

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Nanomaterial dengan ukuran 1 – 100 nm muncul sebagai kelas material baru yang sangat diminati perkembangannya. Ukuran nanomaterial dapat dipahami melalui susunan sepuluh atom hidrogen atau lima atom silikon yang mempunyai panjang satu nanometer (Baig *et al.*, 2021). Dalam menentukan karakteristik nanomaterial, diperlukan suatu teknologi yang mampu menganalisis sampai ke tingkat molekuler, atau yang lebih dikenal sebagai nanoteknologi. Nanoteknologi dapat dinyatakan sebagai pengembangan, sintesis, karakterisasi dan aplikasi dengan memodifikasi material dalam skala nano (Kolahalam *et al.*, 2019) untuk menghasilkan material yang memiliki keunggulan luar biasa dibandingkan material dalam skala makro-nya. Keunggulan tersebut antara lain ukuran partikel yang kecil, luas permukaan yang besar, dan energi permukaan yang tinggi, sehingga menawarkan banyak aplikasi yang menarik.

Menurut sejumlah penelitian, nanomaterial dapat dibedakan berdasarkan dimensinya, seperti 0 dimensi, 1 dimensi, 2 dimensi dan 3 dimensi. Modifikasi pada dimensi material ini dilakukan oleh peneliti untuk mendapatkan sifat unggul dalam aplikasi tertentu. Dalam hal ini, kajian tentang nanomaterial 2 dimensi (2D) menjadi sorotan penelitian setelah Geim Group berhasil mengekstrak grafen (*graphene*) dari lembaran grafit pada tahun 2004 (Ge *et al.*, 2019). Hasil penelitian tersebut menjadi terobosan besar bagi perkembangan nanomaterial 2D.

Salah satu material 2 dimensi yang berpotensi untuk dikembangkan saat ini yaitu lapis tipis stronsium titanat ( $\text{SrTiO}_3$ ).  $\text{SrTiO}_3$  merupakan oksida logam yang tergolong dalam material semikonduktor berstruktur perovskit dengan celah pita tidak langsung sebesar 3,25 eV dan celah pita langsung sebesar 3,75 eV. Celah pita yang lebar ini menjadikan semikonduktor  $\text{SrTiO}_3$  memiliki beberapa keunggulan antara lain; stabil pada suhu tinggi, struktur elektronik yang dapat dirubah, dan memiliki konduktivitas listrik yang baik (Putri, Saputri, Anwar, Andriani, Najeela, *et al.*, 2019). Pada saat ini, lapis tipis  $\text{SrTiO}_3$  telah diaplikasikan pada beberapa bidang kehidupan seperti penyimpanan energi (Diao *et al.*, 2019), *Dye-Sensitized Solar Cells* (DSSC) (Sun *et al.*, 2018), fotokatalitik (Huerta-Flores *et al.*, 2017) dan termoelektrik (Shi *et al.*, 2020).

Adapun teknik sintesis lapis tipis SrTiO<sub>3</sub> dapat dilakukan dengan proses satu langkah atau dua langkah. Proses satu langkah dilakukan dengan mencampurkan prekursor sebagai bahan pelapis untuk memperoleh lapis tipis SrTiO<sub>3</sub>. Metode yang biasa digunakan yaitu *Chemical Vapour Deposition* (CVD), *Physical Vapour Deposition* (PVD), dan *Atomic/Pulsed Laser Deposition*(A/PLD). Namun metode tersebut memiliki kelemahan seperti susunan alat yang rumit, penggunaan prekursor yang sangat berbahaya, eksplosif, korosif, produk samping yang dihasilkan juga beracun, serta produk yang dihasilkan memiliki ketidakstabilan mekanik (Sharma *et al.*, 2010). Selanjutnya, proses sintesis deposisi secara kimia dengan dua langkah dipilih sebagai alternatif dalam sintesis SrTiO<sub>3</sub>, dimana proses pertama dilakukan untuk mensintesis prekursor lapis tipis TiO<sub>2</sub>, lalu dilanjutkan dengan difusi Sr<sup>2+</sup> pada lapis tipis TiO<sub>2</sub> yang telah terbentuk sehingga menghasilkan produk SrTiO<sub>3</sub>.

Pada saat ini, metode pembuatan lapis tipis TiO<sub>2</sub> yang banyak dikembangkan adalah metode sol-gel yang dibantu teknik *dip-coating*. Pembuatan larutan prekursor dengan metode sol-gel akan menghasilkan larutan yang bening transparan, karena pencampuran prekursor dilakukan pada tingkat molekular (Elma, 2016). Selanjutnya teknik *dip-coating* digunakan untuk melapisi substrat dengan cara mencelupkan substrat ke dalam larutan prekursor. Ketebalan dari lapis tipis TiO<sub>2</sub> yang dihasilkan dapat diatur dengan mengontrol pencelupan dan penarikan selama proses *dip-coating*. Penelitian yang dilaporkan oleh Pratiwi, 2020 yang berhasil melapisi TiO<sub>2</sub> diatas substrat kaca merupakan salah satu contoh keberhasilan penggunaan teknik ini. (Pratiwi, Zulhadjri, Arief and Wellia, 2020).

Metode hidrotermal juga merupakan teknik yang populer dalam mensintesis lapisan tipis. Penggunaan air yang bersifat polar sebagai pelarut dalam proses sintesis, akan memberikan beberapa keuntungan seperti, dapat meningkatkan kelarutan prekursor didalam air panas, kemurnian produk yang dihasilkan baik dan ukuran partikel yang terbentuk lebih seragam (Putri *et al.*, 2021). Seperti penelitian yang dilakukan oleh Rui Tang dkk, 2015 mensintesis lapis tipis *Sr-doped* TiO<sub>2</sub>/SrTiO<sub>3</sub> dengan metode hidotermal. Mereka melaporkan bahwa,

tingkat difusi  $\text{Sr}^{2+}$  pada lapisan  $\text{TiO}_2$  meningkat dengan meningkatnya konsentrasi  $\text{Sr}^{2+}$  di dalam larutan selama proses hidrotermal (Tang and Yin, 2015).

Berdasarkan laporan diatas, pada penelitian ini akan dilakukan proses dua langkah dalam mensintesis lapis tipis  $\text{SrTiO}_3$  yaitu menggunakan metode sol-gel dan hidrotermal secara in-situ. Deposisi  $\text{TiO}_2$  dilakukan dengan metode sol-gel yang dibantu teknik *dip-coating*. Selanjutnya, difusi  $\text{Sr}^{2+}$  pada lapisan  $\text{TiO}_2$  akan dilakukan dengan metode hidrotermal dengan memvariasikan konsentrasi ion  $\text{Sr}^{2+}$  untuk menghasilkan lapis tipis  $\text{SrTiO}_3$ .

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan bahwa :

- Bagaimana pengaruh konsentrasi  $\text{Sr}^{2+}$  pada lapis tipis  $\text{SrTiO}_3$  yang disintesis dengan metode sol-gel-hidrotermal secara in-situ?
- Bagaimana struktur dan morfologi lapis tipis  $\text{SrTiO}_3$  yang disintesis dengan metode sol-gel-hidrotermal secara in-situ?
- Bagaimana sifat optik lapis tipis  $\text{SrTiO}_3$  yang dihasilkan?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk :

- Menentukan pengaruh konsentrasi  $\text{Sr}^{2+}$  pada lapis tipis  $\text{SrTiO}_3$  yang disintesis dengan metode sol-gel-hidrotermal secara in-situ.
- Menentukan struktur dan morfologi lapis tipis  $\text{SrTiO}_3$  yang disintesis dengan metode sol-gel-hidrotermal secara in-situ.
- Mengetahui sifat optik lapis tipis  $\text{SrTiO}_3$  yang dihasilkan.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang konsentrasi  $\text{Sr}^{2+}$  yang optimum pada sintesis lapis tipis  $\text{SrTiO}_3$  dengan metode sol-gel-hidrotermal secara in-situ terhadap struktur dan morfologi yang dihasilkan, serta sifat optik dari lapis tipis  $\text{SrTiO}_3$  yang dihasilkan.