

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Energi merupakan salah satu hal terpenting dan paling dibutuhkan saat ini khususnya energi listrik. Dewasa ini, energi listrik menjadi salah satu kebutuhan terpenting dalam kehidupan manusia karena hampir semua pekerjaan dilakukan dengan menggunakan listrik baik itu kebutuhan primer maupun sekunder bahkan tersier. Saat listrik padam, orang-orang kesulitan melakukan pekerjaannya. Oleh karena itu perencanaan mengenai energi listrik yang baik wajib dikembangkan untuk menjamin keberhasilan pembangunan nasional yang menghasilkan kesejahteraan masyarakat.

Semikonduktor ZnO dan TiO<sub>2</sub> biasanya digunakan di banyak sektor karena sifat fungsionalnya. ZnO adalah semikonduktor celah pita lebar langsung dengan energi ikat eksiton besar 60 meV umum digunakan sebagai: perangkat optik, sensor, sel surya, piezoelektrik film tipis, bakterisida dan bahan fotokatalitik, dll. Dengan cara yang sama, TiO<sub>2</sub> banyak digunakan sebagai fotokatalis semikonduktor karena stabilitas jangka panjang, non-toksisitas dan aktivitas fotokatalitik yang baik. Fungsi fotokatalitik dan kemampuannya menyerap radiasi UV menyebabkannya digunakan sebagai filter surya dalam tabir surya (E.B. Maniaia, 2013). Mereka sering digunakan dalam tabir surya sebagai penghalang matahari fisik anorganik untuk radiasi UV.

Sinar UV mewakili ca. 10% dari sinar matahari. UVA terdiri dari radiasi pada rentang  $320 \text{ nm} < \lambda < 400 \text{ nm}$  sedangkan UVB terdiri dari radiasi pada rentang  $290 \text{ nm} < \lambda < 320 \text{ nm}$ . UVC ( $\lambda < 290 \text{ nm}$ ) ditutupi oleh Lapisan Ozon atmosfer. Mengenai aplikasi tabir surya, European Union Normative (ISO 24443) menetapkan bahwa rentang UVA dan UVB harus cukup tertutup terhadap radiasi. Filter surya anorganik (kebanyakan TiO<sub>2</sub> dan pigmen ZnO) memblokir radiasi UVA dan sebagian besar filter organik hanya melindungi dari radiasi UVB. Untuk alasan ini, tabir surya digunakan untuk diformulasikan dengan kombinasi filter surya organik dan anorganik (C.Couteau, R.Chammas, 2008). Untuk memastikan perlindungan lengkap yang benar, normatif ISO memerlukan faktor perlindungan  $UVA \geq 1/3$  dari faktor

perlindungan UVB. Dari rasio ini, harus dipertimbangkan juga 'panjang gelombang kritis' yang lebih tinggi sebagai panjang gelombang di mana bagian di bawah kurva kepadatan optik terintegrasi antara 290 nm dan 370 nm sama dengan 90% dari bagian terintegrasi antara 290 nm dan 400 nm (N.Lionetti, L. Rigano, 2014).

Kelemahan lain dari ZnO dan TiO<sub>2</sub> nanopartikel adalah bahwa mereka menginduksi pembentukan radikal bebas di bawah paparan cahaya. Generasi radikal bebas ini dapat menyebabkan kerusakan sel (fotogenotoksisitas). Kabarnya (C. Shen, T.W. Turney, T.J. Piva, B.N. Feltis, P.F.A. Wright, F.A. Paul, 2014) bahwa spesies oksigen reaktif yang diinduksi UV telah terlibat dalam fotokarsinogenesis dan penuaan kulit. Spesies ini dulunya adalah gugus hidroksil dan superoksida setelah reaksi fotokatalitik. Untuk menghindari terbentuknya radikal bebas, ada kecenderungan mengenai pelapisan TiO<sub>2</sub> yang berukuran nano dan ZnO oleh bahan yang berbeda sebagai silika koloid.

Dalam skenario ini, tujuan dari pekerjaan ini adalah untuk mempelajari perilaku mikropartikel dan nanopartikel TiO<sub>2</sub> dan ZnO sebagai bahan peredam UV untuk tabir surya. Dari pengetahuan ini komposit mikro-nano baru dengan menggunakan metodologi nanodispersi kering dievaluasi. Nanopartikel didispersikan dan ditempatkan pada permukaan mikropartikel, untuk meningkatkan hasil filter UV dengan efek sinergis antara kedua ukuran partikel. Selain itu, komposit mikro-nano baru mengurangi kandungan nanopartikel dan meminimalkan potensi efek toksisitasnya.

Sel surya bekerja menggunakan energi matahari dengan mengkonversi secara langsung radiasi matahari menjadi listrik. Sel surya yang banyak digunakan sekarang ini adalah sel surya generasi pertama, yang berbasis silikon hasil perkembangan pesat teknologi semikonduktor elektronik. Sel surya lebih didominasi oleh bahan silikon sehingga biaya konsumsinya lebih mahal daripada sumber energi fosil. Selain itu kekurangan dari sel surya silikon adalah penggunaan bahan kimia berbahaya pada proses fabrikasinya. Pada penelitian selanjutnya muncul sel surya generasi kedua yang berbasis lapisan tipis berbahan silikon.

Semakin berkembangnya nanoteknologi, dominasi tersebut bertahap mulai tergantikan dengan hadirnya sel surya generasi ketiga, yaitu sel surya yang terbuat dari bahan alami *dye-sensitized solar cell* (DSSC). DSSC merupakan salah satu kandidat potensial sel surya sebagai sumber energi listrik, hal ini dikarenakan tidak memerlukan material dengan kemurnian tinggi sehingga biaya produksinya relatif rendah. Berbeda dengan sel surya konvensional yang semua proses melibatkan material silikon, pada DSSC absorpsi cahaya dan separasi muatan oleh inorganik semikonduktor nanokristal yang memiliki band gap lebar.

Material semikonduktor yang sering digunakan adalah metal oksida (keramik) seperti  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SnO}_2$ , dan  $\text{ZnO}$ .  $\text{TiO}_2$  sering digunakan sebagai bahan DSSC karena memiliki band gap cukup lebar sekitar 3,2 – 3,8 eV, sifat optis yang baik, inert, serta tidak berbahaya. Selain  $\text{TiO}_2$ , salah satu oksida logam yang banyak diteliti dan diaplikasikan adalah  $\text{ZnO}$ . Dalam beberapa tahun terakhir ini, penelitian  $\text{ZnO}$  sering menjadi perhatian dalam bidang elektronik, optic, dan photonics.  $\text{ZnO}$  adalah semikonduktor yang memiliki band gap 3,37 eV pada temperatur kamar, sehingga berpotensi dalam berbagai aplikasi, misalnya DSSC dan sensor (Haliq dan Susanti, 2014).  $\text{ZnO}$  murni tidak berwarna dan transparan, serta keuntungan memiliki band gap besar seperti mampu bertahan pada tegangan yang tinggi, kemampuan dalam mempertahankan medan listrik yang besar, dan kemampuan temperatur operasi yang tinggi. Sebagian besar  $\text{ZnO}$  memiliki karakterisasi n-type semikonduktor, bahkan tanpa adanya *dopant*. Hal ini dikarenakan adanya cacat kristal alami  $\text{ZnO}$  seperti *oxygen excess*, dan atom intersisi dari Zinc.

Dalam penelitian ( Motlan, dkk, 2019), hasil karakterisasi struktural pada film tipis  $\text{ZnO}$  dengan variasi kecepatan putaran *spin coating* berturut-turut 3000, 4000 dan 5000 rpm, masing-masing selama 30 detik dan kalibrasi dengan  $300^\circ\text{C}$  pra-pemanasan dan suhu  $500^\circ\text{C}$  pasca-pemanasan. menunjukkan film tipis  $\text{ZnO}$  adalah heksagonal dan ukuran kristal terkecil adalah 24,9 nm pada kecepatan putaran 5.000 rpm. Karakterisasi optik menunjukkan bahwa transmisi tertinggi adalah 52,6% pada kecepatan putaran 3000 rpm dan penyerapan tertinggi adalah 1,277 pada kecepatan putaran 5.000 rpm, dan celah pita terkecil 3,13 eV pada kecepatan putaran 5000 rpm.

Pada penelitian (Ayuningtyas, W, 2016), semikonduktor ZnO-TiO<sub>2</sub> dari Zn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, NaOH dan TiO<sub>2</sub> dengan perbandingan mol ZnO:TiO<sub>2</sub> 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 telah berhasil disintesis sebagai kombinasi semikonduktor dalam DSSC. Semikonduktor ZnO-TiO<sub>2</sub> telah dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRD. Hasil karakterisasi dengan FTIR menunjukkan adanya vibrasi Zn-O muncul pada bilangan gelombang 416,62 cm<sup>-1</sup> dan vibrasi Ti-O pada 671,23 cm<sup>-1</sup>. Hasil karakterisasi dengan XRD menghasilkan senyawa ZnO fase wurtzite dan TiO<sub>2</sub> fase anatase. Kinerja ZnO-TiO<sub>2</sub> sebagai semikonduktor dalam DSSC menunjukkan arus maksimum sebesar 3,5 (mA/cm<sup>-2</sup>) dengan voltase maksimum sebesar 0,24 V dan nilai efisiensi yang dihasilkan sebesar 0,36 %.

Berdasarkan hal-hal yang telah dipaparkan di atas, saya tertarik untuk melakukan penelitian komposit ZnO-TiO<sub>2</sub> dengan metode sol gel sebagai material *solar cell* karena menurut hasil penelitian-penelitian sebelumnya TiO<sub>2</sub> memiliki kemampuan menyerap cahaya ultraviolet yang tinggi dan sangat baik diaplikasikan pada sel surya. Penggabungan antara TiO<sub>2</sub> dan ZnO sebagai suatu komposit, untuk meningkatkan aktivitas katalis. Dan yang membedakan penelitian saya dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah variasi suhu pada saat kalsinasi dan prekursor yang berbeda.

### **1.2. Identifikasi Masalah**

1. Bagaimana hasil sintesis semikonduktor ZnO dengan TiO<sub>2</sub>.
2. Bagaimana pengaruh variasi suhu 300<sup>0</sup>C, 550<sup>0</sup>C, 800<sup>0</sup>C terhadap karakterisasi ZnO-TiO<sub>2</sub>.

### **1.3. Batasan Masalah**

1. Bahan yang digunakan untuk mensintesis ZnO dengan TiO<sub>2</sub>.
2. Variasi temperatur kalsinasi pembuatan lapis tipis semikonduktor dilakukan dengan variasi suhu : 300<sup>0</sup>C, 550<sup>0</sup>C, 800<sup>0</sup>C.
3. Karakterisasi yang dilakukan adalah karakterisasi struktur kristal dan komposisi material semikonduktor ZnO-TiO<sub>2</sub> dengan menggunakan UV-Vis, XRD, dan SEM-EDS.

#### 1.4. Rumusan Masalah

1. Apakah material semikonduktor ZnO dapat disintesis dengan TiO<sub>2</sub>?
2. Bagaimana pengaruh temperatur kalsinasi terhadap *band gap* material komposit semikonduktor ZnO-TiO<sub>2</sub>?
3. Bagaimana pengaruh temperatur kalsinasi terhadap bentuk morfologi material komposit semikonduktor ZnO-TiO<sub>2</sub>?
4. Bagaimana pengaruh temperatur kalsinasi terhadap struktur kristal material komposit semikonduktor ZnO-TiO<sub>2</sub>?

#### 1.5. Tujuan Penelitian

1. Mensintesis material semikonduktor ZnO dengan TiO<sub>2</sub>.
2. Mengetahui pengaruh temperatur kalsinasi terhadap *band gap* material semikonduktor ZnO-TiO<sub>2</sub>.
3. Mengetahui pengaruh temperatur kalsinasi terhadap bentuk morfologi material semikonduktor ZnO-TiO<sub>2</sub>.
4. Mengetahui pengaruh temperatur kalsinasi terhadap struktur kristal material semikonduktor ZnO-TiO<sub>2</sub>.

#### 1.6. Manfaat Penelitian

1. Memberikan kajian alternatif dalam mensintesis material semikonduktor ZnO-TiO<sub>2</sub>.
2. Untuk mengetahui beberapa kajian pengaruh temperatur kalsinasi pada material semikonduktor ZnO-TiO<sub>2</sub> untuk mensintesis semikonduktor yang lebih baik dan sempurna.
3. Memberikan berbagai masukan pemikiran terhadap bahan semikonduktor beserta sifat-sifat yang akan diaplikasikan sebagai sel *photovoltaik* yang berguna dalam masalah ketersediaan sebagai energi alternatif.