

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan material cerdas pada berbagai bidang industri akhir akhir ini semakin pesat, khususnya yang berhubungan dengan teknologi seperti alat elektronik, informatika, dan optoelektronik. Material cerdas yang dimaksud merupakan material dengan sifat feroik, biferioik, dan multiferioik. Salah satu material dengan sifat feroik adalah material feroelektrik. Material feroelektrik adalah material yang mampu menahan arus listrik dari luar (medan listrik eksternal) disebabkan pengutuban yang terjadi pada material tersebut. Kemampuan menahan arus listrik tersebut dikarenakan pengutuban muatan pada material feroelektrik yang disebut dengan sifat dielektrik¹.

Beberapa tahun terakhir ini, kapasitor dielektrik telah menjadi fokus perhatian sebagai bahan yang menjanjikan untuk aplikasi penyimpanan energi. Hal ini disebabkan karena kapasitor dielektrik memiliki konstanta dielektrik yang tinggi pada rentang suhu yang besar, *loss dielectric* yang rendah, polarisasi sisa besar, medan koersif rendah, kepadatan, dan daya *fatigue* yang luar biasa².

Salah satu material yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai aplikasi penyimpanan energi ini adalah senyawa berbasis fasa Aurivillius atau disebut juga dengan *Bismuth Layer Structured Ferroelectrics* (BLSF) yang merupakan perovskit berlapis dengan komposisi umum $(\text{Bi}_2\text{O}_2)^{2+} (\text{A}_{n-1}\text{B}_n\text{O}_{3n+1})^{2-}$. Lapisan perovskit $(\text{A}_{n-1}\text{B}_n\text{O}_{3n+1})^{2-}$ berada di antara lapisan oksida bismut $(\text{Bi}_2\text{O}_2)^{2+}$, sehingga dengan adanya lapisan oksida bismut ini BLSF memiliki kekuatan dielektrik yang tinggi, *loss dielectric* yang rendah dan resistansi yang tinggi terhadap *fatigue*³. Sampai sekarang senyawa Aurivillius telah dilaporkan memiliki jumlah lapisan 1 hingga 8 yang didasarkan pada jumlah struktur oktahedral (BO_6). Jumlah lapisan senyawa Aurivillius dapat dilihat dari jumlah kation pada posisi B. Senyawa Aurivillius Bi_2WO_6 merupakan senyawa Aurivillius lapis-1 berdasarkan rumus formulanya yang memiliki 1 atom pada posisi B, kemudian senyawa Aurivillius $\text{ABi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$, $\text{A}_2\text{Bi}_2\text{TiNb}_2\text{O}_{12}$, $\text{ABi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$, $\text{A}_2\text{Bi}_4\text{Ti}_5\text{O}_{18}$, $\text{ABi}_6\text{Ti}_3\text{Fe}_3\text{O}_{21}$, $\text{A}_2\text{Bi}_6\text{Fe}_4\text{Ti}_3\text{O}_{24}$ dan $\text{A}_2\text{Bi}_7\text{Ti}_3\text{Fe}_5\text{O}_{27}$ berturut-turut merupakan lapis-2, lapis-3, lapis-4, lapis-5, lapis-6, lapis-7 dan lapis-8⁴⁻⁹.

Salah satu senyawa Aurivillius lapis-2 yang sangat penting dan berpotensi untuk dikembangkan pada aplikasi penyimpanan energi adalah $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ (SBN). $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ (SBN) merupakan senyawa Aurivillius dengan sifat yang sangat penting seperti anti-*fatigue*, polarisasi spontan, dan koefisien frekuensi resonansi suhu rendah^{10,11}. Kemudian baru-baru ini telah dilaporkan bahwa senyawa yang bersifat feroelektrik dapat digunakan untuk bahan elektroklorik. Bahan elektroklorik itu

sendiri merupakan bahan yang mengalami perubahan entropi/suhu adiabatik yang disebabkan oleh polarisasi karena operasi medan listrik secara tiba-tiba dalam material feroelektrik yang mana bahan ini berpotensi sebagai perangkat pendingin modern dan ramah lingkungan^{12,13}.

Sifat feroelektrik dan dielektrik senyawa Aurivillius seperti SBN dapat ditingkatkan dengan melakukan substitusi kation. Substitusi kation dapat dilakukan pada posisi A dan posisi B lapisan perovskit serta pada lapisan bismut oksida yang dapat menunjukkan peningkatan sifat feroelektrik dan dielektrik¹⁴. Substitusi kation A dinilai sangat berpengaruh dalam menyebabkan distorsi struktur dan berkaitan erat dengan sifat feroelektrik. Sementara itu, substitusi pada kation B dengan logam golongan transisi telah menjadi daya tarik dikarenakan dapat meningkatkan sifat listrik sebagai akibat pengaruh dari perbedaan ukuran jari-jari ionik kation. Substitusi kation golongan transisi deret pertama dapat memberikan sifat magnet pada senyawa Aurivillius dikarenakan adanya elektron yang tidak berpasangan pada kulit valensi (d^n)¹⁵.

Substitusi lantanida (Ln) khususnya La^{3+} pada posisi lapisan bismut telah banyak dipelajari untuk memperbaiki sifat dielektrik dan mengurangi *loss dielectric* serta menyebabkan terjadinya perubahan sifat feroelektrik dari normal ke relaksor-feroelektrik¹⁶. Kation Nd^{3+} juga merupakan unsur tanah jarang yang memiliki sifat kimia yang sangat mirip dengan La^{3+} . Namun substitusi senyawa SBN pada lapisan bismut dengan kation Nd^{3+} belum pernah dilakukan menggunakan metode lelehan garam. Oleh karena itu, substitusi kation Nd^{3+} diharapkan dapat menggantikan Bi^{3+} pada lapisan bismut sehingga menjadi strategi yang efektif untuk memperbaiki struktur dan sifat feroelektrik senyawa Aurivillius ini¹⁷.

Salah satu metode yang telah banyak berhasil dalam mensintesis senyawa Aurivillius adalah metode lelehan garam. Metode ini banyak digunakan karena dapat menghasilkan produk dengan kristalinitas yang tinggi, morfologi dan kehomogenan butiran yang lebih baik yang berpengaruh dalam sifat senyawa Aurivillius¹⁸.

Berdasarkan pada beberapa paparan di atas, maka dilakukan penelitian mengenai sintesis senyawa Aurivillius $SrBi_2Nb_2O_9$ tersubstitusi kation Nd^{3+} dengan formula $SrBi_{2-x}Nd_xNb_2O_9$ ($x = 0, 0,025, 0,05, 0,075, 0,1, 0,125, 0,25, \text{ dan } 0,275$) untuk mendapatkan senyawa Aurivillius fasa tunggal serta menganalisis struktur dan sifat dielektriknya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan berupa :

- Apakah senyawa Aurivillius lapis dua $\text{SrBi}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Nb}_2\text{O}_9$ ($x = 0, 0,025, 0,05, 0,075, 0,1, 0,125, 0,25, \text{ dan } 0,275$) yang disintesis dengan metode lelehan garam dapat menghasilkan fasa tunggal?
- Bagaimana pengaruh substitusi Nd^{3+} terhadap perubahan struktur $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$?
- Bagaimana pengaruh substitusi Nd^{3+} terhadap sifat dielektrik senyawa Aurivillius lapis dua $\text{SrBi}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Nb}_2\text{O}_9$?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk :

- Mensintesis senyawa Aurivillius lapis dua $\text{SrBi}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Nb}_2\text{O}_9$ ($x = 0, 0,025, 0,05, 0,075, 0,1, 0,125, 0,25, \text{ dan } 0,275$) yang disintesis dengan metode lelehan garam untuk menghasilkan fasa tunggal.
- Menganalisis perubahan struktur akibat substitusi Nd^{3+} pada $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$.
- Menganalisis pengaruh substitusi Nd^{3+} terhadap sifat dielektrik senyawa Aurivillius lapis dua $\text{SrBi}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Nb}_2\text{O}_9$.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan senyawa Aurivillius lapis 2 berfasa tunggal dengan metode lelehan garam sehingga 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 khususnya dengan sifat elektrokalorik dalam kehidupan sehari-hari serta lebih dieksplorasi pada penelitian selanjutnya.