

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia, ekosistem, dan berbagai aktivitas ekonomi seperti pertanian, perikanan, serta industri. Di Indonesia, sungai memiliki peranan vital sebagai penyedia air bersih, habitat biota akuatik, dan sumber irigasi bagi masyarakat. Namun, pesatnya pembangunan dan aktivitas antropogenik seperti pembuangan limbah rumah tangga, pertanian, serta industri telah menyebabkan penurunan kualitas air di berbagai sungai. Menurut data Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (2022), sekitar 60% sungai di Indonesia telah mengalami pencemaran organik dan kimiawi yang melebihi ambang batas baku mutu, sehingga mengancam kesehatan manusia dan keseimbangan ekosistem perairan.

Kualitas air sungai mencerminkan kondisi ekologis suatu perairan. Untuk menilai kondisi tersebut, diperlukan pendekatan yang mampu menggambarkan perubahan lingkungan secara menyeluruh dan berkelanjutan (Uddin *et al.*, 2021). Salah satu metode yang dinilai efektif adalah penggunaan bioindikator, yaitu organisme hidup yang sensitif terhadap perubahan lingkungan dan dapat mencerminkan kualitas air secara biologis. Makrozoobentos menjadi bioindikator yang banyak digunakan karena memiliki mobilitas rendah, siklus hidup panjang, serta respons yang jelas terhadap perubahan kualitas lingkungan. Keberadaan, kelimpahan, dan komposisi makrozoobentos dapat menggambarkan tingkat pencemaran dan stabilitas ekosistem sungai secara lebih akurat dibandingkan metode kimiawi konvensional (Rachman *et al.*, 2016).

Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas bioindikator, khususnya makrozoobentos, dalam menilai kesehatan ekosistem perairan mengungkapkan bahwa makrozoobentos mampu merepresentasikan dampak kumulatif pencemaran terhadap perairan dalam jangka panjang.

Penelitian di beberapa sungai di Indonesia, seperti Sungai Code di Yogyakarta (Anggun W, 2025) dan Sungai Cisadane di Banten juga membuktikan bahwa perubahan komposisi makrozoobentos berkorelasi kuat dengan tingkat pencemaran organik dan parameter fisika-kimia air. Temuan-temuan tersebut memperkuat bahwa penggunaan bioindikator biologis lebih representatif dalam memantau kualitas ekosistem sungai tropis (Kadim *et al.*, 2024).

Makrozoobentos merupakan kelompok invertebrata benthik berukuran lebih dari 0,5 mm, seperti larva serangga, cacing air, dan moluska kecil, yang hidup menetap di dasar perairan. Kelimpahan dan keanekaragamannya dipengaruhi oleh faktor fisika (kecepatan arus, substrat, suhu), kimia (pH, oksigen terlarut, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), kandungan nutrisi dan polutan), serta biologi (ketersediaan makanan dan interaksi antarspesies) (Tampo *et al.*, 2021). Spesies sensitif cenderung menurun di perairan tercemar, sementara spesies toleran akan mendominasi lingkungan dengan kadar limbah organik tinggi. Dengan demikian, analisis komunitas makrozoobentos dapat memberikan gambaran menyeluruh tentang dampak kumulatif aktivitas manusia terhadap ekosistem perairan.

Dalam konteks lokal, pendekatan biologis ini menjadi sangat relevan diterapkan pada Sungai Cikalang Manonjaya di Kabupaten Tasikmalaya. Sungai ini mengalir sepanjang ± 25 km melalui wilayah pedesaan yang padat aktivitas pertanian dan pemukiman. Masyarakat sekitar memanfaatkan air sungai untuk irigasi, perikanan, dan kebutuhan rumah tangga. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, Sungai Cikalang menghadapi tekanan ekologis akibat pembuangan limbah rumah tangga, penggunaan pupuk dan pestisida di lahan pertanian, serta limbah dari industri kecil. Dampak kumulatif dari aktivitas ini berpotensi menurunkan kualitas air dan mengganggu keseimbangan ekosistem akuatik.

Hasil observasi awal di Sungai Cikalang Manonjaya menunjukkan banyaknya jenis nimfa (larva akuatik) yang merupakan tahap larva dari serangga air dan termasuk dalam kelompok makrozoobentos karena berukuran lebih dari 0,5 mm. Nimfa-nimfa ini menghabiskan sebagian besar siklus hidupnya di lingkungan perairan dan umumnya ditemukan pada area berarus deras dengan kadar oksigen

terlarut tinggi (>6 mg/L). Kehadiran nimfa dalam jumlah melimpah pada zona hulu menunjukkan kondisi air yang relatif baik dan mendukung keberadaan organisme sensitif terhadap pencemaran. Sebaliknya, bagian hilir sungai yang menerima input limbah pertanian dan domestik diduga mengalami penurunan keanekaragaman makrozoobentos akibat meningkatnya tekanan ekologis.

Untuk memahami kondisi tersebut secara lebih mendalam, diperlukan analisis struktur komunitas makrozoobentos melalui pengukuran beberapa indeks ekologi, seperti indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi. Nilai-nilai indeks ini tidak hanya menilai struktur komunitas, tetapi juga memberikan gambaran mengenai kestabilan ekosistem serta tingkat pencemaran perairan. Dengan demikian, hasil analisis dapat menjadi dasar ilmiah dalam menentukan status ekologis sungai.

Penelitian ini penting dilakukan mengingat masih minimnya data terkait kelimpahan dan komposisi makrozoobentos di Sungai Cikalang Manonjaya. Kajian ini diharapkan dapat memberikan data awal bagi pemantauan kualitas air dan mendukung pengelolaan lingkungan perairan yang berkelanjutan. Fokus utama penelitian ini adalah pada jenis makrozoobentos berupa larva capung dan nimfa akuatik yang banyak ditemukan di area berbatu dengan arus deras, karena kelompok ini dinilai paling sensitif terhadap perubahan kualitas air.

Selain aspek ekologis, Sungai Cikalang Manonjaya juga memiliki potensi sebagai sumber belajar biologi yang autentik. Dalam kurikulum pendidikan biologi SMA, konsep ekologi akuatik, bioindikator, dan konservasi sering kali diajarkan secara teoritis. Pemanfaatan sungai lokal sebagai laboratorium alam dapat meningkatkan pemahaman siswa melalui pendekatan *experiential learning*, seperti pengamatan lapangan dan analisis data makrozoobentos. Hal ini sejalan dengan tujuan Pendidikan Karakter Berbasis Lingkungan (PKBL) di Indonesia yang menekankan pentingnya kesadaran ekologis generasi muda (Rahmatiani & Repelita, 2025).

Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menganalisis kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Cikalang Manonjaya sebagai bioindikator kualitas air. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan

data ilmiah awal bagi pemantauan kualitas air dan pengelolaan ekosistem sungai, sekaligus menjadi bahan ajar berbasis riset dalam pembelajaran biologi untuk mendukung konservasi dan pendidikan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu “bagaimana kelimpahan makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air di Sungai Cikalang, Manonjaya sebagai sumber belajar biologi?”

1.3 Definisi operasional

Definisi operasional digunakan untuk menjelaskan beberapa istilah yang digunakan pada penelitian ini

1.3.1 Kelimpahan Makrozoobentos

Kelimpahan makrozoobentos: Kelimpahan makrozoobentos merupakan jumlah individu makrozoobentos yang ditemukan pada satuan luas tertentu di dasar perairan Sungai Cikalang Manonjaya. Pengukuran kelimpahan dilakukan dengan menghitung jumlah individu tiap spesies hasil pengambilan sampel menggunakan alat Surber net, kemudian dinyatakan dalam satuan individu per meter persegi (ind/m^2). Variabel ini menggambarkan tingkat ketersediaan organisme benthik dan mencerminkan kondisi ekosistem perairan, sehingga dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas air. Analisis kelimpahan makrozoobentos selanjutnya didukung oleh perhitungan beberapa indeks ekologi, yaitu Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') untuk mengetahui tingkat keanekaragaman dan kestabilan komunitas, Indeks Dominansi Simpson (D) untuk melihat spesies yang paling mendominasi, serta Indeks Keseragaman (Evenness, E) untuk menilai pemerataan jumlah individu antar spesies.

1.3.2 Bioindikator

Bioindikator merupakan organisme yang digunakan untuk memperoleh informasi mengenai kualitas suatu lingkungan, baik secara keseluruhan maupun sebagian. Sebagai Organisme indikator dapat berupa individu tunggal atau kelompok organisme yang memberikan respons terhadap perubahan kondisi lingkungan. Adapun indikator yang diteliti meliputi makrozoobentos, dan parameter fisika-kimia. Selain itu jenis organisme yang ideal digunakan sebagai bioindikator memiliki beberapa karakteristik, yaitu:

- a. Mudah diidentifikasi;
- b. Tersebar secara kosmopolit;
- c. Kelimpahan dapat dihitung;
- d. Variabilitas ekologi dan genetik rendah;
- e. Ukuran tubuh relatif besar;
- f. Mobilitas terbatas dan masa hidup relatif lama; dan
- g. Cocok untuk digunakan dalam studi laboratorium, Karakteristik ekologi diketahui dengan baik.

1.3.3 Sungai Cikalang

Sungai Cikalang merupakan salah satu sungai yang terletak di Kecamatan Manonjaya, Kabupaten Tasikmalaya, dengan panjang aliran sekitar 25 km. Sungai ini dipilih sebagai lokasi penelitian karena berperan penting sebagai sumber air bagi masyarakat sekitar serta memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai lokasi pembelajaran ekologi perairan. Stasiun yang digunakan yaitu hulu, tengah, dan hilir dengan masing-masing jarak 100 meter. Selain itu, Sungai Cikalang memiliki karakteristik fisik dan aktivitas manusia yang bervariasi di sepanjang alirannya, sehingga memungkinkan untuk dilakukan analisis perbedaan kualitas air berdasarkan kelimpahan makrozoobentos sebagai bioindikator. Hasil pengamatan di Sungai Cikalang diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kondisi ekosistem perairan sekaligus menjadi bahan ajar kontekstual dalam pembelajaran biologi.

1.3.4 Sumber belajar Biologi

Sumber belajar biologi merupakan segala bentuk bahan atau media yang dapat digunakan untuk mendukung proses pembelajaran agar peserta didik memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan sikap ilmiah. Dalam penelitian ini, hasil analisis kelimpahan makrozoobentos di Sungai Cikalang dimanfaatkan sebagai sumber belajar berupa e-booklet biologi yang isinya fokus pada Analisis kelimpahan Makrozoobentos, yang mana mencakup deskripsi kelimpahan, karakteristik, dan manfaat ekologis. E-booklet ini dikembangkan untuk mendukung pembelajaran pada materi Pencemaran Lingkungan di tingkat SMA (fase E) dengan

tujuan membantu peserta didik memahami hubungan antara kondisi lingkungan perairan dan keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah penulis sampaikan, tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui bagaimana kelimpahan makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air di Sungai Cikalang, Manonjaya sebagai sumber belajar biologi.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam ilmu pengetahuan mengenai analisis kelimpahan makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air di Sungai Cikalang Manonjaya sebagai sumber belajar biologi.

1.5.1 Manfaat Teoritis

A. Bagi Masyarakat

Bagi Masyarakat, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan pengetahuan mengenai analisis kelimpahan makrozoobentos dan meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan dan keanekaragaman hayati terutama pada peran makrozoobentos sebagai indikator kesehatan ekosistem.

B. Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan pengalaman serta wawasan baru mengenai analisis kelimpahan makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air di sungai Cikalang Manonjaya sebagai sumber belajar biologi. Sehingga dapat digunakan dalam proses pembelajaran mendatang.

C. Bagi Pendidikan

Bagi Pendidikan, memberikan sumbangan pengetahuan yang dapat digunakan sebagai sumber pembelajaran dan memberikan *output* berupa E-booklet pembelajaran, sehingga mampu digunakan dalam proses pembelajaran yang menyenangkan.