

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi dan industri, disamping memberi efek positif terhadap kehidupan juga dapat menyebabkan peningkatan masalah lingkungan seperti kontaminasi air dan permukaan tanah. Limbah cair yang dihasilkan oleh industri seperti industri plastik, farmasi, makanan, kosmetik, tekstil dan lainnya sangat berbahaya jika dikonsumsi oleh manusia dan terakumulasi oleh tubuh. Limbah cair lain yang dapat merusak lingkungan perairan yaitu limbah cair rumah tangga, seperti limbah dari zat warna pakaian yang luntur. Zat warna yang biasa digunakan pada baju rata-rata menggunakan zat warna yang berbahaya seperti *Rhodamin B*, *Direct Red*, *Direct Yellow*, *Metilen Blue* dan lainnya. Zat warna yang bersifat racun dan karsinogen yaitu zat warna yang mengandung gugus azo ($N=N$), sehingga dapat menyebabkan berbagai macam penyakit berbahaya apabila terakumulasi dalam jumlah yang banyak dalam tubuh. Selain itu strukturnya yang stabil menyebabkan senyawa ini sulit terdegradasi secara alami oleh mikroorganisme¹. Oleh karena itu harus diperlakukan dengan serius sebelum cairan zat warna ini masuk ke lingkungan perairan. Berbagai macam metode telah dilakukan untuk menyelesaikan masalah ini, tetapi belum efisien karena menghasilkan limbah yang baru. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka penggunaan proses fotokatalitik menggunakan semikonduktor sebagai katalis untuk mendegradasi zat warna merupakan hal yang menjanjikan². Metode fotokatalitik merupakan metode yang efektif karena menghasilkan senyawa yang lebih sederhana dan tidak berbahaya serta menguraikan senyawa zat warna menjadi senyawa yang tidak berbahaya seperti H_2O dan CO_2 tanpa menimbulkan limbah baru³.

Semikonduktor ZnO akhir-akhir ini lebih diminati sebagai bahan yang sangat baik untuk proses fotokatalisis karena stabil secara kimia, morfologi terkendali, mudah didapatkan, memiliki fotosensitivitas yang tinggi, dan non toksik⁴. Akan tetapi karena band gapnya yang lebar (3,2 eV) menyebabkan material ini menyerap pada sinar UV dan sedikit menyerap sinar tampak. Oleh karena itu perlu dilakukan modifikasi terhadap ZnO agar mempunyai kemampuan untuk menyerap sinar tampak. Salah satu modifikasi yang sedang

diminati adalah dengan material magnetik MFe_2O_4 . Hal ini disebabkan karena material ini mempunyai band gap yang kecil, menyerap pada daerah sinar tampak dan bersifat magnetik. Penggabungan ZnO dengan MFe_2O_4 membentuk komposit $\text{ZnO/MFe}_2\text{O}_4$ yang dapat bekerja pada daerah sinar tampak dan bersifat magnetik, sehingga mudah ditarik dari cairan dengan menggunakan medan magnet dari luar.

Berbagai metode telah dikembangkan dalam mensintesis material magnetik $\text{ZnO/MFe}_2\text{O}_4$ seperti sintesis $\text{ZnO-NiFe}_2\text{O}_4$ dengan metoda hidrolisis⁵, $\text{TiO}_2\text{-CoFe}_2\text{O}_4$ dengan metoda sol-gel⁶, $\text{ZnO-MgFe}_2\text{O}_4$ dengan metode kopresipitasi⁷, $\text{ZnO-ZnFe}_2\text{O}_4$ yang diimobilisasi grafen dengan metode ultrasonik juga telah dilakukan⁸. Meskipun metode ini telah dilakukan untuk membuat nanopartikel $\text{ZnO/MFe}_2\text{O}_4$ dengan mudah, namun dalam pembuatan membutuhkan bahan kimia yang berbahaya yang digunakan sebagai zat penghambat (*capping agent*), peralatan canggih, prosedur yang sangat banyak dan eksperimen yang harus dilakukan dengan teliti. Oleh karena itu, perlu pengembangan metode sintesis yang berbasis ramah lingkungan, mudah, dan tidak mahal.

Metode biosintesis menarik perhatian karena lebih efisien, mudah, bersih, tidak beracun, ramah lingkungan, hemat biaya, bebas dari produk samping yang tidak diinginkan, dan memberikan zat penghambat (*agent capping*) alami. Metode ini telah banyak digunakan dalam sintesis material seperti ZnO dan MFe_2O_4 . Metode biosintesis menggunakan bahan alam sebagai pengganti zat kimia. Ekstrak tumbuhan seperti *Camellia sinensis*⁹, *Azadirachta indica*¹⁰, *Solanum nigrum*^{leaf}¹¹ dan lainnya telah digunakan dalam sintesis material-material tersebut, akan tetapi belum ada laporan tentang pemanfaatan bahan alam ekstrak kulit rambutan dalam sintesis $\text{ZnO/MFe}_2\text{O}_4$.

Pada penelitian ini, akan dikembangkan metode sintesis material magnetik $\text{ZnO/CoFe}_2\text{O}_4$ secara hidrotermal menggunakan ekstrak kulit rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) sebagai ligan alami. Rambutan adalah buah tropis yang termasuk keluarga *Sapindaceae* dan terkait erat dengan leci dan lengkeng. Senyawa-senyawa yang terdapat pada rambutan adalah asam elagit, korilagin, geranin dan tanin elaget, dan fenolik. Dalam ekstrak dari kulit rambutan terdapat

komponen yang terbesar adalah gugus fenolik yang berfungsi sebagai *agen ligan alami*¹². Material komposit yang dihasilkan dikarakterisasi dengan menggunakan peralatan XRD, TEM, DRS UV-Vis, dan FT-IR yang tujuannya untuk melihat struktur dan ukuran kristal, morfologi, sifat optis, sifat magnetic, dan interaksinya. Sifat katalitik sampel yang dihasilkan diuji dengan degradasi zat warna *Direct Red 81* dan limbah zat warna batik dibawah sinar matahari secara langsung. Beberapa parameter yang mempengaruhi sifat katalitik juga dianalisis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang dibahas pada latar belakang diatas maka beberapa

rumusan masalah yang akan diteliti adalah:

1. Apakah nanokomposit ZnO/CoFe₂O₄ dapat disintesis dengan menggunakan ekstrak kulit rambutan sebagai ligan alami bebas dengan metode hidrotermal?
2. Bagaimana sifat magnet, sifat optik, dan morfologi dari nanokomposit ZnO/CoFe₂O₄ yang didapatkan ?
3. Bagaimana aktivitas Fotokatalitik ZnO/CoFe₂O₄ dalam mendegradasi *Direct Red 81* dan limbah zat warna batik dengan bantuan sinar matahari?
4. Apakah nanokomposit ZnO/CoFe₂O₄ merupakan fotokatalis yang stabil sehingga dapat digunakan secara berulang?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mensintesis ZnO/CoFe₂O₄ dengan metode hidrotermal dengan ekstrak rambutan sebagai ligan alami bebas.
2. Karakterisasi ZnO/CoFe₂O₄ yang dihasilkan menggunakan XRD, TEM, VSM, DRS UV-Vis serta FTIR.
3. Menguji aktivifitas fotokatalitik sampel sebagai fotokatalis untuk degradasi zat warna *Direct Red 81* dan limbah zat warna batik dibawah sinar matahari.
4. Mengamati kestabilan ZnO/CoFe₂O₄ setelah digunakan berulang kali dalam proses degradasi zat warna *Direct Red 81*.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi tentang pemanfaat ekstrak rambutan (*Nephelium lappaceum*L.) untuk pembentukan nanopartikel material magnetik ZnO/CoFe₂O₄ dengan proses yang sederhana serta karakterisasinya, serta material magnetik yang didapatkan bermanfaat sebagai solusi terhadap mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan perairan yang disebabkan oleh senyawa-senyawa organik berbahaya seperti zat warna dengan bantuan sinar matahari. Selain itu, sifat magnetik dari material ini menjadikannya sebagai fotokatalis yang efisien dan hemat karena dapat didaur ulang dengan medan magnet eksternal dan digunakan kembali untuk proses fotokatalitik selanjutnya.

