

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pewarna merupakan sumber utama pencemaran air di industri seperti tekstil, percetakan, kertas, makanan, kosmetik, minyak dan gas, medis, dan otomotif. Pencemaran ini terjadi karena proses penggunaan pewarna dalam produksi dan kekurangan sistem pengelolaan limbah yang tepat. Pewarna yang digunakan dalam proses industri ini seringkali mengandung senyawa kimia yang sulit terurai dan berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Produksi limbah pewarna tahunan diperkirakan sekitar 105 ton dan lebih dari 100.000 pewarna dapat digunakan (Ramirez-Aparicio dkk., 2021). *Methylene blue* (MB) merupakan pewarna organik yang sering digunakan dalam berbagai industri, termasuk industri tekstil, biomedis, dan kimia (Parlayici, 2019). Meskipun MB tergolong pewarna organik, namun MB merupakan jenis pewarna yang bersifat toksik terhadap berbagai organisme hidup, terutama organisme akuatik seperti ikan dan makhluk air lainnya. Paparan yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada sistem pernapasan dan organ dalam organisme tersebut. Oleh karena itu, diperlukan adanya metode penyaringan limbah cair untuk mengurangi dampak limbah pewarna terhadap lingkungan.

Beberapa metode penyaringan limbah adalah filtrasi, koagulasi, adsorpsi, dan fotokatalisis (Pouramini dkk., 2023). Metode adsorpsi substrat merupakan metode yang sering digunakan untuk menghilangkan kotoran dari air limbah. Metode adsorpsi substrat melibatkan penggunaan bahan adsorben (seperti arang aktif, zeolit, atau resin tertentu) yang dapat menyerap zat pencemar dari air limbah. Zat pencemar ini biasanya menempel atau terserap ke permukaan bahan adsorben, membersihkan air limbah dari kotoran tersebut. Meskipun demikian, metode ini tidak efektif untuk pengolahan air limbah karena dapat menghasilkan polutan sekunder yang beracun (Jadhav dkk., 2016). Kemudian, terdapat metode lain yang sering digunakan dalam pengolahan air limbah yaitu fotokatalisis. Metode fotokatalisis adalah pendekatan yang sangat menarik dan efektif dalam pengolahan air limbah karena kemampuannya untuk menguraikan zat pencemar organik

menjadi molekul yang lebih sederhana tanpa menghasilkan polutan baru yang berbahaya. Metode ini dapat memutus rantai kimia pewarna menjadi molekul sederhana sehingga tidak menimbulkan kontaminan baru dan ramah lingkungan. Metode fotokatalisis menghasilkan reaksi redoks dengan air, yang memungkinkan spesies teroksidasi kuat, seperti radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$), memecah makromolekul dan memutus rantai kimia pewarna. Reaksi ini terjadi ketika oksidan dikombinasikan dengan *ultraviolet* (UV) atau cahaya tampak dan katalis, seperti ion logam atau semikonduktor (de Oliveira Guidolin dkk., 2021).

Green synthesis adalah pendekatan dalam sintesis kimia yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan penggunaan dan produksi zat berbahaya. Metode *green synthesis* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sintesis nanopartikel perak yang sederhana, murah, dan ramah lingkungan dengan memanfaatkan ekstrak tumbuhan. Nanopartikel perak telah disintesis menggunakan ekstrak buah kiwi (*Actinida deliciosa*) sebagai bioreduktor, dan nanopartikel perak (NPAg) telah disintesis menggunakan ekstrak daun *Moringa oleifera* (MO) yang berfungsi sebagai zat pereduksi, serta *dietanolamin* (DEA) sebagai agen penutup dalam sintesis nanopartikel perak (Chokkareddy dan Redhi, 2018).

Dalam penerapan *green synthesis* untuk sintesis Fe_3O_4 , ekstrak MO dapat digunakan sebagai agen pereduksi. Alasan utama penggunaan ekstrak MO adalah karena MO kaya akan senyawa fenolik dan memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Senyawa fenolik ini berfungsi sebagai agen pereduksi yang membantu dalam reduksi ion logam menjadi nanopartikel. Selain itu, metode *green synthesis* ini adalah alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan metode sintesis konvensional yang seringkali melibatkan bahan kimia berbahaya dan menghasilkan limbah beracun. Dengan menggunakan ekstrak MO, proses sintesis menjadi lebih aman dan berkelanjutan, menghasilkan nanopartikel dengan sifat magnetik.

Untuk aplikasi Fe_3O_4 yang lebih luas, dilakukan modifikasi lebih lanjut dengan penambahan senyawa *carbon dots* (Cdots). Cdots adalah material karbon berukuran kurang dari 10 nm dengan dimensi nol (*zero dimension*) yang memiliki kemampuan memancarkan fluoresensi. Cdots memiliki berbagai keunggulan seperti pancaran fotoluminisensi yang tinggi, mudah larut dalam air, tidak beracun,

mudah dimodifikasi, dan tahan terhadap *photobleaching* (Mansuriya dan Altintas, 2021). Selain itu, *Cdots* dapat disintesis dari bahan organik yang tidak beracun dan ramah lingkungan. Misalnya, *Cdots* telah disintesis dari limbah kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*), yang mengandung gugus nitrogen pada senyawa beta lainnya. *Cdots* yang dihasilkan memiliki sifat stabilitas fotoluminisensi yang tinggi, biokompatibilitas yang baik, toksisitas rendah, mudah diproduksi, dan ramah lingkungan (Mansuriya dan Altintas, 2021).

Berdasarkan kajian literatur, *green-synthesized* nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Cdots}$ menggunakan ekstrak MO dan kulit jeruk sebagai fotokatalis belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan kajian sifat optik, dan sifat kemagnetan dari nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Cdots}$ menggunakan ekstrak MO dan kulit jeruk. Nanokomposit diujikan sebagai fotokatalis untuk mendegradasi limbah pewarna organik. Pengaruh variasi volume *Cdots* dalam nanokomposit terhadap aktivitas fotokatalitik diamati serta melakukan karakterisasi dengan variasi massa katalis 0,04, 0,06, 0,08, gram. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk membuat dan mengkaji sifat optik nanokomposit tersebut dengan menggunakan spektroskopi *UV-Visible* (UV-Vis), *photoluminescence* (PL), dan *Fourier-transform infrared spectroscopy* (FTIR).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana mensintesis Fe_3O_4 dengan metode *green synthesis* menggunakan ekstrak MO?
2. Bagaimana mensintesis *Cdots* dengan metode karbonisasi menggunakan kulit jeruk?
3. Bagaimana proses sintesis nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Cdots}$?
4. Bagaimana Gugus Fungsi dan sifat optik *Cdots* dan $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Cdots}$?
5. Bagaimana pengaruh konsentrasi nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Cdots}$ terhadap aktivitas fotokatalitik?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penggunaan kulit jeruk sebagai sumber utama *Cdots*;
2. Penggunaan ekstrak MO sebagai bahan *green synthesis*;
3. Karakterisasi terdiri dari spektrometer UV-Vis, PL dan FTIR.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Mensintesis Fe_3O_4 berbahan dasar *Moringa oleifera* menggunakan metode *green synthesis*;
2. Mensintesis *Cdots* dengan metode Karbonisasi menggunakan kulit jeruk;
3. Membuat Nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Cdots}$;
4. Menganalisis gugus fungsi dan sifat optik dari *Cdots* dan $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Cdots}$.
5. Menganalisis pengaruh konsentrasi nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Cdots}$ terhadap aktivitas fotokatalitik.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menambah informasi yang komprehensif mengenai sifat optik dari nanopartikel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Cdots}$ kulit jeruk yang disintesis menggunakan pendekatan ramah lingkungan.
2. Dapat menyediakan data yang terperinci mengenai aktivitas fotokatalitik nanopartikel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Cdots}$ kulit jeruk dalam proses degradasi limbah pewarna MB.
3. Memberikan wawasan mendalam kepada pembaca mengenai pengoptimalan nanopartikel dengan metode sintesis hijau dan penerapannya yang efektif dalam pengolahan air limbah.

1.6. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan menjelaskan mengenai latar belakang pembuatan laporan, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II DASAR TEORI

Dasar teori berisikan kajian terhadap teori dan referensi yang menjadi landasan dalam mendukung penelitian ini. Teori yang dibahas terkait fotokatalis, *green-synthetic*, *moringa oleifera* (MO), *Methylene blue* (MB), aktivitas fotokatalitiknya dan metode karakterisasi material.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian berisikan penjelasan mengenai langkah-langkah yang berkaitan dengan penelitian, mulai dari bahan penelitian, prosedur penelitian, karakterisasi dan uji fotokatalitik

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menggambarkan hasil dari temuan dan analisis penelitian terkait dengan optimasi nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Cdots}$ dalam mendegradasi limbah MB serta karakterisasi yang dilakukan terkait sifat optik dan gugus fungsi.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi simpulan dari penelitian dan analisis yang telah dilakukan, serta disampaikan saran untuk pengembangan penelitian yang lebih baik.