

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kontaminasi logam berat pada sistem perairan, khususnya sungai telah menjadi isu krusial dalam beberapa dekade terakhir. Sistem perairan terbuka seperti sungai lebih rentan terhadap kontaminasi logam berat yang disebabkan oleh aktivitas antropogenik (Bhuyan et al., 2017; Decena et al., 2018). Berbeda dengan polutan lain, logam berat bersifat toksik, persisten, dan tidak dapat terurai secara alami sehingga logam berat cenderung terakumulasi di sedimen sungai melalui proses pengendapan (He et al., 2021; S. Zhang et al., 2022). Logam berat yang mengendap di sedimen berpotensi untuk melepaskan polutan kembali ke perairan (resuspensi) yang dipengaruhi oleh kelarutan rendah, bahan organik, mineral, serta jenis sedimen. Umumnya, sedimen yang memiliki butiran halus seperti lempung memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengikat logam berat (Adani et al., 2018; Khotimah et al., 2022).

Konsentrasi logam berat di perairan dipengaruhi parameter fisika – kimia seperti pH, temperatur, konduktivitas, dan nilai oksigen terlarut. Konsentrasi logam berat di sedimen cenderung lebih tinggi karena logam berat yang tidak terbawa oleh arus akan terserap dan mengendap ke dasar perairan. Sehingga, pemantauan kualitas sedimen sungai diperlukan untuk mengetahui risiko jangka panjang ekosistem sungai (Natsir et al., 2019; Engdaw et al., 2022; Husen, 2025). Di antara berbagai kontaminan, logam berat seperti tembaga (Cu) dan kromium (Cr) termasuk ke dalam logam berat yang mudah terdeteksi sebagai kontaminan di ekosistem perairan (Oziegbe et al., 2025). Tembaga (Cu) merupakan unsur mikronutrien yang dibutuhkan organisme dalam konsentrasi rendah, namun dapat berbahaya apabila melampaui batas normal dan dapat membentuk lapisan stabil dalam sedimen. Sebaliknya kromium (Cr) merupakan logam non-esensial yang bersifat toksik meskipun berada dalam konsentrasi yang rendah. (Ahumada-Mexía et al., 2021; Istighfara et al., 2025; Winerungan et al., 2025).

Kali Surabaya merupakan titik hilir Kali Brantas yang melewati 4 (empat) kabupaten / kota yakni Mojokerto, Gresik, Sidoarjo, dan Surabaya dan memiliki karakteristik sebagai sungai aluvial (akumulasi sedimen tinggi) akibat aktivitas vulkanik historis Gunung Kelud (Kusnan, 2012; Swandika, 2019). Kali Surabaya memiliki peran hidrologis yang sangat vital dimana sebesar 96% kapasitasnya digunakan sebagai sumber air baku utama bagi PDAM (Hadinah et al., 2023). Namun, sungai ini juga memikul beban antropogenik yang berat akibat pemanfaatannya sebagai jalur transportasi, drainase, dan saluran pembuangan dari olahan limbah cair industri (Aristananda et al., 2023). Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Nugraheni et al., 2018) pada sedimen ditemukan konsentrasi logam berat kromium (Cr) yang cukup tinggi yakni sebesar 40 mg/kg dan tembaga (Cu) sebesar 61,8 mg/kg yang disebabkan karena adanya peningkatan kontribusi limbah industri dari wilayah hulu yang terletak di Mojokerto.

Pada penelitian oleh Bungala et al., (2021); Zhang et al., (2022) untuk mengidentifikasi kualitas sungai secara menyeluruh dilakukan dengan menggunakan kombinasi metode seperti PCA dan penilaian indeks geoakumulasi (I_{geo}). Metode PCA menunjukkan mampu mereduksi parameter menjadi faktor utama yang paling berpengaruh pada sebaran logam berat. Sedangkan penilaian indeks geoakumulasi (I_{geo}) merupakan penilaian umum untuk mengevaluasi pencemaran logam berat dalam sedimen (Aprilia., 2021).

Penelitian ini menggunakan analisis statistik korelasi dan PCA (*Principle Component Analysis*) untuk mengidentifikasi parameter dominan dalam penyebaran logam berat. Sedangkan untuk melakukan penilaian status mutu lingkungan berdasarkan kontaminasi logam berat di sedimen digunakan analisis Indeks Geoakumulasi (I_{geo}) untuk menentukan kontaminasi tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas antropogenik atau alamiah (Huzairiah et al., 2022). Penggunaan kombinasi metode PCA dan I_{geo} ini merujuk pada beberapa penelitian terdahulu yang terbukti efektif dalam memantau kualitas perairan secara menyeluruh.

Meskipun pemantauan logam berat di Kali Surabaya telah dilakukan sebelumnya, masih terdapat keterbatasan penelitian mengenai penyebaran logam

berat pada fase air dan sedimen. Penelitian ini digunakan untuk mengetahui hal tersebut mengingat fungsi utama Kali Surabaya yang dominan digunakan sebagai sumber air baku air bersih. Sehingga pemantauan yang ketat perlu dilakukan pada wilayah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas terdapat beberapa poin rumusan masalah yang dirincikan sebagai berikut :

1. Bagaimana korelasi antara konsentrasi logam berat (Cu, Cr) dengan parameter fisika – kimia dan jenis ukuran butir sedimen di Kali Surabaya berdasarkan analisis korelasi *spearman*?
2. Parameter apakah yang paling berkontribusi terhadap sebaran logam berat (Cu, Cr) di Kali Surabaya jika di analisis menggunakan metode *Principle Component Analysis* (PCA)?
3. Bagaimana status mutu pencemaran pada sedimen Kali Surabaya berdasarkan konsentrasi logam berat (Cu, Cr) menggunakan metode indeks geoakumulasi (I_{geo})?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, ditentukan tujuan penelitian dengan rincian sebagai berikut :

1. Menganalisis korelasi antara parameter fisika – kimia dan jenis ukuran butir sedimen terhadap konsentrasi logam berat (Cu, Cr) di Kali Surabaya berdasarkan analisis korelasi *spearman*
2. Menganalisis parameter komponen utama yang paling berkontribusi terhadap sebaran logam berat di air – sedimen menggunakan analisis *Principal Component Analysis* (PCA)
3. Menganalisis nilai status mutu pencemaran berdasarkan konsentrasi logam berat (Cu, Cr) pada sedimen Kali Surabaya berdasarkan penilaian indeks geoakumulasi (I_{geo})

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi mengenai sebaran konsentrasi logam berat tembaga (Cu) dan krom (Cr) pada perairan dan sedimen di wilayah Kali Surabaya
2. Memberikan informasi kepada masyarakat dan otoritas yang berwenang dalam melakukan pengelolaan sungai
3. Dapat digunakan sebagai sumber referensi dan bahan kajian untuk penelitian selanjutnya

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi pada penelitian ini dilaksanakan di wilayah perairan Kali Surabaya yang dimulai dari Kota Mojokerto (DAM Rolag Telu) hingga Intake PDAM Karangpilang
2. Metode *Purposive Sampling* berdasarkan tata guna lahannya digunakan untuk menentukan lokasi penelitian dan segmentasi sungai
3. Sampel air dan sedimen dilakukan pada hari yang sama pada setiap titik
4. Pengujian parameter pH, Temperatur (°C), Konduktivitas, dan DO dilakukan secara langsung pada saat dilakukannya pengambilan sampel (*In-Situ*)
5. Logam berat yang akan dilakukan pengujian adalah tembaga (Cu) dan krom (Cr)
6. Pengujian logam berat tembaga (Cu) dan krom (Cr) pada air dan sedimen sungai dilakukan di Laboratorium “*AXO Green Laboratory*”