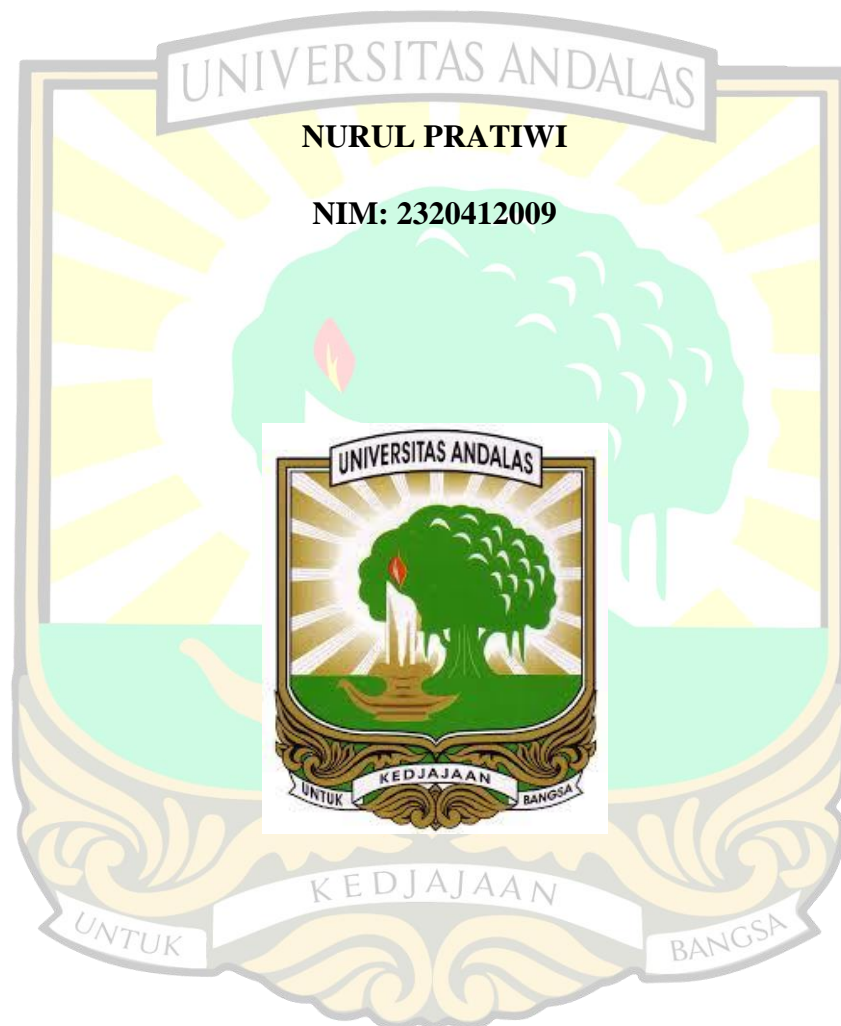


**EFEK SUBSTITUSI La^{3+} PADA ZnFe_2O_4 TERHADAP STRUKTUR,
MORFOLOGI, SIFAT OPTIK, MAGNETIK, DAN AKTIVITAS
FOTOKATALITIK**

TESIS



PROGRAM STUDI MAGISTER KIMIA

DEPARTEMEN KIMIA FAKULTAS MIPA

UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG

2024

Efek Substitusi La^{3+} pada ZnFe_2O_4 terhadap Struktur, Morfologi, Sifat Optik, Magnetik, dan Aktivitas Fotokatalitik.

Oleh : NURUL PRATIWI (2320412009)

(Dibawah bimbingan: Prof. Dr. Zulhadjri, M. Eng dan Dr. Eng. Yulia Eka Putri, M. Si)

Abstrak

ZnFe_2O_4 adalah senyawa spinel ferit dengan struktur kristal ferit normal, di mana Zn^{2+} menempati posisi tetrahedral dan Fe^{3+} menempati posisi oktahedral. Senyawa ini unggul dalam aplikasi fotokatalitik karena kemampuannya menyerap cahaya tampak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat fisik dan aktivitas fotokatalitik ZnFe_2O_4 yang disubstitusi La^{3+} untuk formula $\text{ZnFe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ dan $\text{Zn}_{1-y}\text{La}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$. Senyawa seng ferit yang disubstitusi La^{3+} disintesis dengan metode hidrotermal menggunakan ekstrak daun *Uncaria gambir Roxb* sebagai *capping agent*. Analisis difraksi sinar-X dan FTIR mengonfirmasi keberhasilan sintesis spinel ferit. Analisis Raman mengonfirmasi struktur kristal ferit normal pada ZnFe_2O_4 . Namun, penambahan 0,05 mol dan 0,10 mol substituen La^{3+} untuk formula $\text{Zn}_{1-y}\text{La}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$ menghasilkan pembentukan struktur kristal ferit campuran (ferit normal + ferit inversi). Hal ini mengindikasikan bahwa penggantian ion La^{3+} dengan ion Zn^{2+} menyebabkan sebagian ion Fe^{3+} pada posisi oktahedral berpindah menuju posisi tetrahedral sehingga diasumsikan bahwa ion La^{3+} menempati posisi oktahedral, begitu juga dengan penambahan 0,10 mol substituen La^{3+} untuk formula $\text{ZnFe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ menghasilkan pembentukan struktur kristal ferit campuran. Analisis morfologi menggunakan SEM-EDX menunjukkan penambahan substituen La^{3+} dan ekstrak daun *Uncaria gambir Roxb* berhasil mengontrol ukuran partikel. Uji sifat magnet dengan VSM memperlihatkan bahwa penambahan substituen La^{3+} untuk formula $\text{ZnFe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ menurunkan sifat magnet, sedangkan untuk formula $\text{Zn}_{1-y}\text{La}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$ meningkatkan sifat magnet dari paramagnetik menjadi superparamagnetik. Sifat optik menunjukkan nilai *band gap* dalam rentang cahaya tampak (1,79–1,86 eV). Uji aktivitas fotokatalitik pada senyawa seng ferit yang disubstitusi La^{3+} terhadap zat warna *Direct Red 81* di bawah sinar matahari mencapai degradasi tertinggi, yaitu 99,68% ($\text{ZnFe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$) dan 99,03% ($\text{Zn}_{1-y}\text{La}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$). Uji stabilitas menunjukkan efisiensi degradasi hingga 90,20% dan 89,56% untuk senyawa seng ferit yang disubstitusi La^{3+} untuk formula $\text{ZnFe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ dan $\text{Zn}_{1-y}\text{La}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$ secara berturut-turut setelah lima siklus penggunaan, menjadikannya kandidat fotokatalis yang sangat baik.

Kata kunci: Seng ferit, spinel inversi, *capping agent*, fotokatalitik, hidrotermal

The Effect of La³⁺ Substitution on ZnFe₂O₄: Structure, Morphology, Optical Properties, Magnetic Properties, and Photocatalytic Activity

by : NURUL PRATIWI (2320412009)

(Supervised by : Prof. Dr. Zulhadjri, M. Eng and Dr. Eng. Yulia Eka Putri, M. Si)

Abstract

ZnFe₂O₄ is a spinel ferrite compound with a normal ferrite crystal structure, where Zn²⁺ occupies the tetrahedral position and Fe³⁺ occupies the octahedral position. This compound is promising for photocatalytic applications due to its visible light absorption ability. This study aims to analyze the physical properties and photocatalytic activity of La³⁺ substitution on ZnFe₂O₄ with the formulas ZnFe_{2-x}La_xO₄ and Zn_{1-y}La_yFe₂O₄. The synthesis was conducted using a hydrothermal method with *Uncaria gambir Roxb extract* as a capping agent. X-ray diffraction (XRD) and FTIR analysis confirmed the successful synthesis of spinel ferrite. Raman analysis confirmed the normal ferrite crystal structure of ZnFe₂O₄. However, the addition of 0.05 mol and 0.10 mol La³⁺ substituents in the Zn_{1-y}La_yFe₂O₄ formula led to the formation of mixed ferrite crystal structures (normal + inverse ferrite). This indicates that the substitution of La³⁺ ions with Zn²⁺ ions causes some Fe³⁺ ions in octahedral positions to migrate to tetrahedral positions, suggesting that La³⁺ ions occupy octahedral positions. Similarly, the addition of 0.10 mol La³⁺ substituents in the ZnFe_{2-x}La_xO₄ formula also resulted in mixed ferrite crystal structures. Morphological analysis using SEM-EDX showed that the addition of La³⁺ substituent and *Uncaria gambir extract* effectively controlled the particle size. Magnetic property tests with VSM revealed that substitution of La³⁺ on zinc ferrite in the formula ZnFe_{2-x}La_xO₄ decreased the magnetic properties, while in the formula Zn_{1-y}La_yFe₂O₄ increased magnetism from paramagnetic to superparamagnetic. Optical properties showed a band gap in the visible light range (1.79–1.86 eV). Photocatalytic activity tests of La³⁺ substitution on ZnFe₂O₄ against *Direct Red 81* dye under sunlight achieved the highest degradation, with 99.68% (ZnFe_{2-x}La_xO₄) and 99.03% (Zn_{1-y}La_yFe₂O₄). Stability tests showed degradation efficiencies of 90.20% and 89.56% for La³⁺ substitution on ZnFe₂O₄ with the formulas ZnFe_{2-x}La_xO₄ and Zn_{1-y}La_yFe₂O₄, respectively, after five usage cycles, making it a highly promising photocatalyst.

Keywords : Zinc ferrite, Inverse spinel, Capping agent, Photocatalytic, Hydrothermal