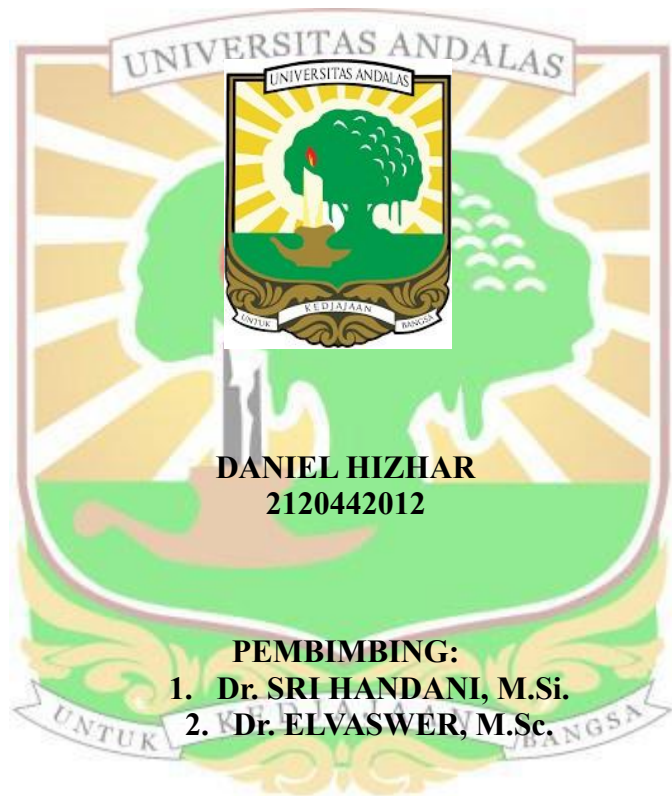


**SINTESIS HIJAU NANOPARTIKEL ZnO DAN Al-DOPED ZnO  
MENGUNAKAN EKSTRAK DAUN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*)  
SEBAGAI SENSOR GAS CO**

**TESIS**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Magister Sains  
dari Universitas Andalas**



**DANIEL HIZHAR  
2120442012**

**PEMBIMBING:**

- 1. Dr. SRI HANDANI, M.Si.**
- 2. Dr. ELVASWER, M.Sc.**

**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG**

**2026**

**SINTESIS HIJAU NANOPARTIKEL ZnO DAN Al-DOPED ZnO  
MENGUNAKAN EKSTRAK DAUN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*)  
SEBAGAI SENSOR GAS CO**

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menyintesis nanopartikel ZnO melalui metode sintesis hijau menggunakan ekstrak daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) sebagai agen pereduksi dan penstabil alami, serta mengkaji pengaruh penambahan dopan aluminium (Al) terhadap sifat material dan potensinya sebagai sensor gas karbon monoksida (CO). Proses sintesis dilakukan dengan memanfaatkan senyawa fitokimia dalam ekstrak daun kelapa sawit untuk mereduksi prekursor *zinc acetate dihydrate* dan dengan *doping* Al sebesar 1%, 2%, dan 3%. Nanopartikel ZnO dan Al-doped ZnO yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), dan *Field Emission Scanning Electron Microscopy* (FESEM). Hasil XRD menunjukkan bahwa seluruh sampel memiliki struktur kristal heksagonal wurtzite tanpa fase pengotor, dengan ukuran kristalit ZnO, Al-ZnO 1%, Al-ZnO 2%, dan Al-ZnO 3% masing-masing sebesar 22,20 nm, 22,12 nm, 21,66 nm, dan 20,74 nm. Analisis FTIR mengonfirmasi keberadaan ikatan Zn–O serta gugus fungsi organik dari ekstrak daun kelapa sawit yang mengindikasikan peran biomolekul sebagai penstabil alami. Citra FESEM memperlihatkan morfologi partikel sferis hingga quasi-sferis dengan kecenderungan teraglomerasi dan ukuran partikel ZnO, Al-ZnO 1%, Al-ZnO 2%, dan Al-ZnO 3% masing-masing sebesar 84,40 nm, 78,68 nm, 75,66 nm, dan 71,42 nm dengan distribusi yang relatif merata. Aplikasi material sebagai lapisan sensitif sensor gas CO menunjukkan nilai resistansi dasar yang stabil. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun kelapa sawit efektif digunakan dalam sintesis hijau nanopartikel ZnO, serta penambahan dopan Al berpotensi memodifikasi sifat material untuk pengembangan sensor gas CO.

Kata kunci: sintesis hijau, nanopartikel ZnO, doping Al, daun kelapa sawit, sensor gas CO

**GREEN SYNTHESIS OF ZnO AND Al-DOPED ZnO NANOPARTICLES  
USING PALM OIL (*Elaeis guineensis*) LEAF EXTRACT  
AS CO GAS SENSOR**

**ABSTRACT**

*This study aims to synthesize ZnO nanoparticles through a green synthesis method using palm oil leaf extract (*Elaeis guineensis*) as a natural reducing and stabilizing agent, and to investigate the effect of aluminum (Al) doping on material properties and its potential application as a carbon monoxide (CO) gas sensor. The synthesis process utilized phytochemical compounds in the palm oil leaf extract to reduce zinc acetate dihydrate precursor, with Al doping concentrations of 1%, 2%, and 3%. The synthesized pristine ZnO and Al-doped ZnO nanoparticles were characterized using X-ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), and Field Emission Scanning Electron Microscopy (FESEM). XRD results confirmed that all samples exhibited a hexagonal wurtzite crystal structure without impurity phases, with crystallite sizes of 22.20 nm, 22.12 nm, 21.66 nm, and 20.74 nm for ZnO, 1% Al-doped ZnO, 2% Al-doped ZnO, and 3% Al-doped ZnO, respectively. FTIR analysis revealed characteristic Zn–O bonds along with residual organic functional groups originating from the palm oil leaf extract, indicating the role of biomolecules as natural stabilizing agents. FESEM images showed spherical to quasi-spherical particle morphology with agglomerated structures, with average particle sizes of 84.40 nm, 78.68 nm, 75.66 nm, and 71.42 nm for ZnO and Al-doped ZnO samples. The application of the synthesized materials as sensitive layers for CO gas sensors demonstrated stable baseline resistance values. These results indicate that palm oil leaf extract is effective for the green synthesis of ZnO nanoparticles, while Al doping has the potential to modify material properties for CO gas sensing applications.*

*Keywords: green synthesis, ZnO nanoparticles, Al doping, palm oil leaf, CO gas sensor*