

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu contoh sumber energi yang banyak dibutuhkan manusia dalam kehidupan sehari-hari adalah baterai [1]. Baterai yang sering digunakan adalah baterai Zn-C. Baterai Zn-C merupakan jenis baterai primer atau baterai sekali pakai (*single use*). Baterai ini umumnya digunakan oleh masyarakat karena harga yang terjangkau, mudah ditemukan, tidak memerlukan perawatan khusus dan memiliki masa pakai yang cukup singkat. Penggunaan baterai Zn-C yang semakin banyak di kalangan masyarakat akan menimbulkan salah satu masalah baru yaitu limbah [2].

Baterai Zn-C termasuk kategori Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Limbah tersebut dapat mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia jika dibiarkan begitu saja di lingkungan karena konsentrasinya yang tinggi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati (2019) baterai Zn-C mengandung beberapa bahan kimia dengan tingkat persentasenya yang cukup tinggi seperti, mangan (Mn), 46,12%, besi (Fe) 19,44 %, seng (Zn) 15,79 %, karbon (C) 5,61 % dan kandungan lainnya sebesar 13,02 %. [3] Bahan dengan kandungan zat kimia inilah yang dapat memberikan dampak buruk karena sifat toksiknya bagi lingkungan seperti organisme akuatik, dan dapat mengancam kesehatan manusia jika terpapar dalam jangka waktu yang lama.

Limbah baterai ini perlu ditangani dengan tepat yaitu memanfaatkan salah satu komponen yang ada seperti kandungan logam besi yang berada di jaket atau lapisan terluar baterai Zn-C. Logam besi dapat digabungkan dengan bahan yang bersifat semikonduktor berupa titanium dioksida (TiO_2) sebagai material fotokatalis. Titanium dioksida dipilih karena merupakan salah satu jenis material semikonduktor yang baik dalam mendegradasi zat warna sintesis melalui reaksi fotokatalis. Selain itu, memiliki stabilitas optik yang tinggi, tidak beracun dan relatif ekonomis. Pada penelitian yang dilakukan oleh Yansa (2023) tentang pengujian material Titanium dioksida dalam mendegradasi zat warna metilen biru, ditemukan bahwa kemampuan titanium dioksida dalam mendegradasi zat warna metilen biru pada sinar tampak mencapai lebih dari 88% [4]. Namun, material

Titanium dioksida memiliki celah pita yang cukup lebar yakni 3,2 eV sehingga menghambat kinerja fotokatalitiknya di daerah sinar tampak. Oleh sebab itu, salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mereaksikan bersama material semikonduktor lain yaitu logam besi untuk memodifikasi nilai celah pita pada TiO_2 . Modifikasi tersebut dapat meningkatkan kinerja fotokatalis dan persen nilai degradasi zat warna metilen biru karena membentuk senyawa semikonduktor baru seperti perovskit FeTiO_3 [5].

Perovskit memiliki rumus umum ABX_3 , dimana ion A mencakup logam dari blok s-, d-, atau f- dengan ukuran yang lebih besar dari ion B. Sementara ion B terdiri dari logam blok d- (logam transisi) dan ion X diisi oleh anion oksigen. Selain itu, perovskit dengan struktur ilmenit memiliki ciri khas rumus lainnya berupa MTiO_3 . MTiO_3 adalah jenis oksida perovskit dimana M mewakili kation logam Fe^{2+} sedangkan logam Ti dalam bentuk kation Ti^{4+} dan O_3 dalam bentuk anion O_3^{2-} . Logam-logam yang bertindak sebagai kation harus memiliki total muatan ion sebanyak (+6) yang dibawa oleh logam Fe dan Ti, sedangkan logam anion harus memiliki total muatan sebanyak (-6) yang dibawa oleh tiga ion oksigen membentuk senyawa FeTiO_3 [6].

Senyawa FeTiO_3 merupakan material semikonduktor yang memiliki celah pita pada rentang (1,46 eV - 2,9 eV) [7]. Celah pita tersebut dapat menentukan efisien materi dalam menangkap dan menggunakan energi foton (cahaya) untuk memicu reaksi kimia. Kemampuan ini disebabkan karena adanya pita valensi yang terisi dan pita konduksi yang kosong dan membentuk *band gap* (E_g) di antara kedua pita tersebut [8]. Ketika terkena cahaya matahari, fotokatalis dapat meningkatkan elektronnya membentuk pasangan elektron-hole. Kemudian, pasangan ini dapat terlibat dalam reaksi fotokimia untuk mendegradasi molekul polutan di lingkungan [9]. Selain itu, jenis oksida perovskit ini memiliki kemampuan adsorpsi dan absorpsi yang kuat pada sinar tampak sehingga cocok sebagai aplikasi fotokatalis.

Dalam fotokatalis, umumnya digunakan untuk mengatasi banyaknya pewarna tekstil yang berada di lingkungan, salah satunya yaitu metilen biru. Metilen biru merupakan zat pewarna yang termasuk senyawa organik heterosiklik azo yang bersifat racun, karsinogenik dan mutagenik [10]. Walaupun berbahaya, pewarna ini

banyak digunakan di industri tekstil karena harganya yang relatif murah dan mudah untuk diperoleh. Industri tekstil yang tidak mengolah air limbah dari metilen biru akan menyebabkan pencemaran lingkungan ketika limbah tersebut dibuang ke sungai. Menurut Zhang (2013) melaporkan bahwa FeTiO_3 dapat melakukan aktivitas fotokatalitik yang signifikan pada zat warna metilen biru dengan persen degradasi lebih dari 95% dan dapat menghilangkan polutan organik yang berdampak negatif pada lingkungan [11].

Hingga saat ini, berbagai metode telah dilakukan untuk mensintesis FeTiO_3 seperti metode sol-gel [12], *solvothermal* [13], *solid state* [14], pencampuran larutan [15], dan kopresipitasi [16]. Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan oleh Ghambire (2016) FeTiO_3 dapat disintesis dengan metode sol-gel [17]. Dalam penelitian ini, dilakukan sintesis FeTiO_3 menggunakan metode sol-gel dengan logam Fe di dapat dari limbah baterai Zn-C bagian jaket luar baterai serta serbuk TiO_2 komersil. Metode sol-gel dipilih karena memiliki banyak keunggulan seperti kemurnian tinggi dari produk yang diperoleh, mudah terkontrol dalam kinetika reaksi kimia, dapat mengontrol bentuk, ukuran, struktur dan distribusi ukuran partikel sehingga dihasilkan material dalam bentuk nanopartikel dengan tingkat kemurnian yang lebih tinggi. Proses sintesis dengan metode sol-gel memungkinkan pencampuran prekursor secara signifikan dapat meningkatkan tingkat homogenitas kimia dari bubuk yang dihasilkan [18].

Berdasarkan penjelasan di atas, pada penelitian ini dilakukan sintesis FeTiO_3 yang diperoleh dari limbah baterai Zn-C menggunakan bahan jaket luar baterai sebagai sumber logam Fe dan serbuk TiO_2 komersil dengan metode sol-gel. Material yang terbentuk kemudian dikarakterisasi dengan instrumen *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui fasa, struktur kristal, dan kristalinitas kemudian menggunakan instrumen *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui morfologi dan instrumen UV/Vis-DRS untuk mengetahui energi celah pitanya. Selanjutnya diaplikasikan sebagai fotokatalis padat dalam proses fotokatalisis pewarna sintesis metilen biru dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk pengukuran absorbansinya.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik sintesis material perovskit FeTiO_3 pada limbah baterai dengan metode sol-gel menggunakan XRD, SEM dan UV-Vis DRS ?
2. Bagaimana kinerja FeTiO_3 dalam penurunan intensitas 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 logam Fe diperoleh dari limbah baterai Zn-C primer D (R20) 1,5 V merek ABC berwarna biru.
2. Logam besi diambil dari bagian jaket baterai.
3. Sumber TiO_2 yang digunakan adalah komersial.
4. Sintesis FeTiO_3 dilakukan dengan metode sol-gel.
5. Pengujian fotokatalis pada zat warna sintesis yang digunakan yaitu metilen biru
6. Pengujian karakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk menentukan fasa dan ukuran kristal, *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk menentukan bentuk, morfologi permukaan dan *UV-Vis Diffuse Reflectance Spectroscopy* (UV-DRS) untuk mengetahui energi celah pita, dan
7. Pengujian sifat fotokatalis pada zat warna metilen biru dilakukan dengan variasi massa 10, 30, 50, 70, dan 90 mg), lama waktu penyinaran (60, 90, 120, 150, dan 180 menit), konsentrasi zat warna metilen biru (5, 10, 15, 20 dan 25 ppm), dan pH metilen biru (3,5,7,9 dan 11).

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Mendapatkan FeTiO_3 dari limbah baterai dengan metode sol-gel dan karakteristik yang dianalisis menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)*, *Scanning Electron Microscope (SEM)* dan *Ultraviolet-Visible Diffuse Reflectance Spectroscopy (UV-Vis DRS)*,
2. Mendapatkan FeTiO_3 dengan kinerja fotokatalitik yang optimum dalam mendegradasi zat warna metilen biru secara fotokatalisis dengan bantuan sinar tampak.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi suatu sumber informatif terkait fotokatalisis yang masih terdapat tantangan-tantangan baru, agar material yang disintesis tetap bersifat *less toxic* dan *green chemistry based*. Selain itu, proses sintesis dan aplikasi dari material FeTiO_3 diharapkan menjadi salah satu pilihan untuk terus dieksplor khususnya untuk mengatasi pencemaran pewarna tekstil

