

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Titanium dioksida atau TiO_2 merupakan material yang tergolong ke dalam jenis semikonduktor. TiO_2 banyak diminati karena kelebihanannya sebagai material nanostruktur yang metode pengolahannya berbiaya rendah, memiliki kestabilan termodinamik yang baik, non toksik, dan memiliki kemampuan oksidasi yang tinggi (Anwari dkk., 2019). TiO_2 telah banyak digunakan pada berbagai bidang elektronik, sensor optik, katalis, perangkat fotoelektrokimia, dan fotonik. TiO_2 juga merupakan salah satu material semikonduktor yang paling banyak digunakan pada beberapa jenis sel surya seperti pada sel surya silikon sebagai doping, pada sel surya *perovskite* sebagai ETL dan doping, pada *Dye Sensitized Solar Cells (DSSC)* digunakan sebagai fotoanoda.

TiO_2 memiliki 3 struktur polimorf yaitu anatase, rutil, dan brookit. Malevu dkk (2019) menyebutkan diantara ketiganya, fasa anatase dan rutil lebih stabil secara termal dan memiliki luas permukaan yang lebih tinggi sehingga keduanya lebih cocok untuk aplikasi sel surya. Beberapa literatur menunjukkan bahwa kinerja sel surya sangat bergantung pada sisi kristal terbuka. Dalam kristal tunggal, fasa anatase adalah yang paling terbuka oleh karena itu dianggap memiliki potensi yang baik dalam hal transfer muatan. Namun, TiO_2 anatase masih memiliki kekurangan berupa energi celah pita yang masih cukup besar dengan rentang 3,0 – 3,2 eV. Hal tersebut mengakibatkan TiO_2 hanya mampu bekerja pada sinar UV saja (Aritonang & Syahbanu, 2020).

Selain struktur polimorf, morfologi TiO_2 juga memiliki pengaruh yang penting untuk aplikasi sel surya. Sifat morfologi TiO_2 mempunyai pengaruh yang besar terhadap efisiensi pengumpulan dan pengangkutan muatan serta penyerapan warna pada permukaan logam transisi (Khan dkk., 2020). Dalam peningkatan efisiensi ukuran partikel memiliki kontribusi di dalamnya. Pada umumnya nanopartikel dengan ukuran lebih kecil memiliki luas permukaan yang tinggi sehingga memiliki tingkat absorpsi yang lebih besar dibandingkan dengan partikel ukuran besar (Shamhari dkk., 2018). Namun, ukuran partikel yang kecil juga memiliki

kekurangan berupa panjang difusi elektron yang relatif pendek (Meng dkk., 2019). Oleh karena banyaknya faktor tersebut ukuran partikel yang optimal diperlukan untuk mencapai nilai efisiensi yang tinggi dari sel surya (Shaikh dkk., 2016). Penelitian Park dkk (2013) menyimpulkan bahwa ukuran partikel 15 nm dapat menjadi ukuran yang terbaik di antara sampel berukuran 10 – 20 nm untuk aplikasi DSSC yang unggul.

Selain struktur dan morfologi TiO₂, sifat optik dari TiO₂ juga memiliki peran penting dalam menentukan kesesuaian TiO₂ untuk digunakan sebagai material pada aplikasi sel surya. Pada material semikonduktor seperti TiO₂, material berinteraksi dengan foton untuk menghasilkan transfer elektron dari pita valensi ke pita konduksi sehingga terbentuk arus listrik akibat adanya pergerakan *hole* dan pergerakan elektron. Dalam prosesnya, energi yang diperlukan elektron untuk melakukan pergerakan bervariasi, energi inilah yang kemudian disebut sebagai energi celah pita. Energi celah pita pada TiO₂ bervariasi bergantung pada proses sintesis yang dilakukan.

Dalam sintesis TiO₂, metode yang digunakan akan berpengaruh terhadap struktur, morfologi dan sifat optik TiO₂ yang dihasilkan. Sintesis TiO₂ telah dilakukan menggunakan berbagai metode diantaranya yaitu hidrotermal, solvotermal, dan sol-gel. Sintesis TiO₂ menggunakan metode hidrotermal dan solvotermal memiliki kelebihan dimana pertumbuhan kristal terjadi dalam pelarut pada suhu yang relatif rendah yaitu kurang dari 200°C. Penelitian oleh Sun dkk (2021) menunjukkan melalui proses solvotermal, bentuk, ukuran serta struktur kristal dapat disesuaikan atau dikontrol. Parameter yang berpengaruh di dalam metode tersebut mencakup suhu, pH reaksi, jenis pelarut, dan kalsinasi terhadap sifat fisik, kimia, dan sifat optik TiO₂ (Mamaghani dkk., 2019a). Oleh karena itu, pemilihan metode solvotermal digunakan karena menggunakan suhu yang relatif rendah dan parameter pengaruhnya yang dapat dikontrol lebih mudah.

Penggunaan prekursor dalam sintesis TiO₂ juga dapat berpengaruh terhadap struktur dan morfologi yang dihasilkan. Dalam penelitian Attouche dkk (2020) menyebutkan penggunaan prekursor TTIP untuk mensintesis TiO₂ dapat menghasilkan nanopartikel yang seragam, bebas pori, padat, bebas retak dalam

skala nano, dan memiliki kristalinitas yang baik dibandingkan dengan prekursor TiCl_3 . Perbedaan sifat prekursor dalam mengubah mekanisme pertumbuhan material dikarenakan perbedaan jenis reaksi yang terjadi. Pada prekursor TTIP reaksi yang terjadi adalah reaksi tidak spontan dimana memerlukan faktor luar dalam prosesnya sedangkan TiCl_3 tergolong ke dalam prekursor yang dapat bereaksi secara spontan atau tanpa memerlukan faktor luar. Oleh karena itu, dalam penerapan sintesis TiO_2 dengan menggunakan TTIP memiliki parameter pengaruh yang lebih banyak.

Sebagian besar penelitian telah memfokuskan untuk merencanakan struktur, morfologi dan sifat optik material melalui variasi kondisi reaksi solvotermal seperti suhu reaksi, waktu reaksi, pH larutan, dan lain-lain. Namun, lebih sedikit memfokuskan penelitian pada penggunaan media pelarut padahal media pelarut tidak hanya mempengaruhi kelarutan reaktan tetapi juga secara signifikan mempengaruhi nukleasi dan pertumbuhan kristal produk (Xu dkk., 2017). Penelitian oleh Wu & Tai (2013) melaporkan penggunaan pelarut alkohol pada prekursor TIP yang memiliki titik didih yang rendah menghasilkan material dengan struktur anatase. Hal tersebut dikarenakan pelarut yang titik didihnya lebih rendah menyebabkan tekanan internal yang lebih tinggi sehingga membuat ukuran kristalit memiliki struktur anatase.

Berdasarkan pada penelitian-penelitian yang dilakukan, pengaruh penggunaan jenis pelarut pada metode solvotermal dengan prekursor titanium tetraisopropoksida (TTIP) untuk sintesis TiO_2 belum banyak dilakukan secara komprehensif. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan sintesis TiO_2 dengan menggunakan variasi pelarut yaitu isopropanol, metanol, dan etanol. Yang kemudian 2 pelarut diantara 3 pelarut ini akan kembali divariasikan rasio volumenya yaitu 1:1, 1:2, dan 2:1. Penggunaan hanya 2 pelarut yang digunakan dalam variasi rasio dipilih karena pertimbangan pencampuran antara 2 jenis pelarut masih sangat jarang digunakan dalam sintesis. Kemudian untuk mengetahui struktur, morfologi, sifat optik dari material TiO_2 yang terbentuk dilakukan karakterisasi terhadap sampel material menggunakan XRD, *Raman*, SEM, dan UV-Vis perlu dilakukan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh jenis pelarut dan rasio pelarut terhadap struktur TiO₂ yang dihasilkan pada proses solvotermal?
- b. Bagaimana pengaruh jenis pelarut dan rasio pelarut terhadap morfologi TiO₂ yang dihasilkan pada proses solvotermal?
- c. Bagaimana pengaruh jenis pelarut dan rasio pelarut terhadap sifat optik TiO₂ yang dihasilkan pada proses solvotermal untuk sel surya?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan di atas, tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui struktur TiO₂ yang dihasilkan pada proses solvotermal dengan variasi jenis pelarut dan variasi rasio pelarut.
- b. Untuk mengetahui morfologi TiO₂ yang dihasilkan pada proses solvotermal dengan variasi jenis pelarut dan variasi rasio pelarut.
- c. Untuk mengetahui sifat optik TiO₂ yang dihasilkan pada proses solvotermal dengan variasi jenis pelarut dan variasi rasio pelarut untuk sel surya.

1.4. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan di atas, batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Struktur dan fasa kristal TiO₂ akibat pengaruh penggunaan variasi pelarut dalam penelitian ini dilihat berdasarkan hasil karakterisasi TiO₂ menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)* dengan tipe *Benchtop Powder X-Ray Diffraction (XRD) Instrument* dan dengan karakterisasi menggunakan *Raman Spectroscopy*.
- b. Morfologi TiO₂ dengan variasi pelarut dilihat berdasarkan hasil karakterisasi TiO₂ menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)* SU3500.

- c. Sifat optik TiO₂ dalam penelitian ini meliputi daerah serapan dan energi celah pita dilihat berdasarkan hasil karakterisasi TiO₂ dengan menggunakan *Double Beam UV/VIS Spectrophotometer DU-8800D/DU-8800DS*.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan manfaat berupa:

- a. Diperoleh informasi mengenai karakteristik material TiO₂ berupa struktur, morfologi, serta energi celah pita dengan menggunakan variasi jenis pelarut yang paling baik untuk sel surya.
- b. Diperoleh referensi baru mengenai variasi jenis pelarut pada sintesis TiO₂ menggunakan metode solvotermal.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan bertujuan untuk menjelaskan bab-bab yang ada pada penulisan skripsi ini secara garis besar. Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab. Bab satu merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat, dan sistematika penulisan. Bab dua berisi kajian pustaka yang menjelaskan mengenai karakteristik semikonduktor TiO₂ sebagai material sel surya dan sintesis TiO₂ menggunakan metode solvotermal. Bab tiga berisikan metode penelitian mencakup waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, tahapan, prosedur kerja, dan analisis data. Bab empat merupakan temuan dan pembahasan hasil penelitian. Serta bab lima yang berisikan kesimpulan dan rekomendasi dari hasil penelitian yang telah dilakukan.