

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) merupakan bahan semikonduktor yang banyak digunakan untuk aplikasi dalam bidang fotokatalis (Lu *et al.*, 2007), sel surya (Chiba *et al.*, 2006), antiburam (Farahmandjou & Khaili, 2013), antibakteri (Gupta *et al.*, 2013), antijamur (Wolfrum *et al.*, 2002), lapisan pelindung cat (Salthammer *et al.*, 2007), dan pembersih air limbah (Li *et al.*, 2003). Aplikasi  $\text{TiO}_2$  dalam kehidupan sehari-hari di atas dapat digunakan karena  $\text{TiO}_2$  bersifat tidak toksik, memiliki kestabilan kimia tinggi, dan reaktivitas fotokatalitik yang tinggi serta bersifat inert (Wade, 2005).

Penelitian tentang  $\text{TiO}_2$  berkembang pesat dalam bidang fotovoltaiik, fotokatalis, dan superfotohidrofil. Fotoaktivitas  $\text{TiO}_2$  terjadi karena proses kimia akibat transisi elektron dari pita valensi ke pita konduksi. Energi celah pita memiliki peran penting dalam transisi elektron. Energi celah pita berkaitan dengan tipe struktur  $\text{TiO}_2$ .  $\text{TiO}_2$  memiliki 11 tipe struktur. Tiga diantaranya terdapat di alam dalam bentuk mineral yang stabil yaitu anatase, rutil, dan brookit (Banfield & Veblen, 1992). Tipe struktur anatase memiliki energi celah pita 3,2 eV; Rutil 3,0 eV; dan brookit 3,4 eV (Wunderlich *et al.*, 2004). Energi celah pita anatase lebih tinggi daripada rutil sehingga fotoaktivitas anatase lebih baik daripada rutil (Hoffman *et al.*, 1995). Energi celah pita  $\text{TiO}_2$  menyebabkan fotoaktivitas  $\text{TiO}_2$  hanya dapat mengabsorpsi energi foton pada daerah ultraviolet (200-400) nm sehingga  $\text{TiO}_2$  tidak memiliki respon di daerah visibel (Gerfin *et al.*, 1997). Sinar

matahari memiliki 5% emisi sinar ultraviolet yang sampai ke permukaan bumi (Garcia, 2003). Oleh karena itu, perlu dilakukan usaha untuk meningkatkan fotoaktifitas TiO<sub>2</sub> antara lain dengan pengontrolan ukuran, morfologi, dan tipe struktur. Pengontrolan tipe struktur meliputi pH, temperatur, tekanan, metode, teknik sintesis serta penggunaan prekursor titanium dioksida.

TiO<sub>2</sub> dapat disintesis dengan berbagai metode, antara lain: metode sol-gel (Seo *et al.*, 2001), solvotermal (Jolivet *et al.*, 2000), plasma (Irie *et al.*, 2003), *deposition-precipitation* (Idakiev *et al.*, 2005), reduksi sederhana (Nino-Martinez *et al.*, 2008), hidrotermal (Hong *et al.*, 2009), pengendapan (Zhao *et al.*, 1998) dan refluks (Aini & Sutrisno, 2013). Khan *et al.* (2006) telah berhasil mensintesis TiO<sub>2</sub> nanotube dengan kristalinitas tinggi melalui perlakuan *post-treatment* dengan merefluks TiO<sub>2</sub> dengan asam peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Hasil yang diperoleh yaitu kristalinitas TiO<sub>2</sub> meningkat setelah direfluks sehingga mengindikasikan material tersebut dapat diaplikasikan dengan baik sebagai fotokatalisis. Kondisi pH refluks dapat mempengaruhi hasil sintesis titanium dioksida. Ichzan, dkk (2015) telah mensintesis TiO<sub>2</sub> dengan metode kopresipitasi pada variasi pH larutan prekursor dalam kondisi basa yaitu 9,11, dan 12. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga jenis pH memiliki fasa anatas dan menghasilkan ukuran butir serbuk TiO<sub>2</sub> yang berbeda. Ukuran butir serbuk TiO<sub>2</sub> terkecil pada sampel pH 9. Penelitian lain oleh Diamandescu *et al.* (2008) juga mensintesis TiO<sub>2</sub> pada pH basa dan menghasilkan TiO<sub>2</sub> berstruktur anatas. Senyawa basa yang sering digunakan antara lain: NH<sub>4</sub>OH (Nagaoka *et al.*, 2002; Cacciafesta *et al.*, 2002), NaOH

(Idakiev *et al.*, 2005), LiOH dan KOH (Braun *et al.*, 1992; Sikhwivhilu *et al.*, 2009).

Prekursor merupakan bahan dasar yang digunakan untuk sintesis. Prekursor yang dapat digunakan dalam sintesis antara lain:  $\text{TiCl}_4$  (Kamegawa *et al.*, 2009),  $\text{Ti}(\text{O})_2 \cdot \text{O} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (Sutrisno, 2012),  $\text{TiO}_2$  (Richmond *et al.*, 2011). Fatimah (2009) meneliti tentang dispersi  $\text{TiO}_2$  ke dalam  $\text{SiO}_2$ -montmorillonit untuk mendapatkan  $\text{TiO}_2$  yang homogen di dalam padatan  $\text{SiO}_2$ -montmorillonit dengan pengaruh prekursor. Prekursor titanium isopropoksida (TTIP) menunjukkan karakter fisikokimiawi lebih baik dibandingkan dengan titanium tetraklorida ( $\text{TiCl}_4$ ), dan titanium oksida klorida ( $\text{TiOCl}_2$ ).

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi aktivitas fotokatalis  $\text{TiO}_2$  antara lain dengan sintesis nanokristalin  $\text{TiO}_2$  (Yu *et al.*, 2004), penyisipan dopan (Wang *et al.*, 2008), dan penambahan zat pensensitif (sensitizer) (Yu *et al.*, 2003). Material dopan dan zat pensensitif (*sensitizer*) yang biasa digunakan diantaranya adalah kobalt (Diantoro dkk., 2010), timbal (Tahta dkk., 2012), nitrogen (Lynch *et al.*, 2015), kadmium sulfida (Yu *et al.*, 2003), emas (Ramasamy *et al.*, 2009), kadmium dan seng (Li *et al.*, 2007), perak (Wang *et al.*, 2008).

Zat pensensitif perak memiliki konduktivitas yang baik dan stabil secara kimiawi (Yeo *et al.*, 2003). Golongan perak halida terkenal sebagai material yang peka cahaya dan secara luas digunakan sebagai bahan sumber dalam fotografis film menyerap foton dan melepaskan sebuah elektron dan lorong positif. Salah satu golongan perak halida yang digunakan adalah  $\text{AgCl}$ . Yang *et al.* (2016) telah

meneliti tentang modifikasi kimia TiO<sub>2</sub> secara *in-situ* dengan penambahan Ag/AgCl dan *porous magnesian* (PM) atau *imporous magnesian* (IM) menunjukkan bahwa aktifitas fotokatalitik terhadap dekomposisi gas benzena dari Ag/AgCl/TiO<sub>2</sub>/PM 3.28 × 10<sup>-4</sup>% Ag dengan kecepatan reaksi ( $k = 2,36 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$ ) adalah 5,21 lebih tinggi dari TiO<sub>2</sub>/PM (*porous magnesian*) dan 30,57 kali lebih tinggi dari TiO<sub>2</sub>/IM (*imporous magnesian*). Hasil ini mengusulkan perak klorida bisa bertindak sebagai zat pensensitif yang dapat digunakan sebagai fotokatalis.

Temperatur dan waktu sintesis juga sangat berpengaruh terhadap morfologi dan sifat-sifat TiO<sub>2</sub> termodifikasi. Banyak peneliti yang melakukan sintesis modifikasi TiO<sub>2</sub> sebagai fotokatalisator pada temperatur ruang (Kiyonaga *et al.*, 2008) dengan menggunakan TiO<sub>2</sub> sintesis maupun komersial, seperti TiO<sub>2</sub> fasa anatas, TiO<sub>2</sub> fasa rutil, dan TiO<sub>2</sub> (degusa-P25). Sangcay *et al.* (2012) telah mensintesis TiO<sub>2</sub>-AgCl dengan metode sol-gel dan dikalsinasi pada temperatur 400-600 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel TiO<sub>2</sub>-AgCl pada 400 °C selama 2 jam memiliki konsentrasi anatas paling tinggi dan diameter paling kecil sedangkan penelitian Nursiah (1999) menunjukkan kalsinasi paling baik adalah 550 °C selama 30 menit. Waktu sintesis harus optimal dan selektif mungkin supaya zat pensensitif dapat menempel pada permukaan TiO<sub>2</sub> secara sempurna.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, maka hal-hal yang mempengaruhi sintesis modifikasi TiO<sub>2</sub> adalah sebagai berikut:

1.  $\text{TiO}_2$  dapat diaplikasikan untuk berbagai macam fungsi, diantaranya: fotokatalis, antiburam, sel surya, antibakteri, antijamur, dan lain-lain.
2. Sintesis  $\text{TiO}_2$  dapat dilakukan dengan berbagai metode.
3. Terdapat beragam jenis basa yang sering digunakan antara lain:  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{LiOH}$ .
4. Prekursor merupakan bahan dasar untuk menghasilkan produk.
5. Zat pensensitif (*sensitizer*) digunakan untuk meningkatkan kemampuan fotokatalitik dalam sintesis modifikasi  $\text{TiO}_2$ .
6. Temperatur sintesis modifikasi  $\text{TiO}_2$ .
7. Waktu sintesis modifikasi  $\text{TiO}_2$ .

### **C. Pembatasan Masalah**

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

1. Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) diaplikasikan sebagai material antiburam.
2. Metode sintesis yang digunakan adalah metode refluks.
3. Basa yang digunakan dalam sintesis adalah  $\text{NH}_4\text{OH}$  pekat dengan pH  $\sim 10$ .
4. Prekursor yang digunakan yaitu  $\text{TiO}_2$  rutil.
5. Zat pensensitif yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan fotokatalitik dalam sintesis modifikasi  $\text{TiO}_2$  adalah perak klorida, dengan berbagai variasi perak yaitu 0%; 0,5%; 1,5%; 3%; dan 5%.
6. Sintesis modifikasi  $\text{TiO}_2$  dilakukan pada temperatur 150 °C.
7. Sintesis modifikasi  $\text{TiO}_2$  dilakukan selama 6 jam.

#### **D. Rumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh variasi perak 0%; 0,5%; 1,5%; 3%; dan 5% pada material TiO<sub>2</sub>-tersensitifkan AgCl (TiO<sub>2</sub>@AgCl) terhadap karakter fisik yang dihasilkan?
2. Bagaimanakah aktivitas antibiuram material TiO<sub>2</sub>-tersensitifkan AgCl (TiO<sub>2</sub>@AgCl) pada berbagai variasi perak 0%; 0,5%; 1,5%; 3%; dan 5%?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakter fisik material TiO<sub>2</sub>-tersensitifkan AgCl (TiO<sub>2</sub>@AgCl) pada berbagai variasi perak.
2. Mengetahui kemampuan aktivitas antibiuram material TiO<sub>2</sub>-tersensitifkan AgCl (TiO<sub>2</sub>@AgCl) pada berbagai variasi perak.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan pengetahuan terhadap sintesis material TiO<sub>2</sub>-tersensitifkan AgCl (TiO<sub>2</sub>@AgCl).
2. Meningkatkan pengetahuan tentang karakter fisik material TiO<sub>2</sub>-tersensitifkan AgCl (TiO<sub>2</sub>@AgCl).
3. Meningkatkan pengetahuan tentang kemampuan material TiO<sub>2</sub>-tersensitifkan AgCl (TiO<sub>2</sub>@AgCl) sebagai material antibiuram.