

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi elektronika mengalami kemajuan yang sangat pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan perangkat yang efisien, berukuran kecil, serta ramah lingkungan. Kemajuan ini mendorong meningkatnya konsumsi energi listrik, sehingga menimbulkan tantangan besar dalam pemenuhan kebutuhan energi yang berkelanjutan¹. Ketergantungan terhadap sumber energi fosil tidak hanya berdampak pada kerusakan lingkungan, tetapi juga beresiko terhadap kestabilan pasokan energi di masa depan. Oleh karena itu, pengembangan teknologi energi terbarukan harus diimbangi dengan sistem penyimpanan energi yang efisien dan andal. Salah satu perangkat penyimpanan energi yang banyak dikembangkan adalah kapasitor dielektrik. Kapasitor dielektrik mampu menyimpan energi dalam bentuk medan elektrostatik dan melepaskannya dengan cepat, sehingga sangat cocok untuk aplikasi elektronik berdaya tinggi². Untuk meningkatkan kepadatan energi dan efisiensi penyimpanan, diperlukan material dielektrik dengan konstanta dielektrik tinggi, kehilangan energi yang rendah, serta kestabilan termal yang baik. Material feroelektrik menjadi kandidat potensial karena memiliki polarisasi spontan yang dapat dibalik oleh medan listrik eksternal, sehingga memungkinkan penyimpanan energi yang lebih besar dibandingkan material dielektrik konvensional³.

Salah satu kelompok material feroelektrik yang menarik perhatian adalah senyawa berstruktur Aurivillius atau dikenal sebagai Bismuth Layer Structured Ferroelectrics (BLSF). Senyawa ini tersusun atas lapisan perovskit yang diapit oleh lapisan $[\text{Bi}_2\text{O}_2]^{2+}$, yang memberikan kestabilan termal tinggi serta sifat feroelektrik intrinsik. Senyawa Aurivillius dengan jumlah lapisan perovskit yang berbeda menunjukkan variasi sifat listrik yang signifikan⁴. Dubey et.al melaporkan bahwa senyawa lapis lima seperti $\text{Ba}_2\text{Bi}_4\text{Ti}_5\text{O}_{18}$, memiliki potensi besar untuk kapasitor penyimpanan energi karena kombinasi konstanta dielektrik tinggi dan memiliki *loop* histeresis ramping yang diperoleh dengan polarisasi sisa (P_r) sebesar $0,159 \mu\text{C cm}^{-2}$. Namun, senyawa Aurivillius lapis lima masih menghadapi beberapa keterbatasan, seperti suhu Curie yang relatif menurun seiring bertambahnya jumlah lapisan perovskit serta sifat feroelektrik yang belum optimal untuk aplikasi penyimpanan energi berperforma tinggi. Salah satu pendekatan yang efektif untuk mengatasi keterbatasan tersebut adalah melalui modifikasi struktur kristal menggunakan teknik pendopongan ionik^{5,6}.

Substitusi kation pada situs A atau B diketahui mampu mempengaruhi distorsi struktur, suhu transisi fasa, serta sifat dielektrik dan feroelektrik material. Pendopongan kation tanah jarang, khususnya Nd^{3+} , pada situs A senyawa Aurivillius telah banyak dilaporkan mampu meningkatkan kestabilan struktur dan memperbaiki sifat listrik material. Ion Nd^{3+} memiliki jari-jari ionik yang lebih kecil dibandingkan Bi^{3+} , sehingga substitusinya dapat menyebabkan

penyusutan kisi kristal dan distorsi lokal pada lapisan perovskit. Distorsi ini berperan penting dalam memodifikasi suhu *Curie*, meningkatkan konstanta dielektrik, serta memunculkan sifat relaxor feroelektrik yang menguntungkan bagi aplikasi penyimpanan energi⁷.

Selain komposisi kimia, metode sintesis juga memegang peranan penting dalam menentukan kualitas fasa, ukuran partikel, dan morfologi material. Metode lelehan garam (*Molten Salt Synthesis*) merupakan teknik sintesis yang efektif karena memungkinkan pembentukan fasa kristal pada suhu yang lebih rendah dibandingkan metode reaksi padatan konvensional. Metode ini juga mampu menghasilkan morfologi khas berbentuk pelat yang sesuai dengan struktur berlapis senyawa Aurivillius serta meningkatkan homogenitas produk⁸.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada sintesis senyawa Aurivillius lapis lima $Ba_2Bi_{4-x}Nd_xTi_5O_{18}$ menggunakan metode lelehan garam serta kajian pengaruh pendopingan Nd^{3+} terhadap struktur kristal, sifat dielektrik, konduktivitas ionik, dan karakteristik feroelektrik material. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai peran doping Nd^{3+} dalam meningkatkan performa senyawa Aurivillius serta membuka peluang pengembangan material dielektrik ramah lingkungan untuk aplikasi penyimpanan energi⁹.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah sintesis senyawa Aurivillius $Ba_2Bi_{4-x}Nd_xTi_5O_{18}$ menggunakan teknik lelehan garam berhasil dilakukan?
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi x (0,1; 0,3; 0,5 dan 1,0) pendopingan Nd^{3+} terhadap struktur, morfologi, serta sifat listrik senyawa produk yang dihasilkan?
3. Apakah senyawa Aurivillius memiliki kemampuan yang baik dalam aplikasi penyimpanan energi?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menyintesis senyawa Aurivillius lapis lima formula $Ba_2Bi_{4-x}Nd_xTi_5O_{18}$ dengan menggunakan teknik lelehan garam.
2. Menganalisis pengaruh variasi komposisi x (0,1; 0,3; 0,5 dan 1,0) terhadap perubahan struktur, morfologi, serta sifat listrik senyawa produk.
3. Menganalisis kemampuan senyawa Aurivillius dalam aplikasi penyimpanan energi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi berupa produk senyawa Aurivillius $Ba_2Bi_{4-x}Nd_xTi_5O_{18}$ dengan variasi komposisi yang disintesis menggunakan teknik lelehan garam yang berpotensi sebagai bahan dielektrik pada perangkat penyimpanan energi.