

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Besi(III) oksida (Fe_2O_3) merupakan material semikonduktor yang memiliki *band gap energy* 2,0-2,2 eV [1] [2]. *Band gap energy* yang dimiliki oleh Fe_2O_3 relatif lebih rendah dibanding dengan material logam oksida lainnya, seperti TiO_2 yang memiliki *band gap energy* 3,2 eV (untuk struktur kristal anatase) dan 3,0 eV (untuk struktur rutil) [3], serta ZnO yang memiliki *band gap energy* sekitar 3,37 eV [4]. *Band gap energy* yang relatif rendah menjadi salah satu keunggulan dari material Fe_2O_3 , karena dengan *band gap energy* yang rendah maka dapat mempermudah terjadinya eksitasi elektron pita valensi ke pita konduksi. Ketika *band gap energy* besar, maka dibutuhkan energi yang tinggi untuk memindahkan elektron dari pita valensi ke pita konduksi. Sedangkan ketika *band gap energy* kecil, maka energi yang dibutuhkan kecil untuk memindahkan elektron dari pita valensi ke pita konduksi [3].

Nanopartikel Fe_2O_3 dapat dihasilkan dengan mensintesis besi (Fe) dari limbah baterai pimer [4]. Fe pada baterai primer terdapat pada bagian terluar sebagai pembungkus seluruh komponen yang dilapisi oleh cat. Pada limbah baterai primer terkandung Fe paling tinggi diantara komponen penyusun lainnya yaitu 19,44% atau sekitar 3,36 gram [4]. Sehingga, dapat dimanfaatkan sebagai sumber Fe pada sintesis material Fe_2O_3 . Adapun metode yang telah dilakukan untuk mensintesis Fe_2O_3 adalah metode sol-gel [5], hidrotermal [6], presipitasi [7], dan ko-presipitasi [8]. Selain banyaknya metode yang digunakan dalam mensintesis Fe_2O_3 , aplikasinya gencar diteliti selama beberapa tahun terakhir. Fe_2O_3 dapat digunakan untuk mencegah *swelling* pada kayu [9], sensor gas [10], dan paling banyak diterapkan dalam proses fotokatalisis [4] [8].

Fotokatalisis merupakan metode gabungan antara proses fotokimia dan katalitik yang memerlukan cahaya dan katalis untuk mempercepat terjadinya perubahan kimia [4] [8] [11]. Material fotokatalis yang dikenai cahaya akan menghasilkan pasangan *electron-hole*, yang kemudian akan mengalami reaksi redoks. *Hole* yang bereaksi dengan air akan menghasilkan radikal hidroksil, sedangkan *electron* yang bereaksi dengan oksigen menghasilkan anion superoksida. Kedua radikal tersebut akan mengurai senyawa hasil industri [1].

Fotokatalisis dilakukan untuk mengurangi pencemaran yang diakibatkan dari limbah industri, karena dapat menguraikan senyawa yang berbahaya bagi lingkungan.

Metilen biru (MB) merupakan pewarna sintetis yang sering digunakan dalam industri besar, seperti industri tekstil dan kain, industri kertas, dan industri cat. Limbah cair yang dihasilkan dari industri-industri tersebut termasuk ke dalam limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Limbah B3 dalam perairan dapat menghalangi masuknya sinar matahari pada lingkungan akuatik, sehingga dapat mengganggu proses biologis pada lingkungan tersebut. Saat tertelan, MB dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan, jika terhirup dapat menimbulkan sianosis, dan jika tersentuh, kulit akan mengalami iritasi [12]. Dengan bahaya yang ditimbulkan, perlu pengelolaan yang baik dan benar mengenai MB, sehingga tidak berpotensi bahaya.

Kinerja fotokatalis dalam mendegradasi senyawa organik dipengaruhi oleh morfologi. Rahmawati (2019) melaporkan bahwa Fe_2O_3 dapat disintesis dari limbah baterai dengan ukuran yang tidak merata dengan ukuran partikel berkisar antara 75-100 nm [4]. Pada peniliitian sebelumnya Kherd, dkk melaporkan bahwa Fe_2O_3 memiliki ukuran partikel yang tidak merata, dengan ukuran kristal rata-rata yaitu 35, 100, dan 150 nm. Penguraian zat warna menggunakan Fe_2O_3 yang optimum terjadi menggunakan ukuran kristal 35 nm [13]. Sehingga diperlukan peningkatan kinerja Fe_2O_3 sebagai fotokatalis. Bentuk nanopartikel yang tidak merata dapat distabilkan dengan menggunakan templat saat proses sintesis berjalan [14]. Templat merupakan surfaktan yang memiliki kemampuan sebagai agen pengatur atau pembentuk pori. Surfaktan yang dapat digunakan untuk menstabilkan material yaitu polietilen glikol (PEG) [14], *cetyl trimethylammonium bromide* (CTABr) [15], *sodium dedocyl sulfat* (SDS) [16], Pluronic P123 [17], dan *carboxymethyl celullosa* (CMC) [18] [19].

Carboxymethyl celullosa atau karboksimetil selulosa (CMC) dapat menjadi pilihan terbaik sebagai agen pengatur pori dalam menstabilkan ukuran nanopartikel. CMC merupakan polimer karbohidrat yang larut dalam air, tidak beracun, dan harganya terjangkau. Berdasarkan penelitian Hasanpour., dkk (2017), terbentuk nanopartikel maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) melalui metode kopresipitasi menggunakan

templat CMC. Hasil karakterisasi pengujian SEM dan TEM mengungkapkan nanopartikel berbentuk bulat dan distribusi ukuran sempit [20]. Berdasarkan penelitian Manoj., dkk (2014), sintesis nanopartikel berhasil dilakukan menggunakan templat CMC, dengan ukuran butir rata-rata 26 nm yang dihitung melalui persamaan Debye Scherrer. Hasil analisis SEM, menunjukkan bahwa nanopartikel ZnO dengan templat CMC memiliki morfologi bola [19].

Berdasarkan pemaparan di atas, maka penelitian ini dilakukan sintesis Fe₂O₃ dengan menggunakan templat CMC agar didapat material dengan bentuk yang stabil. Senyawa yang didapat kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD, SEM, dan UV-DRS, serta diaplikasikan sebagai katalis pada proses fotokatalisis yang melibatkan sinar tampak untuk zat warna metilen biru.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana sintesis dan karakteristik dari Fe₂O₃ dengan pengaruh templat CMC yang dihasilkan berdasarkan hasil uji instrument XRD, SEM, dan UV-DRS?, dan
2. Bagaimana kinerja fotokatalitik yang optimum pada Fe₂O₃ dengan pengaruh templat CMC dalam penanganan zat warna metilen biru?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Fe₂O₃ bersumber dari limbah baterai primer *Zinc-carbon* (Zn-C),
2. Templat CMC yang digunakan berupa CMC komersil,
3. Pengujian karakterisasi yang dilakukan yaitu XRD untuk mengidentifikasi fasa dan kristalinitas, SEM untuk mengetahui morfologi kristal yang terbentuk, dan UV-DRS untuk mengetahui band *gap energy* yang dihasilkan, dan
4. Metilen biru digunakan sebagai substrat untuk proses fotokatalisis.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Mengidentifikasi sintesis dan karakteristik dari Fe_2O_3 dengan pengaruh templat CMC yang dihasilkan berdasarkan hasil uji instrumen XRD, SEM, dan UV-DRS, dan
2. Mengidentifikasi kinerja Fe_2O_3 dengan pengaruh templat CMC dalam penanganan metilen biru.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat dan memberikan informasi untuk pendidikan, masalah lingkungan, dan bidang lainnya khususnya yang berkaitan dengan sintesis nanopartikel Fe_2O_3 dengan templat untuk pengelolaan limbah zat warna metilen biru.

