

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Peningkatan kebutuhan energi, khususnya energi listrik semakin meningkat setiap saat, bahkan diluar estimasi yang diperhitungkan. Hal ini merupakan dampak dari meningkatnya aktivitas kehidupan manusia sebagai pengguna energi listrik tersebut. Sementara itu, penemuan sumber energi yang berasal dari bahan bakar fosil (minyak bumi) saat ini semakin langka dan harganya juga semakin mahal. Oleh sebab itu untuk mengatasi hal tersebut dilakukan upaya penghematan pemakaian minyak bumi dan memanfaatkan berbagai sumber energi alternatif seperti tenaga air, angin, panas bumi, sinar matahari dan sebagainya¹.

Salah satu sumber energi alternatif yang sedang dikembangkan saat ini adalah pembangkit listrik termoelektrik. Termoelektrik merupakan konversi langsung dari energi panas menjadi energi listrik. Teknologi termoelektrik lebih ramah lingkungan, tahan lama dan bisa digunakan dalam skala yang besar. Sifat termoelektrik dievaluasi dengan parameter tanpa satuan yaitu *figure of merit* (ZT), dengan rumusan sebagai berikut:

$$ZT = \frac{\sigma \times S^2}{\kappa} T$$

Dimana σ adalah konduktivitas listrik [S/cm], S adalah koefisien Seebeck [V/K], κ adalah konduktivitas panas dan T adalah suhu mutlak [K]. Untuk meningkatkan nilai ZT , maka nilai κ harus rendah dan gabungan antara σ dan S tinggi, sehingga efisiensi material termoelektrik bisa optimal dan memberikan potensi yang besar dalam realisasi konversi panas menjadi listrik^{2,3}.

Salah satu hal yang penting pada pembangkit listrik termoelektrik adalah materialnya. Pada umumnya material yang digunakan adalah bersifat semikonduktor karena material ini memiliki peluang yang besar dalam peningkatan nilai ZT dengan cara memodifikasi struktur elektronik dan struktur kristalnya. Material semikonduktor yang bisa digunakan pada generator termoelektrik ini antara lain, yaitu oksida, *clathrate*, *zintl*, *misfit layer*, *alloy* dan *organic based MLC*. Pada penelitian ini material yang digunakan adalah oksida berlapis berbasis *perovskite* SrTiO_3 yang dikenal dengan SrO/SrTiO_3 fasa Ruddlesden Popper. Kristal SrTiO_3 dalam struktur *perovskite* memiliki sifat elektronik yang unggul (paraelektrik pada suhu yang rendah dengan konstantan dielektrik tinggi) dan memiliki struktur yang stabil dalam berbagai suhu. Selain itu, SrTiO_3 merupakan konduktor elektronik yang baik ketika didoping

dengan ion valensi tinggi. Sementara, SrO merupakan lapisan yang memisahkan dua lapisan perovskite sehingga membentuk lapisan alami (*natural superlattice*)^{4,5}.

SrTiO₃ adalah material semikonduktor tipe-n yang ramah lingkungan serta stabil pada suhu tinggi, selain itu material ini sangat menjanjikan sebagai bahan termoelektrik karena memiliki hantaran listrik yang besar dan koefisien Seebeck yang besar. Akan tetapi, kinerja termoelektrik SrTiO₃ masih rendah karena memiliki hantaran panas (κ) yang besar. Usaha yang dilakukan nilai κ adalah dengan cara membuat struktur berlapis SrTiO₃ dengan SrO yang disebut sebagai fasa Ruddlesden-Popper. Struktur Ruddlesden-Popper terdiri dari struktur *rock-salt* SrO dan struktur *perovskite* SrTiO₃. Struktur berlapis dapat menurunkan nilai κ adalah dengan cara menggabungkan sebagian gabungan struktur berlapis menjadi material termoelektrik yang akan meningkatkan hamburan fonon dan mengakibatkan pengurangan kisi material tersebut yang merupakan komponen utama dari transport panas dalam semikonduktor penyebaran elektron, sehingga menghasilkan nilai *ZT* yang lebih baik³.

Sintesis senyawa Sr₂TiO₄ fasa Ruddlesden-Popper umumnya dilakukan dengan metode reaksi padatan (*solid state reaction*) pada suhu tinggi yaitu 1450°C selama 7 hari. Metode ini kurang efektif karena membutuhkan suhu yang tinggi dan waktu pengerjaan yang lama. Oleh karena itu, pada penelitian ini senyawa Sr_{n+1}Ti_nO_{3n+1} ($n = 1, 2..n$) fasa Ruddlesden-Popper disintesis melalui metode yang lebih hemat dan sederhana yaitu metode lelehan garam (*molten salt*). Metode ini mampu menurunkan suhu dan mempersingkat waktu sintesis dengan cara penambahan garam ke dalam bahan awal. Penambahan garam-garam sulfat ke dalam material awal mampu menurunkan suhu sintesis sehingga pengintian dan pertumbuhan kristal dapat berlangsung cepat^{2,3}. Selain itu, untuk meningkatkan hantaran listrik senyawa Sr₂TiO₄ fasa Ruddlesden-Popper, maka dilakukan pendopingan dengan unsur bervalensi tinggi untuk memperbanyak jumlah elektron sebagai pembawa (*carrier*) dalam hantaran listriknya, sehingga pada penelitian ini dilakukan pendopingan dengan La³⁺ ion terhadap Sr²⁺.

1.2 RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimanakah pengaruh perbandingan konsentrasi molar Sr dan Ti terhadap kemurniaan material dan struktur kristal yang dihasilkan?
2. Bagaimanakah pengaruh doping lantanum terhadap sifat hantaran listrik material yang disintesis?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

1. Menentukan pengaruh perbandingan konsentrasi Sr dan Ti terhadap kemurnian dan struktur Kristal yang dihasilkan.
2. Menentukan pengaruh doping lantanum terhadap hantaran listrik yang dihasilkan.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan dapat mensintesis senyawa fase Ruddlesden-Popper dengan sifat listrik yang lebih baik, sehingga dapat dikembangkan dan diaplikasikan pada generator termoelektrik.

