batas logam Nikel (Ni), Besi (Fe), Crom (Cr) pada perairan

Unsur logam	Standar baku mutu perairan
Nikel (Ni)	0,07 mg/L
Crom (Cr)	0,005 mg/L
Besi (Fe)	0,3 mg/L

Sumber: PP RI No. 82 Tahun 2001/ KepMen LH No.51 Tahun 2004

II.3 Logam Berat

Logam berat merupakan unsur logam yang memiliki massa jenis lebih besar dari 5 g/cm³. Unsur-unsur metaloid ini bersifat berbahaya sehingga dimasukkan ke dalam kelompok bahan kimia beracun yang dapat memasuki ekosistem dan seringkali masuk ke rantai makanan, yang berdampak pada organisme, serta dari

waktu ke waktu dapat berpindah-pindah dari sumbernya (Mariwy, dkk., 2020; Wibowo, dkk., 2020).

Dalam tabel periodik unsur kimia tercatat berkisar 40 unsur logam berat, beberapa logam tersebut beracun bagi manusia misalnya arsen (As), kadmium (Cd), tembaga (Cu), timbal (Pb), merkuri (Hg), nikel (Ni) dan seng (Zn). Secara alami siklus logam dari kerak bumi ke lapisan tanah, ke dalam air, ke makhluk hidup, yang terakumulasi dan mengendap kembali ke bumi. Tidak semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan pada makhluk hidup, dan sebagian logam berat tersebut tetap dibutuhkan dalam jumlah sangat kecil, namun jika jumlah yang sangat kecil itu tidak terpenuhi maka dapat berakibat fatal bagi kelangsungan hidup (Ahmad, 2009; Ika, dkk., 2012).

Logam berat merupakan polutan yang berbahaya karena memiliki sifat tidak dapat terdegradasi secara alami dan cenderung terakumulasi dalam air, sedimen dasar perairan dan tubuh organisme. Tingginya kandungan logam di perairan dan sedimen dapat menyebabkan terjadinya akumulasi logam berat di lingkungan yang tercemari (Harun, *et al.*, 2008; Supriyantini dan Nirwani, 2015).

Logam berat yang masuk dalam ekosistem laut akan mengendap ke dasar perairan dan terserap dalam sedimen (Setiawan, 2013). Endapan logam berat yang pada dasar perairan akan menyebabkan bentos yang mencari makan di dasar perairan berpeluang besar terpapar dan terkontaminasi logam berat tersebut. Jika biota laut yang telah terkontaminasi logam berat dikonsumsi dalam jangka waktu tertentu dapat menjadi polutan yang akan meracuni makhluk hidup lainnya (Palar, 2008; Setiawan, 2013).

Menurut Darmono (2008), dalam tubuh makhluk hidup logam berat termasuk *trace mineral* atau mineral yang jumlahnya sangat sedikit. Logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus yang bersifat meracuni pada makhluk hidup. Sebagai contoh adalah logam merkuri (Hg), cadmium (Cd), timah hitam (Pb) dan krom (Cr). Meskipun semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan pada makhluk hidup, namun sebagian dari logam-logam berat tersebut tetap dibutuhkan. Kebutuhan tersebut berada dalam jumlah yang sangat sedikit, dan jika kebutuhan dalam jumlah sangat kecil itu tidak terpenuhi, maka dapat berakibat fatal terhadap kelangsungan hidup dari setiap makhluk hidup. Sebaliknya jika logam-logam esensial ini masuk kedalam tubuh dalam jumlah berlebihan, maka akan berubah fungsi menjadi zat racun bagi organisme, contoh dari logam berat esensial ini adalah tembaga (Cu), seng (Zn) dan nikel (Ni).

II.3.1 Logam Nikel (Ni)

Nikel bernomor atom 28, massa atom relatif 58,69 g/mol, dengan berat jenis 8,5 g/cm³, tergolong dalam logam berat esensial karena tetap dibutuhkan oleh organisme dalam jumlah yang sedikit. Logam nikel bersifat toksik jika terdapat pada lingkungan dengan konsentrasi yang tinggi. Nikel banyak dimanfaatkan dalam pelapisan permukaan logam, sebagai katalis untuk komponen baterai. Nikel di alam umumnya dalam bentuk padatan, nikel (II) membentuk senyawa dengan semua anion, termasuk sulfida, sulfat, halide, karbonat, hidroksida, karboksilat. Nikel (II) sulfat diproduksi dalam jumlah besar dengan melarutkan logam nikel atau oksida dalam asam sulfat, membentuk hexa dan heptahidrat yang berguna untuk pelapisan nikel elektrik. Garam-garam nikel, seperti klorida, nitrat, dan sulfat, larut dalam air

menghasilkan larutan hijau. Keempat halida ini membentuk senyawa nikel padatan yang molekul yang memiliki inti Ni octahedral (Mulyono, 2007).

Nikel di perairan dalam konsentrasi relatif tinggi bersifat toksik, dan berdasarkan pada keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004, bahwa ambang batas nikel di perairan tidak lebih dari 0,075 mg/L. Nikel dapat terakumulasi dalam organisme yang dapat menimbulkan toksisitas secara tidak langsung terhadap manusia sebagai konsumen sekunder serta dapat memberikan dampak terhadap rantai makanan (Mardihasbullah, 2013).

II.3.2 Logam Fe (Besi)

Besi atau Ferrum (Fe) adalah logam transisi yang paling melimpah di kerak bumi. Besi merupakan nutrisi penting bagi makhluk hidup karena menjadi kofaktor bagi banyak protein penting dan enzim. Reaksi yang dimediasi besi mendukung sebagian besar organisme aerobik dalam proses respirasinya. Jika tidak terlindung dengan baik, ia dapat mengkatalisis reaksi yang melibatkan pembentukan radikal yang dapat merusak biomolekul, sel, jaringan dan seluruh organisme. Kasus yang sering terjadi adalah keracunan unsur besi pada manusia terutama balita, karena balita sangat rentan terhadap keracunan besi jika terpapar maksimal produk iron containing (Adhani dan Husaini, 2017).

Besi terlarut dalam air dapat berbentuk kation ferro (Fe^{2+}) atau kation ferri (Fe^{3+}), hal ini tergantung kondisi pH dan oksigen terlarut dalam air. Besi terlarut dapat berbentuk senyawa tersuspensi, sebagai butir koloidal seperti $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeO , Fe_2O_3 dan lain-lain. Jika konsentrasi besi terlarut dalam air melebihi batas akan menyebabkan gangguan teknis berupa endapan korosif, gangguan fisik berupa

timbul warna, bau, dan rasa yang tidak enak, serta gangguan kesehatan berupa rasa mual, iritasi dinding usus dan iritasi pada mata dan kulit (Firmansyaf, dkk., 2013).

II.3.3 Logam Crom (Cr)

Kromium berasal dari bahasa Yunani (Chroma) yang berarti warna, dengan lambang kimia “Cr”. Crom bernomor atom 24 dan berat atom 51,996. Krom terdapat dalam batuan, tanah, hewan dan tumbuhan, maupun pada sedimen dan air. Menurut Govin dan Mandurin (2014), bahwa partikulat kromium memasuki perairan melalui limbah dari industri penyamakan kulit, electroplating, tekstil, pertambangan, percetakan, fotografi dan farmasi. Crom hexavalent sangat beracun bagi manusia dan hewan. Kromium dapat juga dijumpai dalam bentuk divalent, empat valen, lima valen dan heksavalen. Cr (VI) dan Cr (III) adalah bentuk paling stabil dan paparannya ke manusia lebih tinggi” (Adhani dan Husaini, 2017).

Senyawa chromium (VI), seperti kalsium kromat, kromat seng, strontium kromat sangat beracun dan karsinogenik. Kromium (III), di sisi lain merupakan suplemen gizi penting bagi hewan dan manusia dan berperan penting dalam metabolisme glukosa. Penyerapan senyawa chromium heksavalen melalui saluran pernapasan dan pencernaan, lebih cepat daripada senyawa chromium trivalen. Sumber kromium banyak dihasilkan dari pelapis logam, pelindung, paduan logam, pita magnetik, pigmen cat, karet, semen, kertas, pengawet kayu, penyamakan kulit dan logam plating (Martin & Griswold, 2009).

Melalui rantai makanan kromium dapat terdeposit dalam organisme yang pada kadar atau konsentrasi tertentu dapat menyebabkan racun (Mulyani, 2004). Krom (Cr) di alam umumnya dalam bentuk padatan dan bervalensi 3 (Cr^{3+}) dan

valensi 6 (Cr^{6+}). Valensi Cr^{6+} lebih toksik dibandingkan dengan Cr^{3+} , karena berdaya larut dan mobilitas tinggi di lingkungan (Rahman *et al.*, 2007). Dampak krom (Cr) yang ditimbulkan bagi organisme akuatik yaitu terganggunya metabolisme akibat terhalangnya kerja enzim dalam proses fisiologis, Kromium (Cr) dapat menumpuk dalam tubuh dan bersifat kronis yang akhirnya mengakibatkan kematian (Palar, 2007). Akumulasi logam berat kromium (Cr) dapat menyebabkan kerusakan terhadap organ respirasi dan menyebabkan timbulnya kanker pada manusia (Suprapti, 2008).

II.4 Proses Sedimentasi

Sedimen adalah produk disintegrasi dan dekomposisi batuan, disintegrasi mencakup seluruh proses dimana batuan yang telah rusak menjadi butiran-butiran kecil tanpa perubahan substansi kimiawi. Dekomposisi mengacu pada pemecahan komponen mineral batuan yang terjadi karena adanya reaksi kimia. Dekomposisi mencakup proses karbonasi, hidrasi, oksidasi dan solusi. Karakteristik butiran mineral menggambarkan property sedimen, antara lain ukuran (*size*), bentuk (*shape*), berat volume (*specific gravity*) dan kecepatan endap (*fall velocity*) (Ponce, 2003).

Sedimen merupakan partikel yang berasal dari uraian bebatuan secara fisik dan kimia. Partikel ini memiliki ukuran dari yang sangat halus (koloid) hingga ke yang besar (boulder), dan beragam bentuk dari bulat, lonjong sampai persegi. Partikel terlarut dalam air, merupakan pecahan, mineral atau material organik dari berbagai sumber kemudian diendapkan oleh media transpor berupa angin, es dan air (Iswahyudi, dkk., 2015). Sedimentasi merupakan proses pengendapan material

batuan yang diangkut oleh air atau angin, air membawa material ke aliran sungai, danau, dan sampai ke laut, jika kekuatan energi pengangkut berkurang, maka material diendapkan di dasar perairan. (Hambali, 2016),

Umumnya proses sedimentasi terjadi setelah terjadi koagulasi dan flokulasi, karena terjadinya pembesaran partikel padatan sehingga menjadi lebih berat dan dapat tenggelam dalam waktu lebih singkat. Ukuran dan bentuk partikel akan mempengaruhi rasio permukaan terhadap volume partikel, sedangkan konsentrasi partikel mempengaruhi sedimentasi, dan temperatur mempengaruhi viskositas dan berat jenis cairan. Waktu pengendapan yang efektif diasumsikan sebagai batas saat terjadi pengendapan dari *free settling* ke *hindered settling*, sehingga proses pengendapan yang efektif terjadi pada keadaan *free settling* (Roessiana, dkk., 2014). Berikut pada Tabel 2, nilai ambang batas logam berat Nikel, Besi dan Krom pada sedimen.

Tabel 2. Ambang batas unsur logam berat Nikel (Ni), Besi (Fe) dan Krom (Cr) pada sedimen.

Unsur Logam	Nilai Ambang Batas ($\mu\text{g/g}$)	
	Lowest Effect Level	Severe Effect Level
Nikel (Ni)	16	75
Besi (Fe)	20.000	40.000
Crom (Cr)	26	110

Sumber: IADC/CEPA,1997/USEPA

II.6 Inductively coupled plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)

Inductively coupled plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)

merupakan instrumen yang digunakan untuk menganalisis dan mendeteksi *trace metals* dalam sampel lingkungan pada umumnya, dengan prinsip utama pengaptonisasi elemen sehingga memancarkan cahaya panjang gelombang

tertentu yang kemudian dapat diukur (Thomas., 2008). Instrumen ini menggunakan plasma yang digabungkan secara induktif untuk menghasilkan atom dan ion tereksitasi yang memancarkan radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang dari elemen tertentu dengan bantuan argon sebagai gas pembawa (Indrawijaya, dkk., 2019). Kelebihan alat *Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES) dibandingkan metode spektrofotometri serapan atom (SSA) adalah memiliki kemampuan analisis multi elemen, mampu membaca semua unsur logam, tingkat selektifitas tinggi, akurasi tinggi, dan batas deteksi rendah (Afifah., 2019).