

# BAB I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Selama ini metode penyimpanan data didasari sifat feroelektrik memiliki keterbatasan kapasitas dalam penyimpanan. Perkembangan penelitian dibidang material dapat menghasilkan material yang berpotensi besar sebagai material penyimpan data. Senyawa Aurivillius merupakan salah satu jenis oksida logam yang menarik dikaji oleh peneliti karena dapat memiliki sifat magnetik, sifat listrik, sifat optik terutama potensi aplikasi yang dimiliki, seperti sifat feroelektrik yang berperan dalam bahan penyimpan memori dalam bentuk FRAM dan DRAM. Aplikasi lain dari senyawa Aurivillius diantaranya adalah sebagai bahan konduktor, material magnetik, katalis, kapasitor dan *optical display*<sup>1</sup>.

Penerapan material feroelektrik yang didasarkan sifat histerisis dan tetapan dielektrik yang tinggi dapat diterapkan pada sel memori. Penggunaan material feroelektrik sebagai memori dapat menyimpan hingga 108 bit/cm<sup>2</sup><sup>2</sup>.

Aurivillius adalah suatu kelompok senyawa oksida logam dengan rumus umum Bi<sub>2</sub>A<sub>n-1</sub>B<sub>n</sub>O<sub>3n+3</sub> yang terdiri dari struktur berlapis tersusun dari lapisan menyerupai perovskit [A<sub>n-1</sub>B<sub>n</sub>O<sub>3n+1</sub>]<sup>2-</sup> dan lapisan oksida bismut [Bi<sub>2</sub>O<sub>2</sub>]<sup>2+</sup>. Kation A merupakan ion-ion yang bermuatan +1, +2 atau +3 yang mempunyai koordinasi dodekahedral dan berukuran besar dapat berupa logam alkali, alkali tanah atau tanah jarang (lantanida). Sedangkan kation B merupakan suatu unsur transisi dengan koordinasi oktahedral yang berukuran lebih kecil dari kation A, dan n merupakan bilangan bulat (1 ≤ n ≤ 8) yang menunjukkan jumlah oktahedral pada lapisan perovskit dan penentu jumlah lapis fasa Aurivillius<sup>3</sup>.

Salah satu karakteristik sifat yang dimiliki dari senyawa oksida Aurivillius adalah sifat feroelektrik, yang diteliti pertama kali oleh Subbarao dkk<sup>4</sup> pada oksida Aurivillius ABi<sub>2</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>9</sub> (A = Sr, Ba, dan Pb). Struktur dari senyawa Aurivillius yang tidak memiliki pusat simetri (*non-centrosymmetric*) diketahui memiliki sifat feroelektrik. Senyawa Aurivillius yang berstruktur kristal ortorombik, tetragonal dan rombohedral diindikasikan memiliki sifat feroelektrik. Setelah penemuan ini penelitian tentang struktur dan sifat feroelektrik pada oksida Aurivillius banyak dilakukan oleh peneliti lain yang dikembangkan sesuai dengan manfaat dan kegunaannya.

Aurivillius lapis empat SrBi<sub>4-x</sub>Nd<sub>x</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>15</sub>, PbBi<sub>4-x</sub>Nd<sub>x</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>15</sub> dengan kation A-nya Sr dan Pb sebelumnya telah disintesis<sup>5</sup>. Senyawa yang telah disintesis dengan kation A-nya adalah Ca dibandingkan dengan kation Sr dan Pb memiliki jari-jari yang paling kecil (1,34 Å). Didapatkan bahwa masing-masing senyawa yang sudah disintesis

sebelumnya memiliki fasa pengotor  $\text{Sr}_4\text{Ti}_3\text{O}_{10}$  dan  $\text{B}_{7,68}\text{Ti}_{0,32}\text{O}_{12,16}$  dengan semakin banyak komposisi pendopingan kation  $\text{Nd}^{3+}$  yang digunakan. Jiangtao Zeng dkk<sup>6</sup> telah berhasil mensintesis senyawa feroelektrik  $\text{CaBi}_{4-x}\text{Nd}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$  dengan menggunakan metode *solid state*. Didapatkan bahwa senyawa Aurivillius berfasa tunggal hingga nilai  $x$  maksimum sebesar 0,75 dengan grup ruang  $A2_1am$ .

Oksida Aurivillius berperan penting dalam perkembangan material feroelektrik, untuk itu perlu dilakukan eksplorasi oksida-oksida Aurivillius lain<sup>7</sup>. Oleh karena itu, pada penelitian ini telah dilakukan sintesis oksida Aurivillius  $\text{CaBi}_{4-x}\text{Nd}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$  dengan variasi komposisi  $x = 0 ; 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2$  menggunakan metode lelehan garam sebagai usaha eksplorasi senyawa oksida logam yang berpotensi sebagai material feroelektrik. Sintesis senyawa Aurivillius  $\text{CaBi}_{4-x}\text{Nd}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$  dilakukan dengan pemanasan pada suhu  $750\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $850\text{ }^\circ\text{C}$  dan  $950\text{ }^\circ\text{C}$  menggunakan campuran garam  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Dalam sintesis ini dilakukan variasi suhu, variasi komposisi  $0 \leq x \leq 2$  menggunakan metode lelehan garam. Diharapkan akan mendapatkan fasa tunggal Aurivillius yang bersifat feroelektrik. Selanjutnya karakterisasi dilakukan dengan XRD untuk menganalisis struktur, SEM untuk melihat morfologi permukaan, spektroskopi raman untuk menganalisis vibrasi dari suatu ikatan, serta pengukuran sifat dilakukan dengan mengukur kapasitansi listrik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diajukan suatu permasalahan, yaitu :

1. Apakah sintesis senyawa Aurivillius lapis empat  $\text{CaBi}_{4-x}\text{Nd}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$  dengan  $x = 0, 0,5, 1, 1,5$  dan  $2$  dapat terbentuk fasa tunggal?
2. Apakah sintesis senyawa Aurivillius lapis empat  $\text{CaBi}_{4-x}\text{Nd}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$  dengan metode lelehan garam dapat dilakukan ?
3. Bagaimana struktur dan sifat dielektrik dari senyawa Aurivillius  $\text{CaBi}_{4-x}\text{Nd}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$  yang diperoleh?

## 1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Mensintesis senyawa Aurivillius lapis empat  $\text{CaBi}_{4-x}\text{Nd}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$  dengan  $x = 0, 0,5, 1, 1,5$  dan  $2$  menggunakan metoda lelehan garam.
2. Mempelajari struktur kristal dari fasa Aurivillius lapis empat dari produk  $\text{CaBi}_{4-x}\text{Nd}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$  yang dihasilkan dengan metode lelehan garam.
3. Mengukur konstanta dielektrik dari senyawa yang terbentuk.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Senyawa yang dihasilkan diharapkan memberikan kontribusi untuk kemajuan teknologi dan sains serta dapat diaplikasikan sebagai penyimpan data (memori). Diaplikasikan sebagai bahan penyimpan memori (FRAM dan DRAM).

