

**PEMANFAATAN AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN DASAR  
PEMBUATAN KARBON AKTIF UNTUK SINTESIS KOMPOSIT  
 $Cd_xZn_{1-x}Fe_2O_4$ /KARBON AKTIF DAN APLIKASINYA SEBAGAI  
PENYIMPANAN ENERGI**

**TESIS**

**RIFKY FARHAN**

**NIM: 2220412016**



**PROGRAM STUDI MAGISTER KIMIA  
DEPARTEMEN KIMIA FAKULTAS MIPA  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2025**

**PEMANFAATAN AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN DASAR  
PEMBUATAN KARBON AKTIF UNTUK SINTESIS KOMPOSIT  
 $Cd_xZn_{1-x}Fe_2O_4$ /KARBON AKTIF DAN APLIKASINYA SEBAGAI  
PENYIMPANAN ENERGI**

**RIFKY FARHAN**

**NIM: 2220412016**



**PROGRAM STUDI MAGISTER**

**DEPARTEMEN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS ANDALAS**

**PADANG**

**2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Tesis : Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Karbon Aktif untuk Sintesis komposit  $Cd_xZn_{1-x}Fe_2O_4$ /Karbon Aktif Dan Aplikasinya Sebagai Penyimpanan Energi

Nama Mahasiswa : Rifky Farhan

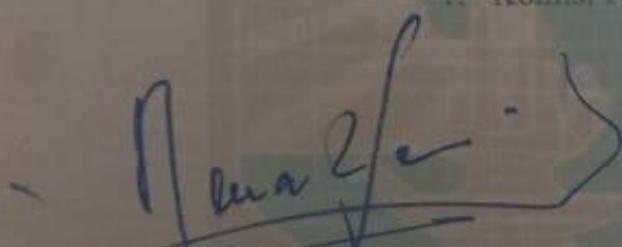
NIM : 222041201

Program Studi : Ilmu Kimia

Tesis ini telah diuji dan dipertahankan di depan sidang penelitian ujian akhir Magister Ilmu Kimia pada Program Studi MAGISTER KIMIA Ilmu Kimia Departemen Kimia FMIPA, Universitas Andalas dan dinyatakan lulus pada tanggal 12 Agustus 2025.

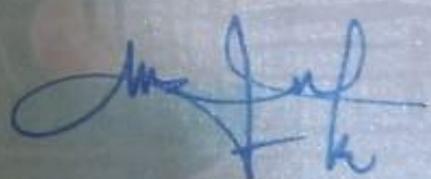
Menyetujui :

1. Komisi Pembimbing

  
Prof. Dr. Rahmayeni, M.Si

NIP: 196310101989012001

Ketua

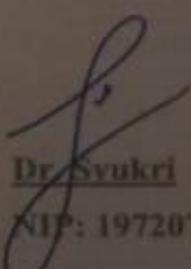
  
Prof. Dr. Eng. Yulia Eka Patri, M.Si

NIP: 198007172046042001

Anggota

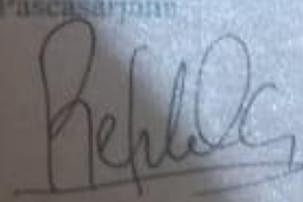
Mengetahui :

2. Ketua Departemen Kimia

  
Dr. Svukri

NIP: 197207121999031002

3. Ketua Program Studi  
Pascasarjana

  
Prof. Dr. Refilda, MS

NIP: 195907131987022001

*Dan Kami perintahkan kepada manusia (agar berbuat baik) kepada kedua orang tuanya. Ibunya telah mengandungnya dalam keadaan lemah yang bertambah-tambah, dan menyapihnya dalam usia dua tahun. bersyukurlah kepada-Ku dan kepada kedua orang tuamu. Hanya kepada Aku kembalimu."*

*(QS. Luqman 31: 14)*



*Karya ini kupersembahkan untuk Almarhum papa dan Almarhumah mama tercinta*

*Syukur dan terimakasih tak terhingga untuk setiap usaha dan doa*

*Untuk tiap tetes keringat dan air mata*

*Maaf dan ampun sedalam dalamnya untuk setiap salah dan lupa*

*Untuk semua sakit dan kecewa*

*Terimakasih untuk segalanya*

## RIWAYAT HIDUP

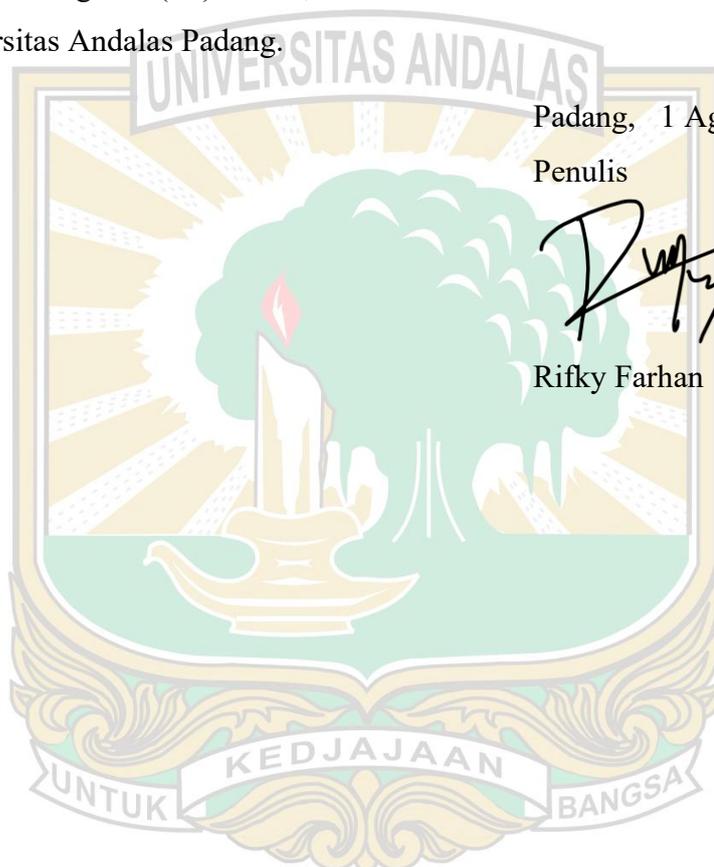
Penulis dilahirkan pada tanggal 7 Juni 1999 di Bukittinggi, sebagai anak pertama dari ayah Sunar dan Hendriati. Penulis menamatkan SD pada tahun 2012 dan SMP pada tahun 2015 serta SMA pada tahun 2018 di Padang Panjang. Penulis memperoleh gelar Sarjana Kimia pada Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang tahun 2022. Pada tahun 2023 penulis memperoleh kesempatan untuk melanjutkan pendidikan pada Program Studi Magister (S2) Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang.

Padang, 1 Agustus 2025

Penulis

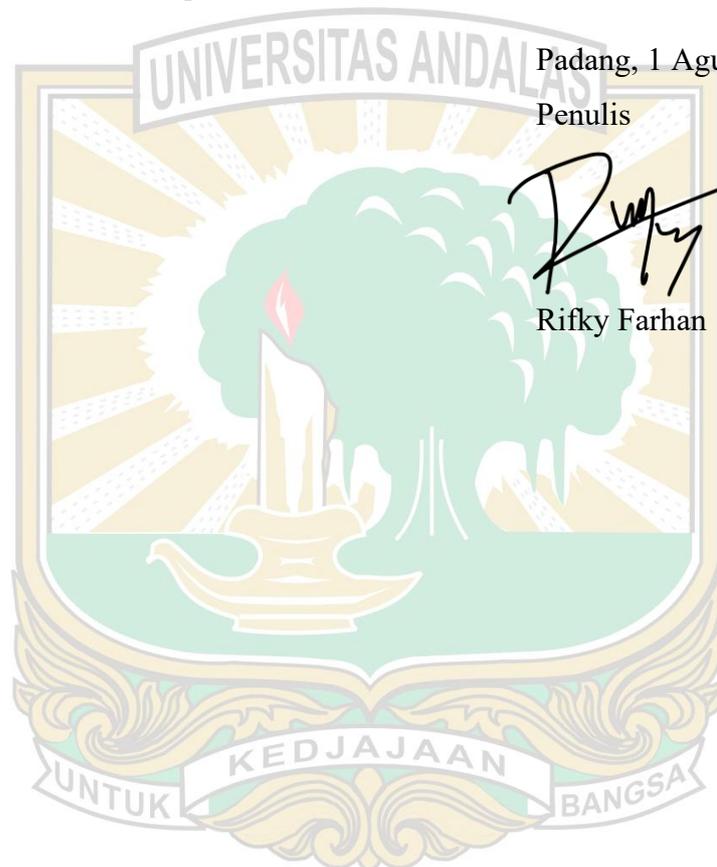


Rifky Farhan



## PERNYATAAN

Dengan ini saya, nama: Rifky Farhan yang beralamat di Batipuh, Kecamatan Batipuh Baruh, Kabupaten Tanah Datar, menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dicantumkan dalam naskah dan disebutkan dalam daftar kepustakaan.



# Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Karbon Aktif Untuk Sintesis Komposit $Cd_xZn_{1-x}Fe_2O_4$ /Karbon Aktif Dan Aplikasinya Sebagai Penyimpanan Energi

Oleh : Rifky Farhan (2220412016)

(Di bawah bimbingan: Prof.Dr.Rahmayeni,MS dan Prof.Dr.Eng.Yulia Eka Putri, M.Si)

## Abstrak

Penelitian ini memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif (KA) untuk sintesis komposit KA/ $Cd_xZn_{1-x}Fe_2O_4$  sebagai material penyimpan energi. Komposit disintesis menggunakan metode hidrotermal dengan penambahan ekstrak daun gambir sebagai *capping agent*. Variasi konsentrasi Cd dengan  $x = 0,1; 0,15; 0,2$  dan  $0,25$  menunjukkan konsentrasi optimum pada  $x=0,25$  (Cd-ZF0,25), sedangkan rasio massa optimum komposit KA/ $Cd_xZn_{1-x}Fe_2O_4$  adalah 2:8 (KA/Cd-ZF0,25 20%). Analisis sinar-X (XRD) mengkonfirmasi struktur spinel kubik dengan pergeseran puncak difraksi akibat doping Cd. Analisis FTIR menunjukkan vibrasi ikatan Cd-O dan Zn-O pada  $529-534\text{ cm}^{-1}$  dan vibrasi ikatan Fe-O pada  $437-447\text{ cm}^{-1}$ . Pada komposit, vibrasi pada  $1631\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan regangan C=O, Pita pada  $1570\text{ cm}^{-1}$  dan  $1395\text{ cm}^{-1}$  dapat berupa getaran peregangan C=C dan C=N yang menunjukkan keberadaan KA dalam komposit. Analisis sifat optik menggunakan DRS UV-Vis menghasilkan energi celah pita dengan nilai  $E_g$  berkisar dari  $1,84\text{ eV}$  hingga  $1,71\text{ eV}$  yang menurun seiring bertambahnya konsentrasi doping Cd, sedangkan pada komposit mengalami peningkatan energi bandgap yang mengindikasikan karbon aktif berpengaruh terhadap nilai bandgap. Analisis morfologi SEM-EDX menunjukkan morfologi bulat dan teragglomerasi dengan peningkatan ukuran partikel seiring penambahan konsentrasi Cd. Sifat dielektrik sampel Cd-ZF0,25 menunjukkan nilai konstanta dielektrik tertinggi, mendukung aplikasinya sebagai superkapasitor. Uji elektrokimia komposit KA/Cd-ZF0,25 20% menghasilkan kapasitansi spesifik  $290,52\text{ F/g}$  dengan retensi  $91,12\%$  setelah 150 siklus, menunjukkan kinerja superkapasitor yang stabil. Penelitian ini memberikan solusi berbahan alam untuk pengembangan superkapasitor ramah lingkungan dengan kinerja penyimpanan energi yang baik.

**Kata kunci:** karbon aktif, ampas tebu, spinel ferit, superkapasitor, hidrotermal.

# Utilization of Sugarcane Bagasse as a Base Material for Activated Carbon in the Synthesis of $Cd_xZn_{1-x}Fe_2O_4$ /Activated Carbon Composites for Energy Storage Applications

by : Rifky Farhan (2220412016)

(supervisor: Prof.Dr.Rahmayeni,MS dan Prof.Dr.Eng.Yulia Eka Putri, M.Si)

## Abstract

This study focuses on using sugarcane bagasse as the primary material for producing activated carbon (AC) and synthesizing  $AC/Cd_xZn_{1-x}Fe_2O_4$  composites intended for energy storage applications. The composites were synthesized through a hydrothermal method, with gambier leaf extract serving as a capping agent. Variations in cadmium (Cd) concentration ( $x = 0.1, 0.15, 0.2, \text{ and } 0.25$ ) indicated that the optimum concentration was at  $x = 0.25$  (referred to as Cd-ZF0.25). Additionally, the ideal mass ratio for the  $AC/Cd_xZn_{1-x}Fe_2O_4$  composite was determined to be 2:8 ( $AC/Cd-ZF0.25$  20%). X-ray diffraction (XRD) analysis confirmed the presence of a cubic spinel structure, with peak shifts attributed to Cd doping. Fourier transform infrared (FTIR) analysis revealed bond vibrations of Cd-O and Zn-O at  $529\text{--}534\text{ cm}^{-1}$ , and Fe-O bond vibrations at  $437\text{--}447\text{ cm}^{-1}$ . The composites also displayed vibrations at  $1631\text{ cm}^{-1}$  indicative of C=O stretching, while peaks at  $1570\text{ cm}^{-1}$  and  $1395\text{ cm}^{-1}$  suggested C=C and C=N stretching, confirming the presence of AC in the composite. Ultraviolet-visible diffuse reflectance spectroscopy (UV-Vis DRS) analysis showed bandgap energies ( $E_g$ ) ranging from 1.84 eV to 1.71 eV, which decreased with higher Cd doping concentrations. In contrast, the composites exhibited increased bandgap values, demonstrating that AC influences their optical properties. Scanning electron microscopy (SEM) and energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX) analyses showed spherical and agglomerated morphologies, with an increase in particle size corresponding to higher Cd concentrations. The Cd-ZF0.25 sample exhibited the highest dielectric constant, indicating its suitability for supercapacitor applications. Electrochemical testing of the  $AC/Cd-ZF0.25$  20% composite revealed a specific capacitance of 290.52 F/g, with a retention rate of 91.12% after 150 cycles, underscoring the stable performance of the supercapacitor. This research presents an eco-friendly approach for developing high-performance energy storage materials.

**Keywords:** activated carbon, sugarcane bagasse, spinel ferrite, supercapacitor, hydrothermal.