

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya sektor industri tekstil saat ini menyebabkan peningkatan penggunaan zat warna yang dapat mencemari lingkungan [1]. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan [2]. Limbah zat warna tekstil merupakan limbah yang sangat berbahaya. Zat warna *congo red* merupakan contoh zat warna yang biasa digunakan dalam industri tekstil berupa bubuk berwarna merah kecoklatan, tak berbau, larut dalam air, bersifat karsinogenik, menyebabkan reaksi alergi, bersifat mutagen dan efektor reproduktif [3]. Oleh karena sifatnya yang membahayakan, maka diperlukan suatu metode untuk menghilangkan zat-zat warna dari air limbah industri agar aman untuk dilepas ke lingkungan perairan.

Banyak cara telah dilakukan untuk mengatasi limbah zat warna tersebut. Metode-metode penanggulangan limbah zat warna yang telah dikembangkan seperti adsorpsi, biodegradasi serta metode kimia seperti klorinasi dan ozonasi merupakan metode-metode yang paling sering digunakan [4]. Metode-metode tersebut walaupun cukup efektif namun memerlukan biaya operasional yang tidak sedikit, sehingga perlu dicari alternatif lain yang relatif lebih murah tapi cukup efektif. Sebagai alternatif, digunakan metode fotodegradasi. Metode fotodegradasi merupakan metode yang efektif karena dapat menguraikan senyawa zat warna dengan bantuan cahaya menjadi senyawa yang tidak berbahaya seperti H_2O dan CO_2 tanpa menimbulkan limbah baru [5]. Metode fotodegradasi dapat dilakukan dengan menggunakan katalis berupa semikonduktor. Bahan semikonduktor oksida fotokatalis yang sering digunakan adalah TiO_2 , dan ZnO .

Dewasa ini, perhatian lebih banyak pada ZnO disebabkan memiliki efisiensi fotokatalis lebih tinggi dari TiO_2 karena proses penyerapan sinar UV yang kuat dari spektrum matahari [6]. Namun, aktivitas dari ZnO terbatas pada sinar dengan panjang gelombang berada di daerah UV karena semikonduktor ZnO memiliki *band gap* yang besar yaitu sekitar 3,37 eV dan hanya bisa menyerap

sinar UV. Kekhawatiran lain pada aplikasi nanopartikel ZnO secara industri adalah kesulitan yang dihadapi dalam mengumpulkan kembali nanopartikel dari air [7] atau bersifat *non-magnetic*, sehingga dilakukan modifikasi terhadap ZnO tersebut dengan cara membentuk komposit antara ZnO dengan oksida-oksida logam seperti ZnO/SiO₂ [8], ZnO/TiO₂ [9], atau spinel ferit ZnO/CoFe₂O₄ [10;11] dan ZnO-ZnFe₂O₄ [12;13].

Nanopartikel spinel ferit dengan rumus umum MFe₂O₄ (M = Ca, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, dll) merupakan material yang memiliki sifat magnetik dan elektrik dengan stabilitas sifat kimia dan termalnya [14]. Nanopartikel MFe₂O₄ juga telah dikenal sebagai fotokatalis cahaya tampak dengan band gap sekitar $\sim 2.0 \pm 0.5$ eV [15]. Meskipun material ini dengan sifat unggul seperti membuka peluang menjanjikan untuk aplikasi oksidasi fotokatalisis, mereka jarang digunakan sebagai fotokatalis tunggal karena kurang bagus dalam konversi fotoelektrik [16]. Penambahan MFe₂O₄ dapat meningkatkan fotorespon dan aktivitas fotokatalitik pada daerah sinar tampak sehingga dapat digunakan sebagai katalis untuk senyawa-senyawa organik dalam air, seperti yang telah dilakukan oleh Rahmayeni dkk yaitu mensintesis nanokomposit TiO₂-MnFe₂O₄ dengan menggunakan logam nitrat dan titanium isopropoksida sebagai prekursor yang menghasilkan fotokatalis yang aktif pada sinar matahari dan memiliki sifat magnet sehingga dapat membantu proses pemisahan fotokatalis tersebut dengan medan magnet luar [17]. Selain itu sintesis ZnO-NiFe₂O₄ dengan metoda hidrolisis [18], TiO₂-CoFe₂O₄ dengan metoda sol-gel [19], ZnO-MgFe₂O₄ dengan metode kopresipitasi [20], ZnO-ZnFe₂O₄ yang diimmobilisasi grafen dengan metode ultrasonik juga telah dilakukan [16].

Pada penelitian ini dilakukan sintesis nanopartikel ZnO-CoFe₂O₄ dalam media bebas pelarut organik dan aplikasinya terhadap zat warna *Congo red*. Kobal Ferit (CoFe₂O₄) adalah bahan magnetik yang terkenal kuat dengan koersivitas tinggi dan magnetisasi yang sedang. Sifat ini, bersama dengan stabilitas fisik dan kimia yang besar, membuat CoFe₂O₄ nanopartikel cocok untuk aplikasi rekaman magnetik seperti audio dan rekaman video [21]. Jika CoFe₂O₄ tersebut digabungkan dengan ZnO maka membentuk nanokomposit ZnO-CoFe₂O₄ yang dapat mempersempit *band gap*, memperluas daerah

serapan ZnO ke sinar tampak dan memiliki sifat magnet yang menguntungkan yaitu dalam proses daur ulang katalis tersebut. Sebelumnya telah pernah dilakukan penelitian tentang sintesis ZnO-CoFe₂O₄ dengan metode sonokimia yang dimediasi oleh PEG [22], sintesis ZnO-CoFe₂O₄ dengan metode kopresipitasi [23] dan sintesis ZnO-CoFe₂O₄ dan uji fotokatalitiknya di bawah sinar matahari untuk mendegradasi Rhodamin-b dengan menggunakan metode sol-gel dalam sintesis nanopartikel CoFe₂O₄ dan metode hidrotermal untuk sintesis nanokomposit ZnO-CoFe₂O₄ yang telah dilakukan oleh Rahmayeni dkk. Metode-metode dalam pembuatan ZnO-CoFe₂O₄ pada penelitian sebelumnya menggunakan pelarut organik yang mahal dan beracun. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan sintesis fotokatalis nanokomposit ZnO-CoFe₂O₄ dalam media bebas pelarut organik atau metode hidrotermal. Metode ini memiliki beberapa keuntungan seperti persiapannya yang sederhana, suhu reaksi yang relatif rendah, dispersi yang seragam untuk doping ion logam, serta kontrol stoikiometri, memberikan kehomogenan secara kimia yang baik. Pelarut yang digunakan adalah akuades.

Nanokomposit yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi dengan XRD, SEM-EDX, DRS UV-Vis, dan VSM yang tujuannya untuk melihat struktur kristal, ukuran kristal, morfologi, ukuran partikel, sifat optik dan sifat magnetiknya dari nanokomposit tersebut. Nanokomposit yang dihasilkan diuji aktivitas fotokatalitiknya terhadap degradasi zat warna *congo red* dengan bantuan sinar matahari.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibicarakan diatas maka beberapa rumusan masalah yang akan diteliti adalah :

1. Apakah nanokomposit ZnO-CoFe₂O₄ dapat terbentuk dengan menggunakan metode hidrotermal?
2. Bagaimana aktivitas Fotokatalitik ZnO-CoFe₂O₄ dalam mendegradasi *Congo red* dengan bantuan sinar matahari?
3. Apakah nanokomposit ZnO-CoFe₂O₄ merupakan fotokatalis yang stabil sehingga dapat digunakan secara berulang?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Mensintesis nanopartikel CoFe_2O_4 dan nanokomposit $\text{ZnO-CoFe}_2\text{O}_4$ melalui metode hidrotermal.
2. Menguji aktivitas fotokatalitik dari nanokomposit terhadap degradasi zat warna *congo red* di bawah sinar matahari.
3. Mengamati kestabilan nanokomposit tersebut setelah digunakan berulang-ulang dalam proses degradasi zat warna *congo red*.

3.2 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pembuatan nanokomposit $\text{ZnO-CoFe}_2\text{O}_4$ dengan proses yang sederhana. Material nanokomposit yang dihasilkan diharapkan dapat diaplikasikan untuk 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.

