

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia semakin meningkat. Salah satu diantaranya adalah industri tekstil. Walaupun menguntungkan secara ekonomi, industri tekstil memiliki masalah dengan penanganan limbah sehingga berdampak pada menurunnya kualitas lingkungan. Menurut Badan Pusat Statistik pada tahun 2010, industri tekstil menyumbang 93 % dari total limbah cair yang dibuang oleh industri di Jawa Barat pada sektor industri pengolahan (*manufacturing industry*) [1]. Hal ini menjadikan industri tekstil sebagai penyumbang limbah cair terbesar di Jawa Barat. CNN Indonesia melaporkan bahwa pada tahun 2018 sekitar 50 % industri tekstil di Jawa Barat berlokasi di daerah aliran sungai Citarum. Dari jumlah tersebut terdapat sekitar 14,42 % industri tekstil tidak memiliki IPAL tersendiri sehingga beresiko sangat besar untuk mencemari lingkungan sungai [2].

Biaya yang mahal menjadikan pengolahan limbah pada beberapa industri tekstil tidak memenuhi standar. Limbah yang dibuang ke lingkungan masih mengandung berbagai zat kimia yang berbahaya. Kandungan zat kimia organik dan anorganik dalam limbah yang sulit terdegradasi secara alami dapat merusak kualitas air dan mempengaruhi keanekaragaman hayati di perairan karena menghalangi masuknya cahaya ke dalam air. Perairan yang tercemar limbah berpotensi meracuni organisme sekitarnya.

Salah satu kandungan limbah industri tekstil adalah metilen biru. Metilen biru merupakan zat pewarna yang termasuk senyawa organik heterosiklik azo yang bersifat racun, karsinogenik dan mutagenik [1]. Walaupun berbahaya, pewarna ini banyak digunakan di industri tekstil karena harganya yang relatif murah dan mudah untuk diperoleh. Berbagai metode telah dilakukan bertujuan untuk mengurangi kadar metilen biru dalam limbah, baik dengan metode biologis, fisika maupun kimia. Metode biologis yang biasa digunakan adalah dengan cara mendegradasi metilen biru dengan bantuan mikroba, yaitu sistem bioremediasi [2]. Namun metode ini membutuhkan area yang luas dan memiliki keterbatasan dalam mendegradasi zat organik berstruktur kompleks. Metode kimia seperti koagulasi sering digunakan walaupun memiliki kemungkinan munculnya masalah baru karena menghasilkan

lumpur yang harus dibuang [3]. Metode fisika dengan membran filtrasi dan adsorpsi juga sering diterapkan dalam mengurangi kontaminan zat organik seperti metilen biru dalam limbah [4]. Namun kelemahan dalam metode ini adalah tidak praktis karena membran ataupun adsorben yang digunakan harus diganti secara berkala sehingga memerlukan biaya lebih. Metode klorinasi dan ozonisasi sebenarnya termasuk metode yang efektif dalam menghilangkan kandungan limbah zat warna seperti metilen biru [5, 6]. Namun karena biaya oprasionalnya yang cukup tinggi menjadikan kedua metode ini tidak cocok untuk diterapkan di Indonesia.

Metode alternatif yang banyak digunakan untuk mengurangi kontaminan senyawa organik, seperti metilen biru, adalah fotokatalis. Fotokatalis merupakan metode degradasi senyawa organik menjadi senyawa lain yang lebih sederhana dan lebih aman untuk lingkungan. Metode ini memanfaatkan cahaya, baik cahaya ultraviolet maupun cahaya tampak, sebagai sumber emisi dalam mengaktifasi katalis untuk proses degradasinya. Senyawa-senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai fotokatalis adalah dari jenis mineral oksida yang bersifat semikonduktor [7]. Mineral-mineral tersebut diantaranya adalah TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3 , dan SnO_2 [8]. TiO_2 merupakan mineral oksida yang paling banyak digunakan sebagai fotokatalis karena efisiensi oksidasinya yang tinggi, menghasilkan proses dekomposisi kontaminan organik yang sempurna, dan produk samping yang tidak terlalu signifikan [9]. Walaupun begitu, penelitian mengenai fotokatalis banyak dilakukan pada senyawa mineral oksida lainnya. Hal ini dilakukan untuk mengkaji dan mengembangkan kinerja mineral oksida lainnya untuk fotokatalis.

Salah satu mineral oksida yang banyak diteliti adalah ZnO . Jika dibandingkan dengan semikonduktor lainnya, penggunaan ZnO lebih ramah lingkungan dan relatif lebih rendah dalam hal biaya. ZnO juga memiliki celah pita sedikit lebih lebar dibandingkan dengan TiO_2 , yaitu 3,07 eV sedangkan TiO_2 3,00 eV [10]. Hal ini menjadikan ZnO mampu menyerap spektrum cahaya matahari lebih banyak dibandingkan TiO_2 . Sistem fotokatalis sangat bergantung pada besarnya celah pita mineral semikonduktor, karena celah pita yang memisahkan pita valensi dan pita konduksi ini dapat menentukan besarnya panjang gelombang cahaya untuk mengaktifasi fotokatalis. Dengan celah pita yang lebih besar, ZnO akan lebih mudah untuk diaktivasi walaupun hanya menggunakan cahaya matahari maupun

sinar UV. Saat cahaya mengenai permukaan fotokatalis, energi yang dipancarkan akan mengeksitasikan elektron dari pita valensi menuju pita konduksi yang kemudian terjadi reaksi pembentukan radikal hidroksil dan anion oksida yang keduanya merupakan agen pendegradasi senyawa organik [11].

ZnO sebagai bahan yang melimpah dan aman telah digunakan untuk fotodegradasi polutan dan pemusnahan mikroba dalam pemurnian air. Selain itu ZnO merupakan fotokatalis yang memiliki aktivitas fotokatalitik yang baik, stabil secara kimia, memiliki morfologi yang terkendali, dan bersahabat dengan lingkungan [12]. ZnO juga telah diterapkan pada karbon aktif (AC) dengan karakteristik antimikroba. Penerapan ZnO dengan AC ini mampu menghasilkan sebuah produk yang disebut komposit. Hanya ada sedikit penelitian seputar pengembangan ZnO/AC sebagai alat yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah air berskala besar. Hal ini memerlukan perangkat yang bisa diproduksi massal melalui proses berbiaya rendah dan sederhana, menunjukkan kemampuan antimikroba yang kuat, memberikan masa kerja yang panjang, dan aman digunakan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah banyak yang melakukan sintesis ZnO dengan berbagai metode. Metode-metode yang biasa digunakan diantaranya dengan metode hidrotermal, metode sol-gel, dan presipitasi [13]. Daou dkk. telah melakukan perbandingan aktivitas fotokatalitik antara ZnO yang disintesis dengan metode sol-gel dan metode presipitasi. Dalam waktu 200 menit, ZnO yang disintesis menggunakan metode sol-gel dapat mendegradasi metil jingga hingga 97,1 %, sedangkan ZnO hasil presipitasi adalah 90,8 % [14]. Namun kelemahan dari metode sol-gel dalam penelitian tersebut adalah kurang praktisnya proses sintesis karena perlu dilakukan refluks yang lama. Maka dalam penelitian ini, metode sintesis yang dipilih adalah dengan metode presipitasi.

Metode presipitasi merupakan metode sederhana untuk membentuk suatu logam oksida dengan menggunakan suatu prekursor berupa garam logam atau hidroksi logam [15]. Dalam penelitian ini dilakukan getaran gelombang ultrasonik. Getaran ultrasonik diberikan dengan tujuan untuk memperoleh ZnO yang lebih baik sehingga dapat meningkatkan kemampuan ZnO dalam mendegradasi metilen biru. Dengan adanya getaran ultrasonik, partikel-partikel endapan yang terbentuk akan terdispersi dalam larutan sehingga tidak terjadi aglomerasi. Akibatnya, endapan ini

akan menyebar dan semakin lama waktu getaran ultrasonik yang diberikan, ukuran partikelnya akan semakin kecil [16].

Penggunaan dan pemanfaatan material komposit sekarang ini semakin berkembang, seiring dengan meningkatnya penggunaan bahan tersebut yang semakin meluas mulai dari yang sederhana seperti alat-alat rumah tangga sampai sektor industri baik industri skala kecil maupun industri skala besar. Komposit merupakan suatu campuran dari dua material atau lebih pada skala makroskopis untuk membentuk material ketiga [17]. Komposit dikembangkan untuk menggantikan material logam yang banyak digunakan sebelumnya karena memiliki kelebihan yaitu densitas rendah, tahan karat dan korosi, dan ringan.

Pada penelitian ini dilakukan sintesis material komposit ZnO/AC dengan bahan baku ZnO dan karbon aktif. Material komposit yang terbentuk akan diaplikasikan sebagai katalis padat dalam proses fotokatalisis zat warna sintesis dengan melibatkan sinar tampak. Zat warna sintesis yang digunakan yaitu metilen biru. Tujuannya untuk mengetahui efek dekolonisasi pada zat warna metilen biru menggunakan komposit ZnO/AC dengan Spektrofotometer UV-Vis.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Apakah komposit ZnO/AC dapat disintesis menggunakan metode presipitasi ?
2. Bagaimana struktur kristalin dan morfologi komposit berdasarkan hasil uji XRD dan SEM ?
3. Berapa % dekolonisasi (penurunan intensitas) zat warna metilen biru setelah dilakukan proses fotokatalisis dengan menggunakan sinar tampak ?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Sumber ZnO berasal dari seng asetat dihidrat yang telah disintesis menjadi ZnO dan sumber AC berasal dari komersial.

2. Pengujian karakterisasi yang dilakukan yaitu XRD untuk mengetahui struktur Kristal dan SEM untuk mengetahui bentuk morfologi kristal komposit yang memiliki hasil terbaik.
3. Komposit yang dilakukan karakterisasi adalah komposit yang memiliki hasil optimum dalam pengujian proses fotokatalisis.
4. Sampel zat warna yang digunakan pada proses fotokatalisis yaitu metilen biru.
5. Pengujian yang dilakukan adalah dengan membandingkan hasil penurunan intensitas zat warna setelah penambahan komposit ZnO/AC dengan bantuan sinar tampak pada spektrofotometer UV-Vis.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mempelajari dan mengidentifikasi proses sintesis komposit ZnO/AC dengan metode presipitasi,
2. Untuk mengidentifikasi struktur dan morfologi komposit dengan hasil terbaik yang dihasilkan berdasarkan hasil XRD dan SEM, dan
3. Untuk mengetahui % dekolonisasi zat warna sintesis (metilen biru) oleh komposit ZnO/AC dengan penyinaran sinar tampak.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi untuk pendidikan, masalah lingkungan, dan bidang lainnya yang memiliki kaitan keperluan dengan sintesis oksida padat dan penanganan pencemaran lingkungan menggunakan fotokatalis.