

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material cerdas didefinisikan sebagai bahan yang memiliki lebih dari satu sifat yang dapat diubah secara signifikan oleh stimulus (rangsangan) eksternal. Seiring dengan kemajuan ilmu dan teknologi bahan dan dengan peningkatan kebutuhan hidup, berbagai material cerdas terus dikembangkan. Investigasi dari material cerdas sangat penting untuk elektronik, informatika, elektro-akustik, optoelektronik, dan lain-lain. Material cerdas dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori dasar seperti piezoelektrik, material elektrostriktif, material magnetostriktif, *shape memory alloys*, serat optik¹.

Selama ini metode penyimpanan data yang didasari sifat feroelektrik memiliki keterbatasan kapasitas dalam penyimpanan. Perkembangan penelitian dibidang material dapat menghasilkan material yang berpotensi besar hingga terabit sebagai material penyimpan data. Kemampuan potensi besar tersebut disebabkan oleh bahan yang bersifat feroelektrik. Senyawa Aurivillius merupakan salah satu jenis oksida logam yang menarik dikaji oleh peneliti karna dapat memiliki sifat feroelektrik yang berperan dalam bahan penyimpanan memori dalam bentuk FRAM dan DRAM. Aplikasi lain dari senyawa Aurivillius diantaranya adalah sebagai bahan konduktor, material magnetik, katalis, kapasitor dan *optical display*².

Senyawa Aurivillius merupakan material oksida logam dengan struktur berlapis yang mempunyai rumus umum $[\text{Bi}_2\text{O}_2] [\text{A}_{n-1}\text{B}_n\text{O}_{3n+1}]$ yang terdiri dari lapisan bismut $[\text{Bi}_2\text{O}_2]^{2+}$ dan lapisan perovskit $[\text{A}_{n-1}\text{B}_n\text{O}_{3n+1}]^{2-}$. Kation A biasanya diisi oleh kation-kation seperti Na^+ , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} atau campuran dari kation-kation tersebut. Sedangkan kation B merupakan suatu unsur transisi seperti Ti^{4+} , Nb^{5+} , Ta^{5+} , W^{6+} atau Mo^{6+28} . n merupakan jumlah oktahedral BO_6 pada lapisan perovskit dan sebagai penunjuk jumlah lapis pada Aurivillius. Pada umumnya struktur Aurivillius disusun oleh kation A yang memiliki jari-jari $\sim 1 \text{ \AA}$ dan kation B yang memiliki jari-jari $\sim 0,6 \text{ \AA}$. Kation B merupakan unsur transisi yang berukuran lebih kecil dari kation A dengan koordinasi oktahedral³.

Jumlah lapisan pada senyawa Aurivillius dilaporkan mengakibatkan perbedaan sifat feroelektrik dari senyawa ini. Hasil penelitian menunjukkan suhu transisi fasa (T_c) senyawa Aurivillius dengan jumlah lapis sedikit cenderung memiliki suhu transisi yang lebih tinggi. Suhu transisi sangat penting dalam material feroelektrik, suhu ini

menunjukkan adanya perubahan sifat feroelektrik menjadi paraelektrik sehingga kemampuan polarisasinya menurun⁴.

Sifat dari senyawa Aurivillius dapat ditingkatkan dengan cara pendopingan unsur tanah jarang yang salah satunya adalah dengan Lantanum. Unsur tanah jarang (*rare earth*) merupakan unsur yang terdiri dari 15 unsur lantanida yaitu Lantanum, Cerium, Proteodimium, Neodimium, dan lain-lain. Unsur tanah jarang merupakan unsur yang banyak digunakan sebagai bahan imbuhan pada peralatan modern⁵. Pendopingan unsur tanah jarang (RE) pada lapisan perovskit Aurivillius dapat menekan kehilangan oksigen, menurunkan kerapatan arus bocor dan dapat meningkatkan sifat feroelektrik⁶.

$\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ merupakan senyawa berstruktur Aurivillius dengan $n = 4$ (lapis empat) yang memiliki suhu transisi fasa cukup tinggi yaitu $790\text{ }^\circ\text{C}$, jika dibandingkan dengan senyawa Aurivillius lapis empat lainnya seperti $\text{BaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ ($417\text{ }^\circ\text{C}$), $\text{PbBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ ($570\text{ }^\circ\text{C}$) dan $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ ($550\text{ }^\circ\text{C}$). Modifikasi pada posisi A dengan kation lantanida pada senyawa Aurivillius telah dianggap sebagai teknik yang sangat efektif dalam meningkatkan sifat feroelektriknya⁷. Pendopingan kation Ce^{4+} pada senyawa Aurivillius dengan $n = 4$ dilaporkan mengalami penurunan nilai T_c dan *dielectric loss* pada senyawa $\text{BaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ ⁸.

Senyawa Aurivillius lapis empat $\text{Ca}_{1-x}\text{Bi}_{3,5+x}\text{La}_{0,5}\text{Ti}_{4-x}\text{Mn}_x\text{O}_{15}$ telah dilaporkan oleh Zulhadjri 2018. Jika didoping dengan kation La^{3+} dan Mn^{3+} menghasilkan senyawa yang bersifat magnetoelektrik yang memiliki suhu transisi fasa feroelektrik yang tinggi. Pada penelitian kali ini dilakukan sintesis senyawa Aurivillius $\text{Ca}_{1-x}\text{Ba}_x\text{Bi}_{3,5}\text{La}_{0,5}\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dengan variasi komposisi $x = 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8$ dan 1 mol yang merupakan formula baru dan belum pernah dilakukan. Senyawa ini disintesis dengan metode lelehan garam dengan pemanasan pada suhu $750\text{ }^\circ\text{C}$, $850\text{ }^\circ\text{C}$ dan $950\text{ }^\circ\text{C}$ menggunakan campuran garam K_2SO_4 dan Na_2SO_4 yang memiliki suhu eutetik pada $823\text{ }^\circ\text{C}$ ⁹. Analisis senyawa produk Aurivillius yang dihasilkan dikarakterisasi dengan metode XRD (*X-Ray Diffraction*) dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Sifat dielektrik dilakukan dengan variasi suhu dan frekuensi dan hasilnya dibahas pada bab IV.

12 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diajukan suatu permasalahan yaitu:

1. Apakah sintesis senyawa Aurivillius lapis empat $\text{Ca}_{1-x}\text{Ba}_x\text{Bi}_{3.5}\text{La}_{0.5}\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dengan variasi jumlah kation Ca^{2+} dan Ba^{2+} dan pendopingan kation La^{3+} dapat membentuk fasa tunggal Aurivillius?
2. Bagaimana pengaruh variasi jumlah kation Ca^{2+} dan Ba^{2+} serta doping kation La^{3+} dari senyawa $\text{Ca}_{1-x}\text{Ba}_x\text{Bi}_{3.5}\text{La}_{0.5}\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ terhadap strukturnya?
3. Bagaimana pengaruh variasi jumlah kation Ca^{2+} dan Ba^{2+} serta doping kation La^{3+} dari senyawa $\text{Ca}_{1-x}\text{Ba}_x\text{Bi}_{3.5}\text{La}_{0.5}\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ terhadap sifat feroelektriknya?

13 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mensintesis senyawa Aurivillius $\text{Ca}_{1-x}\text{Ba}_x\text{Bi}_{3.5}\text{La}_{0.5}\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dengan komposisi $x = 0; 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 ;$ dan 1 mol menggunakan metode lelehan garam untuk membentuk fasa tunggal.
2. Menganalisis perubahan struktur kristal dari produk yang terbentuk
3. Mengukur sifat dielektriknya dengan variasi suhu dan frekuensi.

14 Manfaat Penelitian

Keberhasilan proses sintesis dengan metode lelehan garam ini diharapkan memberikan pilihan metode dalam mensintesis senyawa pada bidang material. Senyawa yang dihasilkan dapat dimanfaatkan pada aplikasi bahan-bahan feroelektrik, yang berperan sebagai bahan penyimpanan memori dalam bentuk FRAM dan DRAM. Selain itu senyawa yang dihasilkan juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan konduktor, katalis, kapasitor dan *optical display*.