

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kali Surabaya memiliki peran penting dalam mendukung kebutuhan air di daerah Jawa Timur yang dijadikan bahan baku air oleh 2,7 juta penduduk untuk kebutuhan air minum dan kegiatan industri (Asrori, 2021). Kali Surabaya dimanfaatkan sebagai sumber air minum sebesar sekitar 256 juta m³/tahun dan digunakan untuk kegiatan industri sebesar 38 juta m³/tahun (Indriani & Hadi, 2016). Kualitas Kali Surabaya terus mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia di sepanjang sungai. Penurunan tersebut disebabkan oleh masuknya limbah antropogenik dari kegiatan industri, limpasan permukiman, serta berbagai aktivitas lainnya di sekitar sungai (Islam et al., 2025).

Limbah yang patut diwaspadai pada Kali Surabaya yaitu logam berat terutama timbal dan kadmium yang sering ditemui di kawasan perairan (Usia et al., 2025). Logam berat tersebut bersifat toksik dan persisten berpotensi menyebabkan dampak negatif bagi organisme perairan bahkan manusia. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kualitas air Kali Surabaya perlu mendapat perhatian lebih khususnya terkait pencemaran logam berat (Indinarta, 2019).

Keberadaan logam berat di sungai dipengaruhi oleh aspek fisika dan kimia (Grace et al., 2017). Parameter pH menentukan tingkat kelarutan logam. Dimana pada saat kondisi asam atau pH rendah itu akan meningkatkan kelarutan logam berat begitupun sebaliknya (Widyaningsih et al., 2023). Parameter DO berperan dalam proses oksidasi dan reduksi yang mempengaruhi mobilitas logam berat (Barat et al., 2017). Parameter suhu juga turut memengaruhi kondisi sungai dikarenakan berkaitan dengan laju reaksi kimia, kelarutan, dan distribusi logam berat di perairan (Rinawati et al., 2022). Selain itu, parameter TSS juga turut berpengaruh terhadap keberadaan

logam berat. Hal tersebut karena partikel tersuspensi dapat mengadsorpsi logam berat di perairan sehingga bisa terbawa aliran air (Desriyan, 2015).

Penilaian kualitas air sungai selama ini umumnya masih dilakukan melalui pengukuran langsung di lapangan (Suzantho et al., 2019). Pendekatan tersebut belum mampu menunjukkan hubungan antarparameter dan faktor yang paling dominan terhadap kualitas air pada setiap titik. *Principal Component Analysis* (PCA) digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel dengan cara mengubah variabel menjadi komponen utama namun tidak menghilangkan informasi yang ada (Ayu et al., 2025). Metode ini digunakan untuk memudahkan identifikasi hubungan antarparameter serta sumber pencemaran berdasarkan pola sebaran pada setiap titik pengamatan (Matli & Nivedita, 2021).

Analisis hubungan antarparameter belum cukup untuk menggambarkan dampak pencemaran terhadap lingkungan (Rahmadani et al., 2015). *Potential Ecological Risk Index* (PERI) merupakan pendekatan yang dimanfaatkan untuk mengevaluasi risiko ekologis logam berat (Li Yue et al., 2026). Pendekatan ini memberikan dapat menggambarkan pencemaran logam berat di ekosistem perairan.

Berbagai penelitian mengenai *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Potential Ecological Risk Index* (PERI) telah banyak dilakukan. Meski demikian, kedua metode tersebut umumnya digunakan secara berdiri sendiri-sendiri, sehingga belum cukup memberikan gambaran menyeluruh mengenai mutu air maupun pencemaran akibat logam berat. Penelitian ini mengintegrasikan PCA dan PERI untuk menganalisis hubungan antarparameter, sebaran logam berat, dan tingkat risiko ekologis di Kali Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi kualitas Kali Surabaya pada setiap titik berdasarkan parameter pH, suhu, TSS, DO, serta konsentrasi logam berat Pb dan Cd dibandingkan dengan standar peraturan yang berlaku?

2. Bagaimana hubungan antara konsentrasi logam berat dengan parameter fisika kimia di Kali Surabaya berdasarkan pendekatan *Principal Component Analysis (PCA)*?
3. Bagaimana tingkat potensi risiko ekologi akibat keberadaan logam Pb dan Cd di Kali Surabaya berdasarkan metode *Potential Ecological Risk Index (PERI)*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menganalisis kondisi kualitas air di setiap titik Kali Surabaya berdasarkan parameter pH, suhu, TSS, DO, serta konsentrasi Pb dan Cd terhadap baku mutu yang berlaku.
2. Menganalisis hubungan antar parameter yang berpengaruh pada setiap titik menggunakan pendekatan *Principal Component Analysis (PCA)*.
3. Menganalisis tingkat risiko ekologis akibat Pb dan Cd pada perairan Kali Surabaya berdasarkan metode *Potential Ecological Risk Index (PERI)*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai tingkat risiko ekologis akibat pencemaran logam berat di Kali Surabaya berdasarkan metode *Potential Ecological Risk Index (PERI)*.
2. Dapat dijadikan referensi mengenai analisa kualitas perairan terutama berdasarkan logam berat dan risiko ekologis pada suatu perairan.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada kualitas perairan Kali Surabaya yang ditinjau berdasarkan parameter logam berat yaitu Pb dan Cd.

2. Media yang dianalisis yaitu konsentrasi air saja tanpa sedimen dan biota perairan.
3. Lokasi penelitian dibatasi pada Kali Surabaya dengan pembagian beberapa segmen dari Mojokerto (DAM ROLAG) hingga kawasan PDAM Karangpilang Surabaya. Pembagian segmen didasarkan pada perbedaan tata guna lahan serta potensi sumber pencemar di sekitarnya.
4. Pengambilan sampel dilakukan selama satu hari pada setiap titik sampling dengan dua kali pengulangan (duplikasi) di tiap lokasi.
5. Penilaian tingkat ekologis logam berat dilakukan menggunakan metode *Potential Ecological Risk Index* (PERI).
6. Perhitungan risiko ekologi mengacu pada rumus yang dikembangkan oleh Hakanson (1980).
7. Penelitian ini difokuskan pada kajian kualitas air dan risiko ekologis, serta tidak membahas aspek sosial, ekonomi, maupun kesehatan masyarakat akibat logam berat.