

KARAKTERISASI ELEKTRODE PASTA KARBON TERMODIFIKASI ZINK FERIT DALAM LARUTAN ION TIMBAL(II) DENGAN TEKNIK VOLTAMETRI SIKLIK

MIRANDA MAHROZA



PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa proyek akhir sebagai bentuk menyelesaikan Tugas Akhir (TA) dengan judul “Karakterisasi Elektrode Pasta Karbon Termodifikasi Zink Ferit dalam Larutan Ion Timbal (II) dengan Teknik Voltametri Siklik” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Miranda Mahroza
J0412221096



ABSTRAK

MIRANDA MAHROZA. Karakterisasi Elektrode Pasta Karbon Termodifikasi Zink Ferit Dalam Larutan Ion Timbal(II) Dengan Teknik Voltametri Siklik. Dibimbing oleh DEDED SAPRUDIN dan MOHAMMAD KHOTIB.

Timbal (Pb) merupakan logam berat beracun sehingga memerlukan metode analisis yang sederhana, cepat, dan sensitif. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi Elektrode Pasta Karbon (EPK) termodifikasi seng ferit (ZnFe_2O_4) untuk analisis Pb(II) menggunakan voltametri siklik. ZnFe_2O_4 disintesis dengan metode kopresipitasi dan dikarakterisasi dengan *X-Ray Diffraction* (XRD). Elektrode yang dimodifikasi dievaluasi menggunakan sistem redoks 5 mM $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ dan larutan Pb(II). XRD mengkonfirmasi terbentuknya kubik spinel ZnFe_2O_4 dengan ukuran kristal rata-rata 26,20 nm. Elektrode yang dimodifikasi dengan 10 mg ZnFe_2O_4 menunjukkan kinerja terbaik, meningkatkan luas permukaan elektroaktif dari 0,081 menjadi 0,117 cm^2 . Sensor menunjukkan kinerja analitik yang baik dengan respons linier ($R^2 = 0,9879$), LOD 0,76 mM, LOQ 2,31 mM, %RSD 1,75, dan retensi arus 103,69%. Hasil ini menunjukkan bahwa ZnFe_2O_4 secara efektif meningkatkan kinerja elektrokimia elektrode pasta karbon untuk analisis Pb(II).

Kata Kunci: elektrode pasta karbon, timbal(II), voltametri siklik, zink ferit.

ABSTRACT

MIRANDA MAHROZA. Characterization of Zinc Ferrite-Modified Carbon Paste Electrode in Lead(II) Ion Solution Using Cyclic Voltammetry. Supervised by DEDED SAPRUDIN and MOHAMMAD KHOTIB.

Lead (Pb) is a toxic heavy metal that requires a simple, rapid, and sensitive analytical method. This study aimed to characterize a zinc ferrite (ZnFe_2O_4)-modified Carbon Paste Electrode (CPE) for Pb(II) analysis using cyclic voltammetry. ZnFe_2O_4 was synthesized by the coprecipitation method and characterized by X-ray Diffraction (XRD). The modified electrode was evaluated using a 5 mM $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ redox system and Pb(II) solution. XRD confirmed the formation of cubic spinel ZnFe_2O_4 with an average crystallite size of 26,20 nm. The electrode modified with 10 mg ZnFe_2O_4 showed the best performance, increasing the electroactive surface area from 0,081 to 0,117 cm^2 . The sensor exhibited good analytical performance with a linear response ($R^2 = 0,9879$), LOD of 0,76 mM, LOQ of 2,31 mM, %RSD of 1,75, and current retention of 103,69%. These results demonstrate that ZnFe_2O_4 effectively improves the electrochemical performance of carbon paste electrodes for Pb(II) analysis.

Keywords: carbon paste electrode, cyclic voltammetry, lead(II), zinc ferrite.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengujian ini hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan masalah, dan pengujian tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

KARAKTERISASI ELEKTRODE PASTA KARBON TERMODIFIKASI ZINK FERIT DALAM LARUTAN ION TIMBAL(II) DENGAN TEKNIK VOLTAMETRI SIKLIK

MIRANDA MAHROZA

Laporan Proyek Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Analisis Kimia

**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji pada ujian Laporan Akhir: Dr. Tekad Urip Pambudi Sujarnoko, S.Pt., M.Si.

Judul Laporan : Karakterisasi Elektrode Pasta Karbon Termodifikasi Zink
Proyek Akhir Ferit dalam Larutan Ion Timbal(II) dengan Teknik
Voltametri Siklik
Nama : Miranda Mahroza
NIM : J0412221096

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Deden Saprudin, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:

Dr. Mohammad Khotib, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Farida Laila, S.Si., M.Si.
NIP 197611032014092002

Dekan Sekolah Vokasi:

Dr. Ir. Aceng Hidayat, M. T.
NIP 196607171992031003

Tanggal Ujian: 08 Agustus 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga laporan Proyek Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian yang dilaksanakan pada bulan April 2026 hingga Juli 2026 ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Analisis Kimia, Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor, dengan judul *“Karakterisasi Elektrode Pasta Karbon Termodifikasi Zink Ferit dalam Larutan Ion Timbal(II) dengan Teknik Voltametri Siklik”*.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Deden Saprudin, S.Si., M.Si. dan Dr. Mohammad Khotib, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta saran selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Ketua Program Studi Analisis Kimia, dosen-dosen Sekolah Vokasi IPB, pihak Laboratorium Analitik FMIPA, serta Laboratorium Terpadu Baranangsiang IPB yang telah memberikan izin dan fasilitas laboratorium selama kegiatan penelitian. Penghargaan dan terima kasih penulis sampaikan kepada ayah Rohmansyah dan bunda Syamsiah serta keluarga atas doa, dukungan, dan motivasi yang senantiasa diberikan, juga kepada rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dan memberikan dukungan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Semoga karya ilmiah yang dihasilkan dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Miranda Mahroza



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Hipotesis	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Timbal (Pb)	4
2.2 Metode Elektrokimia Untuk Analisis Timbal	4
2.3 Teknik Voltametri Siklik (<i>Cyclic Voltammetry</i>)	5
2.4 Elektrode Pasta Karbon (EPK)	6
2.5 Zink ferit sebagai Material Modifikasi Elektrode	7
III METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Prosedur Kerja	8
3.4 Analisis Data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Sintesis Zink Ferit	12
4.2 Karakteristik Elektrode Menggunakan $[K_3Fe(CN)_6]$	13
4.3 Pengaruh Komposisi Elektrode	15
4.4 Pengaruh Laju Pindai dan Penentuan Luas Permukaan Aktif Elektrode	17
4.5 Evaluasi Kinerja Analitik	19
V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	29
RIWAYAT HIDUP	37



DAFTAR TABEL

4.1 Hasil karakterisasi elektrokimia EPK dan EPK termodifikasi ZnFe_2O_4	14
4.2 Hasil karakterisasi elektrokimia EPK dan EPK termodifikasi ZnFe_2O_4	17
4.3 Luas Permukaan Aktif Elektrode Terhadap Larutan $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 5 mM	19
4.4 Hasil evaluasi kinerja analitik EPK- ZnFe_2O_4	20

DAFTAR GAMBAR

2.1 Proses modifikasi EPK	6
3.1 Skema penelitian	9
4.1 Hasil sintesis zink ferit	12
4.2 Difraktogram ZnFe_2O_4	13
4.3 Voltammogram karakteristik elektrode dalam $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	14
4.4 Voltammogram pengaruh komposisi pemodifikasi terhadap arus puncak pada pengukuran ion $\text{Pb}(\text{II})$ 5 mM dalam KCl 0,1 M + buffer asetat pH 4,0	16
4.5 Voltammogram evaluasi pengaruh variasi laju pindai 5-100 mV/s dengan $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 5 mM dalam KCl 0,1 M menggunakan EPK (A) dan EPK- ZnFe_2O_4 10 mg (C). Hubungan arus terhadap akar laju pindai menggunakan EPK (B) dan EPK- ZnFe_2O_4 10 mg (D)	18
4.6 Voltammogram $\text{Pb}(\text{II})$ 1-5 mM dalam KCl 0,1 M + buffer asetat pH 4 (A) dan kurva kalibrasi $\text{Pb}(\text{II})$ dengan EPK- ZnFe_2O_4 10 mg (B)	21
4.7 Voltammogram uji keterulangan (A) dan diagram batang uji keterulangan (B) berdasarkan puncak reduksi (I_{pc}) $\text{Pb}(\text{II})$ 5 mM dalam KCl 0,1 M + buffer asetat pH 4,0	22
4.8 Voltammogram uji stabilitas (A) dan diagram batang uji stabilitas (B) menggunakan puncak reduksi (I_{pc}) $\text{Pb}(\text{II})$ 5 mM dalam KCl 0,1 M + buffer asetat pH 4,0	23



DAFTAR LAMPIRAN

1 Perhitungan massa zink ferit	30
2 Ukuran kristalit zink ferit (Debye-Scherrer)	32
3 Luas permukaan aktif elektrode (Randles–Ševčík)	33
4 Perhitungan LOD dan LOQ terhadap larutan ion Pb(II)	34
5 Uji Keterulangan dalam larutan ion Pb(II)	35
6 Uji Stabilitas dalam larutan ion Pb(II)	36

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.