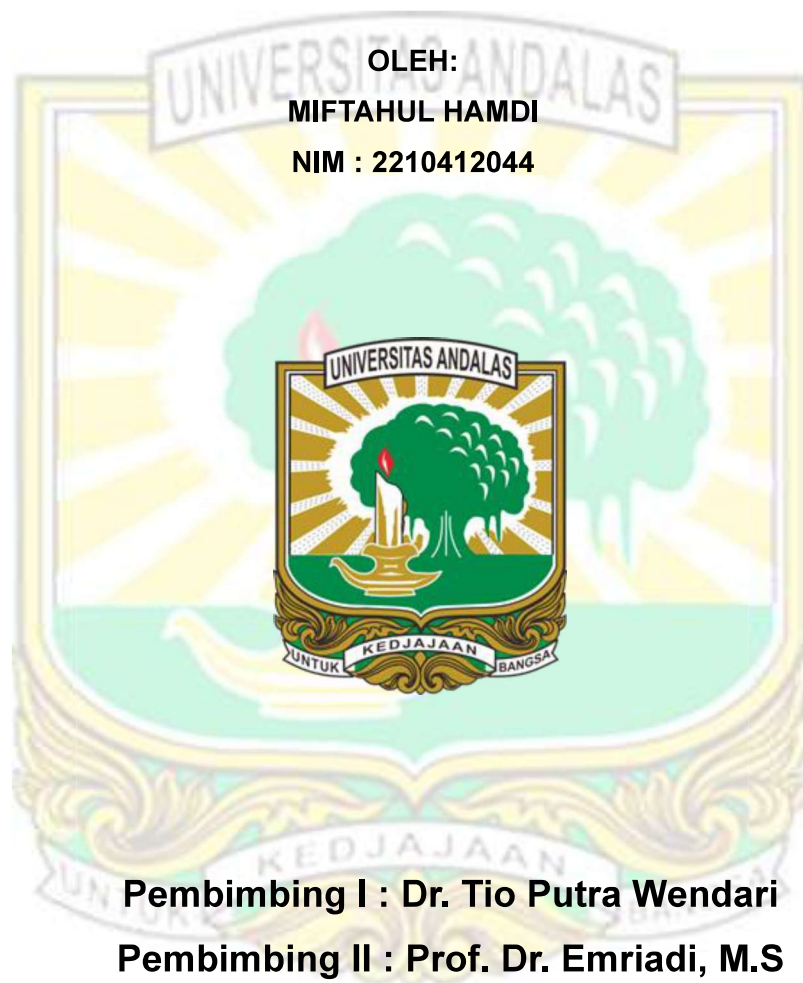


**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA PEROVSKIT  $Ba_{1-x}Bi_xTi_{1-x}Al_xO_3$   
MENGUNAKAN METODE HIDROTHERMAL DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH  
KALENG MINUMAN**

**SKRIPSI SARJANA KIMIA**



**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2026**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA PEROVSKIT  $Ba_{1-x}Bi_xTi_{1-x}Al_xO_3$   
MENGUNAKAN METODE HIDROTHERMAL DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH  
KALENG MINUMAN**

**SKRIPSI SARJANA KIMIA**

Oleh :

**MIFTAHUL HAMDY**

**2210412044**



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

**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2026**

## INTISARI

### SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA PEROVSKIT $Ba_{1-x}Bi_xTi_{1-x}Al_xO_3$ MENGGUNAKAN METODE HIDROTHERMAL DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH KALENG MINUMAN

oleh

Miftahul Hamdi (NIM: 2210412044)

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

\*Pembimbing

Peningkatan konsumsi energi global mendorong pengembangan berbagai perangkat penyimpanan energi yang stabil dan efisien. Salah satu perangkat tersebut adalah kapasitor dielektrik yang memiliki rapat daya tinggi, respons pengisian–pelepasan cepat. Pada penelitian ini, senyawa perovskit  $Ba_{1-x}Bi_xTi_{1-x}Al_xO_3$  ( $x = 0; 0,025; 0,05; 0,1; 0,2$ ) disintesis menggunakan metode hidrotermal dengan memanfaatkan limbah kaleng minuman sebagai sumber prekursor aluminium. Prekursor aluminium berhasil diperoleh dalam bentuk  $\gamma$ -AlOOH (boehmite) melalui metode presipitasi dan digunakan dalam proses sintesis material. Pengaruh variasi komposisi  $x$  pada sintesis senyawa  $Ba_{1-x}Bi_xTi_{1-x}Al_xO_3$  dipelajari terhadap perubahan struktur, morfologi, dan sifat fisika. Analisis XRD dan refinement *Le Bail* mengonfirmasi terbentuknya senyawa produk berfasa tunggal berstruktur tetragonal dengan grup ruang  $P4mm$  untuk semua komposisi  $x$ . Analisis Raman menunjukkan mode vibrasi khas struktur tetragonal, dengan adanya pelebaran puncak akibat substitusi kation  $Ba^{2+}$  dan  $Al^{3+}$ . Analisis SEM menunjukkan peningkatan ukuran dan kepadatan butiran dengan bertambahnya komposisi  $x$ . Analisis XPS membuktikan keberadaan unsur penyusun senyawa produk beserta keadaan oksidasinya. Hasil UV-Vis DRS menunjukkan bahwa komposisi  $x$  tidak memberikan perubahan signifikan terhadap nilai celah pita ( $E_g$ ). Keseluruhan senyawa produk  $Ba_{1-x}Bi_xTi_{1-x}Al_xO_3$  menunjukkan adanya suhu transisi pada dielektrik maksimum ( $T_m$ ) serta kurva histeresis dengan nilai polarisasi sisa ( $P_r$ ), yang mengindikasikan sifat feroelektrik. Suhu  $T_m$  meningkat hingga  $x = 0,1$  dan menurun pada  $x = 0,2$  yang dikaitkan dengan penurunan distorsi struktur. Sampel  $x = 0,2$  ( $Ba_{0,8}Bi_{0,2}Ti_{0,8}Al_{0,2}O_3$ ) merupakan komposisi dengan kinerja penyimpanan energi optimum dengan nilai energi yang dapat dipulihkan ( $W_{rec}$ ) sebesar  $0,1299 \text{ J/cm}^3$  dan efisiensi ( $\eta$ ) sebesar 24% pada medan listrik  $75 \text{ kV/cm}$ . Senyawa ini juga menunjukkan kestabilan penyimpanan energi hingga 10.000 siklus dan frekuensi hingga 150 Hz.

**Kata kunci :** Kapasitor dielektrik, perovskit, boehmite, feroelektrik, metode hidrotermal



## ABSTRACT

### SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF $Ba_{1-x}Bi_xTi_{1-x}Al_xO_3$ PEROVSKITE COMPOUNDS VIA THE HYDROTHERMAL METHOD USING WASTE BEVERAGE CANS

by:

Miftahul Hamdi (NIM: 2210412044)

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

\*Supervisor

The increase in global energy consumption drives the development of various stable and efficient energy storage devices. One such device is a dielectric capacitor that has a high power density, fast charge-discharge response. In this study, the perovskite compound  $Ba_{1-x}Bi_xTi_{1-x}Al_xO_3$  ( $x = 0, 0.025, 0.05, 0.1, 0.2$ ) was synthesized by a hydrothermal method using beverage can waste as a source of aluminum precursor. The aluminum precursor was successfully prepared as  $\gamma$ -AlOOH (boehmite) via precipitation and used in the synthesis of the material. The effect of variations in the composition  $x$  on the synthesis of the  $Ba_{1-x}Bi_xTi_{1-x}Al_xO_3$  compound was investigated, focusing on changes in structure, morphology, and physical properties. XRD analysis and Le Bail refinement confirmed the formation of a single-phase product compound with a tetragonal structure with a space group of  $P4mm$  for all  $x$  compositions. Raman analysis reveals the characteristic vibrational modes of the tetragonal structure, with peak broadening due to the substitution of  $Ba^{2+}$  and  $Al^{3+}$  cations. SEM analysis shows an increase in grain size and density with increasing composition  $x$ . XPS analysis confirms the presence of the product compound's constituent elements and their oxidation states. UV-Vis DRS results show that the composition  $x$  does not provide significant changes to the band gap ( $E_g$ ) value. The all product of  $Ba_{1-x}Bi_xTi_{1-x}Al_xO_3$  exhibits a transition temperature at the dielectric maximum ( $T_m$ ) and a hysteresis curve with a residual polarization ( $P_r$ ), indicating ferroelectric properties. The  $T_m$  temperature increases until  $x = 0.1$  and decreases at  $x = 0.2$ , which is associated with a decrease in structural distortion. Sample  $x = 0.2$  ( $Ba_{0.8}Bi_{0.2}Ti_{0.8}Al_{0.2}O_3$ ) is a composition with optimum energy storage performance with a recoverable energy value ( $W_{rec}$ ) of  $0.1299 \text{ J/cm}^3$  and an efficiency ( $\eta$ ) of 24% at an electric field of 75 kV/cm. This compound also demonstrates energy storage stability up to 10,000 cycles and a frequency range of up to 150 Hz.

**Keywords:** Dielectric capacitors, perovskite, boehmite, ferroelectric, hydrothermal method,

