

SKRIPSI

**ANALISIS KADAR NIKEL DAN BESI PADA SEDIMEN
PERAIRAN PESISIR DESA FATUFIA, KECAMATAN BAHODOPI,
KABUPATEN MOROWALI, SULAWESI TENGAH**

DIAN WANA LESTARI

H041191093



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**ANALISIS KADAR NIKEL DAN BESI PADA SEDIMEN
PERAIRAN PESISIR DESA FATUFIA, KECAMATAN BAHODOPI,
KABUPATEN MOROWALI, SULAWESI TENGAH**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KADAR NIKEL DAN BESI PADA SEDIMEN
PERAIRAN PESISIR DESA FATUFIA, KECAMATAN BAHODOPI,
KABUPATEN MOROWALI, SULAWESI TENGAH**

Disusun dan diajukan oleh:

DIAN WANA LESTARI

H041191093

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Program Sarjana Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal, 16 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

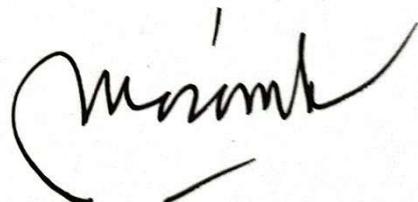
Menyetujui,

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Pertama



Dody Priosambodo, S.Si., M.Si.
NIP. 197605052001121002

Ketua Program Studi,



Dr. Magdalena Litaay, M. Sc.
NIP. 196409291989032002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dian Wana Lestari
NIM : H041191093
Program Studi : Biologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**Analisis Kadar Nikel Dan Besi Pada Sedimen Perairan Pesisir Desa Fatufia,
Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 16 Agustus 2023

Yang Menyatakan



Dian Wana Lestari

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas segala berkat, rahmat, ridho dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisis Kadar Nikel (Ni) Dan Besi (Fe) Pada Sedimen Perairan Pesisir Desa Fatufia, Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah”. Rintangan dan hambatan tidak dapat penulis lewati dengan baik apabila tidak ada campur tangan-Nya dalam semua masalah yang penulis hadapi. Sholawat dan salam penulis kirimkan kepada Nabi besar Muhammad SAW sebagai suri tauladan dalam menjalankan kehidupan di dunia dan akhirat.

Pastinya tidak mudah untuk penulis sampai di titik ini, banyak hal berliku yang penulis hadapi tentunya. Ada banyak pengorbanan yang hanya diketahui oleh sedikit orang, keluh kesah yang kadang tidak bisa penulis kendalikan, rasa lelah yang membuat penulis ingin pulang tapi waktu belum mengizinkan, serta air mata yang tak sedikit yang diam-diam harus penulis tahan.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini jauh dari kata sempurna. Dalam proses penyusunan dan penulisan, penulis mendapat dukungan dalam bentuk doa, semangat, dan motivasi dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Izinkan penulis pada kesempatan ini, dengan penuh kerendahan hati mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- Kedua orang tua yang sangat penulis sayangi dan cintai, Ibunda Nurhayati dan Ayahanda Idin Ahmado yang tiada henti memberi dukungan pada penulis. Selalu mendoakan dan berusaha memenuhi kebutuhan penulis. Nirwana Eka yang

merupakan kakak penulis, untuk dorongan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

- Pembimbing skripsi Bapak Drs. Muhammad Ruslan Umar, M.Si., dan Bapak Dody Priosambodo, S.Si.,M.Si. yang telah meluangkan waktu, mengarahkan dan memberi masukan untuk penyusunan dan penulisan skripsi ini.
- Tim penguji yaitu Ibu Dr. Elis Tambaru, M.Si., dan Ibu Dr. Zaraswati Dwyana, M.Si. yang juga sebagai dosen penasehat akademik yang telah membimbing penulis dari awal perkuliahan sampai terselesaikannya penelitian ini.
- Ketua Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Ibu Dr. Magdalena Litaay, M.Sc.
- Teman-teman Biologi Angkatan 2019, terkhusus kepada Lusiana yang telah meluangkan waktu untuk menemani penulis dalam proses pengambilan sampel di tempat penelitian, serta selalu menjadi teman diskusi penulis.
- Teman-teman ON GOING TAHSIN yang sudah seperti saudara yang telah menemani serta memberi warna dalam perjalanan ini, serta selalu memberi dan menuntun kepada jalan pulang yang benar.
- Sahabat-sahabat penulis yaitu Asniar Fauzia, Hikmah Agustina dan Fitriyani Arifin yang selalu ada untuk menjadi pendengar, penasehat serta penyemangat dikala penulis sedang tidak baik-baik saja.
- Teman-teman KKNT PS 108 posko Betao Riase yang selalu memberi semangat dan dukungan kepada penulis, serta kepada semua pihak.

Makassar, 5 Juni 2023

Dian Wana Lestari

ABSTRAK

Wilayah pesisir merupakan wilayah peralihan antara ekosistem darat dan ekosistem laut, dengan demikian segala aktivitas di ekosistem daratan akan memiliki pengaruh dan dampak terhadap ekosistem wilayah pesisir di sekitarnya, misalnya terjadinya eutrofikasi dan pencemaran logam-logam berat. Penelitian analisis kadar Nikel (Ni) dan Besi (Fe) pada sedimen perairan pesisir di Desa Fatufia, Kecamatan Bahodopi Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah, dilakukan pada bulan Januari-Maret 2023, yang bertujuan untuk mengetahui kadar Nikel (Ni) dan Besi (Fe) pada sedimen perairan pesisir Desa Fatufia. Penelitian ini bersifat eksploratif-kuantitatif, dengan metode penelitian jelajah, lokasi penelitian dibagi 3 stasiun, dan di setiap stasiun dilakukan pengambilan sampel pada 3 titik, dengan memakai alat pipa pvc berdiameter 3 cm. Analisis kadar logam nikel dan besi dari sedimen menggunakan alat *Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES). Hasil penelitian diperoleh kadar nikel tertinggi pada stasiun tiga, dan kadar besi pada stasiun tiga. Kadar rata-rata logam nikel $1150,80 \pm 393,948 \mu\text{g/g}$ dan logam besi $22913,49 \pm 5656,204 \mu\text{g/g}$ di perairan pesisir Desa Fatufia. Kadar Nikel tersebut telah jauh di atas standar baku mutu, sedangkan kadar besi telah melewati standar baku mutu terendah yang ditetapkan oleh IADC/CEPA 1997, yaitu Nikel terendah $35 \mu\text{g/g}$ tertinggi $300 \mu\text{g/g}$ sedangkan untuk besi terendah $20000 \mu\text{g/g}$ dan tertinggi $40000 \mu\text{g/g}$.

Kata Kunci: *Logam berat, Wilayah pesisir, Sedimen, Kualitas perairan*

ABSTRACT

Coastal areas are transitional areas between terrestrial ecosystems and marine ecosystems, thus all activities in terrestrial ecosystems will have an influence and impact on the surrounding coastal ecosystems, such as eutrophication and heavy metal pollution. Research on the analysis of Nickel (Ni) and Iron (Fe) levels in coastal water sediments in Fatufia Village, Bahodopi District, Morowali Regency, Central Sulawesi, was conducted in January-March 2023, which aims to determine the levels of Nickel (Ni) and Iron (Fe) in coastal water sediments of Fatufia Village. This research is exploratory-quantitative, with a cruising research method, the research location is divided into 3 stations, and at each station sampling is carried out at 3 points, using a 3 cm diameter pvc pipe tool. Analysis of nickel and iron metal levels from sediments using Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES). The results obtained the highest nickel levels at station three, and iron levels at station three. Average levels of nickel metal $1150.80 \pm 393.948 \mu\text{g/g}$ and iron metal $22913.49 \pm 5656.204 \mu\text{g/g}$ in coastal waters of Fatufia Village. Nickel levels are far above the quality standard, while iron levels have exceeded the lowest quality standard set by IADC / CEPA 1997, namely Nickel lowest $35 \mu\text{g/g}$ highest $300 \mu\text{g/g}$ while for iron the lowest is $20000 \mu\text{g/g}$ and the highest is $40000 \mu\text{g/g}$.

Keywords: *Heavy metals, Coastal area, Sediment, Water quality*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	4
I.3 Manfaat Penelitian	4
I.4 Waktu dan Tempat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Deskripsi Lokasi Penelitian	5
II.2 Logam Berat	5
II.2.1 Logam Nikel (Ni).....	7
II.2.2 Logam Besi (Fe).....	9
II.3 Sedimentasi.....	9
II.4 Kualitas Umum Perairan.....	11

II.5 Pencemaran.....	13
II.6 <i>Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)</i> .	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
III.1 Alat dan Bahan	16
III.2 Tahap Penelitian	16
III.2.1 Survei Lokasi	16
III.2.3 Pengambilan Sampel Sedimen.....	17
III.2.4 Preparasi Sampel.....	18
III.2.5 Pembuatan Larutan Standar	18
III.2.6 Analisis Kadar Logam	19
III.3 Analisis Data	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
IV.1 Deskripsi Lokasi Penelitian.....	21
IV.2 Hasil dan Pembahasan.....	22
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	29
V.1. Kesimpulan.....	29
V.2. Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Ambang batas logam Nikel (Ni) dan Besi (Fe) pada perairan	14
Tabel 2. Ambang batas logam Nikel (Ni) dan Besi (Fe) pada sedimen.....	14
Tabel 3. Data hasil analisis kadar logam Nikel (Ni) dan Besi (Fe) sedimen perairan di Desa Fatufia, Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta lokasi Penelitian.....	17
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja Pengambilan Sampel.....	37
Lampiran 2. Skema Kerja Preparasi Sampel.....	37
Lampiran 3. Skema Pembuatan Larutan Deret Standar Nikel (Ni).....	38
Lampiran 4. Skema Pembuatan Larutan Deret Standar Besi (Fe)	38
Lampiran 5. Foto Sampel Sedimen	38
Lampiran 6. Foto Kegiatan Analisis Sampel Sedimen	39
Lampiran 7. Stasiun Dan Proses Pengambilan Sampel.....	41
Lampiran 8. Kurva Kalibrasi Uji Linearitas Logam Ni dan Fe.....	42
Lampiran 9. Hasil Uji Logam Berat	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara dengan luas wilayah laut mencapai 70% dari total wilayah Indonesia, sehingga dijuluki negara kepulauan, dengan garis pesisir pantai sepanjang 81.000 km. Wilayah pesisir memiliki arti strategis karena menjadi wilayah peralihan antara ekosistem darat dan laut, serta memiliki potensi sumber daya alam serta jasa-jasa lingkungan. Selain itu menurut Arifin dan Satria (2020), wilayah pesisir juga memiliki potensi pembangunan yang sangat tinggi dikarenakan terdapat sumber daya alam terbarukan dan sumber daya alam yang tidak terbarukan seperti sumber daya mineral dan geologis.

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 di berbagai 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 di dunia, posisi terbesar keempat komoditas tembaga, posisi kelima komoditas nikel, dan posisi terbesar ketujuh komoditas emas (Erika, 2018).

Ketersediaan dan kekayaan bahan mineral tambang yang beragam jenis di suatu negara merupakan salah satu modal dasar yang dapat dieksploitasi dalam meningkatkan pendapatan negara untuk pembangunan dan kesejahteraan

masyarakat. Menurut Lampe (2021), salah satu kawasan tambang mineral nikel terbesar di Indonesia bahkan di ASEAN terletak di Desa Fatufia, Kabupaten Morowali. Kawasan industri ini melakukan penambangan, pengolahan bijih nikel dari hulu hingga hilir, dan produksi baterai lithium untuk kendaraan listrik.

Pertambangan bahan mineral merupakan sektor industri yang memberikan sumbangan besar terhadap perekonomian di Indonesia, untuk meningkatkan pembangunan diberbagai sektor. Menurut Erfina dan Sjarmidi (2019), dalam pertambangan selain memberikan dampak positif bagi kesejahteraan manusia juga dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sekitarnya, salah satunya adalah pencemaran lingkungan.

Kawasan industri pertambangan mineral yang berada dekat perairan pantai dapat menyebabkan logam berat dari tumpukan *topsoil*, *overburden*, dan *saprolite* akan mudah terkikis oleh air hujan dan angin kemudian terbawa menuju ke perairan pantai serta mengendap di muara sungai maupun di dasar perairan laut. Berdasarkan Lindsey dkk., (2004), keberadaan dan terkonsentrasinya logam berat dari aktivitas tambang dalam jumlah tinggi dapat meningkatkan daya toksisitas, persistensi, dan bioakumulasi di lingkungan air maupun sedimen. Lebih lanjut menurut Said, dkk. (2009), jika logam berat dalam konsentrasi tinggi dapat menimbulkan pencemaran di ekosistem, sehingga berdampak pada penurunan kualitas perairan karena mudah diabsorpsi namun tidak mudah terurai (*undegradable*).

Logam berat hasil pertambangan di daratan, jika masuk ke perairan muara akan tersebar dan sebagian lagi akan terikat sebagai partikel tersuspensi, kemudian secara perlahan-lahan akan mengendap ke dasar perairan, serta terakumulasi dalam

sedimen. Menurut Harlyan dan Sari (2015), logam berat yang terakumulasi dan tersedimentasi di perairan berpotensi memberi dampak ekologis yang membahayakan lingkungan, khususnya pada organisme benthik.

Logam berat yang terkonsentrasi dalam jumlah besar kemudian melebihi ambang batas toleransi organisme, dapat berdampak buruk terhadap komponen biologis lingkungan. Logam nikel dapat menjadi polutan pencemar perairan jika konsentrasinya melebihi ambang batas, yang menyebabkan kualitas perairan akan turun dan berdampak pada makhluk hidup (Wali, dkk., 2020). Logam besi walaupun merupakan salah satu logam esensial dalam jumlah tertentu, namun dalam jumlah berlebih masuk ke dalam sistem rantai makanan dapat menjadi racun (Alfarisi, dkk., 2022).

Berdasarkan uraian di atas dapat dilihat bahwa industri penambangan mineral logam nikel di samping dapat meningkatkan nilai ekonomi namun tidak dipungkiri juga berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan khususnya wilayah perairan yang ada disekitarnya. Oleh karena itu, dirasa perlu melakukan penelitian untuk mengetahui kadar logam Nikel (Ni) dan Besi (Fe) pada sedimen di perairan pesisir Desa Fatufia, Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali sebagai salah satu langkah awal dalam upaya pengelolaan wilayah pesisir yang berwawasan lingkungan. Untuk mewujudkan hal ini diperlukan program pengelolaan yang terintegrasi, yang dapat dilaksanakan jika didukung oleh tersedianya informasi yang objektif, akurat dan terbaharui.

I.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam Nikel (Ni) dan Besi (Fe) pada sedimen di perairan pesisir Desa Fatufia, Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali.

I.3 Manfaat Penelitian

Sebagai sumber data dan informasi bagi semua pemangku kepentingan dalam pengelolaan wilayah pesisir mengenai kadar logam berat nikel (Ni) dan besi (Fe) pada sedimen di daerah perairan pesisir Desa Fatufia, Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali.

I.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Maret 2023. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada perairan di pesisir pantai desa Fatufia, Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah. Analisis logam Nikel (Ni) dan Besi (Fe) pada sampel sedimen dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar Provinsi Sulawesi Selatan. Analisis data dilakukan di Laboratorium Ilmu Lingkungan dan Kelautan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Salah satu kabupaten di Sulawesi Tengah yang menjadi pusat pertambangan Nikel adalah Kabupaten Morowali yang secara geografis terletak pada garis lintang $121^{\circ}48'18.3''$ - $122^{\circ}7'59.1''$ BT dan $2^{\circ}43'0.4''$ - $2^{\circ}55'43.7''$ LS. Kecamatan Bahodopi merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Morowali dimana Desa Fatufia berada, dengan luas wilayah $119,79 \text{ Km}^2$. Pada Desa Fatufia inilah yang menjadi daerah pertambangan dan kawasan industri pengolahan nikel sejak tahun 2013. Terdapat 6 perusahaan patungan pengusaha Indonesia dan China di kawasan tersebut yang mempekerjakan sebanyak 42.500 tenaga kerja, baik lokal maupun tenaga kerja asing (Sambari, 2021).

Luas kawasan industri pertambangan nikel di Desa Fatufia ini mencapai luas $\pm 2.000 \text{ ha}$ yang di dalamnya berdiri usaha utama yaitu pertambangan dan pengolahan nikel dan puluhan jenis kegiatan usaha pendukung seperti pembangkit listrik, pelabuhan, wisma, bandara khusus, mes karyawan, klinik, dan kampus politeknik. Kegiatan penambangan ini berlokasi di dekat pesisir laut, yang dilengkapi pelabuhan dan dermaga untuk bongkar muat barang dan kegiatan penyeberangan (Lampe, 2021).

II.2 Logam Berat

Logam berat merupakan unsur yang memiliki massa jenis $> 5 \text{ g/cm}^3$, relatif bersifat berbahaya dan dimasukkan ke dalam kelompok bahan kimia

beracun, yang seringkali berpindah-pindah dari sumbernya melalui rantai makanan seiring waktu ke waktu (Mariwy, dkk., 2020; Wibowo, dkk., 2020).

Dalam tabel periodik unsur kimia, tercatat sekitar 40 unsur logam berat, beberapa logam tersebut beracun bagi manusia diantaranya arsen (As), kadmium (Cd), tembaga (Cu), timbal (Pb), merkuri (Hg), nikel (Ni), dan seng (Zn). Siklus alami logam dari kerak bumi ke lapisan tanah, ke dalam air, ke makhluk hidup, kemudian terakumulasi dan mengendap kembali ke bumi. Tetapi tidak semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan pada makhluk hidup, karena sebagian logam berat masih tetap dibutuhkan dalam jumlah sangat kecil, namun jika jumlah yang sangat kecil itu tidak terpenuhi maka dapat berakibat 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 tercemar (Harun, dkk., 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 di dasar perairan akan menyebabkan organisme bentos 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).

Dalam tubuh makhluk hidup logam berat termasuk mineral yang jumlahnya sangat sedikit (*trace mineral*). Logam berat dapat menimbulkan efek khusus yang meracuni. Meskipun semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan pada makhluk hidup, namun sebagian dari logam-logam berat tersebut tetap dibutuhkan dalam jumlah yang sangat sedikit. Sebaliknya jika logam-logam esensial ini masuk ke dalam tubuh dalam jumlah berlebihan, maka akan berubah fungsi menjadi zat beracun, contoh dari logam berat esensial ini adalah tembaga (Cu), seng (Zn), dan nikel (Ni) (Darmono, 2008).

Logam berat merupakan salah satu bahan kimia beracun yang dapat memasuki ekosistem bahari dan seringkali memasuki rantai makanan dan berpengaruh pada hewan-hewan. Logam berat yang terakumulasi di perairan dapat mengontaminasi manusia melalui rantai makanan (Wibowo, dkk., 2020). Logam berat merupakan limbah pencemar yang sulit terdegradasi di alam karena membutuhkan waktu yang lama untuk mengurainya. Beberapa logam berat yang menyebabkan pencemaran pada perairan dan berbahaya diantaranya adalah nikel (Ni), tembaga (Cu), seng (Zn), timbal (Pb), merkuri (Hg), krom (Cr), dan besi (Fe) (Alfarisi, dkk., 2022).

II.2.1 Logam Nikel (Ni)

Nikel bernomor atom 28, massa atom relatif 58,69 g/mol, dengan berat jenis 8,5 g/cm³, tergolong logam berat esensial karena tetap dibutuhkan oleh organisme walaupun dalam jumlah yang sedikit. Nikel bersifat toksik jika terdapat dalam konsentrasi tinggi di ekosistem. Nikel di alam umumnya dalam bentuk padatan, nikel (II) membentuk senyawa dengan semua anion, termasuk sulfida, sulfat,

halida, karbonat, hidroksida, karboksilat. Nikel (II) sulfat diproduksi 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. Halida ini membentuk senyawa nikel padatan yang molekul memiliki inti Ni octahedral (Mulyono, 2007).

Berdasarkan pada surat keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004, menyatakan ambang batas nikel di perairan tidak lebih dari 0,075 mg/L. Nikel dapat terakumulasi dalam organisme dan menimbulkan toksisitas secara tidak langsung terhadap manusia sebagai konsumen sekunder melalui rantai makanan (Mardihasbullah, 2013).

Nikel berwarna putih keperakan yang banyak digunakan dalam pembuatan baja tahan karat. Logam ini sering digunakan dalam campuran dengan bahan lain agar lebih tahan terhadap suhu ekstrem dan lingkungan yang korosif (Maulidi, dkk., 2022). Nikel merupakan logam penting karena sifat fisik dan kimianya unik, sehingga memiliki kegunaan yang cukup beragam, antara lain *stainless steel*, *elektroplating*, baterai, dan industri kimia (Wahab, dkk., 2022).

Menurut *Toxic Substances and Disease Registry*, adsorpsi nikel dapat terjadi melalui inhalasi, pemberian oral, dan kulit. Gangguan kesehatan yang ditimbulkannya dapat berupa gangguan imun, sistemik, reproduksi, saraf, karsinogenesis bahkan kematian. Nikel bersifat korosif terhadap kulit dan selaput lendir. Nikel yang bersentuhan langsung dengan kulit dapat menyebabkan *ulkus* apabila terdapat riwayat alergi. Selain itu, efek lainnya adalah terciptanya media

pertumbuhan bakteri yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Jika dibiarkan, air yang tercemar logam nikel akan berubah menjadi coklat tua dan mengeluarkan bau tidak sedap yang dapat menyebabkan penyakit pernapasan (Wathoni, dkk., 2021).

II.2.2 Logam Besi (Fe)

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

Besi yang terlarut dalam air dapat berbentuk kation ferro (Fe^{2+}) atau kation ferri (Fe^{3+}), tergantung kondisi pH dan oksigen terlarut dalam air. Besi terlarut dapat berbentuk senyawa tersuspensi berupa butir koloidal seperti $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeO , Fe_2O_3 , dan lain-lain. Konsentrasi besi terlarut dalam air yang melebihi ambang batas akan menyebabkan gangguan teknis berupa endapan korosif, gangguan fisik berupa bau, warna, rasa yang tidak enak, serta gangguan lainnya berupa rasa mual dan iritasi dinding usus (Firmansyaf, dkk., 2013; Alfarisi, dkk., 2022).

II.3 Sedimentasi

Sedimen merupakan produk disintegrasi dan dekomposisi batuan yang

mencakup seluruh proses dimana batuan yang pecah dan rusak menjadi butiran-butiran kecil tanpa perubahan substansi kimiawi (Ponce, 2003). Sedangkan dekomposisi mencakup proses karbonasi, hidrasi, dan oksidasi. Karakteristik butiran mineral dapat dikatakan sedimen dengan melihat ukuran (*size*), bentuk (*shape*), berat volume (*specific weight*), berat jenis (*specific gravity*), dan kecepatan jatuh/endap (*fall velocity*) (Ponce, 2003; Hambali dan Apriyanti, 2016).

Sedimen merupakan partikel hasil uraian batuan secara fisik dan kimia yang memiliki ukuran dari yang sangat halus (koloid) hingga besar (boulder), dengan berbagai bentuk dari bulat, lonjong sampai persegi. Partikel terlarut dalam air, merupakan mineral atau material organik dari berbagai sumber yang diendapkan oleh angin, es dan air, dan jika kekuatan energi pengangkut berkurang, maka material diendapkan di dasar perairan (Iswahyudin, dkk., 2015; Hambali, 2016).

Proses sedimentasi terjadi setelah terjadi koagulasi dan flokulasi, akibat pembesaran partikel padatan sehingga menjadi lebih berat dan dapat tenggelam dalam waktu yang 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 terjadinya pengendapan dari *free settling* ke *hindered settling*, sehingga proses pengendapan efektif terjadi pada keadaan *free settling* (Roessiana, dkk., 2014).

Proses sedimentasi di perairan dapat menyebabkan pendangkalan dan penurunan (degradasi) kualitas air. Tingginya konsentrasi sedimen di badan air

akan menyebabkan kekeruhan yang akan membahayakan kehidupan biota dan menghambat proses fotosintesis pada badan air (Soeyanto dan Arifiyana, 2018).

II.4 Kualitas Umum Perairan

Suhu perairan merupakan salah satu faktor yang penting bagi kehidupan organisme di perairan. Suhu perairan berperan dalam mengendalikan ekosistem perairan, suhu yang meningkat dapat menyebabkan peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba, juga menyebabkan stratifikasi atau pelapisan air. Umumnya suhu perairan berkisar antara 28-31°C (Hamuna, dkk., 2018).

pH (derajat keasaman) merupakan logaritma negatif dari konsentrasi ion-ion hidrogen yang terlepas dalam suatu cairan dan dapat dijadikan indikator baik buruknya suatu perairan. Kestabilan suatu perairan dapat dipantau dari nilai pH. Menurut Odum (1971) bahwa nilai pH antara 6,5-8,0 sebagai batas aman pH perairan untuk kehidupan biota di dalamnya (Hamuna, dkk., 2018).

Kekeruhan merupakan salah satu indikator karakteristik fisik perairan. Kekeruhan merupakan ukuran kecerahan relatif pada suatu perairan yang menggambarkan properti optik yang menyebabkan cahaya tersebar dan diserap oleh partikel-partikel tersuspensi. Tingkat kekeruhan perairan akan mengurangi penetrasi cahaya ke dalam kolom air sehingga berpengaruh terhadap proses fotosintesis fitoplankton (Rahman, dkk., 2021).

Salinitas merupakan konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut, dimana salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air, semakin tinggi salinitas maka akan semakin besar pula tekanan osmotiknya. Perbedaan salinitas perairan terjadi karena adanya perbedaan penguapan dan

presipitasi. Nilai salinitas perairan Indonesia secara umum berada di kisaran rata-rata antara 32-34 ppm (Abimanyu, dkk., 2022).

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik dan senyawa nitrogen (Siburian, dkk., 2017). Kebutuhan oksigen biologi merupakan jumlah oksigen yang terlarut dalam air (mg/l) yang diperlukan selama stabilisasi dari bahan organik yang dapat terdekomposisi (mengurai) oleh kegiatan bakteri *aerob*. Makin tinggi nilai BOD berarti semakin banyak O₂ yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk merombak bahan organik secara biokimia (dalam suasana *aerob*), yang berarti menunjukkan banyak (tingginya konsentrasi) pencemar organik di dalam air (Sumangando, dkk., 2022).

Oksigen terlarut (DO) merupakan variabel kimia yang berperan sangat penting dalam kehidupan biota perairan serta menjadi faktor pembatas bagi kehidupan biota. Daya larut oksigen dapat berkurang disebabkan naiknya suhu air laut dan meningkatnya salinitas. Konsentrasi oksigen terlarut dipengaruhi oleh proses respirasi biota perairan dan proses penguraian bahan organik oleh mikroba. Dampak ekologis lain yang menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut adalah penambahan bahan organik (sampah organik) (Siburian, dkk., 2017).

Kualitas air laut secara ideal harus memenuhi standar, baik sifat fisik, kimia maupun mikrobiologisnya, jika kualitas air laut melampaui ambang batas maksimum yang diperbolehkan berdasarkan peraturan maupun keputusan pemerintah, maka disimpulkan bahwa air laut tersebut tercemar (Irianto, 2017).

II.5 Pencemaran

Pencemaran adalah proses masuknya bahan pencemar ke dalam suatu lingkungan yang mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan. Sedangkan yang dimaksud lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di sekitar kita, baik berupa faktor abiotik (benda mati) maupun faktor biotik (makhluk hidup). Pencemaran dapat timbul akibat hasil kegiatan manusia (antropogenik) dan secara alami misalnya: gunung meletus, longsor, dan gas beracun (Fuadi, dkk., 2021).

Pencemaran jika dilihat dari media yang dicemari, dapat digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu pencemaran udara (*air pollution*), pencemaran air (*water pollution*) dan pencemaran tanah (*soil pollution*) (Rochmad, 2016). Pencemaran air adalah perubahan status air akibat limbah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia yang melebihi jumlah dan dapat menimbulkan ancaman kesehatan manusia dan lingkungan (Hanum, dkk., 2022).

Aktivitas pertambangan dan pengecoran logam dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran udara, tanah dan perairan. Pencemaran laut, baik secara fisika, kimiawi maupun biologis, berdampak terhadap biota laut dan manusia (Marsaoli, 2004). Pada dasarnya suatu ekosistem memiliki kemampuan untuk memulihkan diri (*self purification*) terhadap bahan pencemar yang masuk ke perairan. Jika polutan logam dengan konsentrasi yang tinggi pada perairan akan menyebabkan polutan tersebut terakumulasi pada sedimen (Wali, dkk., 2020).

Pada Tabel 1, berikut ini adalah nilai ambang batas logam berat Ni (Nikel) dan Fe (Besi) di perairan.

Tabel 1. Ambang batas logam Nikel (Ni) dan Besi (Fe) pada perairan

Unsur logam	Standar baku mutu perairan
Nikel (Ni)	0,075 mg/L
Besi (Fe)	0,3 mg/L

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

Pada Tabel 2, di bawah ini adalah nilai ambang batas logam berat Nikel dan Besi pada sedimen.

Tabel 2. Ambang batas logam Nikel (Ni) dan Besi (Fe) pada sedimen

Unsur Logam	Nilai Ambang Batas ($\mu\text{g/g}$)	
	<i>Lowest Effect Level</i>	<i>Severe Effect Level</i>
Nikel (Ni)	35	300
Besi (Fe)	20.000	40.000

Sumber: IADC/CEPA,1997

II.6 Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)

Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) merupakan salah satu jenis alat instrumen yang digunakan untuk menganalisa dan mendeteksi *trace metals* dalam suatu sampel. Prinsip utamanya adalah pengoptimalan elemen sehingga memancarkan 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 ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry*) dibandingkan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah

memiliki kemampuan analisis multi elemen, mampu membaca semua unsur logam, tingkat selektivitas tinggi, akurasi tinggi, serta batas deteksi rendah (Afifah, 2019).