

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran air akibat limbah industri dan aktivitas domestik menjadi permasalahan lingkungan yang memerlukan perhatian khusus, terutama pada aliran sungai Sungai Jagir yang merupakan hilir dari pembuangan limbah dari berbagai sumber (Setiawati & Titah, 2019). Salah satu sumber pencemar Sungai Jagir adalah limbah cair industri tahu dan limbah cair industri batik.

Limbah cair industri tahu memiliki kandungan organik tinggi seperti protein, lemak, dan karbohidrat, serta memiliki nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang tinggi, sehingga dapat menurunkan kualitas air secara signifikan (Sayow et al., 2020). Begitu pula dengan limbah cair industri batik mengandung bahan organik yang dapat meningkatkan kadar *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Total Suspended Solid* (TSS), dan dapat mengubah pH air (Safamaura & Afany, 2025). Selain itu menurut Kencana & Radityaningrum (2022), kandungan warna pada limbah batik sangat tinggi melebihi ambang batas yang telah ditetapkan. Selain itu, Sungai Jagir di Surabaya mengalami pencemaran akibat limbah domestik dan industri, menyebabkan peningkatan kadar *Total Suspended Solids* (TSS), pH, kekeruhan, serta warna yang melampaui batas standar kualitas air baku (Mufida et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan pengolahan air yang efektif dan ramah lingkungan untuk meningkatkan kualitas air dari kedua sumber ini.

Salah satu metode pengolahan air yang banyak digunakan adalah proses koagulasi-flokulasi, yang bertujuan untuk menghilangkan partikel tersuspensi dan kekeruhan melalui penambahan koagulan (Ekoputri et al., 2024). Koagulan berbasis garam logam seperti aluminium sulfat (tawas) dan besi klorida umumnya digunakan dalam pengolahan air, namun residu logam yang dihasilkan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas air dan lingkungan (Purnomo, 2023). Sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan, biokoagulan mulai dikembangkan, yang berasal dari bahan alami dan memiliki sifat *biodegradable* serta minim dampak ekologis (Kurniawan et al., 2020).

Salah satunya yaitu pemanfaatan kitosan sebagai biokoagulan yang lebih ramah lingkungan (Nasrulloh et al., 2021). Jumlah kitin dan kitosan terbesar berasal dari limbah industri perikanan. Setiap tahunnya produksi kitin dari industri perikanan sejumlah $\pm 1 \times 10^{11}$ ton. Akan tetapi, ketersediannya yang bersifat musiman dan lokasinya berada di wilayah pesisir menjadikan penambahan biaya transportasi dan emisi yang harus ditanggung untuk memasok wilayah lain. Selain crustacea, kitin dan kitosan dapat ditemukan pada kingdom fungi dan animalia khususnya kelas insecta seperti maggot *black soldier fly* (*Hermetia illucens*) (Triunfo et al., 2022). Beberapa penelitian terdahulu telah membahas efektivitas *black soldier fly* (*Hermetia illucens*) sebagai adsorben alami yang mampu menghilangkan kandungan logam berat dari air limbah melalui mekanisme adsorpsi (Maulidifa & Hidayah, 2024).

Biokoagulan tidak hanya berasal dari sumber hewani, tetapi juga dapat diperoleh dari bahan nabati seperti biji kelor (*Moringa oleifera*), yang telah banyak diteliti karena kandungan protein kationiknya yang efektif dalam menetralkan muatan partikel tersuspensi dan membentuk flok secara efisien (Warisul Ambia, Ratni Dewi, 2024). Sebagai perbandingan, tawas masih banyak digunakan sebagai koagulan komersial karena efektivitasnya dalam menurunkan TSS dan kekeruhan, meskipun memiliki kelemahan dalam hal residu logam dalam air olahan (Purnomo, 2023).

Penelitian ini berfokus pada karakterisasi nanopartikel flok yang terbentuk pada proses pengolahan beberapa karakteristik air menggunakan berbagai biokoagulan dan koagulan tawas sebagai pembanding. Sampel air yang digunakan berasal dari Sungai Jagir, limbah industri tahu dan limbah industri batik, yang memiliki karakteristik pencemaran yang berbeda. Efektivitas koagulasi-flokulasi dianalisis dengan mengamati nilai zeta potensial, yang menunjukkan kestabilan partikel koloid setelah proses koagulasi (Priatmoko & Rohman, 2023). Pengukuran nilai zeta potensial ini menunjukkan seberapa baik koagulan dapat menetralkan muatan partikel koloid, membentuk flok yang stabil, dan meningkatkan efisiensi proses sedimentasi (Rouf et al., 2020). Dengan memahami perubahan nilai zeta

potensial, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat efisiensi biokoagulan dalam menurunkan parameter pencemar seperti pH, TSS, warna, dan kekeruhan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada bagian latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

1. Sejauh mana efektivitas biokoagulan cangkang maggot BSF dan biji kelor dibandingkan dengan koagulan tawas dalam menurunkan *Total Suspended Solids* (TSS), kekeruhan, warna, dan pH pada kondisi optimum?
2. Bagaimana stabilitas partikel dan ukuran partikel pada proses koagulasi flokulasi menggunakan biokoagulan biji kelor, biokoagulan cangkang maggot BSF dan koagulan tawas?

1.3 Tujuan Penelitian

Merujuk pada permasalahan yang telah diidentifikasi, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menentukan efektivitas biokoagulan biji kelor dan cangkang maggot BSF dibandingkan dengan koagulan tawas dalam menurunkan *Total Suspended Solids* (TSS), kekeruhan, warna, dan pH pada kondisi optimum.
2. Mengetahui stabilitas partikel dan ukuran partikel pada proses koagulasi flokulasi menggunakan biokoagulan biji kelor, biokoagulan cangkang maggot BSF dan koagulan tawas.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian ini yaitu:

1. Menambah wawasan mengenai karakteristik flok yang terbentuk dari berbagai jenis biokoagulan dan koagulan konvensional dalam pengolahan air.
2. Memberikan referensi ilmiah mengenai mekanisme koagulasi dan flokulasi dengan biokoagulan, khususnya dalam kaitannya dengan stabilitas flok dan distribusi ukuran partikel.
3. Menyediakan data empiris mengenai kemampuan biokoagulan dalam menurunkan *Total Suspended Solids* (TSS), kekeruhan, warna, dan pH,

sehingga dapat diterapkan pada skala yang lebih luas khususnya yang ingin menerapkan biokoagulan ramah lingkungan.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk memastikan penelitian ini berjalan dengan fokus yang tepat dan menghasilkan temuan yang terarah, ditetapkan beberapa batasan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Jenis sampel air yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada air sungai Jagir, limbah cair industri tahu dan limbah cair industri batik, sehingga hasil penelitian ini belum dapat digeneralisasi untuk jenis air baku dan limbah lainnya.
2. Jenis koagulan yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada biokoagulan cangkang maggot BSF dan biji kelor, serta tawas sebagai koagulan komersial untuk pembandingan.
3. Parameter yang dianalisis yaitu karakterisasi flok hanya berfokus pada nilai zeta potensial dan ukuran partikel, serta efektivitas dalam menurunkan *Total Suspended Solids* (TSS), kekeruhan, warna, dan pH. Parameter lain, seperti kandungan logam berat atau parameter mikrobiologi, tidak dianalisis dalam penelitian ini.
4. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium, sehingga hasilnya belum dapat langsung diaplikasikan pada skala industri atau sistem pengolahan air berskala besar tanpa penelitian lanjutan.