

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Riset pada keramik *Bismuth Layer-Structured Ferroelectrics*(BLSF) atau yang disebut juga dengan senyawa feroelektrik berstruktur bismuth berlapis sebagai material feroelektrik dengan Temperatur Curie yang tinggi, karakter anisotropik yang besar, faktor *dielectric dissipation* yang rendah dan tingkat *aging* yang kecil telah menarik banyak perhatian. Keramik ini dapat digunakan untuk membuat *device* piezoelektrik pada frekuensi dan temperatur yang tinggi. Salah satu prekursor yang paling umum digunakan untuk keramik feroelektrik merupakan senyawa golongan Aurivillius. Formula umum dari senyawa Aurivillius dapat ditulis sebagai $(\text{Bi}_2\text{O}_2)^{2+} (\text{A}_{m-1}\text{B}_m\text{O}_{3m+1})^{2-}$ dimana A adalah kation dengan jari-jari ionik yang besar seperti K^+ , Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} , dan B adalah kation dengan jari-jari ionik yang kecil seperti Fe^{3+} , Ti^{4+} , Nb^{5+} , W^{6+} dan lain-lain. m merupakan jumlah lapisan dari senyawa Aurivillius, nilai m dapat bernilai = 2, 3, 4 dst[1].

Sejak adanya penemuan keramik feroelektrik berstruktur lapisan bismuth oleh Aurivillius pada tahun 1949 yaitu Bi_2WO_6 , telah dilaporkan mengenai keberadaan lebih dari 60 senyawa BLSF seperti BaTiO_3 dan FeTiO_3 dan kebanyakan dari mereka tergolong feroelektrik. Umumnya BLSF memiliki sifat-sifat seperti permisivitas dielektrik yang relatif kecil, kerugian dielektrik yang rendah, Temperatur curie yang tinggi dan anisotropi dari sifat listriknya. BLSF memiliki sifat anisotropik yang unik pada sifat listrik dan optiknya antara sumbu $a(b)$ dan sumbu c dikarenakan oleh strukturnya yang berlapis. Sifat feroelektrik pada BLSF disebabkan oleh adanya titanium dan oksigen yang berstruktur oktahedral pada blok perovskit dan polarisasi spontannya berada pada arah yang paralel dengan arah sumbu $a(b)$ dari lapisan bismuth[2].

Material feroelektrik merupakan material dielektrik dan mempunyai sifat polarisasi spontan yang arahnya dapat dibalik dengan cara membalikkan arah medan listrik luar yang diberikan pada material tersebut. Maka daripada itu, material feroelektrik ini dapat diaplikasikan menuju banyak kegunaan pada kehidupan sehari-hari. Salah satu kelebihan bahan feroelektrik adalah

kemampuan material dalam mengubah polarisasi internal menggunakan medan listrik tertentu dan polarisasi menjadi spontan[3].

Doping adalah proses yang telah banyak diaplikasikan pada sains material yang melibatkan penyertaan atom atau ion dari unsur yang tepat ke material induk untuk menghasilkan material campurandengan sifat dan fungsi yang diinginkan. Senyawa feroelektrik merupakan sebuah tipe dari material isolator dapat diketahui dari polarisasi makroskopiknya yang dapat diubah arahnya, konstanta dielektrik yang tinggi dan respons piezoelektrik yang signifikan sehingga yang dapat diaplikasikan dalam memori non-volatil, *microwave* and *device* piezoelektrik[4].

$\text{PbBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ merupakan senyawa perovskit dasar dari penelitian ini karena sifat dielektriknya yang baik, *dielectric loss* yang kecil dan stabil disuhu yang cukup tinggi sehingga diharapkan dengan pensubstitusian La^{3+} kedalam senyawa ini akan mampu meningkatkan sifat feroelektirknya lebih baik lagi. Pada penelitian sebelumnya dilakukan sintesis senyawa Aurivillius lapis empat $\text{Pb}_{1-x}\text{Bi}_{4+x}\text{Ti}_{4-x}\text{Mn}_x\text{O}_{15}$ dengan menggunakan metode lelehan garam. Garam yang digunakan adalah campuran Na_2SO_4 dan K_2SO_4 dengan suhu sintesis hingga 900°C . Hasil yang diperoleh adalah fasa tunggal Aurivillius dengan grup ruang $A2_1am$ dengan konsentrasi Mn^{3+} maksimum adalah $x = 0,6$ mol [5].

Beberapa senyawa Aurivillius telah disintesis menggunakan metode lelehan garam dengan campuran garam NaCl/KCl , seperti senyawa $\text{Bi}_3\text{NbTiO}_9$ lapis satu yang berhasil disintesis pada suhu serendah 700°C dan berhasil mendapatkan fasa tunggalnya sampai pada suhu sintesis 900°C [6]. Senyawa $\text{Bi}_5\text{Ti}_3\text{FeO}_{15}$ lapis empat juga telah berhasil disintesis dengan campuran garam NaCl/KCl pada suhu sintesis $700^\circ\text{-}1000^\circ\text{C}$ [7].

Dilaporkan pendopingan dengan kation La^{3+} telah dilakukan pada senyawa berbasis $\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dan hasil yang didapatkan yaitu kation La^{3+} dapat tersubstitusi kedalam struktur hingga 0,6 mol dan menghasilkan sifat piezoelektrik dan sifat feroelektrik yang lebih baik[1].

Pemakaian metode lelehan garam dengan memakai garam NaCl/KCl pada sintesis ini dikarenakan sintesis produk akan memerlukan suhu yang lebih

rendah karena titik eutektik dari kedua campuran tersebut cukup rendah yaitu 657°C sehingga menurunkan suhu sintesis yang akan membuat metode sintesis lebih murah. Sintesis senyawa Aurivillius menggunakan metode lelehan garam dianggap cukup efektif karena metode lelehan garam sangat cocok untuk mensintesis senyawa yang bersifat anisotropik[5].

Pada penelitian ini dilakukan sintesis senyawa Aurivillius berlapis empat $\text{PbBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang memiliki sifat feroelektrik dengan pen-*doping*-an kation La^{3+} dengan formula $\text{PbBi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ menggunakan campuran garam NaCl dan KCl dengan menggunakan suhu yang ideal dalam sintesisnya. Sintesis senyawa Aurivillius yang dilakukan pada penelitian ini berupa Aurivillius lapis empat $\text{PbBi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dengan variasi komposisi $x = 0; 0,5; 1; 1,5$. Produk hasil sintesis dilaporkan dengan membahas struktur, bentuk morfologi dan sifat dielektriknya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diajukan suatu permasalahan, yaitu :

1. Apakah sintesis senyawa Aurivillius lapis empat, $\text{PbBi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dengan pensubstitusian kation La^{3+} dengan komposisi $x = 0; 0,5; 1$ dan $1,5$ mol dapat terbentuk fasa tunggal?
2. Bagaimana struktur, morfologi dan sifat dielektrik senyawa Aurivillius $\text{PbBi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dengan menggunakan campuran lelehan garam NaCl dan KCl?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mensintesis senyawa Aurivillius lapis empat $\text{PbBi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dengan pensubstitusian kation La^{3+} dengan komposisi $x = 0; 0,5; 1; \text{ dan } 1,5$ mol menggunakan metode lelehan garam.
2. Menganalisis struktur kristal, morfologi dan sifat dielektrik produk yang terbentuk.

1.4 Manfaat Penelitian

Senyawa yang dihasilkan dapat digunakan pada aplikasi bahan- bahan *device* memori seperti NV-RAM, FRAM dan DRAM, sensor, konduktor dan aktuator.

