

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA PEROVSKIT  
(1-x)Na<sub>0,5</sub>Bi<sub>0,5</sub>TiO<sub>3</sub>-(x)BiFeO<sub>3</sub> SEBAGAI BAHAN KAPASITOR DIELEKTRIK  
MENGUNAKAN METODE LELEHAN GARAM**

**SKRIPSI SARJANA KIMIA**

Oleh :

**MUZZAMMIL FAJRI**

**NIM : 2010412030**



**Dosen Pembimbing I : Dr. Tio Putra Wendari, S.Si**

**Dosen Pembimbing II : Prof. Dr. Emriadi, MS**

**PROGRAM SARJANA  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2024**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA PEROVSKIT  
(1-x)Na<sub>0,5</sub>Bi<sub>0,5</sub>TiO<sub>3</sub>-(x)BiFeO<sub>3</sub> SEBAGAI BAHAN KAPASITOR DIELEKTRIK  
MENGUNAKAN METODE LELEHAN GARAM**

**SKRIPSI SARJANA KIMIA**

Oleh :

**MUZZAMMIL FAJRI**

**NIM : 2010412030**



Skripsi ini diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Sarjana  
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Andalas

**PROGRAM SARJANA  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2024**

## INTISARI

### SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA PEROVSKIT (1-x)Na<sub>0,5</sub>Bi<sub>0,5</sub>TiO<sub>3</sub>-(x)BiFeO<sub>3</sub> SEBAGAI BAHAN KAPASITOR DIELEKTRIK MENGUNAKAN METODE LELEHAN GARAM

OLEH:

Muzzammil Fajri (NIM: 2010412030)

Dr. Tio Putra Wendari, S.Si\*, Prof. Dr. Emriadi, MS.\*

\*Pembimbing

Perangkat penyimpanan energi menjadi salah satu komponen penting dalam rangkaian elektronik, salah satunya kapasitor dielektrik. Kapasitor dielektrik banyak dikembangkan dengan memanfaatkan bahan feroelektrik yang menyimpan listrik melalui mekanisme polarisasi muatan. Salah satu bahan feroelektrik yang berpotensi adalah senyawa perovskit berstruktur  $ABO_3$ . Senyawa perovskit  $(1-x)Na_{0,5}Bi_{0,5}TiO_3-(x)BiFeO_3$  dengan komposisi  $x = 0; 0,05; 0,1$  dan  $0,2$  telah berhasil disintesis dengan metode lelehan garam, menggunakan campuran garam ( $KCl:K_2SO_4 = 3:1$ ) dalam rasio mol produk terhadap garam adalah 1:2. Analisis XRD menunjukkan terbentuknya senyawa perovskit berfasa tunggal pada semua komposisi  $x$ . Analisis *refinement Le Bail* dari data XRD menunjukkan bahwa semua senyawa memiliki struktur rombohedral dengan grup ruang  $R3ch$  dan volume sel kristal mengalami peningkatan. Spektrum FTIR menunjukkan pergeseran mode vibrasi ikatan  $B-O$  ke arah bilangan gelombang yang lebih kecil seiring peningkatan komposisi  $x$  dan mengindikasikan kecenderungan distribusi lokal ikatan  $Fe-O-Fe$ . Mikrograf SEM menunjukkan berbentuk partikel seperti lempengan (*plate-like*) yang anisotropik, dimana ukuran butiran menurun seiring peningkatan komposisi  $x$ . Analisis sifat dielektrik menunjukkan adanya puncak transisi fasa ( $T_c$ ) feroelektrik-paraelektrik yang mengalami penurunan dengan peningkatan komposisi  $x$ . Penurunan nilai *bandgap* dengan peningkatan komposisi  $x$  akibat adanya pembentukan pita energi perantara melalui hibridisasi orbital  $Fe\ 3d$  dengan orbital  $O\ 2p$  dari ikatan lokal  $Fe-O-Fe$ . Analisis sifat feroelektrik dan parameter penyimpanan energi menunjukkan bahwa senyawa perovskit  $(0,9)Na_{0,5}Bi_{0,5}TiO_3-(0,1)BiFeO_3$  ( $x = 0,1$ ) merupakan komposisi optimum pada penelitian ini dengan nilai rapat daya ( $W_{rec}$ ) sebesar  $8,738\ mJ/cm^3$  dan efisiensi penyimpanan ( $\eta$ ) sebesar  $84,62\%$ . Analisis stabilitas termal dan frekuensi terhadap parameter penyimpanan energi dari senyawa  $x = 0,1$  menunjukkan nilai  $W_{rec}$  dan  $\eta$  yang cenderung konstan terhadap perubahan suhu dan menurun dengan peningkatan frekuensi. Hasil ini mengindikasikan bahwa senyawa produk memiliki potensi stabilitas termal sebagai penyimpanan energi pada suhu tinggi.

**Kata kunci:** Fasa perovskit, feroelektrik, penyimpanan energi, metode lelehan garam, *Refinement Le Bail*

## ABSTRACT

### SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF PEROVSKITE (1-X)Na<sub>0,5</sub>Bi<sub>0,5</sub>TiO<sub>3</sub>-(X)BiFeO<sub>3</sub> FOR DIELECTRIC CAPACITOR BY THE MOLTEN SALT METHOD

By:

Muzzammil Fajri (NIM: 2010412030)

Dr. Tio Putra Wendari, S.Si\*, Prof. Dr. Emriadi, MS.\*

\*Supervisor

Energy storage devices are one of the crucial components in electronic circuits, one of which is dielectric capacitors. Many dielectric capacitors have been developed using ferroelectric materials that store electricity through a charge polarization mechanism. One potential ferroelectric material is the perovskite compound with the  $ABO_3$  structure. The perovskite compounds  $(1-x)Na_{0,5}Bi_{0,5}TiO_3-(x)BiFeO_3$  with compositions  $x = 0; 0,05; 0,1$  and  $0,2$  have been successfully synthesized using the molten salt method, using a mixture of salts ( $KCl:K_2SO_4 = 3:1$ ) in the mole ratio of product to salt is 1:2. XRD analysis shows the formation of single-phase perovskite compounds for all compositions. Le Bail refinement analysis of the XRD data shows that all compounds have a rhombohedral structure with space group  $R3c$  and the crystal cell volume has increased. FTIR spectrum shows a shift in the vibrational mode of the  $B-O$  bonds towards smaller wavenumbers with increasing  $x$  and indicates a trend in the local distribution of the  $Fe-O-Fe$  bonds. SEM micrograph shows the morphology of anisotropic plate-like grain, where the size decreases with increasing  $x$  composition. Dielectric properties analysis shows a ferroelectric-paraelectric phase transition peak ( $T_c$ ) which decreases with increasing  $x$  composition. The decrease in bandgap value with increasing composition  $x$  is due to the formation of intermediate energy bands by hybridizing of  $Fe$  3d orbitals with  $O$  2p orbitals from local  $Fe-O-Fe$  bonds. Analysis of ferroelectric properties and energy storage parameters shows that the perovskite compound  $(0.9)Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3-(0.1)BiFeO_3$  ( $x = 0.1$ ) is the optimum composition in this study with a power density ( $W_{rec}$ ) value of  $8.738 \text{ mJ/cm}^3$  and storage efficiency ( $\eta$ ) of 84.62%. Analysis of the thermal and frequency stability of the energy storage parameters of the compound  $x = 0.1$  shows that the  $W_{rec}$  and  $\eta$  values tend to be constant with changes in temperature and decrease with increasing frequency. These results indicate the potential thermal stability of this compound as energy storage at high temperatures.

**Keywords:** Perovskite phase, ferroelectric, energy storage, molten salt method, Le Bail Refinement