

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Beberapa tahun terakhir ini teknologi berbasis nano menjadi topik penelitian di berbagai belahan dunia dan telah banyak diaplikasikan pada perangkat elektronik untuk menunjang dan mempermudah aktivitas manusia. Sebagai contoh material nano digunakan untuk mengurangi ukuran bagian pemrosesan informasi dari sebagian besar perangkat keras yang sering digunakan seperti telepon pintar (ponsel) dan laptop (Luther, 2008). Secara umum material berukuran nano memiliki sifat yang berbeda dari material berukuran makro/besar, seperti beberapa material pada ukuran nano memiliki sifat mekanik yang lebih kuat, stabilitas tinggi, lebih baik dalam menghantarkan listrik dan panas serta memantulkan cahaya (Hussein, 2015). Hal ini disebabkan karena ketika material memiliki ukuran dibawah 100 nm, maka aturan normal fisika dan kimia sering tidak berlaku lagi akibatnya banyak material menampilkan sifat yang mengejutkan (Hussein, 2015).

Beberapa material nano yang menjanjikan seperti oksida, sulfida, karbida, nitrida dan lain sebagainya telah banyak dipelajari secara intensif karena memiliki aplikasi yang luas dalam elektronik, sensor, katalis dan penyimpanan energi. Diantara material nano diatas, material berbasis oksida telah banyak diteliti. Salah satu material oksida yang banyak diteliti adalah oksida berbasis perovskit, seperti stronsium titanat (SrTiO_3). SrTiO_3 memiliki struktur kristal perovskit dengan kinerja elektronik spesifik, tidak beracun, tahan panas dan korosi, aktivitas foto katalitik yang tinggi serta sifat kimia dan fisika yang dapat di kontrol sehingga banyak digunakan sebagai bahan penyimpan energi seperti solar sel, generasi energi H_2 dan penyimpanan data (Yin *et al.*, 2019). Perovskit SrTiO_3 banyak dilaporkan memiliki sifat sebagai penghantar listrik/konduktor yang baik ketika didoping dengan elektron bervalensi tinggi (Fergus, 2012), sehingga dapat digunakan sebagai material termoelektrik pada generator termoelektrik (*thermoelectric generator*/TEG). Selain itu SrTiO_3 stabil pada suhu tinggi dan tidak mudah teroksidasi ($>1000\text{ }^\circ\text{C}$)(Jerĩ and Ceh, 2016).

Sifat termoelektrik material dievaluasi dengan nilai tanpa satuan yang lebih dikenal dengan *figure of merit* $ZT = S^2 \sigma T / \kappa$, dimana S adalah koefisien *Seebeck* (V/K) , σ konduktivitas listrik (S/cm) dan κ konduktivitas panas (W/mK) dan T

adalah suhu mutlak (K) (Liu *et al.*, 2018), sementara $S^2\sigma$ disebut juga dengan faktor daya (*power factor*/PF). Telah dilaporkan bahwa SrTiO₃ memiliki nilai koefisien *Seebeck*, konduktivitas listrik dan termal yang tinggi, hal ini mengakibatkan nilai *ZT* menjadi rendah. Beberapa upaya telah dilakukan untuk meningkatkan nilai *ZT* yaitu melalui pendopongan, *alloy* dan pembuatan struktur nano. Pendopongan dengan unsur yang cocok dapat meningkatkan jumlah elektron pembawa dalam bahan termoelektrik sehingga nilai koefisien *Seebeck* dan nilai *ZT* dapat ditingkatkan, berbeda dengan metode doping, *alloy* dapat meningkatkan nilai *ZT* dengan cara meningkatkan PF sekaligus mengurangi konduktivitas termal. Sedangkan pembuatan struktur nano dapat meningkatkan nilai *ZT* karena adanya efek kurungan kuantum dan efek penyaringan energi yang signifikan ketika ukuran sistem menurun dan skala panjangnya sebanding dengan lintasan atau panjang gelombang rata-rata elektronnya. Dalam hal ini, peningkatan *density of states* (DOS) mampu meningkatkan koefisien *Seebeck*. Sebaliknya, konduktivitas termal menurun karena hamburan fonon oleh permukaan berstruktur nano atau antarmuka (Gayner and Kar, 2016).

Berdasarkan penjelasan diatas maka pada penelitian ini kami telah mensintesis SrTiO₃ membentuk struktur nano dengan morfologi spesifik yaitu nanokubus. Berdasarkan beberapa literatur, pembentukan SrTiO₃ nanokubus dapat meningkatkan sifat termoelektrik, dimana sifat hantaran listrik dapat ditingkatkan melalui efek penyaringan energi (*filtering energy*) dan kurungan kuantum (*quantum confinement*). Sementara itu, susunan kubus dapat menurunkan nilai hantaran panas kisi karena adanya hamburan fonon (*phonon scattering*) pada batas butiran (Putri *et al.*, 2019).

Sifat nanopartikel sangat dipengaruhi oleh ukuran dan morfologi partikelnya. SrTiO₃ dengan morfologi kubik telah banyak menarik perhatian para peneliti karena memiliki luas permukaan spesifik yang besar dengan sisi aktif yang banyak sebagai transportasi reaksi. Minura dan rekan-rekannya telah melaporkan bahwa perovskit oksida seperti BaTiO₃, SrTiO₃ dan campuran antara SrTiO₃-BaTiO₃ nanokubus menunjukkan kurva pizorespons non-linear sehingga kontrol morfologi memiliki peran sangat penting dalam sintesis nanokristal (Hao, Wang and Li, 2014).

Partikel SrTiO_3 nanokubus dapat disintesis melalui beberapa cara seperti, *solid-state*, *sol-gel*, hidrotermal/solvotermal, *molten salt* dan sintesis *combustion* (Hao, Wang and Li, 2014). Pada penelitian ini SrTiO_3 nanokubus akan disintesis melalui metode solvotermal. Metode solvotermal dianggap lebih efisien dalam sintesis ini, karena pada metode solvotermal bentuk dan ukuran partikelnya dapat dikontrol dengan cara mengatur parameter sintesis seperti, rasio perbandingan prekursor, pelarut, suhu dan waktu sintesis (Li *et al.*, 1999).

Penelitian sebelumnya telah berhasil mensintesis SrTiO_3 melalui metode solvotermal dengan penambahan cetil trimetil amonium bromida sebagai zat untuk mengontrol bentuk (*capping agent*). Penggunaan *capping agent* bertujuan untuk mengontrol tegangan antar muka dengan menurunkan energi permukaan sehingga bisa mengarahkan proses pengintian membentuk SrTiO_3 menjadi kubus. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan perbandingan mol antara prekursor dengan *capping agent* dan didapatkan perbandingan optimum rasio mol SrTiO_3 :CTAB yaitu 1:0.5 (Putri *et al.*, 2019), oleh karena itu pada penelitian ini juga digunakan perbandingan tersebut. Kelemahan pada penelitian sebelumnya adalah belum mendapatkan bentuk partikel kubus dengan permukaan halus dan sudut yang tajam, hal ini disebabkan rendahnya interaksi antara permukaan SrTiO_3 dengan CTAB. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan penambahan zat aditif yaitu tert-butilamin (TBA) dengan fungsi sebagai mineralizer yang dapat meningkatkan interaksi antara SrTiO_3 dengan CTAB. TBA dapat meningkatkan kinerja CTAB dengan cara mempercepat pemutusan ikatan NH_2 pada CTAB (Ma, Mimura and Kato, 2014), sehingga memudahkan CTAB berinteraksi dengan SrTiO_3 . Untuk mengetahui pengaruh TBA terhadap pembentukan SrTiO_3 , maka dilakukan variasi mol penambahan TBA, sehingga didapatkan perbandingan mol TBA yang tepat dalam sintesis ini. Selain itu, suhu dan waktu reaksi juga divariasikan untuk mengetahui kondisi yang baik dalam sintesis SrTiO_3 ini. Selanjutnya, sifat hantaran listrik produk yang dihasilkan diukur dengan LCR meter, sehingga bisa diketahui pengaruh morfologi terhadap struktur elektroniknya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh penambahan tert-butilamin (TBA) terhadap pembentukan morfologi SrTiO₃ nanokubus?
2. Bagaimanakah pengaruh waktu dan suhu terhadap pembentukan partikel SrTiO₃ nanokubus?
3. Bagaimanakah pengaruh morfologi terhadap sifat hantaran listrik SrTiO₃ nanokubus?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan pengaruh penambahan tert-butilamin terhadap pembentukan morfologi SrTiO₃ nanokubus.
2. Menentukan pengaruh waktu dan suhu terhadap pembentukan partikel SrTiO₃ nanokubus.
3. Mengetahui pengaruh morfologi terhadap sifat hantaran listrik SrTiO₃ nanokubus.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai beberapa perlakuan yang harus dikontrol selama sintesis SrTiO₃ nanokubus seperti rasio molar antara *capping agent* dengan *mineralizer*, pengaruh waktu dan suhu terhadap sintesis SrTiO₃ nanokubus sehingga material ini bisa memenuhi syarat untuk bisa diaplikasikan sebagai material termoelektrik di masa depan.