

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ekosistem perairan merupakan salah satu komponen penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan keberlanjutan sumber daya alam. Perairan berfungsi sebagai habitat bagi berbagai organisme hidup, penyedia sumber daya air, serta penopang berbagai aktivitas manusia. Kondisi perairan yang baik ditandai oleh keseimbangan antara faktor fisik, kimia, dan biologis yang memungkinkan organisme akuatik hidup dan berkembang secara optimal. Namun, meningkatnya aktivitas manusia sering kali memberikan tekanan terhadap ekosistem perairan, sehingga berpotensi menurunkan kualitas lingkungan dan mengganggu kestabilan ekosistem tersebut.

Waduk Jatigede merupakan salah satu waduk strategis yang terletak di Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat, pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk. Secara geografis, waduk ini berada pada kisaran koordinat 6°55' Lintang Selatan dan 108°05' Bujur Timur dengan elevasi muka air normal sekitar ± 260 meter di atas permukaan laut (mdpl). Bendungan Waduk Jatigede memiliki panjang puncak (crest) sekitar ± 1.715 meter dan tinggi sekitar 110 meter di atas permukaan laut (mdpl), sehingga membentuk genangan air yang luas dan berperan penting dalam pengelolaan sumber daya air di wilayah sekitarnya. Waduk Jatigede dimanfaatkan sebagai pengendali banjir, penyedia air irigasi dan air baku, pembangkit listrik tenaga air, serta kawasan perikanan dan rekreasi bagi masyarakat.

Pemanfaatan Waduk Jatigede yang bersifat multifungsi menyebabkan intensitas aktivitas manusia di sekitar perairan waduk dan daerah tangkapan airnya semakin meningkat. Aktivitas pertanian, permukiman, perikanan, serta kegiatan lain di wilayah hulu dan sekitar waduk berpotensi memberikan beban pencemar terhadap perairan. Gurnita dkk., (2022) menyatakan bahwa aktivitas antropogenik di sekitar perairan waduk dan sungai berpengaruh terhadap perubahan kualitas air

serta distribusi logam berat di lingkungan perairan. Kondisi ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan aktivitas manusia, semakin besar pula potensi terjadinya pencemaran perairan.

Ekosistem perairan waduk yang ideal seharusnya mampu mempertahankan kualitas air yang baik dengan kandungan bahan pencemar yang rendah. Kualitas perairan yang menurun dapat menyebabkan terganggunya fungsi ekologis waduk, seperti menurunnya keanekaragaman organisme akuatik dan berkurangnya kemampuan perairan dalam mendukung kehidupan biota. Putri dkk., (2023) menjelaskan bahwa keberadaan bahan beracun di perairan, terutama logam berat, dapat menyebabkan degradasi kualitas lingkungan perairan dan berdampak jangka panjang terhadap ekosistem akuatik. Oleh karena itu, menjaga kelestarian dan kualitas ekosistem perairan waduk menjadi hal yang sangat penting, mengingat waduk berperan sebagai sumber daya vital bagi kehidupan manusia dan lingkungan sekitarnya.

Salah satu bahan pencemar yang perlu mendapat perhatian serius dalam ekosistem perairan adalah logam berat, khususnya kadmium (Cd). Kadmium merupakan logam berat yang bersifat toksik, persisten, dan tidak memiliki fungsi biologis bagi organisme hidup. Keberadaan kadmium di lingkungan perairan, meskipun dalam konsentrasi rendah, dapat memberikan dampak negatif karena sifatnya yang sulit terurai dan dapat bertahan dalam jangka waktu lama. Pratiwi dkk., (2020) menyatakan bahwa logam berat seperti kadmium dapat masuk ke dalam perairan melalui limpasan pertanian, limbah domestik, serta proses alami dari daerah hulu, kemudian terakumulasi di lingkungan perairan.

Di lingkungan perairan, logam berat kadmium tidak hanya berada pada kolom air, tetapi juga cenderung mengalami proses pengendapan dan akumulasi pada sedimen. Sedimen berperan sebagai media penyimpanan utama logam berat dalam jangka panjang karena partikel logam yang terikat pada bahan tersuspensi akan mengendap seiring menurunnya kecepatan arus perairan. Penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani Clara dkk., (2022) menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat kadmium pada sedimen umumnya lebih tinggi dibandingkan pada kolom air, sehingga sedimen menjadi kompartemen penting dalam kajian pencemaran perairan. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Widyaningsih dkk.,

(2022) yang menyatakan bahwa akumulasi kadmium pada sedimen memiliki keterkaitan dengan keberadaan logam berat pada organisme akuatik melalui proses transfer dari lingkungan ke biota. Selanjutnya, Gurnita dkk., (2022) menjelaskan bahwa kadar logam berat pada sedimen sangat berkaitan dengan dengan jumlah logam yang ada di kolom air serta tingkat paparan bagi organisme yang hidup di perairan tersebut. Oleh karena itu, analisis logam berat pada sedimen menjadi aspek penting dalam memahami dinamika pencemaran kadmium serta potensi dampaknya terhadap ekosistem perairan.

Parameter kualitas air seperti derajat keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO) turut dianalisis dalam penelitian ini karena keduanya berpengaruh terhadap perilaku logam berat di lingkungan perairan. Nilai pH dapat memengaruhi tingkat kelarutan serta proses pengendapan logam berat di perairan. Pada kondisi pH rendah, logam berat cenderung lebih mudah larut di kolom air, sedangkan pada pH yang lebih tinggi logam berat lebih mudah mengalami pengendapan dan terakumulasi pada sedimen (Indrawati dkk., 2022). Sementara itu, konsentrasi DO berkaitan dengan proses dekomposisi bahan organik dan pelepasan unsur maupun logam dari sedimen ke badan air. Penurunan kadar DO dapat menjadi indikator adanya pencemaran perairan dan memengaruhi dinamika distribusi logam berat dalam ekosistem akuatik (Maulina dkk., 2024; Indrawati dkk., 2022). Oleh karena itu, pengukuran pH dan DO diperlukan untuk mendukung interpretasi kondisi kualitas air serta keterkaitannya dengan keberadaan logam berat kadmium (Cd) di Perairan Waduk Jatigede.

Selain terakumulasi pada sedimen, logam berat kadmium juga dapat masuk ke dalam tubuh organisme perairan melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi. Organisme akuatik, seperti fitoplankton dan invertebrata, dapat menyerap logam berat dari air dan sedimen, kemudian logam tersebut akan berpindah ke tingkat trofik yang lebih tinggi melalui rantai makanan. Putri dkk., (2023) menjelaskan bahwa ikan sebagai makhluk hidup di level trofik yang lebih tinggi mempunyai kemampuan besar untuk menyimpan logam berat dalam jaringan tubuhnya. Penumpukkan logam berat dalam tubuh ikan dapat mengakibatkan masalah fisiologis, menghambat pertumbuhannya, serta menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia jika ikan tersebut sering dimakan. Temuan tersebut

diperkuat oleh Widyaningsih dkk., (2022) yang melaporkan bahwa kadmium terdeteksi pada jaringan ikan dengan konsentrasi yang berkaitan dengan kandungan logam berat pada sedimen dan kolom air, menunjukkan adanya proses transfer logam dari lingkungan perairan ke organisme akuatik melalui mekanisme bioakumulasi.

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang banyak dibudidayakan dan dikonsumsi oleh masyarakat. Keberadaan ikan nila di perairan waduk menjadikannya organisme yang relevan untuk digunakan sebagai bioindikator pencemaran logam berat. Analisis kandungan kadmium pada ikan nila dapat memberikan gambaran mengenai tingkat pencemaran perairan serta potensi risiko ekologis dan kesehatan yang mungkin timbul. Pratiwi dkk., (2020) menegaskan bahwa pengujian logam berat pada organisme perairan diperlukan untuk memperoleh informasi yang lebih komprehensif mengenai kondisi kualitas lingkungan perairan.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa ikan nila yang digunakan sebagai bioindikator pencemaran Cd umumnya merupakan ikan dengan ukuran konsumsi yang telah cukup dewasa. Penelitian di Sungai Kapuas Kecil menunjukkan bahwa ikan nila sampel memiliki panjang 25-30 cm dengan berat sekitar ± 600 gram dan umur sekitar 4 bulan. Ukuran ini dipilih karena ikan telah cukup lama terpapar lingkungan perairan, aktif mengakumulasi logam dari air, sedimen, serta pakan dan merupakan ukuran yang umum dikonsumsi masyarakat.

Penelitian lain di Waduk Gajah Mungkur menunjukkan variasi morfometri ikan nila dengan berat 151,9-287,1 gram dan panjang 20-25,6 cm, serta menemukan bahwa perbedaan bobot ikan tidak secara langsung menentukan tinggi rendahnya akumulasi Cd dalam tubuh ikan. Hal ini menunjukkan bahwa ikan dengan ukuran konsumsi tetap berpotensi mengandung Cd meskipun memiliki bobot yang berbeda (Fransiska Romana Gina Srikayanti dkk., 2025).

Logam berat kadmium yang terakumulasi dalam tubuh ikan berpotensi berpindah ke manusia melalui proses biomagnifikasi akibat konsumsi ikan yang tercemar. Kadmium tidak dapat terurai di dalam tubuh dan cenderung terakumulasi pada organ vital, terutama ginjal dan hati. Akumulasi jangka panjang Cd pada tubuh manusia dapat menyebabkan gangguan fungsi ginjal, risiko karsinogenik seperti

kanker prostat, gangguan sistem saraf, serta gangguan sistem reproduksi. Oleh karena itu, analisis kandungan Cd pada ikan nila tidak hanya penting dari aspek ekologis, tetapi juga dari aspek kesehatan manusia terkait batas aman konsumsi ikan (*Maximum Tolerable Intake/MTI*).

Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan pada tiga kompartemen lingkungan perairan, yaitu air, sedimen, dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) sebagai organisme bioindikator. Sampel air diambil pada beberapa titik pengamatan menggunakan botol sampel steril pada kedalaman ± 1 meter dari permukaan perairan, karena sedimen merupakan media akumulasi utama logam berat dalam jangka panjang. Sementara itu, sampel ikan nila diperoleh langsung dari perairan waduk (ikan liar) dengan ukuran konsumsi, kemudian dilakukan pengambilan jaringan tubuh ikan untuk dianalisis kandungan kadmiumnya di laboratorium. Teknik pengambilan sampel ini bertujuan untuk memperoleh gambaran distribusi logam berat Cd secara menyeluruh pada berbagai kompartemen ekosistem perairan waduk.

Permasalahan pencemaran logam berat juga dilaporkan pada beberapa waduk dan perairan tergenang lainnya, yang menunjukkan bahwa ekosistem perairan waduk memiliki kerentanan terhadap akumulasi pencemar akibat tekanan aktivitas manusia. Kondisi ini menunjukkan pentingnya pemantauan kualitas perairan secara menyeluruh dengan menganalisis berbagai kompartemen lingkungan, yaitu air, sedimen, dan organisme akuatik. Pendekatan tersebut diperlukan untuk memperoleh gambaran yang utuh mengenal kondisi perairan dan potensi dampak pencemaran terhadap ekosistem.

Mengingat keadaan ini, penelitian tentang kadar logam berat kadmium (Cd) di dalam air, sedimen, dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Waduk Jatigede sangat penting dilakukan. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pemahaman ilmiah mengenai sebaran dan tingkat kadmium di berbagai bagian lingkungan waduk serta menjadi landasan untuk penelitian biologi lingkungan dan tindakan pengelolaan kualitas air waduk yang berkelanjutan.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perairan Waduk Jatigede berpotensi terpapar logam berat kadmium (Cd) akibat aktivitas antropogenik di wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk.
2. Logam berat kadmium (Cd) dapat terdistribusi dan terakumulasi pada media air, sedimen, dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Perairan Waduk Jatigede.
3. Keberadaan dan akumulasi Cd pada ikan nila berpotensi memengaruhi kualitas ekosistem perairan serta kesehatan manusia melalui rantai makanan.
4. Faktor-faktor kualitas air seperti derajat keasaman (pH) dan kandungan oksigen terlarut (DO) diduga berpengaruh terhadap munculnya dan konsentrasi logam berat kadmium (Cd) dalam sumber air.
5. Informasi mengenai keberadaan dan tingkat logam berat Cd pada air, endapan, dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Waduk Jatigede masih sangat terbatas, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan rincian yang telah dijelaskan dan isu yang diangkat, studi ini penting untuk menemukan keberadaan serta tingkat konsentrasi logam berat kadmium (Cd) yang ada di dalam air Waduk Jatigede. Dengan demikian, timbul pertanyaan sebagai berikut:

1. Apakah terdapat kandungan kadmium (Cd) pada air, sedimen, dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Waduk Jatigede?
2. Berapakah konsentrasi logam berat kadmium (Cd) pada air, sedimen, dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Waduk Jatigede?
3. Berapakah tingkat keasaman (pH) pada air Waduk Jatigede?
4. Berapa konsentrasi oksigen terlarut (DO) yang ditemukan dalam air Waduk Jatigede?

D. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilaksanakan di Perairan Waduk Jatigede, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat.
2. Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini dibatasi pada kandungan logam berat kadmium (Cd).

3. Faktor lingkungan yang diamati dalam penelitian ini meliputi pH air, suhu perairan, kecerahan, dan kadar oksigen terlarut (DO).
4. Pengambilan sampel air dilakukan pada kedalaman ± 1 meter dari permukaan perairan.
5. Pengambilan sampel sedimen dilakukan menggunakan Ekman Grab.
6. Sampel biota perairan yang dianalisis terbatas pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*).
7. Analisis kandungan kadmium (Cd) dilakukan di Laboratorium Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Bandung menggunakan instrumen *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi logam berat kadmium (Cd) pada air, sedimen, dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Waduk Jatigede.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah dan memperkaya kajian ilmiah dalam bidang biologi lingkungan dan ekologi perairan, khususnya mengenai konsentrasi, distribusi, dan akumulasi logam berat kadmium (Cd) pada media air, sedimen, dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Perairan Waduk Jatigede.

2. Manfaat Praktis

- a. Memberikan informasi mengenai kondisi kualitas perairan Waduk Jatigede berdasarkan kandungan logam berat kadmium (Cd) pada air, sedimen, dan ikan nila, sehingga dapat dijadikan dasar evaluasi dan pengelolaan lingkungan perairan secara berkelanjutan.
- b. Menjadi bahan pertimbangan bagi instansi terkait dalam upaya pemantauan dan pengendalian pencemaran logam berat di perairan waduk, khususnya melalui informasi mengenai nilai ambang batas (NAB) serta batas maksimum kadar kadmium yang diizinkan pada media lingkungan pencemaran.
- c. Memberikan informasi awal bagi masyarakat mengenai potensi risiko pencemaran logam berat melalui konsumsi ikan nila dari Waduk Jatigede,

sehingga dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga kualitas lingkungan perairan.

3. Manfaat bagi Dunia Pendidikan

Penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber referensi dan bahan pembelajaran pada mata kuliah Biologi Lingkungan, Ekologi, dan Pendidikan Biologi, khususnya yang berkaitan dengan pencemaran logam berat dan kualitas lingkungan perairan. Selain itu, hasil penelitian dapat menjadi dasar bagi pelaku pendidikan dan instansi terkait dalam merumuskan kebijakan lingkungan hidup, sehingga dunia pendidikan berperan sebagai pemampu dan penguat dasar ilmiah dalam pengambilan kebijakan pengelolaan lingkungan perairan.

G. Definisi Operasional

Urutan menghindari perbedaan penafsiran terhadap istilah yang digunakan dalam penelitian ini, maka disusun definisi operasional sebagai berikut:

1. Logam Berat

Logam berat adalah unsur logam yang memiliki massa jenis tinggi dan bersifat toksik bagi organisme hidup apabila berada pada konsentrasi tertentu. Dalam penelitian ini, logam berat yang dikaji adalah kadmium (Cd).

2. Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) adalah salah satu jenis logam berat beracun yang diteliti dalam studi ini untuk mengetahui konsentrasinya pada media air, sedimen, dan ikan di Waduk Jatigede.

3. Air

Air adalah media perairan Waduk Jatigede yang diambil dari beberapa titik sampling untuk dianalisis kandungan logam berat kadmium (Cd).

4. Sedimen

Sedimen adalah material endapan dasar perairan Waduk Jatigede yang diambil pada lokasi tertentu dan dianalisis kandungan kadmium (Cd) sebagai indikator akumulasi logam berat dalam jangka panjang.

5. Ikan

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah ikan air tawar yang hidup di Perairan Waduk Jatigede dan digunakan sebagai organisme uji dalam penelitian ini

untuk mengukur tingkat bioakumulasi logam berat kadmium (Cd) dalam jaringan tubuhnya.

H. Sistematika Skripsi

Sistematika penulisan skripsi ini terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu bagian pembuka, bagian isi, dan bagian penutup.

1. Bagian Pembuka

Bagian pembuka skripsi memuat informasi awal yang berkaitan dengan identitas penulis dan kelengkapan administrasi skripsi, yang terdiri atas halaman sampul, halaman pengesahan, halaman pernyataan keaslian skripsi, motto dan persembahan, kata pengantar, ucapan terima kasih, abstrak, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, daftar lampiran.

2. Bagian Isi

Bagian isi skripsi terdiri dari lima bab, yaitu Bab I sampai dengan Bab V, yang memuat uraian sebagai berikut.

a. Bab I Pendahuluan

Bab I menguraikan latar belakang penelitian yang menjelaskan pentingnya menjaga kualitas ekosistem perairan serta risiko pencemaran logam berat kadmium (Cd) di Waduk Jatigede. Pada bab ini juga disajikan identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, definisi operasional, serta sistematika penulisan skripsi.

b. Bab II Kajian Teori

Bab II memuat landasan teori yang mendukung penelitian, meliputi konsep logam berat dalam ekosistem perairan, sumber dan pencemaran kadmium, proses bioakumulasi dan biomagnifikasi logam berat, distribusi logam berat pada air, sedimen, dan ikan, serta gambaran umum Waduk Jatigede sebagai lokasi penelitian. Selain itu, pada bab ini disajikan hasil penelitian terdahulu yang relevan serta kerangka pemikiran penelitian.

c. Bab III Metode Penelitian

Bab III menjelaskan langkah-langkah penelitian yang disusun secara sistematis untuk menjawab rumusan masalah. Bab ini meliputi metode penelitian, desain penelitian, subjek dan objek, populasi dan sampel, lokasi dan waktu

penelitian, operasional variabel, teknik pengumpulan data dan instrumen penelitian, teknik analisis data, serta prosedur penelitian.

d. Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab IV menyajikan hasil pengukuran dan analisis konsentrasi logam berat kadmium (Cd) pada air, sedimen, dan ikan nila di Waduk Jatigede. Hasil tersebut kemudian dibahas dengan mengaitkan teori-teori yang telah dijelaskan pada Bab II untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai kondisi kualitas perairan waduk.

e. Bab V Simpulan dan Saran

Bab V berisi simpulan yang diperoleh dari hasil penelitian sebagai jawaban atas rumusan masalah, serta saran yang ditujukan untuk penelitian selanjutnya maupun pengelolaan kualitas perairan Waduk Jatigede.

3. Bagian Penutup

Bagian penutup terdiri atas daftar pustaka dan lampiran. Daftar pustaka memuat referensi yang digunakan sebagai dasar dalam penyusunan skripsi, sedangkan lampiran berisi data pendukung seperti dokumentasi penelitian, instrumen penelitian, hasil uji laboratorium, serta riwayat hidup penulisan.