

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan lingkungan yang menjadi salah satu perhatian dunia diantaranya adalah pencemaran, menipisnya sumber daya alam, dan terjadinya degradasi lingkungan (Haryono *et al.*, 2018). Wilayah perairan sering terjadi pencemaran sehingga berdampak bagi kehidupan manusia (Gao *et al.*, 2020). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no. 82 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, peristiwa pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran air dapat disebabkan oleh polutan organik yang berasal dari limbah industri (Hynes *et al.*, 2020), logam berat (Gao *et al.*, 2020), mikroplastik (Quang *et al.*, 2020), dan zat warna (Kirandeep *et al.*, 2020). Salah satu polutan perairan yang banyak diteliti dalam beberapa tahun terakhir adalah zat warna. Polutan zat warna banyak ditemukan di wilayah perairan sekitar industri tekstil baik skala kecil maupun skala besar.

Industri tekstil merupakan industri yang perkembangannya cukup pesat di Indonesia. Kemajuan di bidang industri ini tidak diiringi pengelolaan hasil buangan yang memadai sehingga industri tekstil menjadi salah satu kontributor dalam pencemaran lingkungan perairan karena limbah zat warna yang dihasilkan. Pembuangan air limbah zat warna tekstil ke sungai akan menimbulkan masalah lingkungan yang serius (Xu *et al.*, 2021). Zat warna merupakan senyawa kimia yang dapat memberikan warna pada permukaan kain, kertas, plastik, kosmetik, dan makanan (Yagub *et al.*, 2014). Zat warna berdasarkan sumbernya diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu zat warna alami dan zat warna sintesis. Zat warna alami adalah warna yang diperoleh dari hewan dan tumbuhan seperti warna merah muda pada flamingo dan warna hijau dari klorofil. Berdasarkan muatannya, zat warna diklasifikasikan menjadi dua

jenis, yaitu kationik dan anionik (B. Lellis *et al.*, 2019). Keberadaan zat warna sintetis dalam air dapat menyebabkan efek buruk pada kesehatan manusia karena dapat bersifat toksik, karsinogenik, dan mutagenik (Hynes *et al.*, 2020). Selain itu, zat warna juga dapat memberikan warna yang tidak diinginkan pada air (Narita *et al.*, 2019). Fenomena ini mendorong berbagai upaya pengembangan penelitian pemisahan zat warna untuk menemukan solusi alternatif dalam mengatasi pencemaran air.

Beberapa metode pemisahan zat warna dalam air telah dikembangkan antara lain filtrasi, presipitasi kimia, *ion exchange*, adsorpsi dan pemisahan menggunakan membran (Xu *et al.*, 2021). Adsorpsi merupakan metode yang memiliki efektivitas yang tinggi, pengoperasian yang mudah, biaya murah, efektif (Hossain *et al.*, 2012; Zheng *et al.*, 2021). Kebanyakan zat warna sintetis bersifat stabil di berbagai macam kondisi karena memiliki struktur yang kompleks. Berdasarkan keunggulan dari metode adsorpsi, dinilai efektif untuk mengatasi permasalahan pemisahan zat warna dalam air (Sakti *et al.*, 2020).

Adsorpsi merupakan terakumulasinya adsorbat pada adsorben. Adsorben yang efektif dan selektif mayoritas terdiri atas komponen berpori yang tidak larut, stabil, dan memiliki gugus aktif yang dapat berinteraksi dengan zat warna (Widhi Mahatmanti *et al.*, 2016). Adsorben yang berukuran nano dilaporkan memiliki kemampuan adsorpsi yang baik dalam pengolahan limbah (Li *et al.*, 2019). Secara umum, semakin kecil ukuran adsorben yang digunakan maka luas permukaan meningkat sehingga kapasitas adsorpsi menjadi lebih tinggi (Reshadi *et al.*, 2020). *Nano clay*, *halloysite nanotubes*, dan *diatomaceous earth* merupakan material anorganik (*clay*) yang cocok digunakan sebagai adsorben karena memiliki luas permukaan yang besar serta mampu berinteraksi dengan zat warna (X. Song *et al.*, 2021).

Halloysite nanotubes memiliki bentuk tabung berongga, daya serap yang tinggi terhadap zat warna dalam air, dan kapasitas adsorpsi *halloysite nanotubes* lebih tinggi dibanding adsorben konvensional (Anastopoulos *et al.*, 2018). Berbeda dengan *halloysite nanotubes*, *diatomaceous earth* memiliki struktur berpori dan bentuk seperti cakram, serta adanya kandungan silika dioksida

(SiO₂) menjadikan material yang baik untuk memodifikasi adsorben (Aguero *et al.*, 2019). Porositas yang besar menyebabkan *diatomaceous earth* mempunyai potensi digunakan sebagai adsorben ion logam berat dalam pengolahan limbah zat warna (Manna *et al.*, 2021). *Nano clay* merupakan bentonite berbentuk lembaran yang memiliki karakteristik mirip dengan *halloysite nanotubes* dan *diatomaceous earth* dalam hal kemampuan adsorpsi yang baik karena memiliki kapasitas pertukaran ion yang tinggi (Mazari *et al.*, 2021). Hal tersebut menjadikan *halloysite nanotubes*, *diatomaceous earth*, dan *nano clay* menjadi pilihan yang tepat sebagai material adsorben.

Metode adsorpsi memiliki kelemahan yaitu adsorben sulit dikumpulkan kembali pada akhir proses adsorpsi. Penggabungan *clay* dengan magnetit dengan metode kopresipitasi menjadi solusi untuk mengatasi kelemahan tersebut sehingga tidak menghasilkan polutan sekunder (Zheng *et al.*, 2021). Penggabungan adsorben dengan material magnetik akan menghasilkan bahan komposit baru yang disebut adsorben magnetik (Sakti *et al.*, 2021). Magnetit banyak digunakan untuk proses perbaikan lingkungan, hal tersebut disebabkan karena sifat dari magnetik ini memudahkan untuk pengambilan adsorben pada air melalui penerapan medan magnet (Golfer Muedas *et al.*, 2020), dan polusi sekunder akibat adanya adsorben yang lepas juga dapat dihindari sehingga efektif dalam menangani permasalahan lingkungan (Sivashankar *et al.*, 2014).

Proses adsorpsi terjadi di permukaan adsorben, oleh karena itu untuk meningkatkan *binding sites* pada permukaan dapat dilakukan dengan modifikasi adsorben (Metin *et al.*, 2020). Secara umum modifikasi adsorben magnetik dapat dilakukan dengan dua pendekatan yaitu sintesis secara langsung dengan menambahkan silan yang memiliki gugus fungsi ionik ke adsorben, kemudian pendekatan kedua dengan melakukan pencangkakan *silane* pada adsorben yang sudah berhasil disintesis (Gao *et al.*, 2020). Upaya lain dalam peningkatan efektivitas adsorben dalam mengikat zat warna dilakukan dengan penambahan cairan ionik atau *ionic liquid* yang terdiri dari kation dan anion yang mempunyai tekanan uap yang dapat diabaikan dan menyangkut berbagai kelompok senyawa dengan titik leleh di bawah suhu air mendidih. Cairan ionik

dinilai lebih ramah lingkungan dibanding pelarut organik konvensional (Parvin *et al.*, 2012). Kationnya merupakan kation organik, yaitu kelompok senyawa amonium, imidazolium atau pyridinium.

Dalam penelitian ini digunakan *glycidyltrimethylammonium chloride* sebagai sumber amonium dan *1-methylimidazole* sebagai sumber imidazolium yang memiliki elektron bebas dan dapat berikatan dengan zat warna Eosin Y. Ammonium dan imidazolium dijumpatani oleh *(3-chloropropyl) trimethoxysilane* dan *(3-aminopropyl) trimethoxysilane* sehingga dapat berikatan dengan permukaan adsorben magnetik. Diharapkan adsorben memiliki kapasitas adsorpsi yang baik dan mampu melakukan proses adsorpsi terhadap zat warna Eosin Y.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah *nano clay*, *halloysite nanotubes*, *diatomaceous earth* dapat disintesis dengan Fe_3O_4 menggunakan metode kopresipitasi?
2. Apakah *nano clay*, *halloysite nanotubes*, dan *diatomaceous earth* magnetik dapat dimodifikasi menggunakan *1-methylimidazole* dan *glycidyltrimethylammonium chloride* dengan dijumpatani oleh *chloropropyl trimetoxysilane* dan *aminopropyl trimetokxysilane*?
3. Bagaimana karakteristik *nano clay*, *halloysite nanotubes*, dan *diatomaceous earth* magnetik termodifikasi amonium dan imidazolium?
4. Bagaimana kinerja *nano clay*, *halloysite nanotubes*, dan *diatomaceous earth* magnetik termodifikasi amonium dan imidazolium terhadap zat warna Eosin Y?

1.3 Tujuan

1. Mensintesis *nano clay*, *halloysite nanotubes*, *diatomaceous earth* dapat disintesis dengan Fe_3O_4 menggunakan metode kopresipitasi.
2. Memodifikasi *nano clay*, *halloysite nanotubes*, dan *diatomaceous earth* magnetik dapat dimodifikasi menggunakan 1-metilimidazole dan

glycidyltrimethylammonium chloride dengan dijembatani oleh *chloroprophyl trimetoxysilane* dan *aminopropyl trimetokxysilane*.

3. Menentukan karakteristik *nano clay*, *halloysite nanotubes*, dan *diatomaceous earth* magnetik termodifikasi ammonium dan imidazolium.
4. Menentukan kinerja *nano clay*, *halloysite nanotubes*, dan *diatomaceous earth* magnetik termodifikasi amonium dan imidazolium terhadap zat warna Eosin Y.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan terkait industri tekstil dalam penggunaan adsorben magnetik pada zat warna. Penelitian ini juga dapat menambah informasi mengenai penggunaan *nano clay*, *halloysite nanotubes*, *diatomaceous earth* magnetik termodifikasi amonium dan imidazolium dalam adsorpsi polutan zat warna pada air.