

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu material semikonduktor yang banyak dikembangkan dalam penelitian kimia anorganik adalah titanium dioksida (TiO_2). Hal ini terutama karena sifatnya yang menguntungkan seperti banyak tersedia di alam, tidak korosif (Rahmayeni *et al.*, 2011), non toksik, inert, stabilitas tinggi dan karakteristik semikonduktornya mampu menghasilkan pembawa muatan yang menyerap energi foton (Stamate & Lazar, 2007). Titania (TiO_2) banyak dipelajari karena aplikasinya yang sangat luas dalam berbagai bidang seperti energi terbarukan, industri, material, lingkungan, dan kesehatan. Aplikasi TiO_2 telah banyak digunakan sebagai pigmen warna, katalis, *filler*, fotodetektor, bahan dielektrik, komposit, antiburam (Farahmandjou & Khaili, 2013) dan antibakteri (Gupta *et al.*, 2013).

Pemanfaatan teknologi fotokatalis pertama kali dikenalkan oleh seorang peneliti asal Jepang yaitu Fujisima dan Honda pada tahun 1972 mengenai penguraian air (H_2O) menjadi oksigen (O_2) dan hidrogen (H_2) melalui proses fotoelektrokimia menggunakan elektroda semikonduktor TiO_2 yang diradiasi dengan sinar UV berenergi rendah (Ding *et al.*, 1999). Aktivitas fotokatalitik TiO_2 tergantung pada morfologi kristal (Fatimah & Wijaya, 2005), struktur kristal, luas permukaan, porositas/sifat penyerapan, kristalinitas, kemurnian, komposisi, temperatur kalsinasi, dan rata-rata ukuran partikel. Rata-rata ukuran partikel

tergantung pada ukuran satuan yaitu dalam kisaran nanometer (Wetchakun & Phanichphant, 2008).

TiO₂ memiliki tiga fasa struktur kristal, yaitu anatase, rutil, dan brookite, akan tetapi hanya anatase dan rutil saja yang keberadaannya cukup stabil (Yanagisawa & Ovenstone, 1999). Anatase diketahui sebagai kristal titania yang lebih fotoaktif dibandingkan rutil. Hal ini disebabkan harga energi celah pita (E_g) TiO₂ anatase yang lebih tinggi yaitu 3,2 eV sedangkan rutil sebesar 3,0 eV. Harga E_g yang lebih tinggi akan menghasilkan luas permukaan aktif yang lebih besar sehingga menghasilkan fotoaktivitas yang lebih efektif (Hoffman *et al.*, 1995; Fujishima *et al.*, 1999). Tipe struktur brookite memiliki energi celah pita sebesar 3,4 eV (Wunderlich *et al.*, 2004).

Pada umumnya sistem fotokatalitik yang digunakan saat ini adalah TiO₂ murni atau yang telah dimodifikasi dengan struktur kristal anatase. Namun, sistem fotokatalitik ini memiliki kelemahan yaitu hanya aktif dalam cahaya ultraviolet. Hal ini menyebabkan efisiensi fotokatalitiknya rendah hanya 3-5 % spektrum cahaya matahari yang diserap, sehingga kurang efektif apabila diaplikasikan dalam cahaya tampak (Rahmayeni *et al.*, 2011). Oleh karena itu perlu dikembangkan penelitian mengenai modifikasi TiO₂ untuk meningkatkan efisiensi dari TiO₂ tersebut.

Akhir-akhir ini telah banyak dikembangkan penelitian mengenai modifikasi TiO₂ melalui pendopingan, penambahan zat pensensitif, rekayasa permukaan dan memperkecil ukuran partikel yang bertujuan untuk mendapatkan material semikonduktor yang memiliki efisiensi tinggi. Penambahan zat pensensitif

(*sensitizer*) bertujuan agar senyawa tersebut lebih peka cahaya dan memiliki kemampuan menyerap cahaya pada panjang gelombang visibel. *Doping* pada material semikonduktor dapat dilakukan dengan cara penyisipan senyawa logam maupun non logam dengan tujuan untuk memodifikasi karakteristik elektroniknya. Dopan yang ideal harus dapat meningkatkan tepi pita valensi dan menurunkan energi celah pita (E_g) tanpa menurunkan pita konduksi (Kusumawardani, 2009). Material dopan dan zat pensensitif (*sensitizer*) yang biasa digunakan diantaranya adalah kobalt (Diantoro *et al.*, 2010), nitrogen (Lynch *et al.*, 2015), timbal (Tahta *et al.*, 2012), kadmium sulfida (Yu *et al.*, 2003), kadmium dan seng (Li *et al.*, 2007), emas (Ramasamy *et al.*, 2009), dan perak (Wang *et al.*, 2008).

Sejumlah modifikasi sintesis TiO_2 telah diteliti dan mampu menurunkan energi celah pita TiO_2 . Berbagai metode sintesis untuk mendapatkan nanopartikel TiO_2 telah banyak dilakukan, diantaranya adalah metode sol-gel hidrolitik, sol-gel non hidrolitik, presipitasi, solvotermal, hidrotermal dan emulsi. Sintesis TiO_2 dapat dilakukan dalam suasana asam maupun basa. Berbagai faktor seperti konsentrasi larutan, waktu reaksi, pH dan pengadukan larutan dapat mempengaruhi ukuran partikel, morfologi, dan struktur kristal TiO_2 (Hosseinnia *et al.*, 2009). Temperatur dan waktu sintesis juga sangat berpengaruh terhadap morfologi dan sifat-sifat TiO_2 termodifikasi.

Pada penelitian ini telah dilakukan sintesis TiO_2 melalui metode presipitasi atau pengendapan pada suasana basa dengan penambahan NH_4OH . Metode ini relatif mudah untuk diaplikasikan dan dapat dilakukan dalam suhu yang rendah.

Prekursor yang dapat digunakan untuk sintesis TiO_2 antara lain titanium tetraklorida (TiCl_4), titanium tetraisopropoksida (TTIP) dan titanium oksida klorida (TiOCl_2). Basa yang dapat digunakan untuk memberi suasana basa antara lain NaOH (Idakiev *et al.*, 2005), NH_4OH (Cacciafesta *et al.*, 2002), dan KOH (Braun *et al.*, 1992; Sikhwivhilu *et al.*, 2009).

Pada penelitian ini digunakan TiCl_4 sebagai sumber prekursor dan perak nitrat (AgNO_3) sebagai sumber AgCl. Zat pensensitif Ag memiliki konduktivitas yang baik dan stabil secara fisikokimia (Yeo, Lee, & Jeong, 2003). Material TiO_2 yang tersensitifkan Ag diharapkan dapat menyerap cahaya dengan panjang gelombang yang lebih besar berkisar antara 400-800 nm sehingga dapat difungsikan dalam cahaya tampak (*visible*). Hal ini disebabkan karena terjadi penurunan energi celah pita oleh elektron pada logam yang mengefisienkan pemisahan serapan ke daerah sinar tampak.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, maka identifikasi masalah dalam sintesis TiO_2 adalah sebagai berikut.

1. Modifikasi TiO_2 dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya *doping*, penambahan *sensitizer*, dan rekayasa permukaan.
2. Banyak sumber zat pensensitif yang dapat digunakan pada sintesis TiO_2 .
3. Metode sintesis TiO_2 yang digunakan.
4. Kondisi (pH) dalam sintesis TiO_2 .
5. Temperatur dan waktu sintesis.

6. Sumber Ti (prekursor) yang digunakan pada sintesis TiO₂.
7. Pengontrol pH yang digunakan dalam sintesis TiO₂.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka dalam penelitian ini masalah dibatasi sebagai berikut.

1. Modifikasi TiO₂ yakni dengan cara penambahan zat pensensitif (*sensitizer*).
2. Sumber zat pensensitif yang digunakan adalah perak nitrat (AgNO₃), dengan variasi perbandingan mol Ti₈ dan AgNO₃ adalah 1:9, 1:10, 1:11, 1:12 dan 1:13.
3. Metode sintesis TiO₂ yang digunakan adalah presipitasi atau pengendapan pada suasana basa NH₄OH.
4. Kondisi basa dalam sintesis TiO₂ adalah pH =11.
5. Sintesis TiO₂ dilakukan pada temperatur 45 °C dan waktu sintesis kurang lebih selama 2 jam hingga volum larutan menjadi setengahnya.
6. Sumber Ti (prekursor) yang digunakan pada sintesis TiO₂ adalah [Ti₈O₁₂(H₂O)₂₄] Cl₈.HCl.7H₂O yang dipreparasi dari larutan TiCl₄.
7. Pengontrol pH yang digunakan dalam sintesis TiO₂ adalah NH₄OH.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana karakter fisik material TiO_2 -tersensitifkan AgCl ($\text{TiO}_2@\text{AgCl}$) pada berbagai variasi perbandingan mol $\text{Ti}_8 : \text{AgNO}_3$ yang disintesis pada suasana pH basa?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakter fisik material TiO_2 -tersensitifkan AgCl ($\text{TiO}_2@\text{AgCl}$) pada berbagai variasi perbandingan mol $\text{Ti}_8 : \text{AgNO}_3$ yang disintesis pada suasana pH basa.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah

1. Mengaplikasikan ilmu kimia yang telah didapat dalam bidang kimia anorganik.
2. Mengetahui sifat fisik $\text{TiO}_2@\text{AgCl}$ dan dapat dijadikan sebagai referensi untuk pengembangan aplikasi material TiO_2 .