

# 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 [3]. 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 [4]. 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 [5]. Metode fisika dengan membran filtrasi dan adsorpsi juga sering diterapkan dalam mengurangi kontaminan zat organik seperti metilen biru dalam limbah [6]. 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 [7,8]. 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 fotokatalitik. 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 [9]. Mineral-mineral tersebut diantaranya adalah  $\text{TiO}_2$  [10],  $\text{ZnO}$  [11],  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  [12] dan  $\text{SnO}_2$  [13].  $\text{TiO}_2$  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 [14]. 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  $\text{ZnO}$ . Jika dibandingkan dengan semikonduktor lainnya, penggunaan  $\text{ZnO}$  lebih ramah lingkungan dan relatif lebih rendah dalam hal biaya.  $\text{ZnO}$  juga memiliki celah pita sedikit lebih lebar dibandingkan dengan  $\text{TiO}_2$ , yaitu 3,07 eV sedangkan  $\text{TiO}_2$  3,00 eV [12]. Hal ini menjadikan  $\text{ZnO}$  mampu menyerap spektrum cahaya matahari lebih banyak dibandingkan  $\text{TiO}_2$ . 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,  $\text{ZnO}$  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 [15].

Beberapa penelitian sebelumnya telah banyak yang melakukan sintesis ZnO dengan berbagai metode. Metode-metode yang biasa digunakan diantaranya dengan metode hidrotermal [16], metode sol-gel [17], dan presipitasi [18]. 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 % [19]. 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 [20]. Dalam penelitian ini dilakukan variasi waktu getaran gelombang ultrasonik pada saat proses pengendapan. 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 [21].

Ketika suatu zat memiliki ukuran partikel semakin kecil, artinya luas permukaannya akan semakin besar. Hal ini akan mempengaruhi pada laju reaksi zat tersebut. Diharapkan dengan adanya variasi ini, proses degradasi metilen biru oleh ZnO akan semakin baik ketika dikatalisis oleh ZnO yang diberikan getaran ultrasonik lebih lama dibandingkan dengan ZnO tanpa digetarkan. Untuk menganalisis aktivitas fotokatalisnya, maka dilakukan variasi pH, variasi waktu penyinaran dan variasi konsentrasi metilen biru.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana proses sintesis ZnO dari seng asetat dihidrat dengan metode presipitasi?
2. Bagaimana pengaruh waktu getaran ultrasonik terhadap karakteristik ZnO hasil sintesis berdasarkan hasil XRD?
3. Bagaimana pengaruh waktu getaran ultrasonik terhadap karakteristik ZnO hasil sintesis berdasarkan hasil SEM?
4. Bagaimana pengaruh waktu getaran ultrasonik terhadap karakteristik ZnO hasil sintesis berdasarkan hasil BET?
5. Bagaimana pengaruh waktu getaran ultrasonik terhadap aktivitas fotokatalis ZnO dalam mendegradasi metilen biru?

## 1.3 Batasan Masalah

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

1. Proses sintesis ZnO dilakukan dengan metode presipitasi dengan prekursor seng asetat dihidrat dan penambahan reagen pengendap berupa asam oksalat, dan diberikan getaran ultrasonik saat pengendapan selama 0 jam, 1 jam dan 2 jam.
2. Karakteristik ZnO diperoleh dari hasil karakterisasi menggunakan instrumen XRD meliputi kecocokan dengan standar, ukuran kristalit, dan parameter kisi.
3. Karakteristik ZnO diperoleh dari hasil karakterisasi menggunakan instrumen SEM meliputi morfologi dan ukuran partikelnya.
4. Karakteristik ZnO diperoleh dari hasil karakterisasi menggunakan instrumen BET meliputi luas permukaan dan ukuran partikelnya.
5. Aktivitas fotokatalitik ZnO dilakukan untuk mendegradasi metilen biru dengan variasi kondisi pH, waktu penyinaran, dan konsentrasi metilen biru.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

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

1. Untuk mensintesis ZnO dengan penambahan getaran ultrasonik saat sintesis dengan metode presipitasi.
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu getaran ultrasonik terhadap karakteristik ZnO hasil sintesis menggunakan XRD.
3. Untuk mengetahui pengaruh waktu getaran ultrasonik terhadap karakteristik ZnO hasil sintesis menggunakan SEM.
4. Untuk mengetahui pengaruh waktu getaran ultrasonik terhadap karakteristik ZnO hasil sintesis menggunakan BET.
5. Untuk menganalisis pengaruh waktu getaran ultrasonik terhadap aktivitas fotokatalisis ZnO hasil sintesis dalam mendegradasi metilen biru.

#### **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.