

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Air merupakan fondasi terpenting dalam kehidupan setiap makhluk hidup. Pencemaran sektor industri menyebabkan peningkatan pencemaran lingkungan akibat pelepasan zat-zat berbahaya (Sudarmono dkk., 2024). Air limbah telah menjadi masalah global yang signifikan, terutama disebabkan oleh industri seperti tekstil, percetakan, dan manufaktur, yang berkontribusi besar terhadap timbulnya limbah. Secara khusus, air limbah yang berasal dari sektor tekstil mengandung pewarna organik kompleks seperti metilen biru (Sari dkk., 2023).

Metilen biru merupakan pewarna organik yang umum digunakan untuk mewarnai tekstil, kayu, kertas, dan plastik. Senyawa metilen biru hanya sekitar 5% yang digunakan dalam industri tekstil, sedangkan 95% sisanya menjadi limbah B3 yang dibuang (Fauzi, 2023). Setelah membuang limbah cair yang mengandung metilen biru ke sumber daya air bahkan dalam jumlah kecil, kehidupan akuatik dan jaring makanan dapat terpengaruh. Dosis rendah 7,5 - 1 ppm metilen biru berbahaya bagi manusia (Mustafa dkk., 2023). Oleh karena itu, diperlukan tindakan yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui proses pengolahan limbah yang efektif dengan cara penghilangan atau degradasi metilen biru (Tumbelaka dkk., 2022). Berbagai metode telah dilakukan untuk masalah pengolahan air limbah seperti adsorpsi, koagulasi kimia, biodegradasi, elektrolisis, dan fotokatalisis (Sudarmono dkk., 2024).

Fotokatalisis menjadi salah satu pengolahan air limbah yang populer dikarenakan efektivitas biaya, teknik yang mudah, khususnya dalam menghilangkan metilen biru dari air limbah (Tumbelaka dkk., 2022). Terlepas dari kenyataan bahwa kemajuan signifikan telah dicapai dalam pengembangan nanokomposit berbasis nano-TiO₂ sebagai fotokatalis (Xiang dkk., 2014). Reaksi fotokatalitik yang menggunakan katalis nano semikonduktor telah terbukti memiliki potensi yang signifikan dalam proses pengolahan air limbah salah satunya yaitu Titanium Dioksida (TiO₂) (Afzal dkk., 2019).

Titanium Dioksida (TiO₂) dikenal sebagai salah satu fotokatalis utama dalam pemurnian air yang terkontaminasi dan pemanenan energi matahari, karena

ketahanan dalam jangka panjang, kemampuan oksidasi yang tinggi, biaya yang ekonomis, serta sifat yang cenderung tidak beracun (Shabani dkk., 2016). Khususnya, TiO_2 mempunyai energi gap yang sempit (anatase = 3,2 eV dan rutil = 3,4 eV (Sadia dkk., 2021). Namun demikian, nano- TiO_2 memiliki kelemahan yakni sulit untuk dipisahkan dan didaur ulang setelah pengolahan air limbah. Selain itu, nano- TiO_2 memiliki kecenderungan kuat untuk menggumpal yang akan menurunkan aktivitas fotokatalitik (Xiang dkk., 2014). Sebagai alternatif, fungsionalisasi TiO_2 dengan memasukkan koloid nanopartikel magnetik memungkinkan pemulihan katalis magnetik yang mudah di bawah medan magnet eksternal (Abbas dkk., 2014). Peningkatan potensi fotokatalitik semikonduktor berasal dari pembuatan fotokatalis magnetik yang menggunakan bahan magnetik seperti magnetit (Fe_3O_4) (Tumbelaka dkk., 2022).

Magnetit (Fe_3O_4), merupakan campuran dua oksida besi yang memiliki sifat feromagnetik karena kontribusi magnetik Fe II yang tidak seimbang dan elektron Fe III (Kubiak., 2023). Fe_3O_4 memiliki biokompatibilitas yang luar biasa, toksisitas rendah, luas permukaan besar, magnetisasi tinggi, dan kinerja superparamagnetik (Sari dkk., 2023). Namun meskipun memiliki sifat yang sangat baik, nanopartikel Fe_3O_4 memerlukan fungsionalisasi permukaan untuk mengatasi stabilitas kimia, agregasi, dan oksidasi yang rendah (Sudarmono dkk., 2024).

Nanopartikel Fe_3O_4 cenderung lebih sensitif dibandingkan TiO_2 , terutama dalam lingkungan asam. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan metode sintesis yang tepat, salah satunya adalah metode kopresipitasi (Fauzi dkk., 2024). Sintesis nanopartikel magnetik sebagian besar masih menggunakan metode konvensional dimana metode ini memiliki beberapa kelemahan, seperti penggunaan bahan kimia beracun dan mahal, serta adanya produksi efek samping proses yang membahayakan. Oleh karena itu, diperlukan cara yang lebih efisien dan berkelanjutan untuk menangani masalah ini, untuk mengurangi terbentuknya limbah baru hasil sintesis nanopartikel, salah satu metode yang bisa digunakan adalah *green synthesized* (Tumbelaka dkk., 2022).

Green synthesized adalah metode yang memungkinkan dalam pembuatan nanopartikel dengan memanfaatkan ekstrak dari tanaman (Sudarmono dkk., 2024). Karena menggunakan cara yang bersih, aman, hemat biaya dan ramah lingkungan

(Huston dkk., 2021). Berbagai jenis tumbuhan telah dimanfaatkan dalam proses sintesis nanopartikel Fe_3O_4 , salah satunya adalah daun kelor yaitu anggota famili *Moringaceae*, yang merupakan pohon yang penuh dengan banyak manfaat dan sering dikenal sebagai pohon ajaib (Virk dkk., 2023). Daun kelor memiliki sifat koagulan yang, karena adanya protein kationik, dapat membersihkan permukaan air dan mengendapkan partikel organik dan mineral dari suatu larutan. Daun kelor dibedakan dari ekstrak tumbuhan lain berdasarkan sifat antimikroba dan antibakterinya, yang memainkan peran penting dalam pengolahan air limbah (Tumbelaka dkk., 2022).

Pada penelitian Tumbelaka dkk., (2022) yang berhasil mensintesis nanopartikel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ yang disintesis menggunakan ekstrak daun kelor. Efisiensi degradasi metilen biru optimal untuk $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ pada konsentrasi 1:7 mencapai degradasi 99,9% selama dua jam untuk serapan setiap 20 menit.

Pada penelitian Fauzi, (2023) yang berhasil mensintesis nanopartikel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ yang disintesis menggunakan ekstrak daun kelor. Efisiensi degradasi metilen biru optimal untuk $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ pada konsentrasi 1:3. Setelah 20 menit persentase degradasinya cenderung konstan dan sedikit menurun. Persentase degradasi tertinggi didapatkan oleh sampel 0,06 gram mencapai persentase degradasi tertinggi setelah 60 menit penyinaran, dengan degradasi metilen biru mencapai 98,4%.

Berdasarkan uraian diatas, penulis melakukan penelitian kinerja menggunakan pengujian yang dilakukan ialah uji XRD, SEM, FTIR, dan UV-Vis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat ditentukan perumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik *green synthesized* nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ menggunakan ekstrak daun kelor untuk degradasi metilen biru ?
2. Bagaimana pengaruh variasi massa terhadap nanokomposit pada pembuatan *green synthesized* $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ menggunakan ekstrak daun kelor untuk degradasi metilen biru ?

3. Bagaimana variasi massa yang optimum terhadap nanokomposit pada pembuatan *green synthesized* $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ menggunakan ekstrak daun kelor untuk degradasi metilen biru ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah ini dirancang untuk memungkinkan peneliti lebih berkonsentrasi pada penelitian mereka dan menghindari kesalahan atau ketidak konsistenan. Maka dari permasalahan yang telah ditentukan dapat dibuat batasan masalah yang berlaku pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Bubuk Daun Kelor sebanyak 5 g yang diperoleh secara komersil.
2. *Aquadest* sebanyak 1 L.
3. *Aquabidest* sebanyak 2 L.
4. Besi II Sulfat Heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 2.086 g, Besi III Klorida Heksahidrat ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 4.054 g yang diperoleh secara komersil.
5. Variasi komposisi nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ yaitu:
 - a. Sampel FTMO2:1 (4 g : 2,5 ml)
 - b. Sampel FTMO1:1 (4 g : 5 ml)
 - c. Sampel FTMO1:2 (4 g : 10 ml)
6. Titanium Isopropoxide (TTIP) sebanyak 97%.
7. Larutan Amonium Hidroksida (NH_4OH) sebanyak 25 %.
8. *Ethanol* ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) sebanyak 96 %.
9. Asam Asetat CH_3COOH sebanyak 97 %.
10. Metilen Biru ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{SCl}$) diperoleh secara komersil.
11. Parameter uji yaitu meliputi uji XRD, SEM, FTIR, dan UV-Vis.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui karakteristik nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ menggunakan ekstrak daun kelor untuk degradasi metilen biru.

2. Untuk mengetahui pengaruh variasi massa terhadap nanokomposit pada pembuatan *green synthesized* $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ menggunakan ekstrak daun kelor untuk degradasi metilen biru.
3. Untuk mengetahui variasi massa yang optimum terhadap nanokomposit pada pembuatan *green synthesized* $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ menggunakan ekstrak daun kelor untuk degradasi metilen biru.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini didapatkan manfaat berdasarkan uraian diatas ialah sebagai berikut:

1. Dapat membantu memecah atau mengurangi polutan berbahaya seperti metilen biru dalam air, mengurangi dampak negatifnya pada lingkungan dan kesehatan manusia.
2. Hasil pembuatan nanokomposit *green synthesized* $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ menggunakan ekstrak daun kelor yang didapatkan sebanyak 6 g dapat mendegradasi metilen biru sebanyak 6 L.
3. Dapat memanfaatkan tumbuhan daun kelor sebagai teknologi ramah lingkungan dengan untuk mengatasi polusi air, membuka jalan bagi inovasi teknologi yang lebih efisien dan berkelanjutan.
4. Dapat bermanfaat bagi para pembaca sebagai ilmu pengetahuan baru serta bertambahnya wawasan khususnya bagi penulis sendiri.