

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan telah banyak menghasilkan material baru yang berkualitas tinggi dan hemat biaya serta dapat digunakan dalam berbagai bidang karena bersifat multifungsi dan bersifat unik. Beberapa dekade ini, telah terjadi perkembangan dimana material keramik berubah menjadi bahan yang bersifat *smart materials*. *Smart materials* merupakan generasi bahan yang berdasarkan struktur dan fungsinya melebihi bahan konvensional (Ghareeb 2018) serta dapat bersifat piezoelektrik, ferroelektrik, feromagnetik, magnetoelektrik maupun multiferroik (Aksel and Jones 2010).

Oksida yang bersifat ferroelektrik telah menarik banyak perhatian karena dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang industri, memiliki efisiensi yang tinggi dan sebagai kapasitor dielektrik dengan permittivitas tinggi. Bahan ferroelektrik dapat digunakan dalam pembuatan material yang bersifat piezoelektrik, piroelektrik, perangkat elektro-optik (Peláiz-Barranco and González-Abreu 2013), dan dapat digunakan sebagai sel surya serta untuk sistem pendingin elektroklorik (EC) (T. F. Zhang *et al.* 2018). Kebanyakan oksida ferroelektrik digunakan adalah berbasis timbal yang bersifat toksik sehingga salah satu alternatif untuk mengurangi pemakaian timbal yaitu menggunakan bahan ferroelektrik berbasis bismuth yang ramah lingkungan (Emani and James Rajus 2016).

Aurivillius merupakan kelompok oksida logam (Moure 2018) yang memiliki sifat ferroelektrik dan memiliki potensi dalam pembuatan memori non-volatil (FeRAM: *Ferroelectric Random Access Memory*) (Rosyidah, Afifah., *et al.*, 2009) bersifat bebas timbal, suhu pemrosesan relatif rendah, suhu *Curie* (T_c) tinggi, dan memiliki sifat piezoelektrik (Gonzalez-Abreu 2013). Struktur kristal Aurivillius terdiri dari bagian menyerupai perovskit $(A_{m-1}B_mO_{3m-1})^{2-}$ yang dipisahkan oleh lapisan bismuth $(Bi_2O_2)^{2+}$ (Diao *et al.* 2013; Moure 2018; Wu *et al.* 2018; H. Zhang, Yan, and Reece 2010) atau disebut juga dengan *Bismuth Layer-Structured Ferroelectrics* (BLSFs).

Bagian yang menyerupai struktur perovskit terdiri dari situs-A berupa kation logam monovalen, divalen atau trivalen dengan koordinasi dedokahedral,

sedangkan situs-*B* terdiri dari kation logam tetravalen, pentavalen, atau heksavalen dengan koordinasi oktahedral (Bobić . 2013; Rosyidah, Afifah , Djulia Onggo, Khairurrijal 2009). Lapisan oktahedral mBO_6 serta kation dari situs-*A* yang terletak di antara lapisan Bi_2O_2 memiliki banyak perhatian karena memiliki suhu *Curie* (T_c) yang tinggi dan tahan terhadap daya hantar listrik sehingga banyak digunakan untuk aplikasi memori non-volatil dan sensor piezoelektrik suhu tinggi (Wu *et al.* 2018).

Calcium bismut titanat atau $CaBi_4Ti_4O_{15}$ (CBT) merupakan senyawa Aurivillius berlapis 4 ($n = 4$), dengan suhu *Curie* (T_c) yang tinggi yaitu $790^\circ C$ dan *dielectric loss* yang rendah (Ma *et al.* 2015) karena memiliki lebih banyak struktur oktahedral TiO_6 dalam sel satuan sebagai sumber sifat ferroelektrik (Kim *et al.* 2009). CBT menunjukkan potensi sebagai bahan piezoelektrik suhu tinggi dengan konduktivitas yang meningkat pada suhu tinggi (Zhao *et al.* 2015). Untuk memperbaiki sifat ferroelektrik dan optik CBT, maka dilakukan pendopingan pada situs-*A*, situs-*B* atau Co-doping situs-*A/B* sehingga menyebabkan penurunan T_c dan dapat digunakan sebagai bahan alternatif elektrokalorik (Zhao *et al.* 2015). Material yang memiliki efek elektrokalorik merupakan bahan dielektrik yang dapat digunakan dibawah medan listrik pada suhu ruangan (Guvenc and Adem 2019; Scott 2011) sehingga dapat digunakan sebagai bahan alternatif pada regenerator pendingin (Aprea *et al.* 2018).

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam menganalisis sifat CBT, seperti efek ion substitusi terhadap sifatnya ferroelektrik dan optiknya. Sintesis CBT dengan substitusi kation Ba^{2+} menggunakan metode *solid state* menghasilkan suhu *Curie* $495^\circ C$ dan strukturnya berbentuk ortorombik dengan *space group* $A2_1am$, dimana senyawa Aurivillius ini bersifat relaxor ferroelektrik (Du, Shi, and Li 2011). Metode yang sama dilakukan oleh Knyazev *et al.* (2018) dengan penambahan kation Ba^{2+} pada senyawa CBT untuk $x = 0, 0,25, 0,5, 0,75$ dan $1,0$ menghasikan perubahan struktur ortorombik menjadi tetragonal dengan *space group* $A2_1am$ menjadi $I4mmm$ dengan suhu *Curie* $356^\circ C$ yang bersifat relaxor ferroelektrik. Efek penambahan kation La^{3+} terhadap senyawa Aurivillius $CaBi_4Ti_4O_{15}$ (Zulhadjri *et al.* 2021) mampu secara efektif menurunkan T_c menggunakan metode lelehan garam.

Banyak metode sintesis yang digunakan untuk menghasilkan senyawa Aurivillius salah satunya yaitu metode lelehan garam yang merupakan salah satu metode sintesis pada suhu rendah dan hemat biaya karena menggunakan prekursor yang murah dan peralatan yang relatif lebih sederhana (Kim *et al.* 2009). Penggunaan metode *solid state* akan mengakibatkan penguapan atom bismuth yang bersifat volatil sehingga menyebabkan terbentuknya fasa pengotor (Xiao *et al.* 2015). Penggunaan metode lelehan garam dalam sintesis $\text{Ca}_{1-x}\text{Bi}_{3,5+x}\text{La}_{0,5}\text{Ti}_{4-x}\text{Mn}_x\text{O}_{15}$ menghasilkan fasa tunggal dan mampu efektif untuk meningkatkan sifat ferroelektrik oleh Zulhadjri *et al.* (2018), untuk itu tujuan penelitian ini adalah “Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Aurivillius $\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang didoping Kation Ba^{2+} dan La^{3+} Serta Studi Sifat Dielektrik dan Optiknya” dengan menggunakan metode lelehan garam.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka didapatkan rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Apakah senyawa $(\text{Ba}_{0,5}\text{Ca}_{0,5})\text{Bi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dapat disintesis dari senyawa $\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dengan pendopongan kation Ba^{2+} dan La^{3+} menggunakan metode lelehan garam?
2. Bagaimana struktur senyawa $(\text{Ba}_{0,5}\text{Ca}_{0,5})\text{Bi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang disintesis dari senyawa $\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ doping kation Ba^{2+} dan La^{3+} dengan $x = 0,0, 0,5, 1,0, 1,5,$ dan $2,0$?
3. Bagaimana sifat dielektrik dan optik senyawa $(\text{Ba}_{0,5}\text{Ca}_{0,5})\text{Bi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ terhadap efek pendopongan kation Ba^{2+} dan La^{3+} pada penurunan suhu *Curie* (T_c) dari sifat dielektrik dengan variasi suhu dan frekuensi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mensintesis senyawa $(\text{Ba}_{0,5}\text{Ca}_{0,5})\text{Bi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dari senyawa $\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dengan pendopongan kation Ba^{2+} dan La^{3+} menggunakan metode lelehan garam.
2. Menganalisis perubahan struktur senyawa $(\text{Ba}_{0,5}\text{Ca}_{0,5})\text{Bi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang disintesis dari senyawa $\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ doping kation Ba^{2+} dan La^{3+} dengan $x = 0,0, 0,5, 1,0, 1,5,$ dan $2,0$.
3. Mengukur sifat dielektrik dari senyawa $(\text{Ba}_{0,5}\text{Ca}_{0,5})\text{Bi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ terhadap efek pendopongan kation Ba^{2+} dan La^{3+} dengan variasi suhu dan frekuensi serta sifat optiknya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penulisan tesis ini adalah:

1. Memberikan informasi tentang karakterisasi senyawa $(\text{Ba}_{0,5}\text{Ca}_{0,5})\text{Bi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang dapat disintesis dari senyawa $\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dengan pendopongan kation Ba^{2+} dan La^{3+} menggunakan metode lelehan garam.
2. Dengan penambahan kation Ba^{2+} dan La^{3+} diharapkan suhu *Curie* (T_c) yang rendah dan sifat ferroelektrik sehingga bisa digunakan sebagai bahan alternatif untuk pembuatan bahan elektrokalorik.