

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan kemampuan untuk melakukan berbagai proses kegiatan yang sangat dibutuhkan dalam perkembangan kehidupan manusia. Sebagian besar energi yang digunakan manusia bersumber dari energi fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Namun karena sifatnya yang terbatas dan tidak dapat diperbaharui, menimbulkan masalah krisis energi. Oleh karena itu peneliti terus mencari dan mengembangkan energi pengganti atau disebut juga dengan energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi¹. Pengembangan energi alternatif seperti energi angin, sel matahari (*solar cell*), *ocean thermal energy conversion* (OTEC), panas bumi dan lainnya perlu mendapatkan perhatian yang serius baik dari pemerintah, industri, perguruan tinggi dan masyarakat².

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 besar³. Sifat termoelektrik dievaluasi dengan parameter tanpa satuan yaitu *figure of merit*, $ZT = S^2\sigma T/K$. Efisiensi material termoelektrik yang tinggi dimana nilai $ZT > 1$, akan memberikan potensi yang besar dalam mengumpulkan panas buangan untuk dikonversikan menjadi listrik. Untuk mendapatkan material termoelektrik yang memiliki nilai ZT yang tinggi, maka tiga parameter yaitu koefisien seebeck, hantaran listrik dan hantaran panas harus dikontrol, sehingga efisiensi konversi energinya juga tinggi⁴.

Senyawa yang berpotensi sebagai material termoelektrik yaitu oksida logam, karena oksida logam memiliki stabilitas termal yang tinggi dibandingkan material termoelektrik konvensional lainnya, tahan terhadap oksidasi dan sifat elektronik (konduktivitas listrik dan sifat semikonduktor) yang dapat disesuaikan. Senyawa Sr_2TiO_4 fasa Ruddlesden-Popper (RP) merupakan salah satu senyawa yang berpotensi sebagai material termoelektrik berbasis oksida logam. Senyawa ini terdiri dari lapisan SrO dengan struktur *rock salt* dan SrTiO_3 dengan struktur perovskit, membentuk lapisan SrO/SrTiO₃. Senyawa Sr_2TiO_4 memiliki sifat termoelektrik yang baik dengan konduktivitas listrik yang cenderung rendah, hal ini disebabkan oleh energi *bandgap* yang relatif besar dan mobilitas pembawa muatan yang terbatas. Pendopongan dengan ion bervalensi tinggi dilakukan untuk meningkatkan konsentrasi elektron sebagai pembawa muatan (*carrier*), sehingga konduktivitas listriknya meningkat secara signifikan.

Pendopongan dengan salah satu logam sudah banyak dilakukan pada fasa Ruddlesden-Popper. Misalnya, Pikalova et al menggunakan ion Ca^{2+} untuk mendoping senyawa $\text{Nd}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_{4+\delta}$ yang dimana hasilnya menunjukkan bahwa dengan peningkatan doping Ca, struktur dan volume sel mengalami perubahan⁵. Pikalov et al dan Sadykov et al juga memperoleh fenomena serupa dengan menggunakan ion Ca^{2+} pada senyawa $\text{Nd}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_{4+d}$ dan $\text{Pr}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_{4+d}$. Hasil penelitian menunjukkan sel satuan telah mengalami

perubahan bentuk atau ukuran dari sel satuan (*unit cell*) dalam struktur kristal material tersebut yang jauh lebih signifikan sepanjang sumbu-c seiring dengan meningkatnya konsentrasi ion Ca^{2+} ^{6,7}. Banyak penelitian yang telah dilakukan menggunakan beberapa doping lainnya seperti penelitian yang dilakukan D.V. Ivanov menggunakan doping Mg, Al, Ca, Ba, Pb. Penelitian yang dilakukan Zhongfei MU menggunakan doping Eu dan Ho. Penelitian yang dilakukan Y.E.Putri et.al menggunakan doping Ta dan Sm. Hasilnya dilaporkan telah mampu meningkatkan hantaran listrik senyawa fasa Ruddlesden-Popper namun peningkatannya belum menunjukkan hasil yang signifikan⁸⁻¹⁰. Penelitian menggunakan pendopingan ganda juga telah dilakukan oleh Mulia et.al menggunakan ion Sm^{3+} pada situs Sr^{2+} dan ion Nb^{5+} pada situs Ti^{4+} pada senyawa Sr_2TiO_4 fasa Ruddlesden-Popper berhasil meningkatkan nilai hantaran listrik pada sampel hingga 17 kali dibandingkan dengan sampel tanpa pendopingan, hal ini membuktikan bahwa pendopingan dengan ion bervalensi tinggi dapat meningkatkan jumlah elektron pembawa sehingga nilai hantaran listrik menjadi lebih tinggi⁴.

Pada beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh Yifeng Wang dkk., senyawa Sr_2TiO_4 fasa Ruddlesden-Popper disintesis dengan metode reaksi padatan (*solid state reaction*), namun metode ini membutuhkan panas yang sangat tinggi yaitu 800 °C sampai 1500 °C dan waktu sintering yang lama mencapai waktu 90 jam. Hal ini membutuhkan biaya yang banyak dan waktu yang cukup lama¹¹. Oleh karena itu, pada penelitian ini metode yang digunakan untuk mensintesis senyawa Sr_2TiO_4 fasa Ruddlesden-Popper adalah metode lelehan garam (*molten salt*) karena metode ini proses sintesis dapat dilakukan pada suhu yang relatif rendah dan waktu sintering yang lebih singkat. Garam yang digunakan pada penelitian ini yaitu campuran garam sulfat Na_2SO_4 dan K_2SO_4 dimana pada proses sintesis digunakan variasi bahan awal (prekursor) dan campuran garam dengan perbandingan rasio mol yaitu 1:2. Selain itu, untuk pendopingan menggunakan ion Bi^{3+} , karena ion Bi^{3+} akan memberikan elektron berlebih sehingga dapat meningkatkan hantaran listrik produk yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan bahwa: Bagaimana pengaruh perbandingan konsentrasi Sr_2TiO_4 prekursor dengan lelehan garam terhadap kemurnian dan morfologi senyawa Sr_2TiO_4 yang disintesis menggunakan metode lelehan garam. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi doping Bi^{3+} terhadap sifat hantaran listrik sampel Sr_2TiO_4 yang disintesis menggunakan metode lelehan garam. Apakah pendopingan dengan Bi^{3+} pada situs Sr^{2+} meningkatkan nilai hantaran listrik pada Sr_2TiO_4 yang disintesis menggunakan metode lelehan garam secara meningkat.

1.3 Tujuan

Dari rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Menentukan pengaruh perbandingan konsentrasi prekursor dengan campuran garam terhadap kemurnian dan morfologi produk Sr_2TiO_4 yang disintesis menggunakan metode lelehan garam.
2. Menentukan pengaruh variasi konsentrasi doping Bi^{3+} terhadap sifat hantaran listrik produk Sr_2TiO_4 yang disintesis menggunakan metode lelehan garam.
3. Menganalisis pengaruh pendopingan dengan Bi^{3+} pada situs Sr^{2+} dalam peningkatan nilai hantaran listrik pada Sr_2TiO_4 yang disintesis menggunakan metode lelehan garam.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai metode sintesis dalam menghasilkan material Sr_2TiO_4 fasa Ruddlesden-Popper dengan sifat termoelektrik yang lebih baik, sehingga dapat dikembangkan dan diaplikasikan pada generator termoelektrik serta berpotensi sebagai penghasil energi alternatif berkelanjutan di masa depan. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai rujukan untuk penelitian lebih lanjut.

