

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA PEROVSKIT
(1-x)(0,96BaTiO₃-0,04LiNbO₃)-x(Na_{0,5}Bi_{0,5}TiO₃) MENGGUNAKAN
METODE LELEHAN GARAM DAN POTENSINYA
SEBAGAI BAHAN KAPASITOR DIELEKTRIK**

SKRIPSI SARJANA KIMIA



**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2026

INTISARI

SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA PEROVSKIT $(1-x)(0,96\text{BaTiO}_3-0,04\text{LiNbO}_3)-x(\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5}\text{TiO}_3)$ MENGGUNAKAN METODE LELEHAN GARAM DAN POTENSINYA SEBAGAI BAHAN KAPASITOR DIELEKTRIK

Oleh

Nadya Eka Putri (NIM: 2210412013)

Dr. Tio Putra Wendari*, Prof. Dr. Eng. Yulia Eka Putri, M.Si*

*Pembimbing

Perkembangan teknologi elektronik dan energi terbarukan mendorong kebutuhan akan perangkat penyimpanan energi yang lebih efisien. Kapasitor dielektrik berbasis material feroelektrik menjadi salah satu pilihan yang menjanjikan karena mampu menyimpan dan melepas energi dengan sangat cepat, memiliki kerapatan daya tinggi, serta memiliki umur pakai yang panjang. Salah satu material feroelektrik yang banyak diteliti untuk aplikasi ini adalah senyawa perovskit dengan rumus umum ABO_3 . Pada penelitian ini disintesis senyawa perovskit $(1-x)(0,96\text{BaTiO}_3-0,04\text{LiNbO}_3)-x(\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5}\text{TiO}_3)$ dengan variasi $x = 0; 0,10; 0,15; \text{ dan } 0,20$ menggunakan metode lelehan garam dengan campuran eutektik NaCl/KCl sebagai media reaksi pada rasio molar 1:5 antara senyawa dan garam. Hasil XRD menunjukkan bahwa seluruh sampel membentuk fasa perovskit tunggal tanpa fasa sekunder, yang mengindikasikan bahwa ion Na^+ dan Bi^{3+} telah berhasil masuk ke dalam kisi kristal. *Refinement* menggunakan metode *Le Bail* mengonfirmasi bahwa semua komposisi memiliki struktur kristal tetragonal dengan grup ruang $P4mm$, mirip dengan BaTiO_3 murni, namun menunjukkan penurunan distorsi tetragonal menuju konfigurasi pseudokubik seiring meningkatnya konsentrasi substitusi. Spektrum Raman menunjukkan adanya pergeseran dan pelebaran puncak vibrasi ikatan A-O dan B-O, yang menandakan perubahan struktur lokal akibat substitusi seiring dengan penambahan komposisi x . Hasil SEM menunjukkan morfologi permukaan pelet yang berpori dan tidak rata, yang mengindikasikan desnfikasi pelet yang belum optimal. Sifat feroelektrik senyawa produk ditunjukkan oleh adanya puncak maksimum konstanta dielektrik pada suhu transisi (T_m), yang berkaitan dengan transisi dari keadaan feroelektrik menuju paraelektrik. Keberadaan loop histeresis $P-E$ pada seluruh sampel, yang ditunjukkan oleh nilai polarisasi maksimum (P_m) dan polarisasi remanen (P_r), juga mendukung adanya respons polarisasi feroelektrik. Peningkatan komposisi x menghasilkan karakter relaksor feroelektrik paling kuat pada komposisi $x = 0,15$, ditandai dengan pelebaran dan pergeseran puncak T_m terhadap frekuensi serta bentuk loop $P-E$ yang lebih ramping. Analisis penyimpanan energi berdasarkan kurva $P-E$ menunjukkan peningkatan rapat daya yang dapat dipulihkan (W_{rec}) dan efisiensi penyimpanan energi (η) seiring meningkatnya x . Komposisi optimum pada penelitian ini didapatkan pada $x = 0,15$ dengan nilai $W_{\text{rec}} = 378,5 \text{ mJ/cm}^3$ dan $\eta = 72,65\%$ pada pengukuran medan listrik 90 kV/cm dan frekuensi 100 Hz . Hasil ini mengindikasikan bahwa senyawa perovskit $(1-x)(0,96\text{BaTiO}_3-0,04\text{LiNbO}_3)-x(\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5}\text{TiO}_3)$ dengan komposisi $x = 0,15$ berpotensi menjadi material feroelektrik untuk aplikasi kapasitor dielektrik, meskipun optimalisasi lanjutan diperlukan untuk meningkatkan kinerja penyimpanan energi.

Kata kunci : *Kapasitor dielektrik, perovskit, feroelektrik, metode lelehan garam, Refinement Le Bail*

ABSTRACT

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF THE PEROVSKITE COMPOUND $(1-x)(0.96\text{BaTiO}_3-0.04\text{LiNbO}_3)-x(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3)$ USING THE MOLTEN SALT METHOD AND ITS POTENTIAL AS A DIELECTRIC CAPACITOR MATERIAL

By:

Nadya Eka Putri (NIM: 2210412013)

Dr. Tio Putra Wendari*, Prof. Dr. Eng. Yulia Eka Putri, M.Si*

*Supervisor

The development of electronic technology and renewable energy has increased the need for more efficient energy storage devices. Ferroelectric material-based dielectric capacitors are promising because they can store and release energy very rapidly, have high power density, and offer long service life. One of the ferroelectric materials widely studied for this application is a perovskite compound with the general formula ABO_3 . In this study, the perovskite compound $(1-x)(0.96\text{BaTiO}_3-0.04\text{LiNbO}_3)-x(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3)$ with variations of $x = 0; 0,10; 0,15; \text{ and } 0,20$ was synthesized using the molten salt method with a NaCl/KCl eutectic mixture as the reaction medium at a molar ratio of 1:5 between the compound and the salt. XRD results showed that all samples formed a single perovskite phase without secondary phases, indicating that Na^+ and Bi^{3+} ions were successfully incorporated into the crystal lattice. Refinement using the Le Bail method confirmed that all compositions had a tetragonal crystal structure with the $P4mm$ space group, similar to pure BaTiO_3 , but showed a decrease in tetragonal distortion toward a pseudocubic configuration as substitution concentration increased. Raman spectra showed shifts and broadening of the vibrational peaks of the A-O and B-O bonds, indicating changes in the local structure with increasing x . SEM results showed porous and uneven pellet surface morphology, indicating that pellet densification was not yet optimal. The ferroelectric properties of the synthesized compounds were indicated by the presence of a maximum dielectric constant peak at the transition temperature (T_m), which is associated with the transition from the ferroelectric state to the paraelectric state. The presence of P-E hysteresis loops in all samples, indicated by the values of maximum polarization (P_m) and remanent polarization (P_r), also supported the existence of a ferroelectric polarization response. Increasing the x composition produced the strongest relaxor ferroelectric character at $x = 0.15$, indicated by the broadening and frequency shift of the T_m peak as well as a slimmer P-E loop. Energy storage analysis based on the P-E curves showed an increase in recoverable energy density (W_{rec}) and energy storage efficiency (η) with increasing x . The optimum composition in this study was obtained at $x = 0,15$, with $W_{\text{rec}} = 378,5 \text{ mJ/cm}^3$ and $\eta = 72,65\%$ under an electric field of 90 kV/cm and a frequency of 100 Hz . These results indicate that the perovskite compound $(1-x)(0.96\text{BaTiO}_3-0.04\text{LiNbO}_3)-x(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3)$ with $x = 0,15$ has potential as a ferroelectric material for dielectric capacitor applications, although further optimization is needed to improve its energy storage performance.

Keywords: Dielectric capacitor, perovskite, ferroelectric, molten salts, Le Bail refinement