

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah industri merupakan isu yang terus menjadi perhatian setiap tahunnya. Proses produksi dalam industri banyak menggunakan bahan kimia dan menghasilkan berbagai macam limbah, baik yang bersifat B3 maupun tidak. Dengan limbah yang terus dihasilkan, maka perlu adanya usaha pengelolaan limbah. Pengelolaan limbah, khususnya B3 telah diatur dalam PP No 101 Tahun 2014 [1] yang menjelaskan mengenai rincian penanganan bahan hingga pembuangan secara baik dan benar. Pasalnya, pengelolaan limbah ini belum diaplikasikan secara merata oleh semua industri. Masih banyak industri yang membuang limbah B3 ke badan air tanpa penanganan yang layak. Biaya yang mahal menjadikan pengolahan limbah pada beberapa industri tidak memenuhi standar. Pencemaran limbah B3 ini perlu diatasi secara serius, karena lingkungan yang dibiarkan dalam kondisi tercemar limbah B3 akan menimbulkan efek jangka panjang yang berkaitan dengan kesehatan lingkungan dan masyarakat, contoh timbulnya penyakit genetik seperti cacat lahir, kerusakan jaringan kulit akibat dioksin, dan sebagainya.

Salah satu zat yang terkandung dalam limbah industri adalah metilen biru. Metilen biru umum digunakan dalam industri karena ketersediaannya yang relatif berlimpah sehingga membuat harganya cukup murah dijangkau dalam skala besar. Namun, penggunaan metilen biru dalam jumlah banyak dan berulang akan berbahaya, karena senyawa organik heterosiklik azo dalam zat pewarna ini bersifat racun, karsinogenik dan mutagenik [2]

Banyak metode baik secara biologis, fisika, maupun kimia yang telah diaplikasikan demi mengurangi kadar metilen biru dalam limbah. Seperti salah satu metode biologis paling umum yaitu bioremediasi yang memanfaatkan bantuan mikroba sebagai agen pendegradasi metil biru [3]. Penggunaannya yang ramah lingkungan tentu berdampak baik, namun area luas yang dibutuhkan menjadi kendala untuk mendegradasi struktur kompleks dari zat organik dalam jumlah banyak. Selain itu ada koagulasi sebagai salah satu metode kimia yang umum digunakan karena pengerjaannya yang relatif mudah, namun dalam kurun waktu

tertentu akan menimbulkan masalah baru berupa lumpur yang perlu dibuang [4]. Secara fisika metode filtrasi dan adsorpsi sering digunakan untuk meminimalisir kontaminan dalam limbah, namun metode ini memerlukan biaya lebih dan perkerjaan yang tidak praktis untuk mengganti membran dan adsorben secara teratur [5]. Salah satu metode efektif seperti klorinasi sebenarnya dapat digunakan untuk menghilangkan zat warna dalam limbah, namun biaya operasional dari metode ini cukup tinggi sehingga sulit diterapkan di semua kalangan khususnya Indonesia [6].

Teknologi penanganan cemaran limbah, khususnya limbah organik, yang dapat menjadi solusi salah satunya yaitu fotokatalis. Fotokatalis menggunakan pemanfaatan unsur cahaya untuk mempercepat proses transformasi kimia, dalam hal ini, limbah menjadi bahan yang lebih ramah lingkungan. Senyawa-senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai fotokatalis adalah dari jenis mineral oksida yang bersifat semikonduktor [7]. Mineral oksida semikonduktor diantaranya adalah TiO_2 [8], ZnO [9], Fe_2O_3 [10], dan NiFe_2O_4 [11].

Mineral oksida yang paling umum digunakan untuk fotokatalis saat ini adalah TiO_2 . TiO_2 merupakan fotokatalis terbaik sejauh ini disebabkan efisiensi oksidasinya yang tinggi, menghasilkan proses dekomposisi kontaminan organik yang sempurna, efektifitas penggunaan biaya dan produk samping yang tidak terlalu signifikan [12]. Namun, penggunaan TiO_2 murni dinilai masih memiliki kekurangan. Selain karena partikel mudah tersuspensi dan sulit diaplikasikan pada badan air mengalir, ia juga memiliki celah pita 3,0 eV [10]. sehingga hanya dapat bersesuaian dengan panjang gelombang sinar UV, dimana hanya berupa 9% bagian spektrum sinar matahari. Oleh karena itu, diteliti bahan yang dapat bersesuaian bukan hanya dengan sinar UV, namun juga melalui sinar tampak.

Efisiensi proses fotokatalitik tersebut dapat dicapai dengan penggeseran celah pita. Modifikasi yang bisa dilakukan adalah penggunaan senyawa magnetik dengan penambahan doping berupa bahan logam atau nonlogam. Dari karakteristik yang diperlukan, penggabungan antara NiFe_2O_4 dan ZnO dinilai relatif sesuai. Dibandingkan TiO_2 dengan 3,0 eV, celah pita ZnO memiliki jarak yang lebih lebar yaitu 3,07 eV [10]. Hal ini membuat ZnO memiliki rentang panjang gelombang lebih besar hingga mampu diaktivasi tidak hanya pada panjang gelombang sinar UV, melainkan juga sinar tampak dari spektrum cahaya matahari. Di sisi lain,

NiFe_2O_4 merupakan jenis fotokatalis magnetik yang memiliki celah pita relatif kecil, yaitu 2,2 eV yang artinya membutuhkan jumlah energi lebih rendah untuk melakukan proses fotokatalis. Melalui penggabungan NiFe_2O_4 dan ZnO , diharapkan dapat terbentuk senyawa fotokatalis yang mampu melakukan proses transformasi kimia di sinar tampak dengan jumlah energi aktivasi minimum sehingga tingkat degradasi mencapai efisiensi yang maksimal.

Dalam penelitian ini akan dilakukan degradasi fotokatalitik menggunakan nanokomposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$ dengan variasi komposisi yaitu 1:2, 1:3, dan 1:5. Dari ketiga variasi tersebut dicari komposisi optimal untuk menghasilkan sifat fotokatalitik terbaik dalam proses degradasi metilen biru. Untuk mensintesis nanokomposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$, dilakukan metode kopresipitasi, dimana metode ini dikenal sebagai metode yang relatif sederhana dalam pembuatan nanokomposit logam oksida [13].

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana cara mensintesis nanokomposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$?
2. Bagaimana karakteristik nanokomposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$ hasil sintesis?
3. Berapakah pH optimum nanokomposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$ untuk fotokatalis dalam mendegradasi metilen biru?
4. Berapakah komposisi perbandingan mol $\text{NiFe}_2\text{O}_4 : \text{ZnO}$ yang optimal sebagai fotokatalis dalam mendegradasi metilen biru?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Sintesis nanokomposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$ dilakukan dengan metode kopresipitasi menggunakan prekursor NiFe_2O_4 dan $\text{Zn}(\text{OAc})_2$ yang ditambahkan reagen pengendap Asam oksalat.
2. Nanokomposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$ dikarakterisasi dengan analisis XRD dan BET. Analisis XRD digunakan untuk melihat kecocokan fasa kristal $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$

hasil sintesis dengan standar, sedangkan analisis BET untuk mengetahui luas permukaan partikel yang terbentuk.

3. Variasi pH yang digunakan adalah 6, 8, dan 10; dilakukan melalui penambahan larutan basa sebelum pengujian absorbansi dengan spektrofotometer UV-Vis.
4. Dalam penelitian ini, dilakukan sintesis nanokomposit NiFe₂O₄/ZnO pada suhu 500 °C dengan perbandingan antara NiFe₂O₄ : ZnO adalah 1:2, 1:3, dan 1:5. Dari ketiga variasi perbandingan tersebut kemudian diuji fotokatalisisnya terhadap metilen biru. Perbandingan mol optimal adalah ketika berkurangnya konsentrasi larutan metilen biru dengan jumlah maksimal.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mensintesis nanokomposit NiFe₂O₄/ZnO dengan metode kopresipitasi,
2. Untuk mengetahui hasil karakterisasi nanokomposit NiFe₂O₄/ZnO hasil sintesis dengan analisis XRD dan BET
3. Untuk menentukan pH optimum nanokomposit NiFe₂O₄/ZnO sebagai fotokatalis dalam mendegradasi metilen biru
4. Untuk menentukan perbandingan mol optimal NiFe₂O₄ : ZnO sebagai fotokatalis 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 penanganan pencemaran lingkungan menggunakan fotokatalis khususnya nanokomposit NiFe₂O₄/ZnO.