

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Riset pada masa sekarang banyak difokuskan pada pengembangan material cerdas yang pemanfaatannya luas di bidang industri, khususnya yang berhubungan dengan teknologi. Beberapa dekade terakhir banyak dilakukan penelitian dalam mengeksplorasi material cerdas sebagai aplikasi pada teknologi seperti alat elektronik, elektroakustik, informatika, dan optoelektronik. Material cerdas yang dimaksud adalah material yang memiliki sifat dasar ferroik, biferroik, dan multiferroik. Material yang bersifat ferroik dan multiferroik menjadi yang paling banyak menarik minat peneliti akhir-akhir ini. Material ferroik dikelompokkan menjadi tiga golongan berdasarkan sifatnya yaitu yang pertama feromagnetik, ferimagnetik, antiferomagnetik, kedua ferroelektrik, ferielektrik, antiferioelektrik, dan ketiga ferroelastik, ferielastik, antiferoelastik¹. Material ferroelektrik mampu menahan arus listrik yang diberikan dari luar (medan listrik eksternal) dikarenakan pengutuban yang terjadi pada material tersebut. Pengutuban ini menyebabkan kation yang bermuatan positif pada material ferroelektrik bergerak menuju kutub negatif dari medan listrik sedangkan anion yang bermuatan negatif bergerak menuju muatan positif medan listrik. Kemampuan menahan arus listrik tersebut dikarenakan pengutuban muatan pada material ferroelektrik yang disebut dengan sifat dielektrik².

Aplikasi sifat dielektrik yang populer adalah kapasitor dielektrik sebagai penyimpanan energi dikarenakan nilai konstanta dielektrik yang tinggi, *loss dielectric* yang rendah, serta rentang suhu yang luas. Perkembangan pada industri khususnya pada industri elektronika menyebabkan material yang memiliki kemampuan menyimpan energi menjadi semakin dibutuhkan. Kemampuan menyimpan energi atau yang dikenal dengan sifat dielektrik ini masih bisa ditingkatkan yang akan menghasilkan sifat ferroelektrik yang lebih baik dan memiliki nilai konstanta dielektrik yang tinggi³. Material ferroelektrik yang juga bersifat dielektrik digunakan pada perangkat elektronik seperti sensor dan sel memori/*random access memory* (RAM)⁴. Pengaplikasian lain dari material ini diantaranya sebagai bahan superkonduktor, *displayer* optik, konverter piezoelektrik atau piroelektrik dan juga banyak dilaporkan bahwa senyawa yang bersifat ferroelektrik dapat digunakan untuk bahan elektrokalorik. Salah satu material yang berpotensi untuk pengembangan ini adalah senyawa berbasis fasa Aurvillius⁵.

Senyawa berbasis fasa Aurivillius yang juga disebut *Bismuth Layer Structured Ferroelectrics* (BLSF) merupakan senyawa yang tersusun seperti *sandwich* dari lapisan perovskit $[A_{n-1}B_nO_{3n+1}]^{2-}$ dan lapisan bismut oksida $[Bi_2O_2]^{2+}$. Senyawa Aurivillius banyak dikembangkan untuk pemanfaatan di bidang industri elektronika karena memiliki konstanta dielektrik yang tinggi, bersifat feroelektrik dan dengan dilakukan substitusi kation dapat menghasilkan sifat relaksor². Senyawa Aurivillius memiliki rumus umum $[Bi_2O_2]^{2+}[A_{n-1}B_nO_{3n+1}]^{2-}$ di mana A adalah kation dengan koordinasi dodekahedral dan B adalah kation yang memiliki koordinasi oktahedral. Sementara n adalah bilangan yang mewakili bilangan BO_6 oktahedral dan jumlah lapis pada senyawa Aurivillius⁶. Senyawa Aurivillius Bi_2WO_6 yang merupakan senyawa lapis-1 diamati berdasarkan rumus formulanya yang memiliki 1 atom pada posisi B, dan selanjutnya senyawa Aurivillius $ABi_2Nb_2O_9$, $A_2Bi_2TiNb_2O_{12}$, $ABi_4Ti_4O_{15}$ dan $A_2Bi_4Ti_5O_{18}$ berturut-turut merupakan lapis-2, lapis-3, lapis-4, lapis-5^{7,8}.

$SrBi_2Nb_2O_9$ (SBN) merupakan salah satu senyawa Aurivillius lapis-2 yang memiliki sifat feroelektrik dan memiliki ketahanan yang baik dalam pemakaian berulang sehingga berpotensi untuk dikembangkan pada aplikasi *non volatile ferroelectric random access memory device* (NVRAM). Ikatan O-Nb-O dari perovskit pada SBN telah diketahui memiliki pengaruh pada pengaplikasian yang tersebar luas di berbagai perangkat berbasis feroelektrik. Adanya lapisan bismut oksida $(Bi_2O_2)^{2+}$, menjadikan senyawa Aurivillius memiliki kekuatan dielektrik yang tinggi, *loss dielectric* yang cenderung rendah dan ketahanan yang tinggi jika dipakai berulang⁹. Suhu *Curie* (T_c) yang relatif tinggi ($450^\circ C$) pada senyawa Aurivillius $SrBi_2Nb_2O_9$ menjadikan senyawa ini juga menarik untuk diaplikasikan pada perangkat piezoelektrik suhu tinggi^{9,10}. Walaupun BLSF memiliki sifat feroelektrik yang menjanjikan, tetapi masih memiliki beberapa karakter yang cenderung masih bisa ditingkatkan seperti nilai polarisasi sisa yang rendah dan nilai dielektrik *loss* yang tinggi¹¹. Sifat feroelektrik dan dielektrik senyawa Aurivillius seperti SBN dapat ditingkatkan dengan melakukan substitusi kation. Substitusi kation dapat dilakukan ada posisi A dan posisi B. Berdasarkan penelitian yang telah dilaporkan, substitusi menggunakan Bi^{3+} pada posisi kation A untuk senyawa Aurivillius lapis-2 $SrBi_2Nb_2O_9$ menunjukkan peningkatan sifat feroelektrik dan dielektrik, serta berpotensi meningkatkan suhu *Curie* (T_c)¹². Merujuk pada beberapa paparan di atas, dilakukan penelitian pendahuluan dengan tujuan menghasilkan senyawa Aurivillius lapis-2 $SrBi_2Nb_2O_9$ yang disubstitusi oleh kation Gd^{3+} ke Sr^{2+} di posisi A dan kation

Ti^{4+} dan Nb^{5+} di posisi B dengan formula $Sr_{1-x}Gd_xBi_2Nb_{2-x}Ti_xO_9$ bervariasi $x = 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8$ dan 1 mol. Produk yang dihasilkan merupakan formula baru dan belum pernah dilakukan sebelumnya.

Senyawa Aurivillius umumnya disintesis menggunakan reaksi konvensional (*solid state*), namun metode *solid state* memiliki beberapa kekurangan seperti adanya risiko pencampuran prekursor yang tidak optimal dan lambatnya difusi ionik. Selain itu, dikarenakan menggunakan suhu yang lebih tinggi saat pemanasan jika dibandingkan metode lain seperti lelehan garam, dapat menyebabkan menguapnya bismut oksida. Risiko lainnya adalah terjadinya perubahan komposisi atau cacat akibat perbedaan reaktivitas antara kation dari prekursor. Oleh karena itu, sintesis senyawa Aurivillius menggunakan metode lelehan garam diharapkan bisa menghasilkan pertumbuhan kristal yang baik. Metode lelehan garam juga memiliki kelebihan seperti waktu reaksi yang lebih singkat, suhu sintesis yang lebih rendah, kemurnian produk yang lebih tinggi¹³ serta lebih homogen dibandingkan metode *solid state*¹⁴.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diajukan rumusan masalah, yaitu :

- Apakah sintesis senyawa Aurivillius $Sr_{1-x}Gd_xBi_2Nb_{2-x}Ti_xO_9$ dengan substitusi Gd^{3+} pada kation A dan Ti^{4+} pada kation B ($x = 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8$ dan 1 mol) menggunakan metode lelehan garam dapat membentuk fasa tunggal ?
- Bagaimana pengaruh substitusi Gd^{3+} pada kation A dan Ti^{4+} pada kation B ($x = 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8$ dan 1 mol) terhadap perubahan struktur, nilai konstanta dielektrik, sifat feroelektrik dan suhu transisi fasa (T_c)?

1.3 Tujuan Penelitian

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

- Mensintesis senyawa $Sr_{1-x}Gd_xBi_2Nb_{2-x}Ti_xO_9$ dengan $x = 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8$ dan 1 mol menggunakan metode lelehan garam.
- Menganalisis pengaruh substitusi Gd^{3+} pada kation A dan Ti^{4+} pada kation B dengan $x = 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8$ dan 1 mol terhadap perubahan struktur, nilai konstanta dielektrik, sifat feroelektrik dan suhu transisi fasa (T_c).

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan senyawa Aurivillius lapis dua berfasa tunggal dengan metode lelehan garam agar penggunaan metode ini dapat menjadi

acuan bagi penelitian lainnya yang terkait. Senyawa Aurivillius dengan formula baru yang bersifat feroelektrik diharapkan menjadi informasi aktual dan memberikan kontribusi dalam pengembangan material elektronik dalam kehidupan sehari-hari serta lebih dieksplorasi pada penelitian selanjutnya.

