

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu, perkembangan teknologi semakin pesat terutama dalam dunia industri. Banyak industri bersaing untuk menghasilkan berbagai produk yang menarik. Salah satu indikator yang menjadikan suatu produk terlihat menarik adalah tampilan luar khususnya warna dari produk tersebut. Beberapa industri seperti percetakan, tekstil, kosmetik, farmasi, hingga makanan menggunakan bahan pewarna untuk menambah daya jual produk mereka. Penggunaan pewarna berlebih dapat meningkatkan produk limbah cair yang menyebabkan pencemaran air pada lingkungan. Dalam satu tahun, lebih dari 800.000 pewarna telah diproduksi dan 10-15% dari jumlah limbah tersebut dibuang ke lingkungan (Periyasamy, 2024). Salah satu bahan pewarna yang biasa digunakan dalam berbagai industri tersebut adalah *Methylene Blue* (MB). *Methylene Blue* (MB) merupakan pewarna organik yang memiliki rumus kimia $C_{16}H_{19}N_3S$ dengan struktur heterosiklik (Puspitarum dkk., 2022). Jika limbah *Methylene Blue* (MB) ini terbuang berlebihan ke lingkungan, maka akan dapat menimbulkan efek karsinogenik yang serius seperti muntah, diare, mual, sianosis, quadriplegia, penyakit kuning, hingga mengganggu ekosistem lingkungan akuatik (Vinothkannan dkk., 2014). Oleh sebab itu, diperlukan suatu metode yang efisien dalam pengolahan air limbah, yaitu melalui proses penghilangan atau degradasi MB (Tumbelaka dkk., 2022). Beberapa metode telah digunakan untuk mendegradasi pewarna *Methylene Blue* (MB) yang bersifat karsinogenik, termasuk adsorpsi, koagulasi, penyaringan, desinfeksi, biodegradasi, elektrolisis, serta metode konvensional seperti pengolahan biologis, kimia, dan fisika (Aliah dkk., 2024). Namun, metode-metode tersebut masih memiliki keterbatasan seperti biaya tinggi, waktu degradasi yang cukup lama, resistensi yang

tinggi dari pewarna terhadap mikroorganisme, dan penghilangan mikroorganisme yang sulit dari molekul pewarna yang terdegradasi (Vinothkannan dkk., 2014; Aliah dkk., 2024).

Terdapat suatu metode yang yang dianggap cukup efektif untuk mendegradasi polutan dalam air, yaitu dikenal sebagai fotokatalis. Fotokatalisis merupakan proses yang mempercepat reaksi oksidasi dan reduksi dengan bantuan cahaya pada panjang gelombang tertentu, seperti dalam pemecahan polutan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana. Prinsip dasar fotokatalis melibatkan pergerakan elektron menuju permukaan yang dipicu oleh terbentuknya pasangan elektron-hole melalui proses fotogenerasi (Suharyadi dkk., 2020). Fotokatalisis memanfaatkan suatu bahan sebagai katalis untuk mengurangi polutan dalam air melalui proses fotodegradasi (Puspitarum dkk., 2022).

Saat ini, teknologi nanopartikel mendapatkan perhatian besar dalam bidang degradasi limbah karena potensinya yang luar biasa untuk meningkatkan efisiensi proses pembersihan lingkungan. Nanopartikel adalah partikel yang memiliki ukuran dalam rentang 1–100 nm. Dengan ukurannya yang kecil serta rasio luas permukaan terhadap volume yang tinggi menjadikan nanopartikel efektif digunakan dalam mendegradasi limbah (Heidarinejad dkk., 2023). Nanopartikel magnetik sedang menjadi fokus utama memiliki berbagai keunggulan seperti respons magnetik yang tinggi, selektivitas yang baik dalam penyerapan, ramah lingkungan, biaya produksi yang rendah, keberlanjutan yang baik, proses pembuatannya yang cepat, kemampuan untuk diregenerasi dan digunakan kembali, efisiensi dalam pemisahan, serta kemudahan dalam penggunaannya (Nasseh dkk., 2019). Nanopartikel besi sedang diteliti karena kemampuan oksidasinya untuk menghilangkan polutan yang mengandung halogen, logam berat, anion, nitrat, herbisida, pewarna, serta residu antibiotik (Heidarinejad dkk., 2023). Perhatian khusus sedang tertuju pada Fe_3O_4 karena harganya yang ekonomis, permukaan yang reaktif, serta kemudahan pemisahan setelah

proses degradasi menjadikannya lebih unggul dibanding nanopartikel magnetik lain (Yazdani & Seddigh, 2016).

Namun, nanopartikel Fe_3O_4 mudah kehilangan situs reaksi aktifnya saat berinteraksi dengan zat pewarna organik. Hal ini disebabkan oleh terjadinya aglomerasi dan rekombinasi elektron yang membuat proses degradasi zat pewarna tidak dapat berjalan secara optimal (Peter, 2019). Oleh karena itu, diperlukan bahan lain untuk menjaga situs reaksi aktif pada Fe_3O_4 . Asam Oleat merupakan material yang tepat digunakan sebagai surfaktan yang dapat mengoptimalkan dispersi nanopartikel Fe_3O_4 . ini karena Asam Oleat memiliki afinitas yang tinggi terhadap permukaan magnetit. Pelapisan ini mencegah aglomerasi melalui gaya tolak (*steric repulsion*) yang dapat meningkatkan dispersibilitas dalam berbagai medium (Yang dkk., 2010).

Berbagai metode telah digunakan dalam pembuatan nanopartikel magnetit seperti *green synthesis*, sintesis elektrokimia, teknik hidrotermal, *gas-phase flame synthesis*, *microwave and ultrasound assisted synthesis*, serta dekomposisi termal (Yazdani & Seddigh, 2016). Metode *green synthesis* sangat disarankan karena memiliki berbagai keunggulan, seperti toksisitas yang rendah, proses yang sederhana, ramah lingkungan, biaya rendah, dan tidak membentuk limbah baru (Mahardhika dkk., 2024). *Green synthesis* merupakan metode pembuatan nanopartikel dengan memanfaatkan tanaman atau mikroorganisme.

Berbagai tanaman dapat digunakan dalam *green synthesis*, seperti dan *Moringa oleifera* (MO), *Capparis decidua*, *Piper nigrum*, dan *Amaranthus viridis*. MO adalah salah satu jenis tanaman yang kerap dimanfaatkan dalam *green synthesis* nanopartikel. Kandungan daun MO yang kaya akan senyawa fitokimia, seperti fenolik dan flavonoid, menjadikannya sebagai agen pereduksi dan stabilisator dalam pembentukan nanopartikel. Dalam penelitian terbaru, hasil *green synthesis* Fe_3O_4 dengan ekstrak MO memiliki sifat magnetik yang sangat baik (Sari dkk., 2023).

Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan berbagai pengujian untuk menganalisis struktur, sifat optik, dan gugus fungsi nanokomposit Fe_3O_4 /Asam Oleat yang disintesis menggunakan metode *green synthesis* dengan ekstrak *Moringa oleifera*. Untuk mengetahui efektivitas Fe_3O_4 /Asam Oleat sebagai fotokatalis dilakukan uji fotokatalitik dengan empat variasi massa yaitu 0,02 g, 0,04 g, 0,06 g, dan 0,08 g. Dengan kenaikan massa diharapkan fotokatalis akan semakin optimal dalam mendegradasi polutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pembuatan nanopartikel Fe_3O_4 dengan metode *green synthesis* menggunakan ekstrak *Moringa oleifera* (MO)?
2. Bagaimana struktur kristal dan sifat optik Fe_3O_4 /Asam Oleat ?
3. Bagaimana pengaruh penambahan Asam Oleat pada Fe_3O_4 sebagai fotokatalis ?
4. Bagaimana pengaruh konsentrasi Fe_3O_4 /Asam Oleat terhadap aktivitas fotokatalitik?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah penelitian ini, ditetapkan beberapa batasan sebagai berikut:

1. Metode sintesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *green-synthesis*.
2. Variasi massa yang digunakan yaitu 0,02 g, 0,04 g, 0,06 g, dan 0,08 g.
3. Uji aktivitas fotokatalitik menggunakan spektroskopi UV-Vis.
4. Uji karakterisasi menggunakan XRD, spektroskopi UV-Vis, dan FTIR.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengetahui proses pembuatan nanopartikel Fe_3O_4 dengan metode *green synthesis* menggunakan ekstrak *Moringa oleifera* (MO).

2. Menganalisis struktur kristal dan sifat optik $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Asam Oleat}$.
3. Mengetahui pengaruh penambahan Asam Oleat pada Fe_3O_4 sebagai fotokatalis.
4. Menganalisis pengaruh konsentrasi $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Asam Oleat}$ terhadap aktivitas fotokatalitik.

1.5 Manfaat Penulisan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan memberikan manfaat dalam mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah pewarna, serta membantu mengetahui metode yang tepat dan material yang efektif digunakan sebagai fotokatalis untuk mendegradasi limbah pewarna.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terdiri dari tiga bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas secara mendalam tinjauan literatur terkait dengan Kajian Riset Nanopartikel Fe_3O_4 dan Asam Oleat, Fe_3O_4 , Asam Oleat, *Moringa oleifera*, *Methylene Blue*, *Green-synthesis*, Metode Kopresipitasi, Fotokatalis, *Band Gap Energy*, *X-Ray Diffraction (XRD)*, *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*, *UV-Vis Spectroscopy*, dan Uji Fotokatalitik.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian, termasuk tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan, beserta prosedur penelitiannya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan terkait hasil analisis struktur kristal, gugus fungsi, dan sifat optik nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Asam Oleat}$, serta efektivitas $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Asam Oleat}$ sebagai fotokatalis untuk mendegradasi MB.

BAB V PENUTUP

Bab ini membahas ringkasan hasil penelitian dan saran yang dapat dilakukan untuk penelitian yang lebih baik di masa yang akan datang.

