

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lahan yang berada di sekitar kawasan pertambangan, industri, dan pertanian berpotensi mengalami peningkatan pencemaran logam berat akibat residu kegiatan operasional yang dibuang atau ditimbun di dalam tanah. Tanah memang memiliki kemampuan alami untuk mengikat dan mengurai sebagian logam berat dalam jumlah terbatas. Namun apabila pemasukan logam berat terjadi secara terus-menerus, kapasitas penyangga tanah akan terlampaui sehingga menyebabkan akumulasi dan peningkatan konsentrasi logam berat di dalam tanah (Priyanto dan Joko, 2011). Selain melalui pembuangan langsung ke tanah, logam berat juga berpotensi masuk melalui media air, seperti limpasan permukaan dan perkolasi, serta melalui deposisi partikel hasil emisi ke udara (misalnya melalui cerobong pada smelter) yang kemudian mengendap di permukaan lahan. Logam berat yang berasal dari aktivitas industri maupun residu pertanian umumnya dijumpai dalam konsentrasi rendah, tetapi bersifat persisten dan sulit terdegradasi secara alami. Dalam jangka waktu tertentu, logam berat tersebut dapat terakumulasi dalam jaringan organisme melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi, sehingga berpotensi menimbulkan efek toksik terhadap makhluk hidup (Hatika, 2022).

Proyek pembangunan smelter nikel di Kabupaten Bantaeng, Sulawesi Selatan, menjadi sorotan karena menghadirkan dua konsekuensi yang saling bertolak belakang. Di satu sisi, smelter tersebut mendorong industrialisasi, peningkatan nilai tambah mineral, serta pertumbuhan ekonomi daerah sebagai bagian dari kebijakan hilirisasi nikel nasional. Namun di sisi lain, aktivitas pengolahan nikel berpotensi menimbulkan tekanan lingkungan yang signifikan, terutama karena lokasi fasilitas yang berdekatan dengan kawasan pemukiman dan sumber air masyarakat. Limbah padat berupa slag serta emisi gas dan partikel logam berat dari proses peleburan berpotensi mencemari udara, tanah, dan perairan di sekitarnya (Pabpu et al., 2024).

Masuknya logam berat ke lingkungan dapat terjadi melalui deposisi partikel udara, limpasan permukaan, maupun infiltrasi air hujan yang membawa kontaminan ke dalam tanah. Akumulasi logam berat dalam tanah menjadi perhatian utama karena sifatnya yang persisten dan sulit terdegradasi. Logam berat seperti Nikel (Ni) dan Kadmium (Cd) bersifat toksik bagi tanaman, hewan, dan manusia apabila konsentrasinya melebihi ambang batas kritis. Selain berasal dari aktivitas industri, logam berat juga dapat bersumber dari limbah domestik, limbah pertambangan yang tidak terkelola, residu pestisida, penggunaan pupuk kimia, serta pembakaran bahan bakar fosil yang berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi logam berat di lingkungan (Heba et al., 2025).

Keberadaan logam berat tersebut menimbulkan ancaman serius terhadap sistem pertanian di sekitar kawasan industri. Logam berat seperti Cd, Pb, As, Hg, Cr, dan Ni diketahui dapat mengganggu proses fisiologis, biokimia, dan molekuler tanaman (Heba et al., 2025). Secara spesifik, Ni dan Cd dapat menghambat

pertumbuhan akar, menurunkan efisiensi fotosintesis, serta mengganggu penyerapan dan translokasi unsur hara esensial. Kadmium (Cd), misalnya, bersaing dengan kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), dan besi (Fe^{2+}) dalam mekanisme transport membran sel, sehingga menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi dan gangguan metabolisme (Singh et al., 2023). Paparan Ni berlebih juga menghambat pembelahan sel, aktivitas enzim, serta proses perkecambahan akibat terganggunya mobilisasi cadangan makanan dari endosperma ke embrio (Rizwan et al., 2024). Sementara itu, akumulasi Cd dapat menurunkan persentase perkecambahan dan memicu gejala klorosis akibat terganggunya sintesis klorofil (Mohamed et al., 2024). Dengan mempertimbangkan potensi paparan jangka panjang serta dampaknya terhadap produktivitas pertanian dan kesehatan masyarakat, analisis kandungan logam berat di sekitar kawasan smelter menjadi sangat penting. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada evaluasi tingkat akumulasi Nikel (Ni) dan Kadmium (Cd) dalam tanah di area terdampak aktivitas emisi smelter di Kabupaten Bantaeng guna mengidentifikasi tingkat pencemaran serta menilai potensi risikonya terhadap keberlanjutan lingkungan dan sistem pertanian setempat.

Fokus penelitian ini dibatasi pada jalur emisi atmosferik karena proses peleburan dan pengolahan nikel menghasilkan partikel dan aerosol logam berat yang berpotensi terdispersi melalui udara dan mengalami deposisi pada permukaan tanah di sekitarnya. Jalur ini dinilai lebih relevan untuk dianalisis mengingat lokasi lahan pertanian dan pemukiman berada relatif dekat dengan sumber emisi, sehingga memungkinkan terjadinya deposisi langsung pada lapisan tanah atas. Selain itu, mekanisme penyebaran melalui media air sangat dipengaruhi oleh sistem drainase, pola aliran permukaan, serta kondisi hidrologi setempat yang memerlukan pendekatan dan desain penelitian tersendiri, termasuk analisis kualitas air dan sedimen. Berdasarkan observasi awal di lokasi penelitian yang merupakan lahan kering areal pertanaman jagung, ditemukan adanya partikel-partikel debu peleburan logam pada daun tanaman jagung sehingga mengalami pertumbuhan yang kurang optimal dan juga tidak ditemukan indikasi yang signifikan bahwa kerusakan lahan dan tanaman berkaitan langsung dengan aliran limbah cair dari aktivitas smelter. Oleh karena itu, penelitian ini memfokuskan analisis pada jalur deposisi atmosferik sebagai sumber paparan yang lebih relevan dengan kondisi tapak penelitian. Oleh karena itu, untuk menjaga fokus dan kedalaman analisis, penelitian ini secara spesifik menitikberatkan pada kontribusi emisi atmosferik sebagai sumber utama potensi akumulasi logam berat di tanah.

1.2. Landasan Teori

Tanah pertanian di Indonesia terkontaminasi sedikit hingga sedang oleh keracunan logam berat, seperti kadmium (Cd), tembaga (Cu), seng (Zn), nikel (Ni), kromium (Cr) dan timbal (Pb). Hal ini dapat disebabkan oleh limbah industri, penggunaan pupuk fosfat dalam jangka panjang, aplikasi lumpur limbah, peleburan debu, dan praktik penyiraman yang buruk di lahan pertanian. Respon utama tanaman adalah pembentukan spesies oksigen reaktif setelah terpapar logam berat dalam kadar tinggi. Unsur-unsur beracun tersebut dianggap sebagai polutan tanah karena

kemunculannya yang luas, dan efek toksik akut dan kronisnya pada tanaman yang tumbuh (Aledesanmi et al., 2019). Tanah yang terkontaminasi logam berat dapat menghambat proses pertumbuhan tanaman, menurunkan hasil produksinya, bahkan berpotensi menyebabkan kematian pada tumbuhan (Hamzah dan Priyadarshini, 2019).

Logam berat merupakan residu kimia yang keberadaannya harus diantisipasi karena berpotensi menimbulkan dampak negatif (Hamzah dan Priyadarshini, 2019). Logam berat pada dasarnya adalah unsur yang juga dibutuhkan oleh makhluk hidup. Dalam jumlah kecil (sebagai *trace elements*), beberapa logam berat esensial seperti tembaga (Cu), selenium (Se), besi (Fe), dan seng (Zn) berperan penting dalam menjaga proses metabolisme tubuh manusia. Namun, logam berat nonesensial yang tidak memiliki fungsi biologis dalam tubuh justru dapat menimbulkan efek berbahaya dan bersifat toksik, seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As), dan kadmium (Cd) (Pinontoan et al., 2025). Selain berasal dari proses alami, keberadaan logam berat dalam tanah juga dapat disebabkan oleh penggunaan bahan agrokimia seperti pupuk dan pestisida, paparan emisi kendaraan bermotor, bahan bakar minyak, limbah rumah tangga, limbah industri, serta aktivitas pertambangan. Konsentrasi logam berat di dalam tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, di antaranya tingkat keasaman tanah, kandungan bahan organik, suhu, tekstur tanah, jenis mineral liat, serta keberadaan unsur-unsur lain (Rusman dan Efrizal, 2020).

Aisyah et al. (2018) menyebutkan bahwa pencemaran tanah bisa diakibatkan penumpukan unsur tertentu dengan jumlah yang melebihi batas seharusnya. Akumulasi logam berat dalam tubuh organisme dapat menyebabkan berbagai efek negatif bagi kesehatan, baik pada manusia maupun pada hewan (Putra et al., 2023). Logam berat dilepaskan ke udara terutama sebagai hasil dari proses pembakaran suhu tinggi dan industri. Partikelnya yang sangat halus akan sangat berbahaya karena dapat menembus jauh ke dalam paru-paru dan langsung masuk ke aliran darah (Pinontoan et al., 2025).

Nikel merupakan unsur paling melimpah ke-22 di kerak bumi dan logam transisi paling melimpah ketujuh (Kumar et al., 2021). Tanah dan air yang terkontaminasi Ni menimbulkan resiko signifikan masuknya Ni ke ekosistem darat melalui produksi pangan. Ni pada tanaman menghambat pertumbuhan vegetatif, mengubah metabolisme nitrogen (N), dan menurunkan penyerapan zat besi (Fe) (Rizwan et al., 2024). Lebih lanjut Begum et al. (2022), menjelaskan bahwa ketika Ni masuk ke dalam tubuh manusia, ia menyebabkan alergi, kanker paru, penyakit ginjal dll. Selain itu, ia dapat menyebabkan gangguan hematologi baik pada hewan maupun manusia. Berdasarkan laporan dan bukti ini International Agency for Research on Cancer (IARC) telah mengklasifikasikan semua senyawa Ni, kecuali Ni logam, sebagai karsinogenik bagi manusia sejak tahun 1990.

Kadmium memiliki nomor atom 48 dengan massa atom relatif 112,41 g. Logam ini memiliki densitas 8,642 g/cm³ pada suhu 20 °C, titik leleh 320,9 °C, titik didih 767 °C, serta tekanan uap sebesar 0,013 Pa pada suhu 180 °C. Kadmium merupakan unsur logam yang secara alami terdapat dalam kerak bumi. Dalam bentuk murni, kadmium adalah logam yang lunak dan berwarna putih keperakan. Di alam, kadmium

umumnya ditemukan dalam bentuk mineral yang berikatan dengan unsur lain seperti oksigen, klorin, atau sulfur. Berdasarkan daftar prioritas bahaya dari *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR), kadmium menempati urutan 7 sebagai salah satu logam berat paling toksik (Irianti et al., 2017).

Kadmium termasuk hara mikro nonesensial bagi tanaman dan dapat bersifat toksik yang ditunjukkan dengan gejala khlorosis dan pertumbuhan terhambat pada tanaman (Purbalisa et al., 2017). Menurut Irianti et al (2017), Proses pengambilan kadmium tanah oleh tanaman akan meningkat pada pH rendah. Kadmium dapat menyebabkan mineralisasi tulang baik melalui kerusakan tulang atau gangguan fungsi ginjal. Studi pada manusia dan hewan telah menunjukkan bahwa osteoporosis (kerusakan tulang) adalah efek penting dari paparan kadmium bersama dengan gangguan dalam metabolisme kalsium, pembentukan batu ginjal dan hiperkalsiuria. Terasupnya kadmium kedalam tubuh manusia melalui rantai makanan. (Rusman dan Efrizal, 2020).

Sulawesi Selatan tepatnya Kabupaten Bantaeng terdapat pabrik smelter nikel yang berdiri di Kawasan Industri Bantaeng (KIBA), enam pabrik pengolahan nikel milik Huadi Group, perusahaan pengolahan nikel asal Shanghai, Tiongkok. Masing-masing; PT Huadi Nickel Alloy Indonesia, PT Unity Nickel-Alloy, PT Downstone Energy Material, PT Huadi Wuzhou Nickel Industry, PT Yatai Huadi Alloy Indonesia dan PT Hengsong New Energy Material Indonesia. Kerusakan yang ditimbulkan aktivitas smelter tidak hanya berdampak pada kualitas udara, tetapi juga mengakibatkan degradasi lahan pertanian yang menjadi penopang kehidupan masyarakat sekitar. Lahan yang sebelumnya produktif kini mengalami penurunan hasil hingga gagal panen, vegetasi mengalami kematian, dan tanah kehilangan kesuburannya akibat paparan limbah industri yang mencemari lingkungan. Kondisi ini menyebabkan kerugian signifikan bagi para petani, termasuk hilangnya mata pencaharian utama serta berkurangnya ketersediaan pangan lokal yang layak (Pabpu et al., 2024).b

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran dan tingkat pencemaran logam berat Nikel (Ni) dan Kadmium (Cd) pada tanah di kawasan Smelter Nikel Kabupaten Bantaeng. Serta penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan menjadi bahan pertimbangan sebagai acuan untuk pemantauan berkala dan kebijakan pengelolaan lingkungan di masa mendatang.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Pengamatan dan pengambilan sampel tanah dilakukan di Kecamatan Pajukukang, Kabupaten Bantaeng. Analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Pakan, Departemen Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Tamalanrea, Makassar. Pelaksanaan penelitian ini mulai dari bulan Juni hingga Desember 2025.

2.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel tanah di lapangan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Pengambilan Sampel Tanah

Alat dan Bahan	Kegunaan
GPS (<i>Global Position System</i>)	Menentukan koordinat titik pengambilan sampel tanah.
Meteran Bar	Mengukur kedalaman dan ketebalan lapisan tanah.
Sekop	Mengambil sampel tanah terganggu.
Plastik Cetik	Menyimpan sampel tanah untuk dianalisis.
Alat Tulis	Mencatat hasil pengamatan dan di lapangan.
Peta Kerja	Untuk mengetahui titik pengambilan sampel.

Alat dan bahan yang digunakan dalam analisis tanah di laboratorium dapat dilihat pada tabel 2

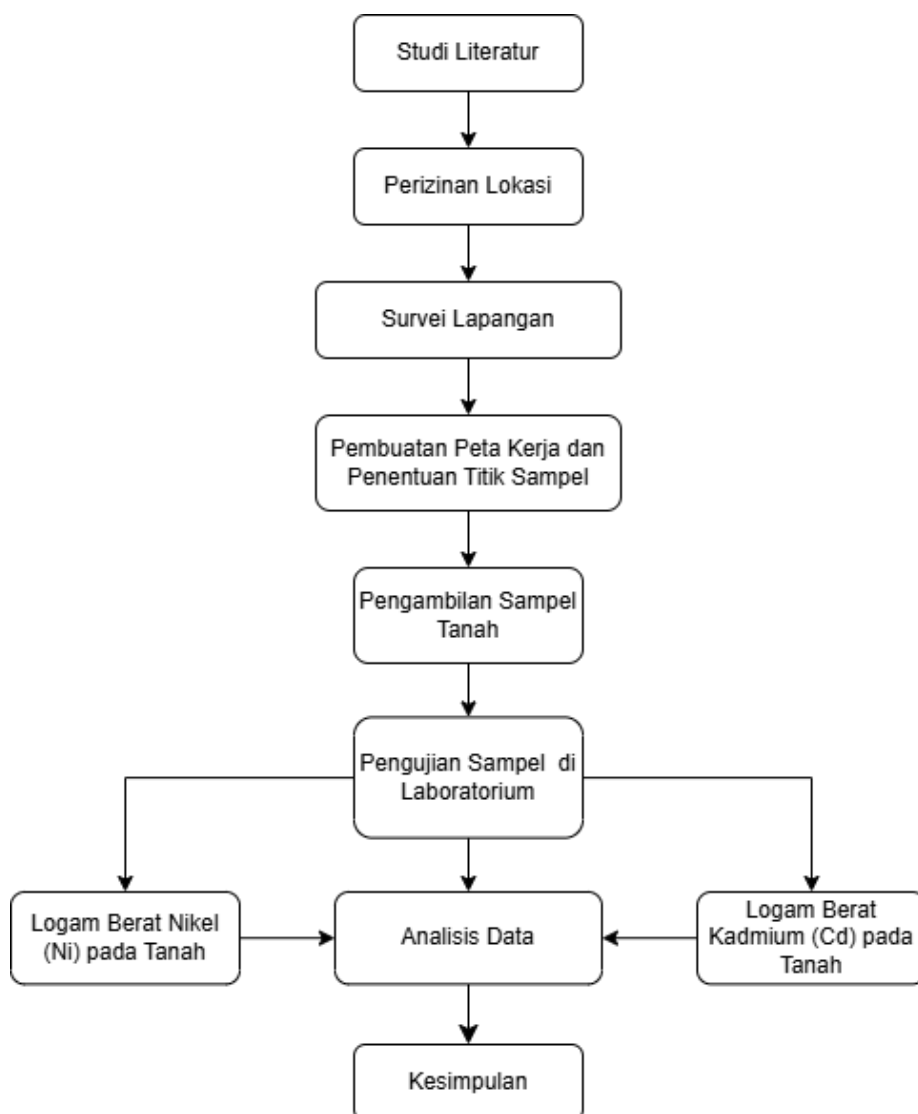
Tabel 2. Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Analisis di Laboratorium

Alat	Kegunaan
AAS (<i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i>).	Menganalisis kandungan logam berat.
Vacum Pump	Menyaring sampel.
Erlenmeyer	Wadah untuk proses destruksi sampel.
Hotplate	Memanaskan sampel.
Kertas saring	Menyaring hasil destruksi sampel.
Gelas beker	Tempat sampel.
Labu ukur 50ml dan 100ml	Mengencerkan sampel dan membuat larutan standar.
Oven	Mengeringkan sampel tanah pada suhu konstan sebelum analisis.
Pipet volume	Mengukur volume larutan serara presisi.
Bahan	
Sampel tanah	Sampel analisis kandungan logam berat Ni dan Cd.
Asam nitrat (HNO_3)	Pengawet dan pendestruksi.
Aquades	Kalibrasi alat.
Aqua demin	Pengencer sampel.
Asam klorida (HCl)	Destruksi sampel tanah.
Larutan standar Nikel (Ni) dan Kadmium (Cd)	Standar kalibrasi untuk menentukan konsentrasi Ni dan Cd dalam sampel .

2.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, yang bertujuan untuk menggambarkan sebaran spasial dan tingkat pencemaran logam berat Nikel (Ni) dan Kadmium (Cd) pada tanah di kawasan smelter Nikel Kabupaten Bantaeng serta membandingkannya dengan ambang batas yang berlaku. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan survei lapangan, analisis laboratorium dengan metode AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometry*), serta analisis spasial dengan ArcGIS.

2.4. Bagan Alur Penelitian



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

2.5. Pelaksanaan Penelitian

2.5.1 Tahap Persiapan

Melakukan studi pustaka atau literatur sebagai langkah awal sebelum memulai penelitian. Tahap ini mencakup pengumpulan data dari berbagai jurnal, buku, dan lembaga-lembaga terkait penelitian, serta interpretasi data sekunder.

2.5.2 Perizinan Lokasi

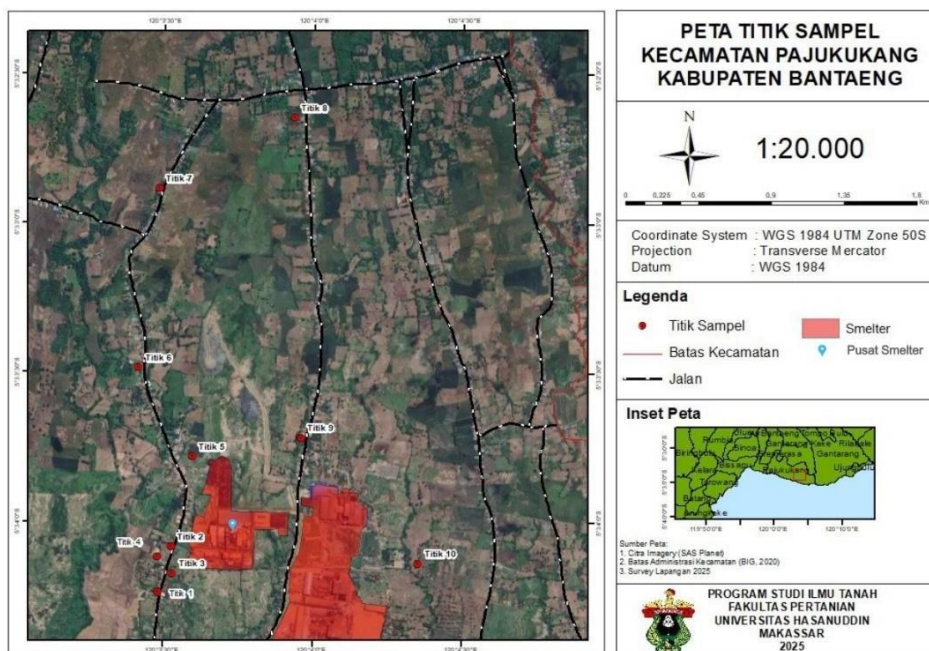
Perizinan lokasi dilakukan untuk mendapatkan izin resmi dari pemerintah desa, pemilik lahan, dan pihak terkait sebelum melakukan pengambilan sampel di Kecamatan Pajukukang, Kabupaten Bantaeng. Kegiatan ini penting agar penelitian dapat dilaksanakan secara legal, tertib, dan tidak menimbulkan gangguan pada aktivitas masyarakat setempat. Selain itu, perizinan juga berfungsi memberikan informasi kepada pihak berwenang mengenai tujuan serta manfaat penelitian.

2.5.3 Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan untuk mengamati kondisi lokasi penelitian secara langsung, meliputi karakteristik lahan, penggunaan lahan, kondisi tanaman jagung, serta potensi sumber pencemaran dari aktivitas smelter nikel. Survei ini bertujuan untuk mengidentifikasi lokasi yang representatif sebagai titik pengambilan sampel. Pada tahap ini juga dilakukan pencatatan kondisi umum lingkungan serta penentuan koordinat awal lokasi sebagai bahan pendukung dalam pemetaan.

2.5.3 Pembuatan Peta Kerja

Pembuatan peta kerja dilakukan sebagai acuan dalam pelaksanaan pengambilan sampel tanah di lapangan. Peta kerja digunakan untuk menentukan lokasi dan sebaran titik sampling agar mewakili area penelitian secara spasial



Gambar 2. Peta Pengambilan Titik Sampel

2.5.4 Penentuan Titik Sampel

Pada penelitian ini, penentuan titik sampel tanah dilakukan dengan menggunakan metode *simple random sampling* yang disesuaikan dengan kondisi wilayah di sekitar aktivitas smelter nikel. Metode ini dipilih untuk memastikan bahwa seluruh zona dengan potensi paparan berbeda mendapatkan peluang untuk mewakili dalam pengambilan sampel. Sampel tanah diambil pada 10 titik di sekitar smelter nikel bantaeng, pada kedalaman 0-20 cm dengan menggunakan bor tanah. koordinat pengambilan sampel di setiap stasiun dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Titik Koordinat Pengambilan Sampel

Titik	Lintang Selatan	Bujur Timur
1	5°34'14.00"S	120°3'29.00"T
2	5°34'4.89"S	120°3'31.62"T
3	5°34'10.39"S	120°3'32.86"T
4	5°34'7.00"S	120°3'29.00"T
5	5°33'46.68"S	120°3'35.83"T
6	5°33'29.00"S	120°3'25.00"T
7	5°32'53.00"S	120°3'29.00"T
8	5°32'38.76"S	120°3'56.06"T
9	5°33'42.99"S	120°3'57.59"T
10	5°34'8.18"S	120°4'21.22"T

2.5.5 Analisis Tanah di Laboratorium

Pengujian kandungan logam berat Nikel (Ni) dan Kadmium (Cd) dilakukan di laboratorium Kimia Pakan, Departemen Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

Perhitungan kandungan logam berat Ni dan Cd pada sampel sedimen menggunakan rumus berdasarkan SNI 8910:2021 Cara uji kadar logam dalam contoh uji limbah padat, sedimen, dan tanah dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

$$Ni/Cd \text{ (mg//kg)} = \frac{C \times V}{W \times P} \times Fp \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

Ni/Pb : Kadar logam berat nikel/timbal

P : Fraksi padat

C : Kadar logam berat yang diperoleh dari kurva kalibrasi (mg/L)

V : Volume akhir (ml)

Fp : Faktor pengencer (bila tidak dilakukan pengenceran fp = 1)

W : Berat uji sampel (g)

2.6 Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan analisis data berdasarkan hasil analisis tanah di laboratorium. Kemudian dilanjutkan dengan penentuan sebaran dan tingkat kontaminasi logam berat nikel (Ni) dan Kadmium (Cd) dengan membandingkannya dengan baku mutu tanah menurut Permentan (Peraturan Menteri Pertanian No 261 Tahun 2019).

2.6.1 Analisis Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi umum data kandungan logam berat yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan atau laboratorium. Parameter yang digunakan dalam statistik deskriptif meliputi: rata-rata (*mean*), standar deviasi (*standard deviation*), nilai maksimum dan minimum.

- Rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- $\bar{x}$: Rata-rata
- $\sum x$: Jumlah seluruh data
- n : Jumlah data

- Standar Deviasi (*Standard Deviation*)

$$SD = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{n-1} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- x_i : Nilai individual
- $\bar{x}$: Rata-rata
- n : Jumlah data

- Nilai maksimum dan minimum
Nilai maksimum dan minimum merupakan nilai terkecil dan terbesar dalam kumpulan data, dihitung dengan formula sebagai berikut.

$$Min = \min (X_1, X_2, \dots, X_n) \dots\dots\dots(4)$$

$$Max = \max (X_1, X_2, \dots, X_n) \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

Min = nilai minimum

Max = nilai maksimum

$X_1, X_2, \dots, X_n$ = seluruh nilai data

2.6.2 Indeks Geoakumulasi (I_{geo})

Indeks Geoakumulasi (I_{geo}) digunakan untuk menilai intensitas pencemaran logam berat pada tanah atau sedimen dengan cara membandingkan konsentrasi logam hasil analisis dengan baku mutu. (Halawani et al., 2022; Adhidarma et al., 2023).

I_{geo} dihitung menggunakan persamaan (6).

$$I_{geo} = \log_2 \left[\frac{C_i}{1,5C_{ri}} \right] \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

I_{geo} : Indeks Geoakumulasi

C_i : konsentrasi logam berat dalam sedimen (mg/kg)

C_{ri} : konsentrasi baku mutu logam berat yang menjadi acuan.

Klasifikasi tanah/sedimen berdasarkan nilai indeks geoakumulasi adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Klasifikasi Tanah/Sedimen Berdasarkan Nilai *Indeks Geoakumulasi*

Nilai I_{geo}	Kategori Pencemaran
0-1	Tidak Tercemar
1-2	Tercemar Sedang
2-3	Tercemara Sedang Hinga Berat
3-4	Tercemar Berat
4-5	Tercemar Berat Hingga Ekstrim
>5	Tercemar Ekstrim

Sumber: Muller, 1969.

2.6.3 Faktor Kontaminasi/*Contamination Factor* (Cf)

Faktor kontaminasi (CF) digunakan untuk menilai tingkat pencemaran logam berat pada tanah atau sedimen (Kabir et all 2021). Cf dihitung dengan membagi konsentrasi logam dalam tanah dengan nilai acuan (Esshami et all 2012). dengan menggunakan persamaan (7).

$$CF = \frac{C_x}{C_b} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan:

CF : faktor kontaminasi

C_x : konsentrasi logam berat dalam sedimen

C_b : nilai acuan logam berat atau dapat diambil pada nilai baku mutu.

Nilai *Contamination Factor* dibagi dalam empat kelas sebagai berikut:

Tabel 5. Nilai *Contamination Factor*

Nilai Cf	Kategori Pencemaran
<1	Rendah
1<Cf<3	Sedang
3<Cf<6	Cukup
Cf>6	Sangat Tinggi

Sumber: Esshami et al., 2012.

2.6.4 Standar Baku Mutu Logam Berat Ni dan Cd pada Tanah

Nilai kandungan logam berat pada tanah dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261 Tahun 2019 Tentang persyaratan teknis minimal pupuk organik, pupuk hayati, dan pembenah tanah, yang dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Standar Baku Mutu Kandungan Logam Berat pada Tanah

Logam Berat	Baku Mutu	Dasar Acuan
Nikel (Ni)	50 (mg/kg)	Permentan 2019
Kadmium (Cd)	2 (mg/kg)	Permentan 2019

Sumber: Permentan, 2019.