

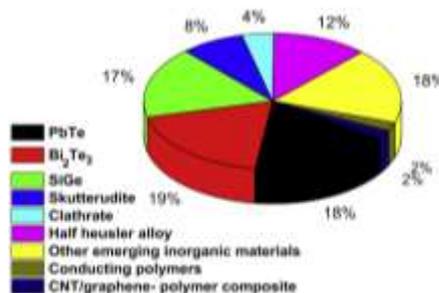
BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanoteknologi adalah ilmu yang mempelajari tentang mengontrol bentuk dan struktur suatu bahan pada skala atom, agar diperoleh material dengan sifat unggul dan spesifik. Nanoteknologi mengalami perkembangan yang sangat pesat setiap tahunnya dan terbukti dengan pertumbuhan jumlah produk nanoteknologi yang berada dipasaran yang telah mencapai 1814 jenis produk hingga saat sekarang ini ¹. Hal ini menyebabkan adanya peluang untuk menciptakan produk baru yang lebih baik dengan aplikasi luas di berbagai bidang seperti bidang elektronik, *automobile*, dan energi ².

Pada saat ini kebanyakan energi yang bersumber dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam masih menjadi sumber energi utama yang paling banyak digunakan di setiap generasi. Ketersediaan di alam yang terbatas dan tingginya biaya yang dibutuhkan untuk pengolahannya telah meningkatkan pencarian terhadap pengembangan sumber energi alternatif seperti sel surya, biodiesel, gelombang laut, panas bumi, energi angin dan termoelektrik. Di antara sumber energi alternatif yang menjanjikan, termoelektrik (TE) telah menerima perhatian yang signifikan sebagai sumber energi alternatif. Hal ini dikarenakan termoelektrik hanya memanfaatkan energi panas buangan untuk diubah menjadi listrik siap pakai ³. Selain itu, generator termoelektrik memiliki *design* yang sederhana, tidak menimbulkan polusi suara serta perawatan yang mudah dan murah.

Komponen utama pada generator termoelektrik adalah material penyusunnya. Material yang dapat digunakan pada generator termoelektrik adalah PbTe, Bi₂Te₃, SiGe, *skutterudite*, *clathrate*, *half heusler alloy*, material anorganik, *conducting polymers*, *CNT/graphene- polymer composite*, dengan persentase yang dapat dilihat pada skema dibawah ini ⁴ :



Gambar 1.1 Beberapa material yang digunakan pada alat generator termoelektrik ⁴

Material termoelektrik yang ideal harus memenuhi 3 parameter yang diatur

interkorelasinya seperti konduktivitas listrik yang tinggi, koefisien *Seebeck* tinggi, dan konduktivitas termal yang rendah, sehingga memiliki nilai ZT yang tinggi⁴. Untuk nilai ZT dievaluasi menggunakan angka tanpa satuan yaitu *figure of merit* (ZT) dengan rumus :

$$(1.1.1)$$

di mana S adalah koefisien *Seebeck* ($\mu\text{V/K}$), σ adalah konduktivitas listrik (S/cm), dan κ adalah hantaran panas (W/mK).

Salah satu material yang menjanjikan sebagai material pada generator termoelektrik adalah oksida semikonduktor strontium titanat (SrTiO_3). Strontium titanat mempunyai struktur perovskit dengan unit sel berbentuk kubus. Senyawa ini memiliki sifat termoelektrik yang unggul berdasarkan beberapa parameter yang dimilikinya, yaitu memiliki hantaran listrik (S/cm) dan koefisien *Seebeck* ($\mu\text{V/K}$) yang tinggi. Akan tetapi, dikarenakan hantaran panas (W/mK) yang juga tinggi mengakibatkan menurunnya nilai ZT , sehingga efisiensi konversi energinya menjadi tidak maksimal. Salah satu cara yang efektif untuk meningkatkan nilai ZT adalah menurunkan hantaran panas dengan memodifikasi morfologi SrTiO_3 melalui pembentukan desain struktur 3-dimensi (3D) nanokubus atau yang disebut juga dengan SrTiO_3 3D-*nanoarchitecture*⁵. Selain meningkatkan sifat termoelektrik melalui nanostruktur, sifat termoelektrik bisa juga ditingkatkan dengan strategi doping dan *alloy*, khusus untuk meningkatkan nilai hantaran listriknya⁴.

Perovskit SrTiO_3 telah menarik perhatian yang signifikan sebagai bahan TE tipe-n, karena sifat hantaran dan stabilitas kimianya. Studi terbaru telah melaporkan tentang doping berbagai bahan pada permukaan SrTiO_3 . Okhay dkk telah membuat keramik SrTiO_3 Nb-*doped* dan membuat sampel dengan *graphene oxide* (rGO) dan tanpa *graphene oxide* (rGO). Penambahan rGO ke matriks SrTiO_3 menghasilkan efek sinergis pada bahan lain, sehingga ZT maksimum 0,29 dapat dicapai. Han dkk menyiapkan keramik SrTiO_3 dengan La dan Dy *codoped* melalui proses sol-gel dan sintering. Komposit ini menunjukkan peningkatan konduktivitas listrik yang juga meningkatkan sifat TE. Baru-baru ini, Liu dkk menyiapkan La-*doped* SrTiO_3 melalui paduan mekanik langsung dengan bahan lain dan komposit TE ini menunjukkan nilai ZT maksimum 0,2 pada 1000 K⁶. Pencarian material TE yang memiliki $ZT > 1$ merupakan tantangan bagi setiap peneliti agar bisa diaplikasikan secara komersial.

Pada penelitian ini dilakukan sintesis La-*doped* SrTiO_3 nanokubus dengan metode solvotermal menggunakan pelarut isopropanol dengan bantuan cetil trimetil

ammonium bromida (CTAB) sebagai zat penjaga bentuk (*capping agent*) dan tert-butilamina (TBA) sebagai *mineralizer* ⁷. Kondisi sintesis merujuk pada penelitian sebelumnya, dimana perbandingan mol Sr:Ti adalah 1:1,25 sementara suhu dan waktu divariasikan. Pendopingan dengan ion bervalensi tinggi, yaitu lantanum (La³⁺) terhadap sisi ion strontium (Sr²⁺) bertujuan untuk meningkatkan hantaran listriknya melalui penambahan elektron pembawa (donor elektron) dalam struktur perovskit SrTiO₃ ⁸. Selanjutnya, makalah ini membahas struktur kristal dan morfologi sampel yang disintesis dan mempelajari pengaruh doping terhadap sifat hantaran listrik melalui perubahan struktur elektroniknya. Pembahasan struktur kristal produk hasil sintesis menggunakan data yang diperoleh dari pengukuran difraksi sinar X (*x-ray diffraction* / XRD), sedangkan untuk mengetahui adanya interaksi gugus fungsi antara SrTiO₃ dan La-doped SrTiO₃ dengan CTAB dan TBA pada sampel hasil sintesis menggunakan pengukuran FTIR. Sementara itu, pembahasan mengenai morfologi, struktur elektronik dan hantaran listrik merujuk pada data sekunder dari beberapa artikel yang relevan. Hal ini dilakukan dikarenakan tidak adanya data primer yang mendukung untuk dibahas lebih detail.

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah terkait penelitian dibedakan antara data primer dari hasil penelitian dan data sekunder dari artikel ilmiah yang relevan :

No	Data primer	No	Data sekunder
1	Bagaimana pengaruh suhu dan waktu sintesis terhadap kemurnian dan kristalinitas sampel yang dihasilkan ?	1	Bagaimanakah pengaruh doping lantanum terhadap kemurnian dan kristalinitas sampel yang dihasilkan ?
		2	Bagaimanakah pengaruh penambahan CTAB dan TBA terhadap pembentukan SrTiO ₃ dengan morfologi nanokubus ?
		3	Bagaimanakah pengaruh pendopingan lantanum terhadap sifat hantaran listrik SrTiO ₃ nanokubus ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk :

No	Data primer	No	Data sekunder
1	Menentukan pengaruh suhu dan waktu sintesis terhadap kemurnian dan kristalinitas sampel yang dihasilkan	1	Menentukan pengaruh doping lantanum terhadap kemurnian dan kristalinitas sampel yang dihasilkan
		2	Menentukan pengaruh penambahan CTAB dan TBA terhadap pembentukan SrTiO_3 dengan morfologi nanokubus
		3	Menentukan pengaruh pendopingan lantanum terhadap sifat hantaran listrik SrTiO_3 nanokubus

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh doping lantanum pada sisi strontium terhadap kemurnian dan morfologi produk yang dihasilkan, serta bisa mempelajari pengaruhnya terhadap sifat hantaran listrik sehingga bisa diaplikasikan dalam pembuatan alat (*module*) termoelektrik generator dimasa datang.

