

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pesat ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini sejalan dengan kemajuan berpikir Sumber Daya Manusia (SDM) yang telah menciptakan transformasi signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, begitupun pembuangan limbah ke lingkungan yang mengakibatkan pencemaran oleh industri yang menggunakan pewarna sintetis dalam produksinya (Khattab dkk., 2020).

Sektor industri menjadi salah satu penyumbang utama polutan organik dan kimia dalam air limbah, dengan penggunaan rata-rata 8000 bahan kimia selama proses produksinya (Tichapondwa dkk., 2020). Salah satu bahan kimia tersebut adalah zat pewarna, sekitar 15-20% dari total zat pewarna yang digunakan dalam proses pewarnaan terbuang ke dalam limbah (Chatterjee dkk., 2008). Ketika limbah dibuang, limbah tersebut dapat menimbulkan dampak buruk pada lingkungan, seperti menghambat proses fotosintesis dan menyebabkan keracunan pada kehidupan akuatik (Tichapondwa dkk., 2020).

Methylene Blue (MB) adalah salah satu pewarna yang paling banyak digunakan dalam industri (Manna dkk., 2017). Senyawa kimia aromatik heterosiklik dengan struktur planar. Pada suhu kamar MB berwarna hijau tua dan tidak beraroma tetapi berwarna biru setelah dilarutkan dalam air (Khan dkk., 2022). Penggunaan MB di atas konsentrasi tertentu mempunyai toksisitas berbahaya terhadap kesehatan manusia (Cheng dkk., 2020). Selain itu MB berbahaya bagi lingkungan karena toksisitas, karsinogenik, dan tidak dapat terurai secara alami (Contreras dkk., 2019).

Pengukuran jumlah pewarna yang ada dalam limbah sebelum pembuangan adalah hal yang penting, bahkan sejumlah 1 mg/L pewarna tekstil dapat menyebabkan pewarnaan dengan kadar yang berbahaya bagi lingkungan (Maheshwari dkk., 2021). Dalam upaya menyelesaikan masalah pencemaran ini, teknologi pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan proses fotokatalis. Fotokatalisis merupakan proses konversi energi cahaya

menjadi energi kimia, menghasilkan radikal hidroksil yang bertindak secara redoks terhadap senyawa limbah organik. Sebagai hasilnya, air dapat kembali menjadi jernih karena terbebas dari limbah pewarna (Al-Mamun dkk., 2019).

Pemilihan material yang akan digunakan sebagai fotokatalis merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi keberhasilan dan efisiensi proses fotokimia. Untuk terjadinya proses fotokatalisis, diperlukan material semikonduktor dalam bentuk nanomaterial. Nanopartikel memiliki sifat yang lebih baik daripada padatan besar karena memiliki ukuran antara 1-100 nm (Okto, 2023). Nanopartikel magnetik dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pengolahan air limbah, pengiriman obat, dan diagnosis medis. Karena sifatnya yang unik, seperti magnetisasi permanen, magnetisasi yang dapat diubah, dan magnetisasi superparamagnetik. Nanopartikel magnetik juga dapat diubah dengan berbagai bahan untuk meningkatkan sifat fisik dan efisiensi dalam aplikasi tertentu (Shukla dkk., 2021).

Magnetit (Fe_3O_4) adalah salah satu contoh dari nanopartikel magnetik yang telah banyak digunakan karena memiliki sifat superparamagnetik, tinggi koersivitas dan suhu Curie rendah. Fe_3O_4 juga tidak beracun dan biokompatibel. Namun, sifat magnetik Fe_3O_4 menyebabkan adanya gaya tarik magnetis dan memiliki energi permukaan yang besar menyebabkan Fe_3O_4 mudah teragregasi dalam larutan (Wei dkk., 2012). Fe_3O_4 yang tidak dilapisi material lain biasanya memiliki aktivitas kimia yang tinggi dan sangat rentan terhadap oksidasi, yang sering menyebabkan penurunan sifat magnetik. Karena itu, fungsionalisasi permukaan menjadi salah satu cara utama meningkatkan stabilitas magnetik nanopartikel (Liu dkk., 2020).

Banyak bahan dapat memfungsikan permukaan nanopartikel Fe_3O_4 , namun polimer organik kitosan yang *biodegradable* dan biokompatibel adalah salah satu bahan pelapis yang paling umum dan berguna untuk nanopartikel. Ini karena memiliki gugus reaktif hidroksil ($\cdot\text{OH}$) dan amina (NH_2) yang dapat memfungsikan permukaan nanopartikel Fe_3O_4 (Cuana dkk., 2022). Kitosan dapat meningkatkan seluruh ukuran partikel yang dapat mengurangi sifat magnetiknya ketika dibutuhkan sifat magnetik tertentu.

Meskipun demikian, lapisan polimer dapat mengurangi agregasi (Wei dkk., 2012).

Banyak penelitian sebelumnya telah berfokus pada pemanfaatan nanopartikel magnetik berlapis kitosan untuk menghilangkan kontaminan air, (Thuan dkk., 2018) melaporkan bahwa partikel magnetik kitosan memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi untuk ion logam (126,58 mg/g untuk Cu(II) dan 66,23 mg/g untuk Ni(II)), dan memiliki stabilitas regenerasi yang sangat baik dengan efisiensi lebih dari 83% setelah lima siklus proses adsorpsi-regenerasi. (Peng dkk., 2014) menjelaskan MCP dapat dengan mudah diregenerasi dengan HCl dan digunakan kembali untuk adsorpsi Cu (II) hingga lima siklus.

Untuk membuat nanopartikel Fe₃O₄ yang difabrikasi dengan kitosan, banyak teknik sintesis yang telah dilakukan seperti hidrotermal, *sol-gel*, dekomposisi termal, dan kopresipitasi. Namun, beberapa metode sintesis tersebut memiliki kekurangan diantaranya efisiensi energi, biaya produksi yang mahal, pembentukan produk samping, dan menggunakan bahan kimia tertentu yang memiliki potensi berbahaya bagi lingkungan. Untuk mengatasi kekurangan tersebut, maka *green synthesis* menjadi salah satu alternatif. Metode *green synthesis* mempunyai kelebihan dibandingkan metode lainnya. Nanopartikel yang disintesis secara hijau sering menunjukkan toksisitas dan aglomerasi yang lebih rendah dengan stabilitas yang lebih baik (Bolade dkk., 2020). Metode sintesis yang ramah lingkungan, lebih aman, dapat diterima secara biologis, stabil, hemat biaya, cepat, dan ramah lingkungan merupakan kelebihan *green synthesis* (Hano & Abbasi, 2022).

Green synthesis dapat menggunakan jamur, ganggang, bakteri, dan tanaman. Beberapa bagian tanaman seperti daun, buah, akar, batang, biji telah digunakan untuk sintesis berbagai nanopartikel karena adanya fitokimia dalam ekstraknya yang bertindak sebagai stabilisasi dan agen pereduksi (Jadoun dkk., 2021). Reaksi kinetik dari sintesis material nano yang dimediasi oleh tanaman jauh lebih tinggi daripada metode biosintesis lainnya (Pal dkk., 2018).

Ketika metode *green synthesis* digunakan, penggunaan fotokatalis untuk mengurangi limbah *methylene blue* pada air menjadi semakin menarik. Sintesis hijau menggunakan bahan dan metode yang tidak merugikan lingkungan dan efisiensi tinggi. Oleh karena itu, penelitian fotokatalitik yang menggunakan sintesis hijau untuk mengurangi limbah metilen biru dalam air limbah dapat membantu mengembangkan solusi pencemaran air limbah yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini terdapat permasalahan yang akan dianalisis sebagai berikut:

1. Bagaimana mendapatkan nanopartikel Fe_3O_4 /Kitosan melalui metode *green synthesis* menggunakan ekstrak MO untuk degradasi MB?
2. Bagaimana karakterisasi sifat optik, struktur kristal, dan gugus fungsi hasil *green synthesis* komposit Fe_3O_4 /Kitosan.
3. Bagaimana pengaruh massa katalis Fe_3O_4 /Kitosan terhadap tingkat degradasi MB.

1.3 Batasan Masalah

1. Nanokomposit Fe_3O_4 /Kitosan hasil *green synthesis* menggunakan ekstrak MO hanya dibuat variasi massa katalis pengujiannya sebesar 0,04 g, 0,06 g, 0,08 g, dan 0,1 g.
2. Pengujian aktivitas fotokatalitik Fe_3O_4 /Kitosan hanya dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan spektrum UV-Vis dan pewarna MB digunakan sebagai limbah.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan nanopartikel Fe_3O_4 /Kitosan melalui metode *green synthesis* menggunakan ekstrak MO untuk degradasi MB.
2. Menganalisis karakteristik sifat optik, struktur kristal, dan gugus fungsi pada nanopartikel Fe_3O_4 /Kitosan.

3. menganalisis pengaruh massa katalis Fe_3O_4 /Kitosan terhadap tingkat degradasi MB.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu memiliki kemampuan untuk membuat material fotokatalis yang ramah lingkungan serta dapat mendegradasi limbah pewarna organik MB. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan informasi tentang sifat optik, struktur kristal, gugus fungsi, dan pengaruh massa komposit terhadap aktivitas fotokatalitik nanopartikel Fe_3O_4 /Kitosan.

1.6 Metode Pelaksanaan

Metode yang digunakan untuk mendukung analisis dan diskusi hasil penelitian dilakukan studi literatur, eksperimen, dan karakterisasi. Studi literatur dilakukan untuk mencari informasi pendukung mengenai subjek penelitian dari buku, jurnal ilmiah, atau artikel. Eksperimen dilakukan secara langsung di laboratorium dengan tahapan sintesis ekstrak MO, sintesis Fe_3O_4 , sintesis Fe_3O_4 /Kitosan, kemudian uji aktifitas fotokatalitik degradasi MB. Data akan dikumpulkan melalui berbagai proses pengukuran karakterisasi diantaranya *X-Ray Diffractometer (XRD)*, *Spectroscopy Ultra Violet-Visible*, *Fourier Transform Infra-Red spectroscopy (FTIR)* dan uji aktivitas fotokatalis.

1.7 Sistematika Penulisan

Secara sistematis, skripsi ini terdiri dari lima bab sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.

2. Bab II Dasar Teori

Bab II menjelaskan literatur dan teori pendukung penelitian mengenai nanopartikel Fe_3O_4 , polimer kitosan, senyawa metilen biru, *moringa*

oleifera, *green synthesis*, teknik fotokatalis, metode kopresipitasi, dan metode karakterisasi nanopartikel.

3. Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini memberikan penjelasan tentang metode penelitian. Ini mencakup hal-hal seperti lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan, skema penelitian, dan prosedur penelitian.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian dan analisis data dari setiap proses pengukuran karakteristik dikemukakan dan dijelaskan dalam bab ini.

5. Bab V Penutup

Bab ini menyimpulkan secara menyeluruh hasil penelitian dan saran untuk penelitian lanjutan.

