

# BAB I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Penelitian tentang nanomaterial terus berlanjut di berbagai material, baik organik maupun anorganik. Bahan organik yang direkayasa seperti nanopartikel berbasis lipid memiliki banyak aplikasi dalam pengobatan, terutama dalam pengobatan kanker<sup>1</sup>. Nanopartikel berdasarkan bahan anorganik seperti besi (Fe) dan emas (Au) juga telah dipelajari dan diuji secara ekstensif keefektifannya dalam mendiagnosis dan mengobati sel kanker<sup>2</sup>. Pada skala nano, hukum fisika universal tidak lagi sama dengan yang kita alami sehari-hari. Aturan fisika kuantum berlaku pada tingkat ukuran nano dan/atau lebih kecil. Dengan mereduksi suatu material ke skala nanometer, sifat dan karakteristiknya berubah. Sifat dan karakteristik material yang unik pada skala nanometer membuka era baru dalam perkembangan teknologi. Nanoteknologi telah membuat keberhasilan yang mengesankan tidak hanya dalam pengembangan industri elektronik dan farmasi, tetapi juga di bidang lain seperti energi terbarukan<sup>3</sup>.

Telah dilaporkan bahwa nanomaterial dapat menjadi salah satu solusi yang menjanjikan untuk memecahkan masalah energi dan lingkungan. Aplikasi yang menarik dari nanomaterial yang akhir-akhir ini sedang diteliti di bidang energi adalah termoelektrik, yaitu material yang menghasilkan listrik dari limbah panas (thermoelectricity). Pengembangan nanomaterial di bidang termoelektrik melibatkan sintesis material dan teknik rekayasa struktur kristal untuk menghasilkan produk dengan morfologi seragam dan fungsi spesifik, yang memiliki implikasi sangat penting untuk perakitan generator termoelektrik<sup>4</sup>.

Material yang menjanjikan dibanding bahan semikonduktor lainnya untuk generator termoelektrik adalah semikonduktor oksida strontium titanat ( $\text{SrTiO}_3$ ). Strontium titanat ( $\text{SrTiO}_3$ ) memiliki struktur perovskit dengan sel satuan kubik. Senyawa ini memiliki sifat termoelektrik yang sangat baik karena konduktivitas listrik ( $\sigma$ ) dan koefisien *Seebeck* ( $S$ ) yang tinggi, namun konduktivitas termalnya ( $\kappa$ ) juga tinggi sehingga menyebabkan penurunan nilai *figure of merit* ( $ZT$ ), menjadikan efisiensi konversi energi tidak optimal. Salah satu cara yang efektif untuk meningkatkan nilai  $ZT$  adalah dengan menurunkan konduktivitas termal dengan mengubah morfologi  $\text{SrTiO}_3$  menjadi bentuk struktur nano atau disebut juga *nanoarchitecture*<sup>5</sup>.

Berdasarkan teori, nanopartikel  $\text{SrTiO}_3$  dapat menurunkan konduktivitas termal tanpa mengubah konduktivitas listrik. Alasannya adalah bahwa dalam struktur perovskit  $\text{SrTiO}_3$ , elektron bergerak bebas di sepanjang ruang 3D nanopartikel, menghasilkan efek pengurungan kuantum (*quantum confinement*), sedangkan

konduktivitas termal yang rendah disebabkan oleh batas butir yang menyebarkan fonon (getaran kisi), menghasilkan konduktivitas termal yang terjadi hanya dalam kisi kristal. <sup>6</sup>.

Nanopartikel SrTiO<sub>3</sub> telah dipelajari oleh beberapa peneliti sebelumnya. Secara umum, komposit SrTiO<sub>3</sub> berukuran nano dengan berbagai bentuk telah disintesis dengan metode hidrotermal dan solvotermal. Sintesis dilakukan oleh Rahmah (2019) menggunakan variasi molar Sr:Ti yaitu 1:1 dan 1:1,25 dengan penambahan senyawa lain seperti *cetyltrimethylammonium bromide* (CTAB) dan *tert-butylamine* (TBA) sebagai *capping agent*. Tujuannya adalah untuk mengontrol morfologi partikel. Hasil konduktivitas listrik dari penelitian ini adalah  $22,149 \times 10^{-7}$  (S/cm) <sup>7</sup>. Pada penelitian ini, dilakukan sintesis nanopartikel SrTiO<sub>3</sub> menggunakan metode *molten salt*. Dimana metode ini banyak digunakan untuk mendapatkan sifat yang diinginkan dalam sintesis berbagai nanomaterial<sup>8</sup>. Garam yang digunakan ialah Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan menggunakan variasi perbandingan mol antara material awal (MA) dan garam (MS) ialah 1:1 dan 1:0,5. Penelitian ini dilakukan pada suhu yang divariasikan yaitu pada 700°C dan 900°C, dan waktu sintesis yang digunakan 3 jam, 5 jam dan 10 jam. Kemudian sampel 3 jam, 5 jam dan 10 jam diberi kode SNP (SrTiO<sub>3</sub> Nanopartikel) secara berturut-turut yaitu SNP-3, SNP-5, SNP-10. Alat karakterisasi yang digunakan ialah *X-Ray Diffraction* (XRD), *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Scanning Electron Microscope Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX). Selanjutnya sifat hantaran listrik diukur dengan *Inductance, Capacitance & Resistance* (LCR) meter. Penelitian yang dilakukan dengan metode lelehan garam ini, berbeda dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya pada variasi mol dan waktu sintering yang dilakukan pada senyawa SrTiO<sub>3</sub>

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana rasio mol material awal dengan garam Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, terhadap kemurnian dan morfologi SrTiO<sub>3</sub> nanopartikel?
2. Apa pengaruh waktu sintering dan suhu terhadap morfologi dan hantaran listrik dari SrTiO<sub>3</sub> nanopartikel?
3. Apakah struktur dan morfologi SrTiO<sub>3</sub> nanopartikel yang dihasilkan bisa meningkatkan nilai hantaran listrik?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menentukan rasio mol material awal dengan garam  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{SO}_4$  terhadap kemurnian dan morfologi  $\text{SrTiO}_3$  nanopartikel
2. Menentukan pengaruh waktu sintering dan suhu terhadap morfologi dan hantaran listrik dari  $\text{SrTiO}_3$  nanopartikel
3. Menentukan kenaikan nilai hantaran listrik  $\text{SrTiO}_3$  nanopartikel yang terbentuk

### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh rasio molar garam pada metode molten salt, pengaruh suhu dan waktu sintesis terhadap kemurnian serta morfologi produk yang dihasilkan sehingga bisa diketahui hantaran listrik dan panasnya dan bisa diaplikasikan dalam pembuatan alat (module) thermoelektrik generator.

