

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA PEROVSKIT
 $\text{Na}_{0,25}\text{Bi}_{0,25}\text{Ba}_{0,5-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ SEBAGAI BAHAN KAPASITOR DIELEKTRIK
MENGUNAKAN METODE LELEHAN GARAM**

TESIS

RESTU RAHMI TAZKIYA

NIM: 2420411009



**PROGRAM STUDI MAGISTER KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA FAKULTAS MIPA
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2025**

Sintesis Dan Karakterisasi Senyawa Perovskit $\text{Na}_{0,25}\text{Bi}_{0,25}\text{Ba}_{0,5-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ Sebagai Bahan Kapasitor Dielektrik Menggunakan Metode Lelehan Garam

Oleh: RESTU RAHMI TAZKIYA (2420411009)

(Dibawah bimbingan: Dr. Tio Putra Wendari, dan Prof. Dr. Eng Yulia Eka Putri)

Abstrak

Peningkatan kebutuhan energi dalam beberapa tahun terakhir telah mendorong pengembangan riset terhadap material penyimpanan energi yang lebih efisien. Kapasitor dielektrik berbasis senyawa feroelektrik menjadi salah satu fokus utama karena memiliki kerapatan daya tinggi serta kemampuan pengisian dan pengosongan yang cepat, sehingga cocok digunakan untuk teknologi yang membutuhkan suplai energi tinggi dalam waktu singkat. Salah satu jenis senyawa feroelektrik adalah senyawa perovskit dengan rumus umum ABO_3 . Pada penelitian ini, senyawa perovskit $\text{Na}_{0,25}\text{Bi}_{0,25}\text{Ba}_{0,5-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ ($x = 0; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20$) telah berhasil disintesis menggunakan metode lelehan garam dengan campuran garam $\text{KCl}/\text{K}_2\text{SO}_4$ sebagai media fluks reaksi. Hasil analisis XRD menunjukkan bahwa semua sampel berhasil membentuk fasa tunggal. Analisis *refinement* mengindikasikan bahwa senyawa hasil sintesis memiliki struktur kristal tetragonal dengan grup ruang $P4mm$. Penurunan volume sel satuan dan distorsi struktur diamati dengan meningkatnya komposisi x yang dikonfirmasi dengan penurunan panjang ikatan dan perubahan sudut ikatan mendekati 180° . Spektrum Raman menunjukkan adanya pergeseran posisi puncak dan kemunculan mode vibrasi baru, yang mengindikasikan bahwa substitusi kation mempengaruhi keteraturan dan simetri lokal dalam struktur kristal. Analisis SEM menunjukkan morfologi bulat dan *plate-like* anisotropik, dengan ukuran partikel yang membesar seiring meningkatnya komposisi x . Analisis energi celah pita menggunakan UV-Vis DRS memperlihatkan energi celah pita mengalami sedikit perubahan pada rentang 3,19–3,22 eV. Sifat feroelektrik senyawa perovskit pada suhu ruang ditunjukkan oleh keberadaan puncak transisi fasa feroelektrik ke paraelektrik (T_c), dan kurva histeresis polarisasi dengan adanya polarisasi sisa, yang konsisten dengan struktur kristal yang tidak memiliki pusat simetri (non-sentrosimetris). Peningkatan komposisi x menyebabkan suhu T_c mengalami penurunan terkait dengan penurunan distorsi struktur. Lebih lanjut, puncak dielektrik yang semakin melebar serta kurva histeresis yang lebih ramping dengan bertambahnya komposisi x , menunjukkan sifat relaksor pada senyawa perovskit yang dapat meningkatkan kinerja penyimpanan energi listrik pada kapasitor dielektrik. Senyawa perovskit dengan formula $\text{Na}_{0,25}\text{Bi}_{0,25}\text{Ba}_{0,5-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ ($x = 0,15$) merupakan komposisi optimum yang didapatkan pada penelitian ini sebagai bahan kapasitor dielektrik dengan nilai rapat daya (W_{rec}) sebesar $14,75 \text{ mJ/cm}^3$ dengan efisiensi penyimpanan (η) sebesar 84,95%.

Kata kunci: Perovskit, kapasitor dielektrik, feroelektrik, Lelehan garam, *Refinement Rietveld*

Synthesis and Characterization of Perovskite Compound $\text{Na}_{0.25}\text{Bi}_{0.25}\text{Ba}_{0.5-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ as Dielectric Capacitor Material Using the Molten Salt Method

by: RESTU RAHMI TAZKIYA (2420411009)

(Supervised by: Dr. Tio Putra Wendari, and Prof. Dr. Eng Yulia Eka Putri).

Abstract

The increasing global energy demand in recent years has intensified research on more efficient energy storage materials. Ferroelectric-based dielectric capacitors have garnered significant attention due to their high-power density and rapid charge–discharge capability, making them ideal for applications requiring fast and high-energy delivery. Among these, perovskite-type compounds with the general formula ABO_3 are particularly promising. In this study, a series of perovskite compounds with the formula $\text{Na}_{0.25}\text{Bi}_{0.25}\text{Ba}_{0.5-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ ($x = 0, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20$) were synthesized by the molten salt method using a $\text{KCl}/\text{K}_2\text{SO}_4$ (3:1 molar ratio) mixture as the flux medium. X-ray diffraction confirmed the formation of single-phase perovskite structures. Structural analysis indicated a tetragonal crystal system with space group $P4mm$. Increasing Sr substitution (x) led to a reduction in unit cell volume and structural distortion, evidenced by shortened bond lengths and bond angles approaching 180° , suggesting enhanced lattice symmetry. Raman spectroscopy revealed peak shifts and the emergence of new vibrational modes, indicating that cation substitution alters local order and symmetry. SEM analysis revealed spherical and anisotropic plate-like morphologies, with particle size increasing along with the rise in x composition. UV-Vis diffuse reflectance spectroscopy showed a relatively stable band gap, ranging from 3.19 to 3.22 eV. Ferroelectric behavior at room temperature was supported by the presence of a ferroelectric–paraelectric transition temperature (T_c) and polarization hysteresis loops with remanent polarization, consistent with a non-centrosymmetric crystal structure. As the Sr content increased, T_c shifted to lower temperatures and dielectric peaks broadened, accompanied by slimmer hysteresis loops—indicating the onset of relaxor behavior. This relaxor characteristic will enhance the energy storage capability of the material. Among all compositions, $\text{Na}_{0.25}\text{Bi}_{0.25}\text{Ba}_{0.35}\text{Sr}_{0.15}\text{TiO}_3$ ($x = 0.15$) exhibited the best performance as a dielectric capacitor material, achieving a recoverable energy density (W_{rec}) of 14.75 mJ/cm^3 and an energy storage efficiency (η) of 84.95%.

Keywords: Perovskite, dielectric capacitors, ferroelectrics, molten salt, Rietveld refinement