

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mangrove adalah jenis tanaman pepohonan yang tumbuh dan berkembang di pesisir pantai, muara sungai atau rawa gambut. Mangrove merupakan tanaman yang hidup pada peralihan daratan dan lautan sehingga bagi wilayah daratan, mangrove berperan melindungi pantai dari kerusakan lingkungan seperti abrasi, erosi, angin topan, dan gelombang pasang, sedangkan bagi wilayah lautan, mangrove berperan sebagai sumber bahan organik yang akan menunjang organisme akuatik (Manikasari & Mahayani, 2018). Mangrove memiliki peran yang sangat penting baik secara biologi, fisik dan kimia. Secara biologi, mangrove berperan untuk menyeimbangkan ekosistem dan keberlangsungan biota laut. Secara fisik, mangrove berperan sebagai pelindung abrasi di kawasan pesisir. Secara kimia, mangrove berperan sebagai biofilter karena memiliki kemampuan mengakumulasi logam berat yang berpotensi mencemari lingkungan.

Mangrove memiliki kemampuan untuk mengurangi pencemaran logam berat yang diakibatkan oleh aktivitas manusia, karena mangrove dapat menyerap dan mengakumulasi logam berat. Mangrove adalah salah satu jenis tanaman yang berperan sebagai agen fitoremediasi untuk perairan dan memiliki kemampuan biofilter karena mampu menyaring, mengikat, dan menangkap polusi sehingga peran mangrove yang demikian akan meningkatkan kualitas air (Susilawati, Widowati, Sulistiani & Metro, 2021). Mangrove mampu mengakumulasi logam berat dan sangat toleran terhadap logam berat. Pohon mangrove dapat menghentikan atau mengurangi penyerapan dan penumpukan logam berat melalui akar. Proses ini mengurangi pergerakan logam dan juga mengencerkannya sehingga mengurangi masuknya logam ke dalam sistem rantai makanan (Hamzah & Setiawan, 2010). Mekanisme mangrove dalam mengurangi kandungan logam berat di lingkungan dengan cara penyerapan oleh akar, tanaman dapat menghentikan pergerakan logam yang menumpuk di akar kemudian diendapkan di bagian zona akar.

Lokasi penelitian di Kelurahan Wonorejo dan Kelurahan Gunung Anyar berada di Kota Surabaya, sedangkan Kelurahan Tambak Osong berada di Kabupaten Sidoarjo. Kedua lokasi tersebut merupakan kota industri. Semakin bertambah tahun, kondisi perkembangan industri menjadi sangat pesat. Dampak negatif dari kepesatan industri tersebut menyebabkan adanya pencemaran lingkungan karena

limbah industri. Disisi lain kedua lokasi tersebut juga padat pemukiman sehingga keberadaan limbah non domestik sangat mungkin ada. Berbagai limbah domestik dan non domestik adalah sumber pencemar yang secara kumulatif dapat mempengaruhi kualitas lingkungan. Kedua limbah tersebut yang dibuang ke sungai sebagian besar mengandung logam berat. Aliran sungai tersebut akan dibawa ke muara sungai. Sumber limbah yang masuk ke muara sungai biasanya berasal dari aktivitas manusia seperti industri, perkapalan, antropogenik dan lain-lain. Salah satu limbah yang masuk ke ekosistem mangrove adalah logam berat.

Logam berat adalah kelompok logam yang memiliki massa jenis lebih besar dari 5 g.cm³. Logam berat merupakan limbah yang paling berbahaya karena mempunyai efek toksik bagi makhluk hidup. Logam berat apabila masuk ke dalam lingkungan air sungai akan larut dalam air, terakumulasi dalam lumpur dan dapat bertambah seiring berjalannya waktu, tergantung pada kondisi lingkungan perairan (Sepnawati, Dewi & Febrina, 2021). Logam berat dapat berpindah dari lingkungan ke organisme hidup dari satu organisme ke organisme lain dalam rantai makanan. Logam berat yang masuk ke dalam air sungai sebelum dialirkan ke laut akan mengendap di muara yang biasanya terdapat ekosistem mangrove. Logam berat yang bersifat toksik dan sering mengkontaminasi lingkungan adalah timbal (Pb), merkuri (Hg), cadmium (Cd), kromium (Cr), nikel (Ni), arsenic (As), seng (Zn), dan tembaga (Cu). Logam berat yang fungsinya sebagai unsur hara mikro namun apabila dalam jumlah banyak akan bersifat racun bagi hewan dan tanaman adalah Zn, Cu, Fe, dan Mn (Utami, Rismawati & Sapanli, 2018). Keberadaan logam berat di muara sungai mangrove yang akan diteliti adalah logam berat tembaga (Cu).

Logam Cu memiliki massa jenis 8,96 g.cm³. Logam berat Cu termasuk ke dalam kategori logam berat esensial yaitu logam berat yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam jumlah sedikit, apabila dalam jumlah banyak maka bisa beracun. Logam Cu berperan sebagai koenzim dalam proses metabolisme tubuh, sifat toksik muncul dalam kadar yang tinggi. Konsentrasi Cu terlarut dalam air laut yang berlebihan akan mengakibatkan kematian organisme karena daya racun Cu telah menghambat aktivitas enzim dalam pembelahan sel (Samsundari & Ima, 2011). Akumulasi logam berat Cu yang terlalu tinggi pada tanaman akan

mengganggu aktifitas kerja enzim dengan mengubah struktur protein atau mengganti elemen penting yang menyebabkan adanya defisiensi.

Tembaga (Cu) adalah logam berat yang merupakan unsur esensial bagi tumbuhan dan hewa, namun keberadaan logam Cu yang berlebihan akan bersifat racun bagi semua tumbuhan pada konsentrasi larutan diatas 0,1 ppm (Widaningrum, Miskiyah & Suismono, 2007). Keberadaan Cu pada konsentrasi rendah dapat merangsang pertumbuhan organisme, sedangkan pada konsentrasi tinggi dapat menjadi penghambat. Masuknya logam Cu ke dalam lingkungan perairan dapat terjadi secara alami atau akibat dari aktivitas manusia. Logam Cu masuk ke dalam air secara alami melalui erosi atau melalui atmosfer yang dibawa oleh air hujan. Sedangkan aktivitas manusia seperti aktivitas industri, pembuatan kapal, dan kegiatan di pelabuhan (Utami *et al.*, 2018). Penelitian mengenai logam berat Cu di Kawasan Mangrove Surabaya telah dilakukan oleh Rachmawati, Yona & Kasitowati, (2018) terhadap tanaman *Avicennia alba*, hasil penelitian menunjukkan nilai akumulatif Cu pada akar sebesar 13,49 ppm dan pada daun sebesar 10,05 ppm.

Pesisir timur Surabaya merupakan wilayah dari kota Surabaya yang termasuk kota industri dan padat pemukiman. Lokasi penelitian berada di Sungai Jagir, Sungai Kebon Agung dan Sungai Tambak Oso. Sungai Jagir adalah cabang dari sungai Brantas di Kota Surabaya. Sepanjang aliran sungai Jagir terdapat pemanfaatan lahan seperti pemukiman, pertokoan, industri kosmetik dan mebel. Industri kosmetik dan industri mebel dapat menghasilkan limbah logam berat tembaga (Cu) yang langsung dibuang ke dalam perairan. Kosmetik merupakan campuran dari bahan-bahan tertentu, dimana bahan tersebut mengandung logam berat salah satunya tembaga (Cu). Logam tembaga dalam bentuk bubuk digunakan sebagai formulasi riasan bedak, lipstik, pewarna rambut dsb. Industri mebel merupakan industri yang mengubah kayu menjadi produk yang mempunyai nilai tambah, sehingga dalam prosesnya menghasilkan logam berat salah satunya logam berat Cu. Daerah pemukiman biasanya terdapat kegiatan rumah tangga sehingga keberadaan limbah non domestik sangat mungkin ada. Hal ini sejalan dengan pendapat Indra, Sahara & Dewi (2013) sumber pencemaran logam Cu berasal dari limbah rumah tangga seperti limbah dari cairan pembersih lantai yang

mengandung CuO serta kegiatan di perairan yang dihasilkan dari cat-cat pelapis kapal. Sungai jagir bermuara di Mangrove Wonorejo dimana muara tersebut juga digunakan sebagai aktivitas perkapalan para nelayan. Aktivitas perkapalan dapat terjadi proses pengecatan kapal karena logam berat Cu merupakan bahan utama pemberi warna biru dan metalik pada cat anti karat yang digunakan untuk melapisi dan menjaga ketahanan warna kapal agar tidak berkarat (Santi, Vanny & Siang, 2017).

Sungai Kebon Agung merupakan sungai yang bermuara di mangrove gunung anyar. Sepanjang aliran sungai gantung terdapat pemanfaatan lahan seperti pemukiman dan sebagian besar wilayah industri yaitu industri minyak goreng, industri makanan dan minuman, industri rokok, industri sabun dll, industri pengemasan wadah dari logam, dan industri baja. Menurut Setiawan Asep (2008) industri yang menghasilkan limbah Cu adalah industri logam pengasaman dan pelapisan, industri pewarnaan, industri kertas, industri minyak dan berbagai industri kimia yang menggunakan garam dan katalis Cu. Keberadaan logam berat tembaga pada limbah cair industri dalam bentuk ion bivalen Cu(II).

Sungai Tambak Oso adalah sungai yang bermuara di mangrove tambak oso, sungai gantung membelah dua ke arah gunung anyar dan tambak oso perbatasan surabaya sidoarjo. Sungai Tambak Oso yang bermuara di tambak oso sepanjang aliran sungainya terdapat pemanfaatan wilayah perindustrian juga yaitu industri alat berat, industri makanan dan minuman, industri peralatan listrik, industri obat, industri mesin, industri kosmetik serta beberapa pemukiman dan pertokoan. Limbah logam berat Cu biasanya terdapat pada bahan kimia yang digunakan dalam laboratorium farmasi seperti dalam reagen, katalis dan bahan lainnya.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, berbagai jenis mangrove mampu mengakumulasi logam berat karena mempunyai sistem perakaran yang dapat menyerap logam. Penelitian (Othman, Ramya, Mukrim, Syakirin, Hashim & Yaman, 2015) menjelaskan bahwa mangrove jenis *Sonneratia alba* dapat mengakumulasi logam berat tembaga (Cu) terutama di jaringan. Selain itu pada penelitian (Heru, 2015) jenis *Sonneratia alba* dapat mengakumulasi logam berat Pb lebih besar daripada jenis *Avicennia marina* sebesar 35,3 ppm. Hasil penelitian

Dewi (2018) menjelaskan jenis mangrove yang berbeda yaitu jenis mangrove *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* dapat mengakumulasi logam berat Cu pada sedimen berkisar antara 0,685-1,545 mg.kg⁻¹ dan kadar logam berat Cu pada air berkisar antara 0,0035-0,4765 mg.l⁻¹. Konsentrasi sedimen rata-rata logam berat Cu pada *Avicennia marina* dan *Avicennia alba* yang mendominasi di sekitar muara sungai jagir adalah 63,85 mg.kg⁻¹ dan 24,85 mg.kg⁻¹ (Harnani dan Titah, 2017), *Rhizophora apiculata* mengakumulasi logam Cu terbesar di akar dan batang (Hewindati, Suhardi, Zuhairi, Diki & Yuliana, 2022). Kandungan Cu pada jenis tanaman *Rhizophora apiculata* di bagian akar dan batang sebesar 14,56 ppm dan 12,5 ppm (Heriyanto & Endro Subiandono, 2011).

Hasil penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa mangrove mampu menyerap berbagai logam berat. Penyerapan logam berat dapat melalui bagian akar dan daun karena akar merupakan bagian yang menyerap unsur hara sehingga penumpukan logam pada akar dapat terjadi, sedangkan logam berat dapat masuk ke mangrove melalui daun. Kawasan penelitian juga dekat dengan pemukiman, industri, dan aktivitas manusia. Berdasarkan latar belakang diatas maka perlu dilakukan suatu penelitian yang menjelaskan mengenai kandungan logam berat tembaga (Cu) dalam vegetasi mangrove di Sungai Jagir, Kebon Agung dan Tambak Oso.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dijelaskan diatas maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana kadar logam berat tembaga (Cu) di Sungai Pesisir Timur Kota Surabaya?
- 2) Bagaimana kemampuan mangrove di Sungai Pesisir Timur Kota Surabaya dalam mengakumulasi logam berat Cu ditinjau dari faktor biokonsentrasi dan faktor translokasi?
- 3) Bagaimana biodiversitas makrofauna sedimen mangrove di Sungai Pesisir Timur Kota Surabaya?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Menguji kadar logam berat tembaga (Cu) di Sungai Pesisir Timur Kota Surabaya
- 2) Mengkaji kemampuan mangrove di Sungai Pesisir Timur Kota Surabaya dalam mengakumulasi logam berat Cu ditinjau dari faktor biokonsentrasi dan faktor translokasi
- 3) Mengkaji biodiversitas makrofauna sedimen mangrove di Sungai Pesisir Timur Kota Surabaya

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan wawasan atau pengetahuan tentang kemampuan tanaman mangrove dalam mengakumulasi logam berat tembaga (Cu) kepada masyarakat sekitar. Selain itu, penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan atau referensi kepada peneliti lain sehingga dapat dikembangkan dengan versi yang berbeda.

1.5. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

- 1) Tanaman mangrove dalam setiap sungai memiliki perbedaan dalam mengakumulasi logam berat tembaga (Cu)
- 2) Keberadaan logam berat tembaga (Cu) yang diakumulasi oleh mangrove di Sungai Jagir lebih tinggi daripada Sungai Kebon Agung dan Sungai Tambak Oso
- 3) Tanaman mangrove efektif dalam mengakumulasi logam untuk mengurangi pencemaran logam berat di lingkungan