

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi sangat berkembang pesat bahkan menjadi sorotan utama di negara maju maupun negara berkembang. Khususnya teknologi yang membutuhkan media penyimpanan data yang besar seperti *smartphone*, komputer dan lain-lain. *Smartphone* atau komputer yang canggih memiliki aplikasi-aplikasi yang lebih kompleks. Untuk menjalankan aplikasi ini dibutuhkan media penyimpanan atau *device memory* seperti *Random Access Memory (RAM)* atau *Read-only Memory (ROM)* dengan kapasitas yang besar.

Selama ini metode penyimpanan didasari oleh sifat feroelektrik tetapi kapasitas penyimpanannya terbatas. Perkembangan penelitian dibidang material menghasilkan material yang dapat memiliki potensi yang besar sebagai material penyimpan dan pembaca data pada *device memory*. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai komponen penyusun *device memory* adalah bahan yang memiliki sifat multiferroik. Sifat multiferroik yang menampilkan sifat feroelektrik dan feromagnetik yang berdampingan pada suhu kamar, sangat berpotensi menjadi komponen dasar pada *device memory*. Salah satu senyawa yang menampilkan sifat multiferroik adalah senyawa BiMnO_3 dan BiFeO_3 berstruktur perovskit [1].

Aurivillius dengan formula $\text{Bi}_2\text{O}_2(\text{A}_{n-1}\text{B}_n\text{O}_{3n+1})$ adalah suatu senyawa dengan struktur berlapis dan salah satu strukturnya menyerupai struktur perovskit (ABO_3). Struktur berlapis dari senyawa Aurivillius dirumuskan sebagai $(\text{Bi}_2\text{O}_2)^{2+}(\text{A}_{n-1}\text{B}_n\text{O}_{3n+1})^{2-}$, dimana A merupakan kation berkoordinasi 12 seperti Bi^{3+} , Pb^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , dan lain-lain. B merupakan kation berkoordinasi 6, seperti Fe^{3+} , Mn^{3+} , Ti^{4+} , V^{5+} , Nb^{5+} , Ta^{5+} , W^{6+} dan lain-lain. Sedangkan n merupakan notasi yang melambangkan jumlah oktahedral dalam bentuk perovskit ($n = 1, 2, 3, \text{dst}$) [1].

Potensi senyawa Aurivillius sebagai material bersifat multiferroik disebabkan karena posisi A maupun B dari struktur penyusun senyawa Aurivillius yang dapat ditempati atau di-*doping* oleh kation yang bersifat megnetik. Pen-*doping* ini akan menghasilkan senyawa baru yang memiliki sifat dari material pen-*doping*. Pada dasarnya beberapa senyawa Aurivillius telah memiliki sifat feroelektrik yang baik, seperti yang telah

dilaporkan oleh Kai [2]. Struktur *noncentrosymmetric* yang menyusun senyawa Aurivillius menimbulkan respon dielektrik yang kuat sehingga menghasilkan sifat feroelektrik yang baik [3].

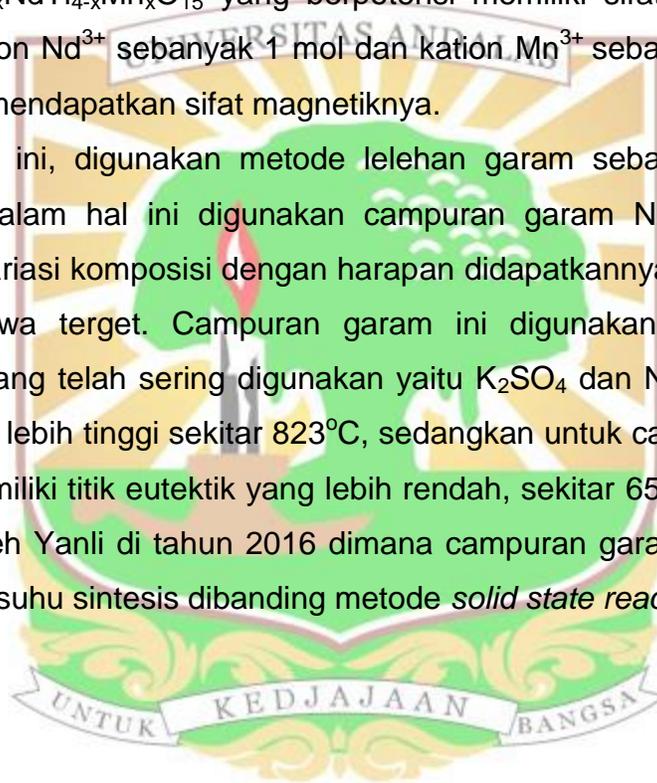
Beberapa senyawa Aurivillius bersifat multiferoik yang telah dilaporkan beberapa tahun terakhir diantaranya dilaporkan oleh Murugesan pada tahun 2015, senyawa Aurivillius lapis lima $\text{Bi}_6\text{Fe}_2\text{Ti}_3\text{O}_{18}$ mengalami peningkatan polarisasi dan magnetisasi sisa setelah dilakukannya pen-*doping* dengan kation Co [4]. Chen di tahun 2013 melaporkan bahwa senyawa Aurivillius lapis empat $\text{Bi}_5\text{Ti}_3\text{Fe}_{0,5}\text{Ni}_{0,5}\text{O}_{15}$ mengalami kenaikan temperatur *Curie* dari 1028 K menjadi 1100 K akibat substitusi kation Fe^{3+} dengan kation Ni^{3+} , sekaligus meningkatkan polarisasi sisa dari senyawa $\text{Bi}_5\text{Ti}_3\text{FeO}_{15}$ [5]. Pada tahun 2008 Kennedy [6] melaporkan bahwa pendopingan kation $A = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba},$ dan Pb pada senyawa Aurivillius lapis empat dengan rumus umum $\text{ABi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$, khususnya pada $\text{PbBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ menghasilkan senyawa dengan struktur orthorombik dengan grup ruang $A2_1am$ menggunakan metode *solid state reaction*. Pen-*doping* kation Pb^{2+} menghasilkan kemiringan struktur yang unik dibandingkan kation lain yang disebabkan oleh disorder dari kation Pb [6]. Tahun 2011, Zulhadjri [7] mencoba memberikan sifat magnetik dari Aurivillius lapis empat $\text{PbBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang telah bersifat feroelektrik dengan cara men-*doping*nya dengan kation Mn^{3+} untuk mendapatkan senyawa multiferoik. Interaksi feromagnetik dalam bentuk paramagnetik muncul disaat adanya kontribusi keberadaan dari $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+}$ yang bercampur [7]. Efek pendopingan kation Mn^{3+} yang lain terhadap senyawa Aurivillius dilaporkan oleh Fang pada tahun 2014. Pen-*doping* kation Mn^{3+} terhadap senyawa Aurivillius $(\text{K}_{0,16}\text{Na}_{0,84})_{0,5}\text{Bi}_{4,5}\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ menggunakan metode *solid state reaction* meningkatkan sifat *piezoelectric* senyawa tersebut secara signifikan [8]. Pada senyawa Aurivillius lapis empat lain $\text{Bi}_5\text{Ti}_3\text{FeO}_{15}$, Kai pada tahun 2015 melaporkan bahwa pendopingan kation Mn^{3+} ternyata menyebabkan pergeseran puncak pola difraksi ke arah 2θ yang lebih kecil yang mengindikasikan penurunan kontanta kisi dan menampilkan sifat feromagnetik yang lemah pada pendopingan kation Mn^{3+} lebih dari 0,2 mol [2].

Pendopingan dengan kation-kation berbeda terhadap senyawa Aurivillius juga telah banyak dilakukan. Di tahun 2009, Li melaporkan bahwa pendopingan kation Nd^{3+} terhadap senyawa Aurivillius lapis tiga $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ mengakibatkan peningkatan

polarisasi sisa dari senyawa tersebut. Meningkatnya polarisasi sisa menyiratkan peningkatan sifat feroelektrik yang ada [9]. Artikel lain yang dipublikasikan oleh Diao di tahun 2014 melaporkan bahwa senyawa Aurivillius Lapis empat $\text{BaBi}_{3,5}\text{Nd}_{0,5}\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang telah di-*doping* dengan kation Nd^{3+} memiliki temperatur *Curie*, konstanta dielektrik dan *dielectric loss* pada 100 kHz berturut-turut sebesar 278°C , 326 dan 0,017 [10].

Dari beberapa penelitian di atas, terlihat jelas bahwa pen-*dopingan* sangat mempengaruhi sifat dan karakterisasi dari senyawa Aurivillius yang di-*doping*. Oleh sebab itu, pada penelitian ini dilakukan pensintesis salah satu jenis senyawa berfasa Aurivillius $\text{Pb}_{1-x}\text{Bi}_{3+x}\text{NdTi}_{4-x}\text{Mn}_x\text{O}_{15}$ yang berpotensi memiliki sifat multiferroik yang di-*doping* dengan kation Nd^{3+} sebanyak 1 mol dan kation Mn^{3+} sebanyak $x = 0 ; 0,1 ; 0,3$ dan 0,5 mol untuk mendapatkan sifat magnetiknya.

Pada penelitian ini, digunakan metode lelehan garam sebagai metode sintesis senyawa target. Dalam hal ini digunakan campuran garam NaCl dan KCl dalam berbagai macam variasi komposisi dengan harapan didapatkannya kondisi ideal dalam mensintesis senyawa target. Campuran garam ini digunakan sebagai pengganti campuran garam yang telah sering digunakan yaitu K_2SO_4 dan Na_2SO_4 dengan suhu eutektik yang relatif lebih tinggi sekitar 823°C , sedangkan untuk campuran garam NaCl dan KCl (1 : 1) memiliki titik eutektik yang lebih rendah, sekitar 650° [11]. Seperti yang telah dilaporkan oleh Yanli di tahun 2016 dimana campuran garam NaCl-KCl mampu mengurangi 250°C suhu sintesis dibanding metode *solid state reaction* [12].



1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diteliti yaitu:

1. Bagaimana kondisi sintesis dengan menggunakan campuran garam NaCl-KCl dalam metode lelehan garam dalam mensintesis senyawa $Pb_{1-x}Bi_{3+x}NdTi_{4-x}Mn_xO_{15}$?
2. Apakah pen-*doping*an kation Mn^{3+} dalam $Pb_{1-x}Bi_{3+x}NdTi_{4-x}Mn_xO_{15}$ dapat merubah struktur dari senyawa Aurivillius tanpa pen-*doping*an?
3. Bagaimana pengaruh pen-*doping*an kation Mn^{3+} terhadap sifat dielektrik dari senyawa Aurivillius $Pb_{1-x}Bi_{3+x}NdTi_{4-x}Mn_xO_{15}$?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan kondisi sintesis yang baik untuk fasa tunggal $Pb_{1-x}Bi_{3+x}NdTi_{4-x}Mn_xO_{15}$ dengan $x = 0,1, 0,3, \text{ dan } 0,5$ dengan menggunakan campuran garam NaCl dan KCl.
2. Menentukan struktur dari senyawa Aurivillius $Pb_{1-x}Bi_{3+x}NdTi_{4-x}Mn_xO_{15}$ yang didapatkan.
3. Mengukur sifat dielektrik dari hasil sintesis $Pb_{1-x}Bi_{3+x}NdTi_{4-x}Mn_xO_{15}$.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu didapatkannya senyawa multiferroik $Pb_{1-x}Bi_{3+x}NdTi_{4-x}Mn_xO_{15}$ yang dapat digunakan sebagai material penyusun *device memory*. Dan data hasil eksplorasi penggunaan campuran garam NaCl-KCl dalam metode lelehan garam yang dapat dijadikan rujukan bagi peneliti lain.