

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Struktur molekul yang stabil pada zat warna, menyebabkan zat warna tetap stabil di lingkungan air hingga bertahun-tahun. Air limbah industri tekstil dapat mengakibatkan kanker kulit [1]. Salah satu limbah dari industri tersebut yaitu metilen biru yang bersifat beracun, karsinogenik, dan mutagenik [2]. Meskipun sifatnya yang membahayakan, namun metilen biru ini masih banyak digunakan di industri tekstil karena harganya yang relatif murah. Berbagai metode pengolahan air limbah yang tercemar zat warna meliputi metode biologi, fisik, dan kimia. Pengolahan air limbah dengan metode biologis dikategorikan murah, hanya saja mayoritas zat pewarna tidak terdegradasi melainkan hanya teradsorpsi pada lumpur. Begitu juga dengan metode fisik yang hanya memindahkan polutan ke fasa lain. Sehingga, metode kimia dapat dilakukan dalam mengatasi hal ini [3]. Salah satu metode kimia yang dikenal sebagai strategi murah dan efisien untuk menghilangkan polutan organik atau anorganik dari air limbah yaitu fotokatalisis [4]. Oleh karenanya, fotokatalis terus dikembangkan sebagai salah satu upaya untuk mengatasi pencemaran pada air. Oksida logam semikonduktor sebagai fotokatalis yang sifatnya tidak beracun, stabilitas kimia yang bagus, serta berstruktur nano, kesediaannya mudah didapatkan. Misalnya seperti ZnO, TiO₂, ZrO₂, dan SnO₂ telah banyak dikembangkan untuk menciptakan fotokatalis yang ramah lingkungan [5] [6]. Aktivitas fotokatalis dipengaruhi beberapa faktor, diantaranya luas permukaan, fasa kristal, kristalinitas, ukuran kristal, dan energi celah pita [7].

Kajian oksida besi dalam fotokatalisis tidak seintensif TiO₂ yang mempunyai energi celah pita lebar, sehingga mengindikasikan fotoaktivitasnya yang cukup tinggi [8]. Fe₂O₃ memiliki celah pita sebesar 2,1 eV serta memiliki sifat fotoaktif, dimana material ini mampu memanfaatkan cahaya tampak atau sinar UV yang berada di sekitarnya. Hanya saja, Fe₂O₃ memiliki kekurangan yaitu mudah mengalami fotoreduksi yang berakibat pada pelarutan oksida tersebut yang dapat mengganggu proses penyerapan cahaya oleh fotokatalis, karena larutannya menjadi keruh sehingga menurunkan efisiensi dan efektivitas fotokatalisis [8].

Oleh karena itu, pencegahan pelarutan pada oksida logam penting untuk dilakukan. Dalam beberapa tahun terakhir ini, beberapa kelompok peneliti mencoba menggabungkan dua semikonduktor dengan materi yang berbeda untuk meningkatkan sifat fotokatalitiknya seperti CdS/TiO₂, ZnO/Fe₂O₃, TiO₂/SnO₂, TiO₂/ZnO, dan beberapa penelitian lainnya. Oksida logam ZnO dan Fe₂O₃ sangat menarik karena merupakan semikonduktor yang dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti fotokatalis dan magnet [9]. ZnO merupakan oksida semikonduktor dengan celah pita lebar sekitar 3,37 eV. ZnO telah dikenal sebagai fotokatalis efisien untuk mengatasi pencemaran pada air karena sifat fisik dan kimianya yang stabil, celah pita cukup lebar, biayanya yang murah, konduktivitas dan transparansi dalam elektronik, serta sifatnya yang ramah lingkungan [10]. Oleh karenanya, ZnO dapat digunakan untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik Fe₂O₃ dengan cara dikompositkan. Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur menjadi satu secara makroskopis. Komposit ZnO/Fe₂O₃ merupakan salah satu bahan terbaik yang digunakan sebagai fotokatalisis karena dapat menyerap sinar UV dan cahaya tampak sebagai hasilnya yang meningkatkan kecepatan radikal hidroksil yang sangat penting untuk degradasi senyawa. Efek gabungan dari dua semikonduktor ini diharapkan dapat menghasilkan kemampuan yang ditingkatkan seperti peningkatan area penyerapan cahaya dan pemisahan lubang elektron dengan efisiensi yang lebih tinggi [11]. Sebagaimana hasil penelitian Abbas Noruozia dan Alireza (2020), dalam penelitiannya melakukan sintesis Fe₂O₃ yang diaplikasikan pada metilen biru dengan konsentrasi 2 ppm menunjukkan hasil fotodegradasi sebesar 20,9%, setelah dikompositkan dengan ZnO hasil fotodegradasi meningkat menjadi 38,8% [4].

Konsumsi baterai yang terus meningkat menimbulkan masalah baru. Tidak sedikit jenis baterai yang dikonsumsi masyarakat yaitu jenis baterai sekali pakai atau baterai primer. Baterai primer ini umumnya dibuang begitu saja, padahal baterai mengandung bahan-bahan berbahaya dan limbah buangan baterai ini dikategorikan sebagai limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun), sehingga perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut terhadap limbah baterai sebelum dibuang. Komponen yang terdapat dalam baterai primer diantaranya Zn sebagai anoda,

karbon sebagai katoda, elektrolit berupa pasta campuran MnO_2 , NH_4Cl , serbuk karbon, serta kulit terluar dari baterai berupa Fe [9]. Untuk itu, limbah baterai perlu dimanfaatkan agar mengurangi pencemaran dan juga memiliki nilai ekonomis yang tinggi, salah satunya dengan melakukan *recovery* terhadap Zn dan Fe yang terkandung dalam baterai yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber logam pada ZnO dan Fe_2O_3 .

Pada penelitian ini, dilakukan sintesis komposit ZnO/ Fe_2O_3 menggunakan bahan baku baterai. Komposit yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD untuk menentukan fasa dan kristalinitas, serta SEM untuk menentukan morfologi, lalu diaplikasikan sebagai fotokatalis pada penanganan limbah metilen biru.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses sintesis komposit ZnO/ Fe_2O_3 dari limbah baterai?
2. Bagaimana fasa, kristalinitas, dan morfologi komposit ZnO/ Fe_2O_3 berdasarkan hasil uji XRD dan SEM?
3. Bagaimana kinerja komposit ZnO/ Fe_2O_3 dalam mendegradasi zat warna metilen biru secara fotokatalisis?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini akan dibatasi pada beberapa masalah berikut:

1. Sumber Fe dan Zn berasal dari limbah baterai primer AA 1,5 V,
2. Analisis yang dilakukan meliputi karakterisasi menggunakan instrumen XRD untuk penentuan fasa dan kristalinitas, serta instrumen SEM untuk penentuan morfologi,
3. Sampel yang digunakan pada proses fotodegradasi yaitu metilen biru untuk kemudian ditentukan % degradasi dan jumlah mol terdegradasi oleh komposit ZnO/ Fe_2O_3 dari limbah baterai dalam menurunkan intensitas zat warna metilen biru dengan penyinaran menggunakan sinar tampak.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang diajukan, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari dan melakukan proses pembuatan komposit $\text{ZnO/Fe}_2\text{O}_3$ dari limbah baterai primer AA 1,5 V,
2. Mengidentifikasi fasa dan kristalinitas komposit $\text{ZnO/Fe}_2\text{O}_3$ berdasarkan hasil analisis dengan instrumen XRD dan morfologi komposit $\text{ZnO/Fe}_2\text{O}_3$ berdasarkan hasil uji SEM,
3. Menganalisis kinerja komposit $\text{ZnO/Fe}_2\text{O}_3$ dari limbah baterai dalam menurunkan intensitas zat warna sintesis dengan penyinaran menggunakan sinar tampak dengan menentukan % degradasi dan jumlah mol terdegradasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi untuk pendidikan, masalah lingkungan, dan bidang lainnya yang memiliki kaitan dengan penanganan zat warna metilen biru melalui fotokatalisis oleh komposit $\text{ZnO/Fe}_2\text{O}_3$ dari limbah baterai primer AA 1,5 V.

