

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini penelitian tentang nanopartikel menjadi penelitian yang sangat menarik perhatian karena aplikasi dari nanopartikel ini memberikan aplikasi yang potensial dalam berbagai bidang salah satunya yaitu fotokatalitik untuk mendegradasi limbah organik di suatu perairan. Nanopartikel didefinisikan sebagai partikulat yang terdispersi atau partikel-partikel padatan dengan ukuran partikel berkisar 10-100 nm [1]. Ukuran partikel yang sangat kecil tersebut dimanfaatkan untuk mendesain dan menyusun serta memanipulasi material sehingga dihasilkan material dengan sifat dan fungsi baru. Material nanopartikel telah banyak menarik peneliti karena material nanopartikel menunjukkan sifat fisika dan kimia yang sangat berbeda dari *bulk* materialnya, seperti kekuatan mekanik, elektronik, magnetik, kestabilan termal, katalitik dan optik. Ada dua hal utama yang membuat nanopartikel berbeda dengan material sejenis dalam ukuran besar (*bulk*) yaitu : (a) karena ukurannya yang kecil, nanopartikel memiliki nilai perbandingan antara luas permukaan dan volume yang lebih besar jika dibandingkan dengan partikel sejenis dalam ukuran besar. Ini membuat nanopartikel bersifat lebih reaktif. Reaktivitas material ditentukan oleh atom-atom di permukaan, karena hanya atom-atom tersebut yang bersentuhan langsung dengan material lain; (b) ketika ukuran partikel menuju orde nanometer, hukum fisika yang berlaku lebih didominasi oleh hukum-hukum fisika kuantum [1].

Salah satu nanopartikel penting yang telah dikembangkan oleh banyak ahli dalam nanosains dan nanoteknologi adalah titanium dioksida (TiO_2). Karakter yang sangat baik seperti stabilitas fisik dan kimia yang tinggi, biaya persiapan yang rendah, daya oksidasi yang kuat dan tidak beracun [2] [3], menjadi alasan utama mengapa TiO_2 menjadi bahan yang sangat baik untuk digunakan dalam aplikasi fotokatalisis. Selama beberapa dekade terakhir, TiO_2 telah banyak digunakan dalam katalisis, elektrokromisme, dan sebagai sensor. Secara khusus, sejak sekitar 1971, ketika Fujishima dan Honda melaporkan pekerjaan mereka pada sel fotoelektrokimia yang memiliki anoda TiO_2 , fotokatalisis telah

berkembang menjadi area utama penyelidikan intensif. Sejak saat itu, TiO_2 terus memegang posisi dominan dalam fotokatalisis..

Berdasarkan data kristalografi, titanium dioksida adalah senyawa polimorfik yang memiliki tiga fase kristal, yaitu, anatase, rutil, dan brookite [4] [5]. Rutil merupakan fasa stabil sedangkan anatase dan brookite merupakan fasa metastabil. Karena kesulitan dalam sintesis, fasa brookite jarang dilaporkan sebagai fotokatalis. Di antara fase-fase ini, titanium dioksida dengan fase anatase umumnya menampilkan aktivitas fotokatalitik yang jauh lebih tinggi dibandingkan fasa rutil dan brookite [7]. Namun, mekanisme rinci serta faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan aktivitas antara anatase, rutil dan brookite masih diperdebatkan. Biasanya aktivitas fotokatalitik TiO_2 sangat bergantung pada struktur fasa, ukuran kristal, luas permukaan spesifik dan struktur pori. Studi Fotokatalitik baru-baru ini telah menunjukkan bahwa fotoaktivitas TiO_2 anatase sangat bergantung pada ukuran. Salah satu penyebab peningkatan ukuran partikel yaitu peningkatan suhu yang disisi lain juga mengurangi luas permukaan partikel tersebut [9]. Fasa anatase memiliki kemampuan absorpsi yang lebih rendah terhadap cahaya matahari dibandingkan fasa rutil, hal ini karena *band gap* anatase lebih besar yaitu 3,2 eV sedangkan rutil 3,0 eV. Namun, untuk aktivitas fotokatalitik tentu fasa anatase lebih unggul dibandingkan fasa rutil, karena pada fasa anatase memiliki kapasitas adsorpsi permukaan gugus hidroksil yang lebih tinggi serta laju rekombinasi pembawa muatan yang lebih rendah dibandingkan dengan fasa rutil.

TiO_2 juga sudah diselidiki oleh teori fungsi kerapatan prinsip pertama, dimana hasilnya menunjukkan bahwa anatase merupakan semikonduktor dengan *band gap* tidak langsung, sedangkan rutil dan brookite merupakan semikonduktor dengan *band gap* langsung. Yang dimaksud *band gap* tidak langsung yaitu semikonduktor yang menunjukkan masa hidup lebih lama dari elektron dan *hole* atau lubang yang dihasilkan dari tereksitasinya elektron oleh cahaya yang mengandung foton, sehingga dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik dari anatase. Selain itu, hal lain yang dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik yaitu memperbesar luas permukaan dan memperkecil ukurannya

dalam ukuran nanometer [10]. Kemudian analisis pada struktur elektronik dan massa efektif fotokatalis sangat penting untuk pemahaman perbedaan kinerja fotokatalitik antara TiO₂ fasa anatase, rutile dan brookite.

Salah satu aplikasi fotokatalis TiO₂ biasanya digunakan untuk mendegradasi limbah zat warna yang dapat mencemari perairan, sehingga kehidupan akuatik yang terdapat pada perairan tersebut dapat terganggu. Salah satu penghasil limbah zat warna ini berasal dari industri tekstil. Dengan semakin berkembangnya industri tekstil di Indonesia, menyebabkan semakin meningkat pula jumlah limbah zat warna yang akan dihasilkan. Pada umumnya limbah zat warna dari industri merupakan senyawa organik yang memiliki struktur aromatik sehingga akan sulit terurai secara alamiah di alam, bersifat resisten, toksik serta tidak ramah lingkungan [11]. Salah satu kandungan dari limbah zat warna adalah metilen biru. Dimana metilen biru ini merupakan suatu senyawa organik yang termasuk ke dalam zat tartazine yang sering digunakan di industri karena harganya yang murah, mudah didapat dan mudah digunakan. Sebenarnya ada beberapa pengolahan limbah zat warna yang dapat digunakan diantaranya teknik flotasi, koagulasi maupun adsorpsi. Namun, kekurangan dari metode-metode ini hanya bisa memindahkan limbah dari zat cair menjadi padat, dimana dihasilkannya padatan baru dapat memerlukan lagi pengolahan lebih lanjut. Oleh karena itu, aplikasi fotokatalis merupakan metode alternatif yang banyak digunakan untuk mendegradasi limbah zat warna salah satunya metilen biru. Adapun cara kerja fotokatalis ini yaitu dengan cara menguraikan limbah dengan bantuan cahaya sehingga limbah tersebut akan terurai langsung menjadi komponen-komponen yang tidak berbahaya serta tidak memerlukan pengolahan lebih lanjut [12].

Metode sintesis yang digunakan untuk mensintesis nanopartikel TiO₂ diantaranya adalah metode presipitasi, kopresipitasi, solvotermal, hidrotermal dan emulsi. Namun, pada penelitian kali ini dilakukan pemrosesan ulang struktur kristal TiO₂ anatase dari bahan dasar serbuk TiO₂ komersil menggunakan metode sol-gel. Adapun struktur kristal dari TiO₂ komersil sebelum pemrosesan ulang adalah anatase. Proses sol dapat didefinisikan sebagai proses pembentukan senyawa anorganik melalui reaksi kimia dalam larutan pada suhu rendah,

dimana terjadi perubahan fasa dari suspensi koloid (sol) membentuk fasa cair kontinyu (gel) [13]. Keunggulan metode sol-gel dalam sintesis nanopartikel yaitu berlangsung pada suhu rendah, prosesnya relatif murah dan mudah, menghasilkan produk dengan kemurnian dan kehomogenan yang tinggi jika parameternya divariasikan. Menariknya penelitian ini memproses ulang kembali struktur kristal anatase dari TiO_2 komersil yang belum murni dan biayanya yang murah menjadi TiO_2 yang memiliki struktur kristal anatase lebih murni untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik dalam menurunkan intensitas zat warna metilen biru dan meningkatkan nilai ekonomis dari TiO_2 . Adapun tujuan penelitian ini yaitu pemanfaatan metode sol-gel dalam memproses ulang kembali struktur kristal anatase dari TiO_2 komersil menjadi TiO_2 dengan struktur kristal anatase yang lebih murni sehingga dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik dalam penurunan intensitas zat warna metilen biru dengan pemaparan sinar tampak.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana memproses ulang TiO_2 komersil menjadi bahan fotokatalis yang lebih baik ?
2. Bagaimana hasil karakterisasi TiO_2 hasil sintesis menggunakan instrumentasi XRD dan SEM ?
3. Berapa % dekolonisasi metilen biru yang ditangani secara fotokatalisis menggunakan TiO_2 hasil sintesis ?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Sumber TiO_2 yang berasal dari TiO_2 komersil
2. Analisis yang akan dilakukan pengukuran larutan berwarna menggunakan TiO_2 hasil sintesis pada spektrofotometer UV-Visible
3. Sampel yang digunakan pada proses fotodegradasi yaitu zat warna metilen biru

1.4 Tujuan Penelitian

Dari latar belakang dan rumusan masalah yang diajukan, tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Memperoleh TiO_2 sebagai bahan fotokatalis yang lebih baik untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik
2. Mengetahui karakterisasi TiO_2 hasil sintesis yang dihasilkan berdasarkan hasil instrumentasi XRD dan SEM.
3. Mempelajari proses penanganan metilen biru secara fotokatalitik menggunakan TiO_2 hasil sintesis.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi untuk pendidikan, masalah lingkungan, dan bidang lainnya khususnya yang berkaitan dengan pemanfaatan TiO_2 komersil yang diproses ulang agar didapat TiO_2 sebagai bahan fotokatalis yang lebih baik untuk menurunkan intensitas berbagai zat warna sintetik. Dengan dikajinya metode ini, diharapkan ada alternatif lain untuk menurunkan intensitas zat warna berbahaya dengan biaya murah dan bahan yang mudah didapat.

