

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan peradaban manusia dan industrialisasi, menyebabkan sejumlah besar bahan bakar fosil telah dikonsumsi untuk keperluan energi. Bahan bakar fosil yang menjadi sumber energi utama bumi selama beberapa dekade terakhir ini semakin menipis. Selain itu karena rendahnya efisiensi penggunaan bahan bakar fosil, hanya sekitar 34% energi panas yang dapat dimanfaatkan secara efektif, sementara lebih dari 66% terbuang sebagai panas sisa. Oleh karena itu, eksplorasi teknologi baru dan efisien untuk mendaur ulang limbah panas sangat penting sebagai alternatif penggunaan bahan bakar tersebut. Termoelektrik (TE) telah muncul sebagai teknik yang menjanjikan untuk pemanfaatan kembali limbah panas. Dengan memanfaatkan efek *Seebeck*, bahan termoelektrik dapat secara langsung mengubah gradien suhu menjadi listrik. Kinerja bahan termoelektrik umumnya diukur dengan angka tak berdimensi yang dikenal sebagai *ZT (figure of merit)*, yang didefinisikan sebagai: $ZT = S^2 \cdot \sigma \cdot T / \kappa$, dimana S , σ , T dan κ masing-masing merupakan koefisien *Seebeck* ($\mu\text{V/K}$), hantaran listrik (S/cm), suhu dan hantaran panas (W/mK)^{1,2,3}. Nilai *ZT* dapat ditingkatkan dengan memperkecil nilai hantaran panasnya dan memperbesar nilai faktor daya ($PF = S^2 \cdot \sigma$)⁴.

Senyawa yang berpotensi untuk dijadikan bahan termoelektrik yaitu berbasis telurida (Bi_2Te_3 , Ag_2Te , and Cu_2Te), paduan Se (SnSe , Cu_2Se) dan oksida konduktif (NaCo_2O_4 , CaMnO_3)⁴. Oksida logam merupakan kandidat yang menjanjikan untuk menghindari tantangan – tantangan ini karena kelimpahannya di bumi, biaya rendah, tidak beracun, dan stabilitas termal yang tinggi^{5,6}. Lebih penting lagi, sifat elektroniknya dapat disesuaikan dari perilaku isolator ke perilaku logam dengan manipulasi struktur kristal, komposisi kimia, dan konsentrasi dopingnya⁷. Termoelektrik berbasis SrTiO_3 *perovskite* merupakan kandidat yang menjanjikan untuk aplikasi termoelektrik karena memiliki nilai S yang tinggi, ramah lingkungan, biaya rendah, dan stabilitas termal yang sangat baik, sehingga banyak digunakan sebagai material tipe-n dibandingkan dengan bahan tipe-n lain yang banyak digunakan seperti Bi_2Te_3 , Sb_2Te_3 , dan Ag_2Te ^{4,7,8}. Namun nilai konduktivitas termal SrTiO_3 juga tinggi sehingga nilai *ZT* senyawa ini belum dapat dioptimalkan. Oleh karena itu, peneliti menggunakan berbagai metode untuk meningkatkan nilai *ZT* material ini.

Berdasarkan percobaan simulasi DFT (*Density Functional Theory*) yang dilakukan Azevedo dilaporkan bahwa Ag merupakan logam yang sesuai untuk doping, karena tidak menyebabkan perubahan simetri SrTiO_3 dan meningkatkan sifat elektroniknya dengan mengalihkan celah pita dari celah tidak langsung ke celah langsung⁹. Selain itu, penelitian yang dilakukan Dabin et al, komposit keramik Ag- SrTiO_3 berhasil disintesis menggunakan metode solvothermal satu pot. Ag yang memiliki nilai konduktivitas listrik (" σ ") yang tinggi, sehingga nilai " σ " setiap komposit meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi Ag. Nilai faktor daya (*PF/Power Factor*) komposit Ag- SrTiO_3 yang didapatkan adalah $\sim 3,96$ kali

lebih tinggi dibandingkan dengan SrTiO_3 murni. Ditambah lagi, nilai k dari setiap sampel yang disintesis menurun seiring dengan meningkatnya Ag, hal ini karena efek hamburan fonon. Dengan demikian, nilai ZT yang didapat adalah $\sim 4,27$ kali lebih tinggi dibandingkan dengan SrTiO_3 murni¹⁰.

Berpedoman pada rujukan penelitian sebelumnya, Ag- SrTiO_3 nanokubus disintesis menggunakan metode solvothermal dengan *Cetil Trimethyl Ammonium Bromide* (CTAB) sebagai *capping agent*, *tert - Butylamine* (tBA) sebagai *mineralizer* dan ekstrak daun gambir sebagai bioreduktor nanopartikel Ag. Penggunaan nanopartikel Ag dan ekstrak daun gambir mampu menurunkan energi celah pita SrTiO_3 dan memiliki nilai hantaran listrik ~ 29 kali lebih besar dibandingkan SrTiO_3 murni¹¹. Selain itu, rujukan penelitian lainnya menunjukkan peluang untuk menyempurnakan sifat hantaran listrik dari SrTiO_3 dengan bentuk polihedral (banyak permukaan) menggunakan metode hidrotermal¹². Oleh karena itu, pada penelitian ini disintesis nanokomposit Ag- SrTiO_3 dengan perlakuan yang sama, yaitu dengan CTAB sebagai *capping agent*, *tert - Butylamine* (tBA) sebagai *mineralizer* dan ekstrak daun gambir sebagai bioreduktor nanopartikel Ag, namun dengan metode hidrotermal yang dinilai lebih ramah lingkungan dibandingkan metode solvothermal. Didukung hal tersebut, diharapkan mampu meningkatkan nilai hantaran listrik SrTiO_3 yang merupakan salah satu parameter termoelektrik, sehingga juga dapat meningkatkan nilai ZT dari nanopartikel SrTiO_3 .

Nanokomposit Ag/ SrTiO_3 disintesis dengan metode hidrotermal dengan pendekatan *green synthesis*. Sintesis tersebut menggunakan bahan alami, yaitu daun gambir (*Uncaria gambir Roxb.*) yang berperan sebagai bioreduksi logam Ag. Daun gambir dipilih untuk sintesis ini karena memiliki kandungan senyawa polifenol, yaitu katekin. Katekin adalah senyawa flavanoid yang memiliki gugus hidroksil (-OH) yang dapat mereduksi logam Ag. Kandungan katekin pada gambir sekitar 73,3%¹³. Selain itu, Indonesia merupakan pengekspor utama gambir, yang juga merupakan tumbuhan khas Sumatera Barat¹⁴, sehingga memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan dan dikembangkan sebagai komoditas potensial¹⁵.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu apakah nanokomposit Ag- SrTiO_3 dapat disintesis menggunakan metode hidrotermal dengan penambahan ekstrak daun gambir? Kemudian bagaimana pengaruh CTAB dan penambahan ekstrak daun gambir terhadap karakterisasi struktur dan morfologi nanokomposit Ag- SrTiO_3 yang disintesis? dan bagaimana sifat listrik nanokomposit Ag- SrTiO_3 hasil sintesis?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mensintesis nanokomposit Ag- SrTiO_3 menggunakan metoda hidrotermal dengan penambahan ekstrak daun gambir sebagai bioreduktor.

2. Menganalisis pengaruh CTAB dan penambahan ekstrak daun gambir terhadap karakterisasi struktur dan morfologi nanokomposit Ag-SrTiO₃ yang disintesis.
3. Mengukur nilai hantaran listrik nanokomposit Ag-SrTiO₃ hasil sintesis.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi strategi optimasi SrTiO₃ sebagai material termoelektrik dengan memanfaatkan penggunaan nanopartikel Ag terhadap sifat hantaran listriknya dan penggunaan ekstrak daun gambir sebagai bioreduksi. Pemanfaatan ekstrak daun gambir sebagai bahan bioreduksi menjadikan sintesis yang ramah lingkungan dibandingkan bahan pereduksi sintetis dan untuk memaksimalkan potensi daun gambir yang melimpah di Sumatera Barat.

