YAYASAN PENDIDIKAN DAYANG SUMBI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
Jl. PHH Mustapa 23, Bandung 40124 Indonesia, Telepon: +62-22-7272215 ext 157, Fax.022-7202892
Web site: http://www.itenas.ac.id , e-mail: lpp@itenas.ac.id

SURAT KETERANGAN

MELAKUKAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

573/A.01/TL-FTSP/Itenas/XII/2024

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	:	Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.
Jabatan	:	Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Itenas
NPP	:	40909

Menerangkan bahwa,

Nama	:	Aljabar Azis Siswoyo
NRP	:	252019093
Email	:	Aljabarazis14@gmail.com

Telah melakukan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat sebagai berikut:

Nama Kegiatan	:	Analisis kadar logam berat di anak sungai citarum dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophtomery* (AAS)
Tempat	:	Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Waktu	:	1 Agustus 2023 sampai dengan 15 September 2023
Sumber Dana	:	Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 16 Desember 2024

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan
Itenas,

(Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.)
NPP. 40909

ANALISIS KADAR LOGAM BERAT DI ANAK SUNGAI CITARUM DENGAN MENGGUNAKAN METODE AAS

LAPORAN PRAKTIK KERJA

Oleh:

ALJABAR AZIS SISWOYO

252019093

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

BANDUNG

2024

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PRAKTIK KERJA

ANALISIS KADAR LOGAM BERAT DI SUNGAI CITARUM DENGAN MENGGUNAKAN METODE *ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY* (AAS)

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan
Mata Kuliah Praktik Kerja (TLA-490) pada
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Bandung

Disusun oleh :
Aljabar Azis Siswoyo
25-2019-093
Bandung, 11 Desember 2024
Semester Ganjil 2023/2024
Mengetahui/Menyetujui,

Dosen Pembimbing,	Koordinator Praktik Kerja,
	16/12/24
Dr. Eka Wardhani, S.T., MT.	**Siti Ainun, S.T., S.Psi., M.Sc.**
NIDN/NIDK: 0403097502	NIDN/NIDK: 0416087701

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan,

Dr. M Rangga Sururi, S.T., M.T.
NIDN/NIDK: 0403047803

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas Anugrah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Praktik Kerja yang berjudul "Analisis Kadar Logam Berat di Anak Sungai Citarum Menggunakan Metode (AAS)". Dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Keluarga tercinta, Ibu, Ayah,. Kakak dan Adik Terima kasih untuk doa dan dukungannya selama ini.
2. Ibu Dr. Eka Wardhani, S.T, M.T., selaku dosen pembimbing Praktik Kerja yang telah memberi segala saran masukan, bimbingan ilmu, diskusi, dan dukungannya sehingga laporan ini dapat terselesaikan.
3. Ibu Ratih, Ibu Venny, Kang Lutfi, Kang Arkan, Glenn, Fitriana, dan Gena yang telah memberi dukungan, bantuan informasi, arahan, serta ilmu yang banyak membukakan mata saya.
4. Fauzan, Naufal Ariq, Edo, dan Firman rekan seperjuangan saya yang telah memberikan tenaga, waktu, dan pikirannya selama kerja praktik dan teman-teman Jurusan Teknik Lingkungan 2019 yang telah memberi semangat serta motivasi untuk menyelesaikan laporan ini.
5. Ghafa, Akmal, Guido, Irdianto, Tepe, Farhan, Ula, Dinda dan teman-teman Program Studi Teknik Lingkungan angkatan 2019 atas kerja sama dan memberikan motivasi dalam penyusunan laporan kerja praktik.

Akhir kata penulis, semoga Allah SWT melimpahkan rahmat-Nya kepada laporan praktik kerja ini dapat bermanfaat bagi segala pihak khususnya penulis.

ABSTRAK

Sungai Citarum merupakan salah satu sungai terpanjang di Jawa Barat yang memiliki peran penting dalam kehidupan masyarakat. Namun, pencemaran logam berat akibat aktivitas antropogenik seperti industri, pertanian, dan limbah domestik telah menjadi permasalahan lingkungan yang serius. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi logam berat pada air Sungai Citarum di Kecamatan Kertasari dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Pengambilan sampel dilakukan di empat titik lokasi yang telah ditentukan. Parameter yang diuji meliputi Tembaga (Cu), Kadmium (Cd), Mangan (Mn), Kromium (Cr), Timbal (Pb), dan Besi (Fe). Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Cd melebihi standar baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, sementara parameter lainnya masih dalam batas baku mutu. Pencemaran ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk limbah domestik dari permukiman sekitar serta limpasan pupuk dan pestisida dari aktivitas pertanian dan perkebunan. Parameter kualitas air lainnya seperti pH, suhu, dan *Dissolved Oxygen* (DO) masih memenuhi standar baku mutu.

Kata Kunci: Sungai Citarum, Logam Berat, AAS, Pencemaran Air, Kualitas Air.

ABSTRACT

The Citarum River is one of the longest rivers in West Java and plays a crucial role in the lives of surrounding communities. However, heavy metal pollution due to anthropogenic activities such as industry, agriculture, and domestic waste has become a serious environmental issue. This study aims to analyze the concentration of heavy metals in the Citarum River at Kertasari District using the Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) method. Water samples were collected from four designated locations. The tested parameters included Copper (Cu), Cadmium (Cd), Manganese (Mn), Chromium (Cr), Lead (Pb), and Iron (Fe). The analysis results indicate that Cd concentrations exceeded the quality standards set by Government Regulation No. 22 of 2021, while other parameters remained within acceptable limits. This pollution is attributed to various factors, including domestic waste from nearby settlements and runoff from agricultural and plantation activities involving fertilizers and pesticides. Other water quality parameters such as pH, temperature, and Dissolved Oxygen (DO) still comply with regulatory standards.

Keywords*: Citarum River, Heavy Metals, AAS, Water Pollution, Water Quality*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **ii**

ABSTRAK ..... **iii**

ABSTRACT ..... **iv**

DAFTAR ISI ..... **v**

DAFTAR TABEL ..... **vii**

DAFTAR GAMBAR ..... **viii**

BAB I **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Maksud dan Tujuan 2

1.2.1 Maksud 2

1.2.2 Tujuan 2

1.3 Ruang Lingkup 2

1.4 Metodologi Praktik Kerja 3

1.5 Sistematika Penulisan 5

BAB II **7**

2.1 Latar Belakang Instansi 7

2.1.1 Rencana Kerja 8

2.2 Visi dan Misi Badan Riset dan Inovasi Nasional 9

2.3 Struktur Organisasi 10

2.4.1 Tujuan 10

2.4.2 Sasaran 11

2.4 Profil Instansi 11

2.5 Lokasi Instansi 14

BAB III 16

3.1 Pengertian Air 16

3.2 Sumber Air 16

3.3 Sungai 17

3.4 Sungai Citarum 18

3.5 Pencemaran Air Sungai 20

3.2.1 Sumber Tertentu (*Point Sources*) 20

3.2.2. Sumber Tak Tentu (*Area/Diffuse Source*) 21

3.6 Kualitas Air Sungai 22

3.3.1 Temperatur 22

3.3.2 pH 23

3.3.3 DO 23

3.3.4 Logam Berat 23

3.7 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Peningkatan Logam Berat 26

3.9 Baku Mutu Air Sungai 27

3.10 *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS) 28

3.10.1 Instrumentasi Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) 28

3.10.2 Prinsip Kerja AAS 30

3.10.3 Gangguan-gangguan pada AAS 30

BAB V 32

5.1 Kesimpulan 32

5.2 Saran 32

DAFTAR PUSTAKA 33

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Klasifikasi Sumber Pencemaran Air 21
Tabel 3. 2 Logam Berat 25
Tabel 3. 3 Standar Baku Mutu Logam Berat 27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Metodologi Pelaksanaan Praktik Kerja 3
Gambar 2. 1 Struktur Organisasi Badan Riset dan Inovasi Nasional 10
Gambar 2. 2 Logo Instansi BRIN 14
Gambar 2. 3 Peta Lokasi BRIN 15
Gambar 3. 1 Peta Batas Administrasi DAS Citarum 19
Gambar 3. 2 Skema Umum Komponen AAS 28

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Citarum merupakan sungai terpanjang di Jawa Barat dengan panjang ±300 km. Hulu sungai ini berada di daerah Kabupaten Bandung dan berakhir di daerah Kabupaten Karawang. Sungai Citarum merupakan sungai yang banyak dimanfaatkan untuk kehidupan masyarakat di sepanjang daerah aliran sungainya. Pemanfaatan Sungai Citarum ini di antaranya yaitu dalam bidang pertanian, peternakan, PLTA, industri, maupun kebutuhan rumah tangga (Kirana, 2019).

Sungai Citarum mengalir dari hulu di Gunung Wayang selatan Kota Bandung mengalir ke utara dan bermuara di Laut Jawa. Sungai Citarum mengaliri 12 wilayah administrasi kabupaten/kota.. Sungai Citarum memiliki panjang sekitar 269 km mengaliri areal irigasi untuk pertanian seluas 420.000 hektar. Citarum merupakan sumber dari denyut nadi perekonomian Indonesia sebesar 20% GDP (*Gross Domestic Product*) dengan hamparan industri yang berada di sepanjang sungai Citarum (Ratih Pratiwi dan Linda Noviana, 2016).

Keberadaan logam berat sebagai polutan di lingkungan perairan sudah menjadi permasalahan global. Ditambah lagi dengan fakta bahwa logam berat merupakan polutan yang keberadaannya tidak dapat terdegradasi, beracun dan terus-menerus disertai konsekuensi ekologis yang serius terhadap lingkungan perairan (Kirana dkk., 2019)

Penelitian pada Sungai Citarum bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam berat serta mengidentifikasi berdasarkan kualitas air melalui parameter hidrologi dan kandungan logam berat pada sampel air Sungai Citarum yang melewati Jl. Cibereum Kecamatan Kertasari, Kabupaten Bandung. Kondisi lingkungan Sungai Citarum sudah mengalami pencemaran dan teridentifikasi banyak mengandung logam berat yang sangat membahayakan (Kirana dkk., 2019)

Anak Sungai Citarum yaitu berada di Sungai Cidaung dikelilingi oleh pertanian atau perkebunan yang intensif di Jawa Barat, Bahan pencemar air di sungai Cidaung

seperti bahan kimia limpasan pupuk dan pestisida yang berasal dari wilayah pertanian atau perkebunan, serta hasil buangan limbah ke permukaan air sungai. Ketika pestisida memasuki ke dalam ekosistem sungai, zat tersebut memasuki jaring makanan pada makhluk hidup di sungai. Dalam jaring makanan, pestisida dapat menyebabkan mutasi penyakit yang dapat membahayakan hewan di sungai seperti ikan, tumbuhan di sepanjang bantaran sungai karena menyerap air rembesan sungai. Hal tersebut dapat merugikan kehidupan manusia karena beberapa jenis ikan dan tumbuhan merupakan bahan makanan yang dapat terkontaminasi dari zat-zat beracun di dalamnya sehingga menimbulkan penyakit pada manusia.

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Maksud dari laporan Praktik Kerja ini adalah untuk menganalisis kandungan logam berat pada air di Sungai Citarum yang melewati Kecamatan Kertasari.

1.2.2 Tujuan

Adapun tujuan dari pembuatan laporan Praktik Kerja ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi konsentrasi logam berat pada air di Sungai Citarum.
2. Mengidentifikasi sumber pencemar logam berat di Sungai Citarum.
3. Mengidentifikasi kualitas air di Sungai Citarum meliputi parameter pH, suhu, dan DO.

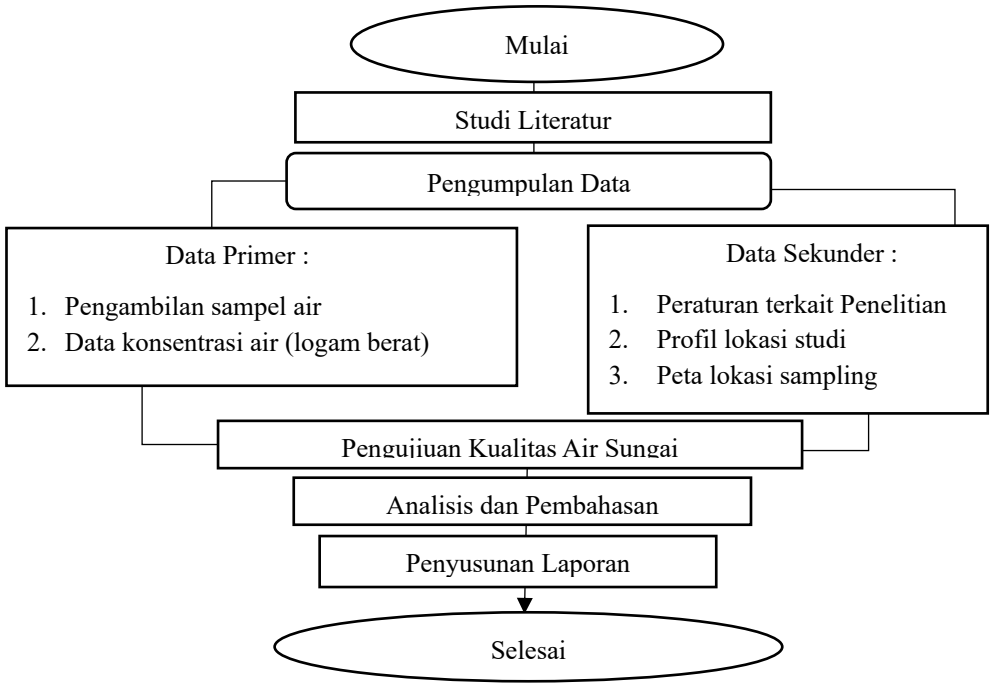
1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada pembahasan laporan kerja praktik ini adalah sebagai berikut :

1. Kerja praktik dilakukan di BRIN pada bagian Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih dimulai tanggal 4 Agustus 2023 sampai dengan 7 September 2023.
2. Penelitian difokuskan pada wilayah Sungai Citarum Kecamatan Kertasari Kabupaten Bandung dengan Jumlah titik sampling yang di gunakan ada 4 titik.

3. Sampling kualitas air Sungai Citarum dilakukan dengan lokasi 1 dan 2 berada di Jalan Cibeureum, Kertasari. Lokasi ke 3 dan 4 berada di Jalan Raya Pacet, Sukapura.
4. Pengamatan paramater logam berat pada Sungai Citarum pada kecamatan Kertasari yang sangat mempengaruhi pencemaran sungai yaitu limbah kimia beracun dan berbahaya dari industri dan penggunaan pupuk pada perkebunan.
5. Parameter logam berat yang diuji meliputi parameter Tembaga (Cu), Kadmium (Cd*)*, Mangan (Mn), Kromium (Cr), Timbal (Pb), dan Besi (Fe).
6. Membandingkan parameter logam berat pada air Sungai Citarum dengan baku mutu Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

1.4 Metodologi Praktik Kerja



Gambar 1. 1 Metodologi Pelaksanaan Praktik Kerja

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Tahapan dalam pelaksanaan praktik kerja di BRIN dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.

Penjelasan mengenai tahapan-tahapan pada alur pelaksanaan praktik kerja sebagai berikut:

1. Studi Literatur.

   Studi literatur adalah pendekatan penelitian yang dilakukan dengan cara mencari referensi atas landasan teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Studi literatur dapat ditelusuri melalui literatur berupa buku panduan, jurnal, hasil penelitian orang lain berupa tesis dan skripsi, serta pencarian informasi melalui internet terkait logam berat pada air Sungai.

   Studi literatur dilaksanakan dengan mencari dan mengumpulkan informasi yang dibutuhkan. Adapun studi literatur yang dilakukan berkaitan dengan Sungai Cipanawuan, tempat pemrosesan akhir, sumber pencemaran, parameter kualitas air sungai, karakteristik parameter logam berat, metode pengukuran *Atomic Adsorpstion Spectrofotometry (AAS)*. Studi literatur dapat menggunakan jurnal-jurnal penelitian, buku, peraturan maupun laporan penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

2. Pengumpulan Data

   Pengumpulan data diperlukan untuk memperoleh segala informasi yang dapat menunjang proses analisa. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi lapangan, sampling, dan lain-lain. Cara-cara pengumpulan yang dipilih disesuaikan berdasarkan jenis data yang akan diambil dan terbagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Apabila data yang dikumpulkan belum terpenuhi, maka perlu dilakukan pengambilan data kembali baik data primer maupun data sekunder.

   a. Data Primer

      Data primer dalam penelitian ini didapatkan dari observasi lapangan dan juga pengambilan sampel air pada Sungai Citarum serta pengujian karakteristik parameter air di Laboratorium Badan Riset dan Inovasi Nasional.

      Pengamatan kondisi lapangan pengambilan contoh air Sungai dilakukan secara *grab sample* (pengambilan sesaat) yang mengacu pada SNI 03-

7016-2004 tentang Tata Cara Pengambilan Contoh dalam Rangka Pemantaun Kualitas Air pada suatu Daerah Pengaliran Sungai.

b. Data Sekunder

Data sekunder dapat diperoleh dengan meminta informasi berupa literatur, laporan, peta, peraturan, dokumen lingkungan dan lain-lain dari studi pustaka, media internet maupun dari instansi terkait. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya :

- Peta *Catchment* area Sungai.
- Profil umum lokasi studi.
- Data dan peta tata guna lahan.

3. Pengujian kualitas air Sungai

Pengujian akan dilakukan dengan membahas kualitas logam berat pada air Sungai Citarum. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan data-data mengenai kualitas air yang dilakukan di Laboratorium Badan Riset dan Inovasi Nasional.

4. Analisis dan Pembahasan

Menghitung hasil pengujian laboratorium terkait analisis logam berat pada air, kemudian membandingkan data kualitas air yang telah terkumpul dengan baku mutu yang terkait. Selain itu, dilakukan analisis faktor pencemar di Sungai Citarum berdasarkan peta tata guna lahan.

5. Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan merupakan merupakan tahap akhir dari pelaksanaan praktik kerja yang nantinya berupa laporan hasil praktik kerja.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam laporan praktik kerja disusun sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Pendahuluan berisikan latar belakang, maksud dan tujuan, ruang lingkup, metodologi, dan sistematika penulisan

BAB II Gambaran Umum Instansi

Bagian ini berisi tentang gambaran umum lokasi praktik kerja.

BAB III Tinjauan Pustaka

Bagian ini berisi teori-teori pendukung yang membantu dalam menganalisis turunan pestisida pada Sungai Citarum.

BAB IV Analisis Dan Pembahasan

Bagian ini berisi analisis hasil data yang di peroleh dari hasil pengumpulan data dan pengolahan data. Analisis yang dimaksud adalah dari segi kualitas air pada Sungai Citarum yang dibandingkan dengan baku mutu terkait serta menentukan faktor pencemar logam berat pada air di Sungai Citarum.

BAB V Kesimpulan.

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari uraian yang telah di bahas untuk dapat diidentifikasi masalah pencemaran dan dapat diambil langkah-langkah yang tepat untuk menjaga dan memulihkan kesehatan ekosistem sungai tersebut.

BAB II
GAMBARAN UMUM

2.1 Latar Belakang Instansi

Lembaga ini didirikan oleh Presiden Joko Widodo melalui Peraturan Presiden Nomor 74 Tahun 2019 tentang Badan Riset dan Inovasi Nasional. Berdasarkan Perpres Nomor 74 Tahun 2019, tugas BRIN adalah menjalankan penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan, serta invensi dan inovasi yang terintegrasi. BRIN awalnya menjadi satu kesatuan dengan Kementerian Riset dan Teknologi (Kemenristek), Namun dalam perjalanannya, Pada 5 Mei 2021, Joko Widodo menandatangani Peraturan Presiden Nomor 33 Tahun 2021, yang secara efektif menetapkan BRIN sebagai satu-satunya badan penelitian nasional. Peraturan tersebut memutuskan bahwa semua badan penelitian nasional Indonesia seperti Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), dan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) bergabung menjadi BRIN. Posisi BRIN bukan lagi sebagai regulator, karena fungsi regulasi tetap berada di kementerian, BRIN menjadi satu badan tersendiri dengan ada peleburan BATAN, BPPT, LAPAN dan LIPI serta lembaga riset di kementerian dan lembaga. Kini BRIN dipimpin oleh Laksana Tri Handoko yang sebelumnya memimpin LIPI. Integrasi ini berdasarkan Peraturan BRIN No. 1/2021 sebagai amanat dari Perpres No. 78/2021 tentang BRIN. Struktur BRIN terdiri dari:

1. 10 pejabat tinggi madya.
2. 45 pejabat tinggi pratama yang terdiri dari 3 Inspektur, 41 Direktur, dan 1 Direktur Politeknik.

BRIN juga bertugas melakukan *monitoring*, pengendalian, dan evaluasi terhadap pelaksanaan tugas dan fungsi Badan Riset dan Inovasi Daerah (BRIDA) sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. berdasarkan Perpres No. 78/2021 tentang BRIN yang ditandatangani Presiden Jokowi pada 24 Agustus 2021, pada pasal 3 BRIN mempunyai tugas membantu Presiden dalam menyelenggarakan tugas pemerintahan di bidang penelitian, pengembangan, pengkajian, dan

penerapan serta invensi dan inovasi, penyelenggaraan ketenaganukliran, dan penyelenggaraan keantariksaan secara nasional yang terintegrasi.

2.1.1 Rencana Kerja

lmu pengetahuan, riset, teknologi, dan inovasi berkembang dengan cepat seiring memudarnya sekat-sekat yang menghalangi informasi beredar dan viral. BRIN pun harus terus beradaptasi dengan kondisi kekinian tersebut. BRIN tumbuh menjadi "lembaga riset zaman now" dengan menghadirkan hasil-hasil penelitian yang berkualitas dan bermanfaat nyata bagi masyarakat luas.

BRIN juga harus siap bekerja keras dalam meningkatkan kualitas penelitian di Indonesia. Sebab, BRIN menjadi rujukan atau referensi dalam pengembangan penelitian di negeri ini. Kita harus dapat menjaga kepercayaan publik untuk menjadi lembaga yang mempunyai marwah demi meningkatkan kualitas riset, teknologi, dan inovasi Indonesia. Kemudian dalam menggapai hasil-hasil penelitian yang berkualitas dan kekinian, BRIN diharapkan mampu berkiprah secara global, tetapi pada saat yang sama harus mampu menjadi penyedia solusi berbasis sains dan teknologi untuk berbagai masalah di masyarakat. Tugas utama adalah menjadikan BRIN sebagai lembaga riset yang mengglobal dan sekaligus memasyarakat untuk mengimplementasikan tugas utama itu, maka BRIN memprioritaskan tiga program utama. Pertama, kami terus melakukan pembenahan manajemen riset agar mengikuti norma dan standar global.

Kedua, mempercepat peningkatan kapasitas dan kompetensi riset melalui peningkatan kualifikasi sumber daya manusia (SDM), melalui perekrutan diaspora secara masif dan berkolaborasi dengan mitra dari dalam dan luar negeri. Dan ketiga, meningkatkan peran BRIN sebagai penyedia infrastruktur (SDM dan perangkat keras/lunak) riset nasional dan menjadi hub (tempat/wadah) kolaborasi untuk aktivitas kreatif berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi (*iptek*) yang terbuka bagi semua kalangan (akademisi, mahasiswa, dan industri). Tiga program utama tersebut juga merupakan langkah untuk menghadapi era yang semakin canggih. BRIN mendorong infrastruktur riset bisa digunakan oleh semua orang. Tidak hanya periset BRIN saja, tetapi ada interaksi dengan akademisi, kampus, mahasiswa, dan industri

yang lebih bagus. Intinya kalau menggunakan teknologi perlu kolaborasi untuk bisa berkompetisi. Lalu, kebaruan riset harus global dan tidak bisa dilakukan sendirian. Riset harus melibatkan banyak pihak agar hasilnya bisa optimal. Dan akhirnya, kami berharap kolaborasi antara para periset BRIN dengan para stakeholders mampu menghasilkan hasil penelitian yang berdampak besar, signifikan, dan nyata, terasa manfaatnya bagi masyarakat. Melalui website BRIN ini, kami berupaya memuat sebagian besar dari hasil-hasil penelitian dari berbagai cabang keilmuan. Kami menampilkannya sebagai bentuk pertanggungjawaban BRIN kepada para pemangku kepentingan, baik kalangan komunitas ilmuwan maupun masyarakat luas.

2.2 Visi dan Misi Badan Riset dan Inovasi Nasional

Visi dan Misi dari BRIN dapat dilihat sebagai berikut:

A. Visi

Adapun Visi dari BRIN adalah:

Terwujudnya BRIN yang andal, profesional, inovatif, dan berintegritas dalam pelayanan kepada Presiden dan Wakil Presiden, untuk mewujudkan Visi dan Misi Presiden: “Indonesia Maju yang Berdaulat, Mandiri, dan Berkepribadian berlandaskan Gotong Royong”.

B. Misi

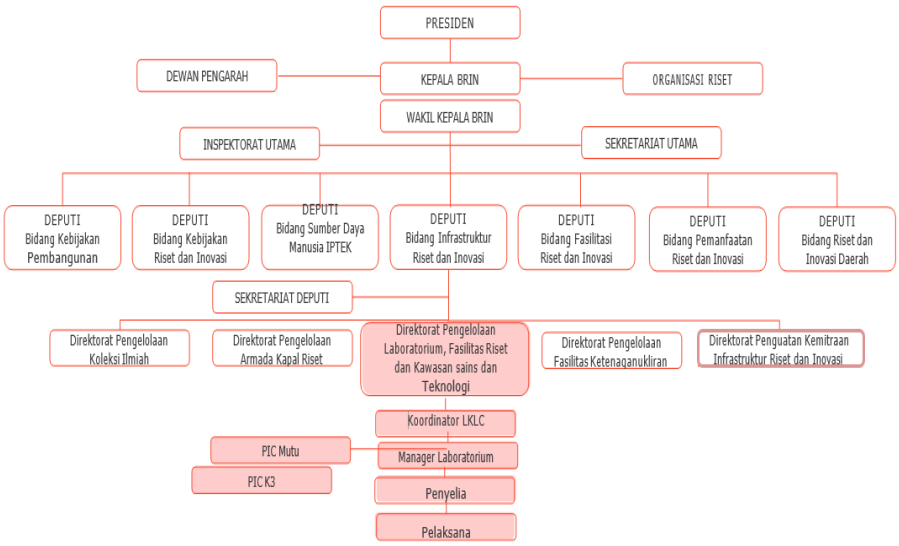
Adapun Misi dari BRIN adalah:

1. Memberikan dukungan teknis dan administrasi serta analisis yang cepat, akurat dan responsif, kepada Presiden dan Wakil Presiden dalam menyelenggarakan penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan, serta invensi dan inovasi, penyelenggaraan ketenaganukliran, dan penyelenggaraan keantariksaan secara nasional yang terintegrasi serta melakukan *monitoring* pengendalian dan evaluasi terhadap pelaksanaan tugas dan fungsi BRIDA.

2. Meningkatkan kualitas sumber daya manusia dan prasarana riset dan inovasi penyelenggaraan ketenaganukliran, dan keantariksaan secara nasional yang terintegrasi dan pembinaan terhadap pelaksanaan tugas dan fungsi BRIDA.
3. Menyelenggarakan pelayanan yang efektif dan efisien di bidang pengawasan, administrasi umum, informasi, dan hubungan kelembagaan.

2.3 Struktur Organisasi

Struktur Organisasi dapat dilihat pada **Gambar 2.1.**



Gambar 2. 1 Struktur Organisasi BRIN

(Sumber:BRIN, 2024)

2.4 Tujuan dan Sasaran

Tujuan dan Sasaran dari BRIN dapat dilihat sebagai berikut:

2.4.1 Tujuan

Tujuan dari Badan Riset Inovasi Nasional adalah:

1. Terwujudnya temuan, terobosan dan pembaharuan ilmu pengetahuan dari hasil penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan, serta invensi dan inovasi, penyelenggaraan ketenaganukliran, dan penyelenggaraan keantariksaan dalam rangka peningkatan produktivitas dan daya saing, peningkatan kualitas lingkungan hidup dan ketahanan bencana, serta iklim.

2. Terwujudnya sumber daya manusia, infrastruktur, fasilitasi dan pemanfaatan riset dan inovasi yang unggul dan kompetitif.
3. Terwujudnya Tata Kelola Pemerintahan di BRIN yang baik dan bersih

2.4.2 Sasaran

Adapun sasaran dari Badan Riset Inovasi Nasional adalah:

1. Meningkatnya keunggulan riset dan inovasi ilmu pengetahuan dan teknologi, serta dapat dijadikan kebijakan berbasis bukti yang selaras dengan arah pembangunan berkelanjutan.
2. Meningkatnya kolaborasi dalam pengembangan dan pemanfaatan produk ilmu pengetahuan berdasarkan prioritas pembangunan berkelanjutan.
3. Meningkatnya produktivitas dan daya saing sumber daya riset dan inovasi BRIN.
4. Meningkatnya penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk mendukung kualitas lingkungan hidup, ketahanan bencana, dan kerentanan iklim.
5. Tata kelola BRIN yang efektif, efisien dan akuntabel.

2.4 Profil Instansi

Lembaga ini didirikan oleh Presiden Joko Widodo melalui Peraturan Presiden Nomor 74 Tahun 2019 tentang Badan Riset dan Inovasi Nasional. Berdasarkan Perpres Nomor 74 Tahun 2019, tugas BRIN adalah menjalankan penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan, serta invensi dan inovasi yang terintegrasi. Di dalam menjalankan tugas tersebut, BRIN menyelenggarakan fungsi sebagai berikut:

1. Pelaksanaan pengarahan dan penyinergian dalam penyusunan perencanaan, program, anggaran, dan Sumber Daya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi bidang Penelitian, Pengembangan, Pengkajian dan Penerapan.
2. Perumusan dan penetapan kebijakan di bidang standar kualitas lembaga penelitian, sumber daya manusia, sarana dan prasarana riset dan teknologi, penguatan inovasi dan riset serta pengembangan teknologi, penguasaan alih

teknologi, penguatan kemampuan audit teknologi, perlindungan Hak Kekayaan Intelektual, percepatan penguasaan, pemanfaatan dan pemajuan riset dan teknologi.

3. Koordinasi penyelenggaraan Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
4. Penyusunan rencana induk ilmu pengetahuan dan teknologi.
5. Fasilitas perlindungan Kekayaan Intelektual dan pemanfaatannya sebagai hasil Invensi dan Inovasi nasional sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.
6. Penetapan wajib serah dan wajib simpan atas seluruh data primer dan keluaran hasil penelitian, pengembangan, pengkajian dan penerapan.
7. Penetapan kualifikasi profesi peneliti, perekayasa, dan sumber daya manusia Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
8. Fasilitasi pertukaran informasi Ilmu Pengetahuan Teknologi antar unsur Kelembagaan Pengetahuan dan Teknologi.
9. Pengelolaan sistem informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nasional.
10. Pembinaan penyelenggaraan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
11. Perizinan pelaksanaan kegiatan Penelitian, Pengembangan, Pengkajian dan penerapan serta Invensi dan Inovasi yang berisiko tinggi dan berbahaya dengan memperhatikan standar nasional dan ketentuan yang berlaku secara internasional.
12. Pengawasan terhadap perencanaan dan pelaksanaan Penyelenggaraan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi sesuai dengan rencana induk pemajuan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
13. Koordinasi dan sinkronisasi pelaksanaan kebijakan di bidang kelembagaan, sumber daya, penguatan riset dan pengembangan, serta penguatan inovasi ilmu pengetahuan dan teknologi.

14. Pemberian izin tertulis kegiatan penelitian dan pengembangan oleh perguruan tinggi asing, lembaga penelitian dan pengembangan asing, badan usaha asing, dan orang asing di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.
15. Pemberian izin tertulis kegiatan penelitian dan pengembangan terapan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berisiko tinggi dan berbahaya sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
16. Koordinasi pelaksanaan tugas, pembinaan, dan pemberian dukungan administrasi kepada seluruh unsur organisasi di lingkungan BRIN.
17. Pengelolaan barang milik/kekayaan negara yang menjadi tanggung jawab BRIN.
18. Pengawasan atas pelaksanaan tugas di lingkungan BRIN.

BRIN awalnya menjadi satu kesatuan dengan Kementerian Riset dan Teknologi (Kemenristek), Namun dalam perjalanannya, Pada 5 Mei 2021, Joko Widodo menandatangani Peraturan Presiden Nomor 33 Tahun 2021, yang secara efektif menetapkan BRIN sebagai satu-satunya badan penelitian nasional. Peraturan tersebut memutuskan bahwa semua badan penelitian nasional Indonesia seperti Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), dan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) bergabung menjadi BRIN. Posisi BRIN bukan lagi sebagai regulator, karena fungsi regulasi tetap berada di kementerian, BRIN menjadi satu badan tersendiri dengan ada peleburan BATAN, BPPT, LAPAN dan LIPI serta lembaga riset di kementerian dan lembaga. Kini BRIN dipimpin oleh Laksana Tri Handoko yang sebelumnya memimpin LIPI. Integrasi ini berdasarkan Peraturan BRIN No. 1/2021 sebagai amanat dari Perpres No 78/2021 tentang BRIN. Struktur BRIN terdiri dari:

1. 10 pejabat tinggi madya
2. 45 pejabat tinggi pratama yang terdiri dari
3. Inspektur, 41 Direktur dan 1 Direktur Politeknik.

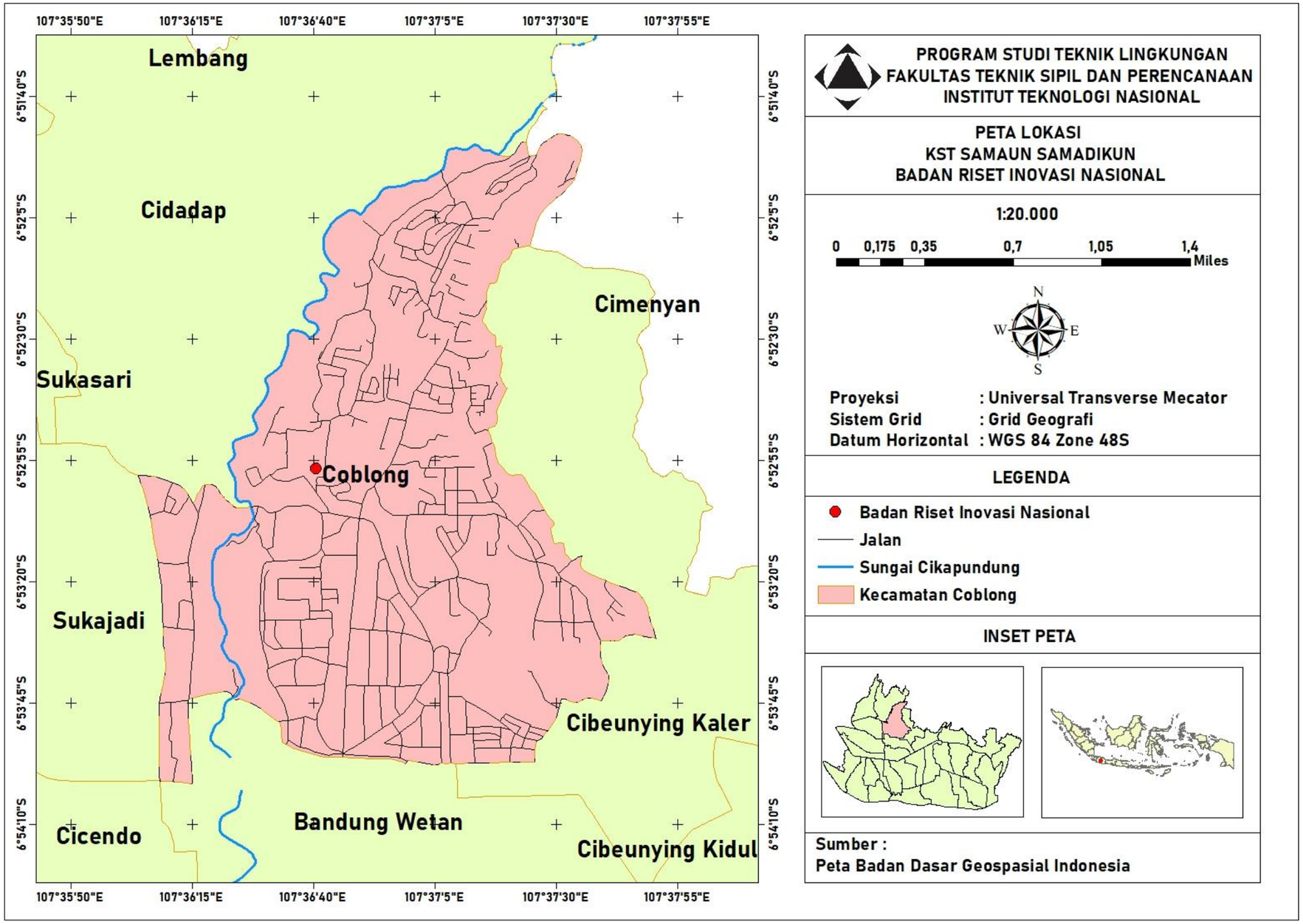
Selain itu BRIN juga bertugas melakukan *monitoring*, pengendalian, dan evaluasi terhadap pelaksanaan tugas dan fungsi Badan Riset dan Inovasi Daerah (BRIDA) sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. berdasarkan Perpres No 78/2021 tentang BRIN yang ditandatangani Presiden Jokowi pada 24 Agustus 2021, pada pasal 3 BRIN mempunyai tugas membantu Presiden dalam menyelenggarakan tugas pemerintahan di bidang penelitian, pengembangan, pengkajian, dan penerapan serta invensi dan inovasi, penyelenggaraan ketenaganukliran, dan penyelenggaraan keantariksaan secara nasional yang terintegrasi. Logo BRIN terdapat pada **Gambar 2.1**

Gambar 2. 2 Logo Instansi BRIN

(Sumber : BRIN, 2024)

2.5 Lokasi Instansi

Lokasi Instansi BRIN bertempat di Jl. Sangkuriang, Dago, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat 40135. Peta lokasi BRIN terdapat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2. 3 Peta Lokasi BRIN

(Sumber: Arcgis 2023)

BAB III
TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Pengertian Air

Air merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan manusia. Di muka bumi ini keberadaan air sangat berlimpah, mulai dari mata air, sungai, waduk, danau, laut hingga samudra. Air yang terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimiawi H_2O, dimana satu molekul air tersusun dua atom *hydrogen* yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Secara fisik air tidak memiliki warna, tidak berasa dan tidak berbau. Air dapat berwujud padat, cair maupun gas, bentuk mana yang akan ditemui tergantung keadaan cuaca setempat (Morin dan Santi, 2022).

3.2 Sumber Air

Sumber air menurut Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air adalah lokasi di mana air alami atau buatan berada, baik itu di atas, di bawah, atau pada permukaan tanah. Air yang ada di permukaan bumi memiliki beragam asal usul. Berdasarkan lokasi asalnya, air dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu air dari atmosfer (seperti hujan), air yang terdapat di permukaan tanah, dan air yang berada di dalam tanah.

1. Air angkasa/Air hujan

   Air angkasa merupakan penyubliman awan, pada saat turun melalui udara akan melarutkan benda-benda di udara seperti gas O_2, CO_2, N_2, jasad renik dan debu (Sumantri, 2010).

   Air angkasa atau air hujan adalah sumber utama air di bumi. Pada saat presipitasi merupakan air yang bersih, air angkasa cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang terjadi di atmsfer dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas CO_2, gas N_2O_3, dan gas S_2O_3, sehingga ada beberapa reaksi kimia yang dapat terjadi dalam udara sebagai berikut :

   1) Gas CO_2 + air hujan Asam Karbonat
   2) Gas N_2O_3 + air hujan Asam Nitrit
   3) Gas S_2O_3 + air hujan Asam Sulfat

Dengan adanya reaksi kimia tersebut, maka air hujan yang sampai di permukaan bumi sudah tidak murni dan dapat mengakibatkan keasaman pada air hujan, hal tersebut akan menjadikan terjadinya hujan asam.

2. Air permukaan

   Air permukaan adalah air yang berasal dari air hujan yang turun dipermukaan bumi. Air permukaan meliputi badan-badan air seperti sungai, rawa, danau, telaga, waduk dan laut. Air permukaan yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia adalah air sungai. Air sungai yang dapat digunakan yaitu air yang belum tercemar, tidak berbau, tidak 15 berasa dan terlihat bening. Air permukaan adalah salah satu sumber air penting dalam bahan baku air bersih. Faktor-faktor yang harus diperhatikan pada air permukaan yaitu mutu air atau kualitas air, kuantitas air dan kontinuitas.

3. Air Tanah

   Air tanah merupakan air yang berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi dan mengalami perlokasi atau penyerapan kedalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah. Air tanah memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan, kelebihan dari air tanah yaitu air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perlu mengalami proses penjernihan. Kelemahan dari air tanah yaitu sir tanah mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi seperti (magnesium, kalium, dan logam berat seperti besi). Air tanah dibagi menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam (Trianingsih dkk., 2013).

3.3 Sungai

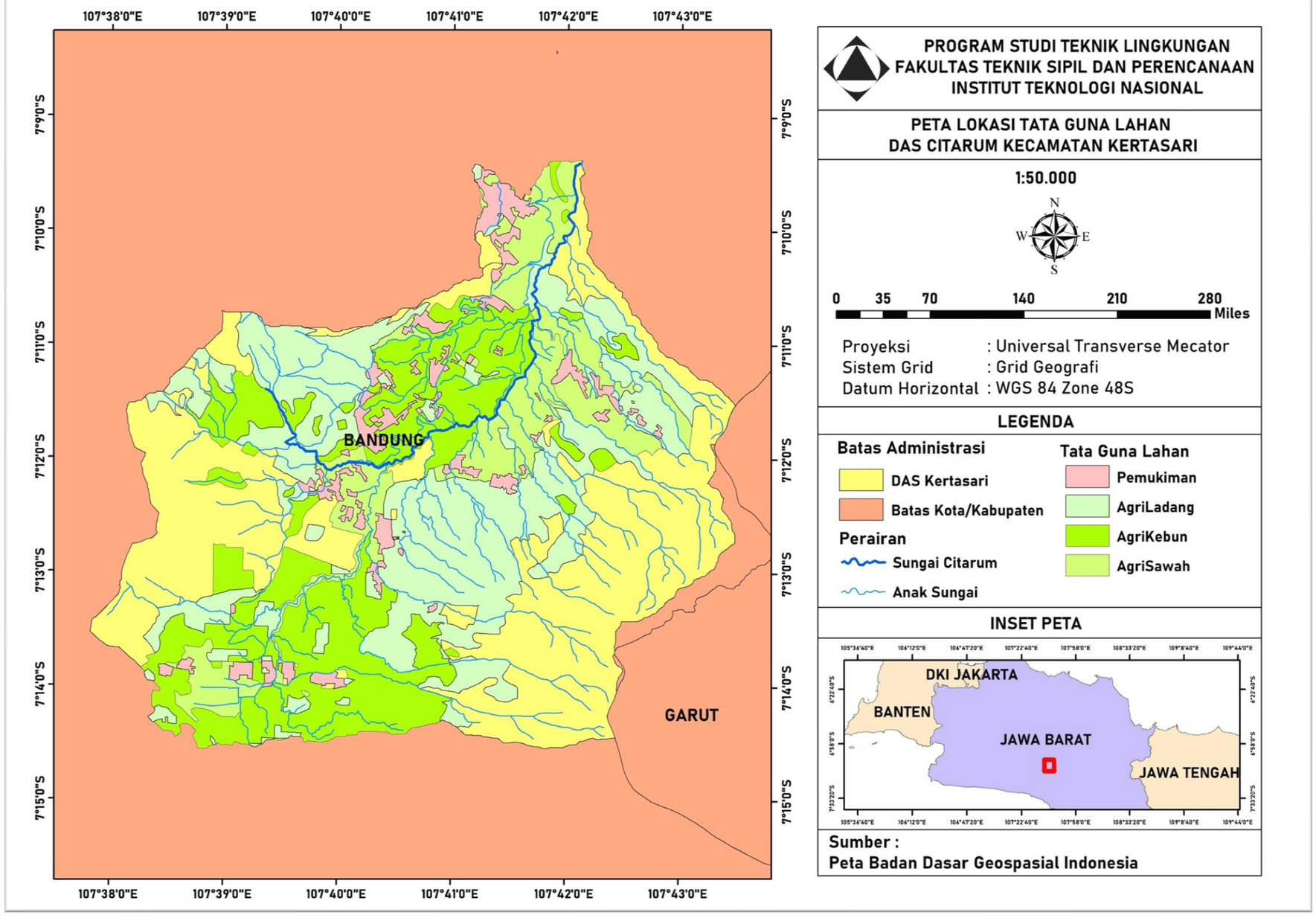
Menurut Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2011 tentang Sungai, Sungai adalah alur atau wadah air alami yang berupa jaringan aliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis yang sempadan. Keberadaan sungai dapat memberikan manfaat baik pada kehidupan manusia maupun pada alam.

3.4 Sungai Citarum

Sungai Citarum adalah salah satu sungai di Jawa Barat dengan luas daerah aliran sungai sebesar 6614 km² dan panjang sungai sebesar 297 km. Sungai Citarum melintasi 10 kabupaten dan 3 kota di Jawa Barat. Letak geografis Sungai Citarum yaitu 106°51'36"-107°51'BT dan 7°19'- 6°24'LS. Sungai Citarum terbagi menjadi beberapa segmen dimana pada segmen 1-8 berada di bagian hulu, segmen 9-15 berada di bagian tengah, dan segmen 16-20 berada dibagian hilir Citarum. Sungai Citarum memiliki 3 waduk besar yang digunakan untuk memasok air untuk irigasi, perikanan, dan PLTA yaitu Saguling, Cirata, dan Jatiluhur. Penggunaan lahan di sekitar DAS Citarum berupa permukiman, pertanian dan perikanan (Ratih Pratiwi dan Linda Noviana, 2016).

Sungai Citarum merupakan sungai terpanjang dan terbesar di Jawa Barat. Hulu Sungai Citarum berawal dari Gunung Wayang, Kabupaten Bandung dan berakhir di muara Laut Jawa yang terletak di Muara Gembong, Kabupaten Bekasi. Sungai Citarum berperan penting sebagai air baku air minum PDAM, memasok listrik di Jawa-Bali dan menyediakan kebutuhan air irigasi sawah di Jawa Barat. Pratiwi (2018) menyebutkan DAS Citarum didominasi oleh sektor industri manufaktur seperti kimia, tekstil, kulit, kertas, farmasi, logam, produk makanan dan minuman, dan lain-lain (Ratih Pratiwi dan Linda Noviana, 2016).

Dapat dilihat pada **Gambar 3.1** yaitu hulu Sungai Citarum terletak pada Situ Cisanti Kaki Gunung Wayang Kecamatan Kertasari Kabupaten Bandung, lalu pada hilir Sungai Citarum terletak pada Pantai Muara Bendera, Kecamatan Muara Gembong, Kabupaten Bekasi.



Gambar 3. 1 Peta Batas Administrasi DAS Citarum

(Sumber: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah)

3.5 Pencemaran Air Sungai

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam Lingkungan Hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Pencemaran lingkungan biasanya disebabkan oleh kegiatan manusia yang menghasilkan limbah (sisa suatu usaha/kegiatan) seperti kegiatan domestik, kegiatan industri, dan kegiatan laboratorium. Kegiatan pengendalian pencemaran dilakukan melalu inventaris sumber pencemar air.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010 membedakan sumber pencemar pada badan air menjadi 2 kategori yaitu sumber tertentu *(point source)* dan sumber tak tentu *(area/diffuse source).*

3.2.1 Sumber Tertentu (*Point Sources*)

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010, sumber-sumber pencemar badan air dapat ditentukan lokasinya secara geografi dengan tepat. Jumlah limbah yang dibuang dapat ditentukan dengan berbagai cara, yaitu dengan pengukuran langsung, neraca massa dan estimasi lainnya. Sumber pencemar air yang berasal dari sumber tertentu antara lain kegiatan industri dan pembuangan limbah domestik terpadu.

Data pencemaran air dari sumber tertentu biasanya diperoleh dari informasi yang dikumpulkan dan dihasilkan pada tingkat kegiatan melalui pengukuran langsung dari efluen dan perpindahannya atau melalui penggunaan metode untuk memperkirakan atau menghitung besar pencemaran air. Data yang diperlukan untuk inventarisasi sumber tertentu antara lain:

a) Klasifikasi jenis penghasil limbah, seperti jenis usaha atau kegiatannya;

b) Data pencemar spesifik yang dibuang, misalnya jumlah beban pencemar yang terukur atau perkiraan yang dibuang ke air dalam satuan massa per unit waktu

c) Informasi lokasi dan jenis pencemar khusus yang dibuang, misalnya jenis industri tertentu di suatu daerah menghasilkan beberapa jenis pencemar spesifik.

3.2.2. Sumber Tak Tentu (*Area/Diffuse Source*)

Sumber pencemar air yang tidak dapat ditentukan lokasinya secara tepat, umumnya terdiri dari sejumlah besar sumber-sumber individu yang relatif kecil. Limbah yang dihasilkan antara lain berasal dari kegiatan pertanian, permukiman, dan transportasi. Penentuan jumlah limbah yang dibuang tidak dapat ditentukan secara langsung, melainkan dengan menggunakan data statistik kegiatan yang menggambarkan aktivitas penghasil limbah.

Sumber pencemar air tak tentu atau *diffuse sources* biasanya berasal dari kegiatan pertanian, peternakan, kegiatan industri kecil-menengah, dan kegiatan domestik atau penggunaan barang-barang konsumsi. Sumber-sumber pencemar air ini umumnya terdiri dari gabungan beberapa kegiatan kecil atau individual yang berpotensi menghasilkan air limbah yang dalam kegiatan inventarisasi sumber pencemar air tidak dapat dikelompokkan sebagai sumber tertentu.

Tabel 3. 1 Klasifikasi Sumber Pencemaran Air

Karakteristik Limbah	Sumber Tertentu (*Point Sources*)	Sumber Tak Tentu (*Diffuse Sources*)
Limbah Domestik	Aliran limbah urban dalam sistem saluran dan sistem pembuangan limbah domestik terpadu	Aliran limbah daerah pemukiman di Indonesia pada umumnya
Limbah Non-Domestik	Aliran limbah industri, pertambangan	Aliran limbah pertanian, peternakan, dan kegiatan usaha kecil-menengah

(*Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 1 Tahun 2010*)

Penyebab pencemaran air dapat berupa masuknya makhluk hidup, zat, energi ataupun komponen lain sehingga kualitas air menurun dan air pun tercemar. Banyak penyebab pencemaran air, tetapi secara umum dapat dikategorikan menjadi dua

yaitu sumber kontaminan langsung dan tidak langsung. Sumber langsung meliputi efluen yang keluar dari industri, TPA sampah, rumah tang dan sebagainya. Sumber tidak langsung adalah kontaminan yang memasuki badan air dari tanah, air tanah, atau atmosfir berupa hujan, Pada dasarnya sumber pencemaran air berasal dari industri, rumah tangga (pemukiman) dan pertanian. Tanah dan air mengandung sisa dari aktivitas pertanian seperti pupuk dan pestisida. Kontaminan dari atmosfer juga berasal dari aktivitas manusia yaitu pencemaran udara yang menghasilkan hujan asam (Rukandar, 2017).

3.6 Kualitas Air Sungai

Penyebab pencemaran air dapat berupa masuknya makhluk hidup, zat, energi ataupun komponen lain sehingga kualitas air menurun dan air pun tercemar. Banyak penyebab pencemaran air, tetapi secara umum dapat dikategorikan menjadi dua yaitu sumber kontaminan langsung dan tidak langsung. Sumber langsung meliputi efluen yang keluar dari industri, rumah tangga, dan sebagainya. Sumber tidak langsung adalah kontaminan yang memasuki badan air dari tanah, air tanah, atau atmosfir berupa hujan, Pada dasarnya sumber pencemaran air berasal dari industri, rumah tangga (pemukiman) dan pertanian. Tanah dan air mengandung sisa dari aktivitas pertanian seperti pupuk dan pestisida. Kontaminan dari atmosfer juga berasal dari aktivitas manusia yaitu pencemaran udara yang menghasilkan hujan asam (Rukandar, 2017).

3.3.1 Temperatur

Suhu suatu badan air, dipengaruhi oleh musim, lintang (latitude), ketinggian dari permukaan laut (altitude), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, aliran air, dan kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh pada proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Suhu merupakan salah satu faktor eksternal yang paling mudah untuk diteliti dan ditentukan. Semakin tinggi suhu air, semakin besar pula daya larut oksigen di dalam air (Pohan dan Harahap, 2023).

3.3.2 pH

Derajat keasaman (pH) dapat memberikan gambaran tentang keseimbangan asam dan basa yang secara mutlak ditentukan oleh besarnya konsentrasi ion hidrogen dalam perairan. Derajat keasaman sangat penting dalam menentukan nilai guna perairan untuk kehidupan organisme dan keperluan lainnya, umumnya dipengaruhi oleh beberapa factor seperti aktivitas fotosintesis, suhu dan adanya anion kation (Siburian dkk., 2017).

3.3.3 DO

Dissolved Oxygen (DO) atau oksigen terlarut merupakan salah satu parameter yang penting untuk keberlangsungan kehidupan organisme air. DO juga penting digunakan untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan-bahan organik dan anorganik pada proses aerobik dalam air. Sumber utama oksigen dalam perairan berasal dari udara melalui proses difusi dan hasil fotosintesis organisme di perairan tersebut. Dalam kondisi aerobik, oksigen berperan dalam mengoksidasi bahan organik dan anorganik dengan hasil akhir berupa *nutrient* yang dapat meningkatkan kesuburan perairan. Dalam kondisi anaerobik, oksigen yang dihasilkan akan mereduksi senyawa-senyawa kimia menjadi lebih sederhana dalam bentuk *nutrient* dan gas (Ningrum, 2018)

3.3.4 Logam Berat

Pencemaran logam berat di lingkungan perairan berasal dari dua sumber utama, yaitu proses alami dan aktivitas manusia. Peningkatan konsentrasi logam berat dalam lingkungan perairan dapat disebabkan oleh sejumlah faktor, termasuk limbah industri, emisi kendaraan, limbah domestik, deposisi atmosfer, dan faktor lainnya. Sistem perairan seperti sungai, danau, dan lahan basah menjadi sangat rentan terhadap dampak pencemaran logam berat (Wardhani dan Sulistiowati, 2018).

Logam berat ialah logam dalam bentuk padat atau cair, yang mempunyai berat 5 gram/cm3 atau lebih, terletak di sudut kanan bawah sistem periodik, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur belerang (S) dan biasanya bernomor atom 22 sampai 29, perioda 4 sampai 7. Logam berat dapat terjadi secara alamiah sebagai

hasil dalam siklus biogeokimia. Logam berat dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas manusia, termasuk aktivitas domestik maupun industri (Wardhani dan Sulistiowati, 2018).

Keberadaan logam berat di perairan merupakan hal alamiah yang terbatas dalam jumlah tertentu di dalam kolom air, sedimen, dan lemak biota, tetapi keberadaan logam berat ini akan meningkat akibat masuknya limbah yang dihasilkan oleh industri-industri serta limbah yang berasal dari aktivitas lainnya. Tinggi atau rendahnya konsentrasi logam berat di perairan, disebabkan oleh banyaknya jumlah pencemar limbah logam ke perairan. Semkin besar limabh masuk ke dalam suatu perairan, maka semakin besar konsentrasi logam berat diperairan. Logam-logam dalam perairan dapat ditemukan dalam bentuk (Velda dkk., 2023):

a. Terlarut, yaitu ion logam bebas air dan logam yang membentuk kompleks dengan senyawa organik dan anorganik.
b. Tidak terlarut, terdiri dari partikel yang berbentuk koloid dan senyawa kompleks metal yang terabsorbsi pada zat tersuspensi.

Kelompok inorganik metal di perairan alami sangat rendah. Kelompok ini termasuk logam berat yang bersifat essensial (Ni, Cu, dan Zn) dan yang bersifat non essensial (Cd dan Pb). Elemen yang bersifat essensial dibutuhkan dalam proses kehidupan biotik akuatik. Kelompok elemen essensial maupun non-essensial bersifat toksik bagi kehidupan terutama apabila terjadi peningkatan kadarnya (Azis, 2021). Logam berat Cd, Pb, Cu, Ni, dan Zn merupakan logam berat yang memiliki daya racun tinggi terhadap kehidupan dan kerusakan lingkungan dan menurut USEPA direkomendasikan untuk di teliti lebih lanjut (Azis, 2021).

Logam berat menjadi berbahaya karena sistem bioakumulasi, yaitu peningkatan konsentrasi unsur kimia di dalam tubuh makhluk hidup. Logam berat dapat menimbulkan efek kesehatan pada manusia tergantung bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Logam berat yang ada pada perairan, suatu saat akan turun dan mengendap pada dasar perairan yang nantinya akan membentuk sedimentasi dan hal ini menyebabkan biota air yang akan mencari makan di dasar

perairan memiliki peluang yang besar untuk terkontaminasi logam berat tersebut (Amansyah dan Syarif, 2015).

Tabel 3. 2 Logam Berat

No	Parameter	Pengertian
1	Fe	Kandungan Fe dapat berasal dari beberapa sumber, yaitu selain dari tanah juga berasal dari aktivitas manusia yang terjadi di daratan yaitu pembuangan limbah rumah tanga yang mengandung besi, reservoir air dari besi, endapan-endapan buangan industri dan korosi dari pipa-pipa air yang mengandung logam besi (Supriyantini dan Hadi, 2015).
2	Cu	Pada perairan alami, tembaga dijumpai dalam bentuk partikulat, koloid, dan biasanya terlarut. Fase terlarut Cu bebas ikatan kompleks, baik dengan ligan dalam organic, maupun anorganik. Konsentrasi tembaga pada perairan biasanya kurang dari 0,02 mg/L (Ramadhan, 2021).
3	Cd	Kadmium merupakan logam berwarna putih perak, lunak mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi, serta menghasilkan cadmium oksida bila dipanaskan. Kadmium umumnya terdapat dalam kombinasi dengan klot atau belerang. Kadmium membentuk Cd^{2+} yang bersifat tidak stabil (Istarani dan Pandebesie, 2014).
4	Cr	Kromium merupakan salah satu unsur logam yang banyak ditemukan di alam dan sering dimanfaatkan dalam kehidupan manusia. Salah satu penggunaannya adalah dalam fotografi ataupun zat warna bahkan berbagai industri juga menggunakan kromium dalam proses produksinya. Kromium terletak di golongan VIB pada tabel periodik dan memiliki nomor atom 24. Kromium paling banyak ditemukan sebagai bahan mineral kromium dalam bentuk "*chromite*". Logam kromium memiliki bilangan oksidasi 2+, 3+ dan 6+. Kemudian pada Cr^{2+} itu akan membentuk senyawa yang sifatnya basa, lalu yang dibentuk oleh Cr^{3+} mempunyai sifat yang amfoter, dan pada Cr^{6+} memiliki sifat asam yang lebih dari pada yang lain (Rahayu dkk., 2021).
5	Pb	Timbal yang terdapat di perairan kebanyakan berasal dari aktifitas transportasi, dimana kandungan timbal terdapat pada bahan bakar anti pemecah minyak. Akibat dari aktifitas ini, polusi timbal di lepaskan ke atmosfir melalui alat pembuangan asap dan kemudian terlarut dalam air dan laut (Cordova, 2021)

No	Parameter	Pengertian
6	Mn	Toksisitas mangan relatif sudah tampak pada konsentrasi rendah. Kandungan mangan yang diizinkan dalam air yang digunakan untuk keperluan domestik yaitu dibawah 0,05 mg/l. Air yang berasal dari sumber tambang asam dapat mengandung mangan terlarut dengan konsentrasi ±1 mg/l. Pada pH yang agak tinggi dan kondisi aerobik terbentuk mangan yang tidak larut seperti MnO_2, Mn_3O_4 atau $MnCO_3$ meskipun oksidasi dari Mn^{2+} itu berjalan relatif lambat (Usboko, 2016).

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

3.7 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Peningkatan Logam Berat

pH pada suatu perairan berpengaruh terhadap keberadaan logam berat di perairan tersebut. Apabila derajat keasaman (pH) di dalam suatu perairan tinggi maka kandungan logam berat yang mengendap pada sedimen juga akan semakin tinggi. Kenaikan pH menyebabkan tingkat kelarutan logam berat pada suatu perairan mampu mengalami penurunan dikarenakan adanya perubahan kestabilan bentuk senyawa karbonat menjadi senyawa hidroksida yang mampu memberikan daya ikat partikel yang terdapat pada kolom air kemudian membentuk sedimen yang akan menyebabkan peningkatan toksisitas logam berat apabila terjadi penurunan pH. Nilai pH merupakan suatu indeks kadar ion hidrogen (H^+) yang mencirikan keseimbangan asam dan basa. Nilai pH pada suatu perairan mempunyai pengaruh yang besar terhadap organisme perairan sehingga seringkali dijadikan petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan (Triantoro dkk., 2018).

Selain pH salinitas juga berpengaruh terhadap tingkat kelarutan logam berat pada suatu perairan. Berbeda dengan pH, apabila salinitas mengalami penurunan maka akan berpengaruh terhadap akumulasi logam berat di dalam tubuh organisme menjadi semakin meningkat. Semakin tinggi kandungan logam berat yang terdapat di dalam suatu perairan dan semakin rendah salinitas pada perairan tersebut maka akan berpengaruh terhadap organisme yang hidup di dalamnya (Mukhtasor, 2007).

Faktor suhu juga mempengaruhi konsentrasi logam berat di kolom air atau sedimen, kenaikan suhu air yang lebih dingin akan memudahkan logam berat mengendap ke

sedimen. Sementara suhu yang tinggi, menyebabkan senyawa logam berat akan mudah larut dalam air (Sukoasih dan Widiyanto, 2017).

3.9 Baku Mutu Air Sungai

Klasifikasi mutu air mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang menetapkan mutu air kedalam empat kelas yaitu :

1. Kelas I, peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas II, peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana kegiatan rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan atau yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas III, peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas IV, peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi tanaman, dan atau peruntuk lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Pembagian kelas didasarkan pada tingkatan baiknya mutu air berdasarkan kemungkinan penggunaan. Peruntukan lain yang dimaksud dalam kriteria kelas air, misalnya kegunaan air untuk proses produksi dan pembangkit listrik.

Tabel 3. 3 Standar Baku Mutu Logam Berat

Parameter Kualitas Air	Satuan	Standar Baku Mutu
Besi (Fe)	mg/L	<0,3
Tembaga (Cu)	mg/L	<0,02
Cadmium (Cd)	mg/L	<0,01
Mangan (Mn)	mg/L	<0,1
Kromium (Cr)	mg/L	<0,05
Timbal (Pb)	mg/L	<0,03

(Sumber: PP Nomor 22 Tahun 2021)

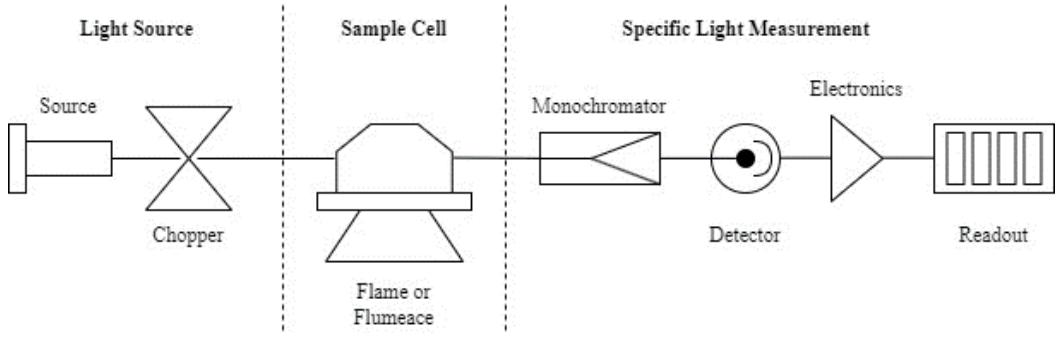
3.10 *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS)

Pengoperasian AAS didasari dengan penguapan larutan sampel sehingga mengubah logam yang terdapat dalam sampel menjadi atom bebas. Atom kemudian menyerap radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan oleh lampu katoda *(Hallow Chatode Lamp)* yang mengandung unsur yang akan diukur. Jumlah radiasi yang diserap akan diukur dengan panjang gelombang tertentu tergantung pada jenis logam (Trisnawari, 2013).

AAS adalah suatu alat yang digunakan pada metode analisis untuk penentuan unsur-unsur logam dan metaloid yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas (Lolo dkk., 2020)

3.10.1 Instrumentasi Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)

Alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) terdiri dari rangkaian diagram skematik pada **Gambar 3.2** berikut:



Gambar 3. 2 Skema Umum Komponen AAS

(Sumber: Elmer, 1996)

Komponen-komponen instrumen AAS sebagai berikut:

a. Sumber Sinar

   Sumber radiasi AAS berasal dari *Hallow Cathode Lamp* (HCL). Dalam setiap pengukuran menggunakan AAS, lampu khusus ini diperlukan karena akan menghasilkan energi radiasi yang sesuai dengan energi yang dibutuhkan untuk transisi elektron dalam atom. HCL terdiri dari sebuah katoda berbentuk cekung berbahan logam yang sama dengan yang akan

dianalisis, serta anoda yang terbuat dari tungsten. Dengan menerapkan tegangan pada arus tertentu, logam pada katoda mulai memancarkan cahaya dan atom-atom logamnya terionisasi melalui pemercikan. Akibatnya, atom menjadi terangsang dan menghasilkan radiasi pada panjang gelombang spesifik (Khopkar, 2003).

b. Sumber Atomisasi

Sumber atomisasi dalam analisis instrumen dibagi menjadi dua jenis, yaitu sistem yang menggunakan nyala dan sistem tanpa nyala. Mayoritas instrumen menggunakan sumber atomisasi dengan nyala, di mana sampel diintroduksikan sebagai larutan dan disemprotkan ke dalam nyala sebagai aerosol. Nyala yang umum digunakan untuk analisis ini adalah udara-asetilen dan nitrous oksida-asetilen. Kondisi analisis yang cocok untuk sebagian besar sampel dapat ditentukan menggunakan metode-metode seperti emisi, absorbsi, dan flourosensi dalam kedua jenis nyala ini.

c. Monokromator

Monokromator adalah perangkat yang bertugas memisahkan radiasi yang tidak diinginkan dari spektrum radiasi lain yang dihasilkan oleh HCL

d. Detektor.

Detektor merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik yang memberikan suatu isyarat listrik berhubungan dengan daya radiasi yang diserap oleh permukaan yang peka.

e. Sistem Pengolah

Sistem pengolah berfungsi untuk mengolah kuat arus dari detektor menjadi besaran daya serap atom transmisi yang selanjutnya diubah menjadi data dalam sistem pembacaan.

f. Sistem Pembacaan

Sistem pembacaan merupakan bagian yang menampilkan suatu angka atau gambar yang dapat dibaca oleh mata.

3.10.2 Prinsip Kerja AAS

Metode AAS berprinsip pada absorbsi cahaya oleh atom, atom – atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Cahaya pada gelombang ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat energi elektronik suatu atom. AAS meliputi absorpsi sinar oleh atom – atom netral unsur logam yang masih berada dalam keadaan dasarnya (*Ground state*). Prinsip AAS pada dasarnya sama seperti absorpsi sinar oleh molekul atau ion senyawa dalam larutan (Lolo dkk., 2020).

Sinar yang diserap disebut absorbansi dan sinar yang diteruskan disebut emisi. Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi diturunkan dari hukum Lambert-Beer yang menjadi dasar dalam analisis kuantitatif secara AAS. Hubungan tersebut dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut:

- Hukum Lambert: Bila suatu sumber sinar monkromatik melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorbsi.
- Hukum Beer: Intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi spesi yang menyerap sinar tersebut.

3.10.3 Gangguan-gangguan pada AAS

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pancaran nyala suatu unsur tertentu dan mengganggu pada saat penetapan konsentrasi unsur.

1. Gangguan fisik alat

   Parameter-parameter yang menunjukkan adanya gangguan fisik, seperti laju aliran gas dan perubahan viskositas sampel karena suhu nyala, dapat memengaruhi sejauh mana sampel mencapai nyala dan proses atomisasi dapat berjalan dengan baik. Penanganan gangguan fisik ini umumnya melibatkan pembuatan kurva kalibrasi atau standarisasi untuk mengatasi masalah tersebut (Syahputra, 2004).
2. Gangguan ionisasi

Gangguan ionisasi terjadi ketika unsur yang sedang dianalisis mudah mengalami ionisasi dalam nyala. Hal ini terutama berlaku untuk unsur-unsur seperti unsur alkali tanah dan beberapa unsur lainnya. Dalam analisis menggunakan AAS, yang diukur adalah emisi dan serapan atom yang tidak terionisasi. Kehadiran atom yang mengalami ionisasi dalam nyala dapat mengakibatkan penurunan sinyal yang terdeteksi oleh perangkat pendeteksi. Meskipun gangguan ini tidak termasuk gangguan yang kritis, namun dapat mengurangi sensitivitas dan keberaturan metode analisis. Untuk mengatasi gangguan ionisasi, dapat dilakukan dengan menambahkan unsur-unsur yang mudah mengalami ionisasi ke dalam sampel sehingga proses ionisasi pada unsur yang sedang dianalisis dapat ditekan (Syahputra, 2004).

3. Gangguan akibat pembenrtukan senyawa refaktori

   Gangguan tersebut timbul akibat reaksi antara analit dengan senyawa kimia dalam larutan sampel, khususnya dengan anion, yang mengakibatkan terbentuknya senyawa yang tahan terhadap suhu tinggi (refraktori). Sebagai contoh, fosfat dapat bereaksi dengan kalsium dalam nyala, menghasilkan piroposfat ($Ca_2P_2O_7$). Akibatnya, absorbsi atau emisi atom kalsium dalam nyala menjadi tereduksi. Cara mengatasi gangguan ini adalah dengan menambahkan stronsium klorida atau lanthanum nitrat ke dalam larutan. Kedua logam ini lebih mudah bereaksi dengan fosfat dibandingkan kalsium, sehingga reaksi antara kalsium dan fosfat dapat dihambat atau dikurangi. Gangguan ini juga dapat dicegah dengan menambahkan jumlah berlebihan dari EDTA. EDTA akan membentuk kompleks kelat dengan kalsium, sehingga pembentukan senyawa yang tahan terhadap suhu tinggi dengan fosfat dapat diminimalkan. Selanjutnya, kompleks Ca-EDTA akan terurai dalam nyala menjadi atom kalsium netral yang kemudian menyerap sinar (Syahputra, 2004).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan mengenai penentuan konsentrasi logam berat pada air di Sungai Citarum Kecamatan Kertasari, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Konsentrasi logam berat yang terdeteksi pada air Sungai Citarum Kecamatan Kertasari meliputi parameter Cd, Pb, dan Cr. Pada konsentrasi logam berat Cd telah melebihi standar baku mutu Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
2. Pencemaran Sungai Citarum Kecamatan Kertasari dapat diakibatkan oleh faktor antropogenik, dimana pada. bantaran sungai khususnya yang melalui kecamatan Kertasari dikelilingi oleh bangunan pemukiman, persawahan, dan perkebnunan. Limbah domestik yang masuk ke badan sungai dapat mempengaruhi kualitas air Sungai Citarum Kecamatan Kertasari.
3. Parameter kualitas air secara fisik-kimia meliputi pH, Suhu, dan DO masih memenuhi baku mutu menurut PP 22 Tahun 2021 pada lampiran VI kelas II tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

5.2 Saran

1. Perlu adanya *monitoring* terhadap kualitas Sungai Citarum Kecamatan Kertasari secara berkelanjutan guna menjaga sumber daya air.
2. Pemanfaatan tata guna lahan di sekitar Sungai perlu diperhatikan agar tidak berpotensi terhadap pencemaran sungai.
3. Untuk penelitian selanjutnya, pengukuran konsentrasi logam berat di Sungai Citarum dapat dilakukan pada dua musim untuk mengetahui adakah pengaruh musim terhadap konsentrasi logam berat.

DAFTAR PUSTAKA

Amansyah, M., dan Syarif, A. N. (2015). Analisis Kandungan Logam Berat pada Kerang Ana Dara dari Daerah Hilir Sungai Jeneberang. *Al-Sihah: The Public Health Science Journal*.

Azis, A. (2021). *Integrasi Metode Geolistrik dan Geokimia pada Sebaran Logam Berat di Sedimen Pantai = Integrated methods of Geo-electrical and Geochemical on the distribution of heavy metals in coastal sediment.* Universitas Hasanuddin.

Khopkar, S. M. (2003). *Konsep dasar kimia analitik*: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).

Kirana, K. H., Novala, G. C., Fitriani, D., Agustine, E., Rahmaputri, M. D., Fathurrohman, F., Rizkita, N. R., Andrianto, N., Juniarti, N., dan Julaiha, J. (2019). Identifikasi Kualitas Air Sungai Citarum Hulu Melalui Analisa Parameter Hidrologi Dan Kandungan Logam Berat (Studi Kasus: Sungai Citarum Sektor 7). *Wahana Fisika, 4*(2), 120-128.

Lolo, A., Patandean, C. F., dan Ruslan, E. (2020). Karakterisasi Air Daerah Panas Bumi Pencong dengan Metode AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) di Kecamatan Biringbulu, Kabupaten Gowa Propinsi Sulawesi Selatan. *JURNAL GEOCELEBES, 4*(2), 102-110.

Morin, J. V., dan Santi, D. (2022). Kimia Lingkungan.

Mukhtasor, I. (2007). *Pencemaran: Pesisir dan laut*: PT Pradnya Paramita.

Ningrum, S. O. (2018). Analisis kualitas badan air dan kualitas air sumur di sekitar pabrik gula rejo agung baru kota Madiun. *Jurnal Kesehatan Lingkungan, 10*(1), 1-12.

Pohan, N. H., dan Harahap, A. (2023). Analisis Kualitas Air di Sungai Marbau. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains, 6*(1), 239-247.

Rahayu, A., Syauqi, R., dan Islami, M. K. (2021). Teknologi Pengolahan Kandungan Kromium dalam Limbah Penyamakan Kulit Menggunakan Proses Adsorpsi. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan, 5*(1), 90-99.

Ratih Pratiwi, R., dan Linda Noviana, L. (2016). Laporan Penelitian: Evaluasi Kualitas Air Sungai Citarum.

Rukandar, D. (2017). Pencemaran Air: Pengertian, Penyebab, dan Dampaknya. *Mimbar Hukum, 21*(1), 23-34.

Siburian, R., Simatupang, L., dan Bukit, M. (2017). Analisis kualitas perairan laut terhadap aktivitas di lingkungan pelabuhan Waingapu-Alor Sumba Timur. *Jurnal pengabdian kepada masyarakat, 23*(1), 225-232.

Sukoasih, A., dan Widiyanto, T. (2017). Hubungan Antara Suhu, pH Dan Berbagai Variasi Jarak Dengan Kadar Timbal (Pb) Pada Badan Air Sungai Rompang Dan Air Sumur Gali Industri Batik Sokaraja Tengah Tahun 2016. *Buletin Keslingmas, 36*(4), 360-368.

Sumantri, A. (2010). Kesehatan lingkungan.

Syahputra, R. (2004). Modul Pelatihan Instrumentasi AAS. *Laboratorium Instrumental Terpadu UII, Yogyakarta*.

Trianingsih, A., Subaris, H., dan Sri Darnoto, S. (2013). *Perbedaan Efektivitas Filter Zeolit dan Karbon Aktif dalam Penurunan Kadar TSS (Total Suspended Solid) Limbah Cair Tahu Industri Rumah Tangga.* Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Triantoro, D. D., Suprapto, D., dan Rudiyanti, S. (2018). Kadar logam berat besi (Fe), seng (Zn) pada sedimen dan jaringan lunak kerang hijau (Perna viridis) di perairan Tambak Lorok Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES), 6*(3), 173-180.

Trisnawari, D. (2013). *Kajian Kandungan Kadmium (Cd) pada Tanaman Kangkung Air di Kota Bandung dengan Perlakuan Blansing Menggunakan Metode AAS.* UNPAS.

Velda, N. A., Wardhani, E., dan Wulan, D. R. (2023). Studi Pustaka: Kontaminasi Logam Berat Terlarut pada Air Sungai. *Prosiding FTSP Series*, 2154-2159.

Wardhani, E., dan Sulistiowati, L. A. (2018). Analisis Kualitas Sedimen Sungai Segah Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Utara. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan, 2*(2).