

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN ELEKTRODA PASTA KARBON  
TERMODIFIKASI *IMPRINTED* ZEOLIT X SEBAGAI SENSOR  
PADA ANALISIS KOLESTEROL SECARA POTENSIOMETRI**



**NADYA MAYA SEVERIA**

**PROGRAM STUDI S-1 KIMIA  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

**2022**

**PENGEMBANGAN ELEKTRODA PASTA KARBON  
TERMODIFIKASI *IMPRINTED* ZEOLIT X SEBAGAI SENSOR  
PADA ANALISIS KOLESTEROL SECARA POTENSIOMETRI**

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Kimia  
pada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga

Oleh :


**Nadva Maya Severia**

**NIM. 081811533059**


Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

  
**Dr. Miratul Khasanah, M.Si.**

**NIP. 196703041992032001**

  
**Dr. Alfa Akustia Widati, S.Si, M.Si.**

**NIP. 198505052012122003**

**LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI**

Judul : Pengembangan Elektroda Pasta Karbon Termodifikasi  
*Imprinted Zcolit X* sebagai Sensor pada Analisis Kolesterol  
secara Potensiometri

Penyusun : Nadya Maya Severia

NIM : 081811533059

Pembimbing I : Dr. Miratul Khasanah, M.Si.

Pembimbing II : Dr. Alfa Akustia Widati, S.Si, M.Si.

Tanggal Sidang : 27 Juli 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing I, Pembimbing II,

  
Dr. Miratul Khasanah, M.Si.  
NIP. 196703041992032001

  
Dr. Alfa Akustia Widati, S.Si, M.Si.  
NIP. 198505052012122003

Mengetahui,  
Ketua Departemen Kimia  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga

  
Mochammad Zakki Fahmi, S.Si, M.Si., Ph.D.  
NIP. 198307022009121005

iii

**PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

**Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi dengan judul **“Pengembangan Elektroda Pasta Karbon Termodifikasi *Imprinted* Zeolit X sebagai Sensor pada Analisis Kolesterol secara Potensiometri”**. Naskah skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Sains bidang ilmu kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

Penulis dapat menyelesaikan penulisan dan penyusunan naskah skripsi ini dengan baik dan lancar karena adanya pengarahan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Miratul Khasanah, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, arahan, saran, dan motivasi yang diberikan selama penelitian dan penulisan naskah skripsi.
2. Ibu Dr. Alfa Akustia Widati, S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan arahan selama penulisan naskah skripsi.
3. Bapak Dr. Hery Suwito, M.Si., selaku Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan, saran, dan nasehat selama studi S-1 Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
4. Bapak Mochammad Zakki Fahmi, S.Si, M.Si., Ph.D., selaku Ketua Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
5. Bapak dan Ibu Dosen yang telah mendidik dan memberikan ilmu, serta nasehat selama penulis menempuh studi S-1 Kimia di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
6. Kedua orang tua, kakak, dan seluruh anggota keluarga yang selalu mendoakan, memberikan motivasi, serta memberikan dukungan moral maupun material dalam proses penyusunan naskah skripsi.
7. Teman-teman satu bimbingan, Wulan, Nurul, Fitria, Millen, Wida, Helga, dan Tasya yang senantiasa berbagi ilmu, memberikan semangat, bantuan, dan motivasi selama proses penyusunan naskah skripsi.

8. Teman-teman seperjuangan dari Kimia Angkatan 2018 HIBRID yang telah memberikan semangat, bantuan, dan motivasi.
9. Semua teman yang senantiasa memberikan semangat, bantuan, dan motivasi selama penyusunan naskah skripsi.
10. Seluruh pihak yang telah mendukung dan membantu dalam penyelesaian naskah skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan naskah skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan naskah skripsi ini.

Surabaya, 10 Juli 2022

Penyusun

Nadya Maya Severia

**Severia, N.M., 2022, Pengembangan Elektroda Pasta Karbon Termodifikasi *Imprinted* Zeolit X sebagai Sensor pada Analisis Kolesterol secara Potensiometri. Skripsi di bawah bimbingan Dr. Miratul Khasanah, M.Si. dan Dr. Alfa Akustia Widati, S.Si., M.Si., Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya**

---

### ABSTRAK

Elektroda pasta karbon–*imprinted* zeolit X dikembangkan sebagai sensor potensiometri dalam analisis kolesterol. Zeolit X disintesis dengan perbandingan komposisi molar  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O}$  sebesar 4,5 : 1 : 3 : 315. *Imprinted* zeolit (IZ) dibuat dengan perbandingan mol kolesterol/Si = 0,0306. Kolesterol diekstrak dari kerangka zeolit sehingga meninggalkan sisi pengenalan yang diharapkan selektif terhadap kolesterol. Komposisi elektroda pasta karbon–IZ yang menunjukkan kinerja optimum dibuat dengan perbandingan massa karbon aktif, parafin, dan *imprinted* zeolit X sebesar 12 : 7 : 1. Analisis kolesterol menggunakan elektroda pasta karbon–IZ menghasilkan nilai faktor Nernst 27,12 mV/dekade, jangkauan pengukuran pada rentang  $10^{-6}$ – $10^{-3}$  M, linieritas kurva 0,9993, dan batas deteksi bawah sebesar  $1,12 \times 10^{-6}$  M. Elektroda pasta karbon–IZ menunjukkan nilai presisi 99,59–99,89% dan nilai akurasi 99,69–99,78% untuk konsentrasi larutan kolesterol  $10^{-6}$ – $10^{-3}$  M. Pada konsentrasi tersebut, elektroda menunjukkan waktu respon 11–102 detik, dan waktu hidup elektroda selama 6 minggu dengan 103 kali pemakaian. Keberadaan glukosa tidak mengganggu analisis kolesterol secara potensiometri menggunakan elektroda pasta karbon termodifikasi *imprinted* zeolit X.

**Kata kunci :** analisis kolesterol, potensiometri, elektroda pasta karbon–*imprinted* zeolit X

**Severia, N.M., 2022, Development of Carbon Paste Electrode Modified Imprinted Zeolite X as a Sensor in Cholesterol Analysis by Potentiometry. Thesis under the guidance of Dr. Miratul Khasanah, M.Si. and Dr. Alfa Akustia Widati, S.Si., M.Si., Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.**

---

#### ABSTRACT

Carbon paste electrodes modified by imprinted zeolite were developed as potentiometric sensor for cholesterol analysis. Zeolite used in this research is X type zeolite that synthesized with mole ratio of  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O}$  is 4.5 : 1 : 3 : 315. Imprinted zeolite (IZ) was synthesized with mole ratio of cholesterol/Si = 0.0306. Cholesterol was extracted from zeolite framework to form the specific and selective recognition sites against cholesterol. The composition of the carbon paste electrode–IZ which showed optimum performance was fabricated with a mass ratio of activated carbon, paraffin, and imprinted zeolite X of 12 : 7 : 1. Cholesterol analysis using carbon paste electrode–IZ resulted in a Nernst factor value of 27.12 mV/decade, measurement range of  $10^{-6} - 10^{-3}$  M, correlation coefficient of 0.9993, and a lower detection limit of  $1.12 \times 10^{-6}$  M. In the range of  $10^{-6} - 10^{-3}$  M, carbon paste electrode–IZ showed a precision value of 99.59–99.89% and an accuracy values of 99.69–99.78%. The response time of the electrode was 11–102 seconds and the electrode life time was 6 weeks with 103 times usage. The presence of glucose did not interfere cholesterol analysis by potentiometry using carbon paste electrode modified imprinted zeolite X.

**Keywords :** cholesterol analysis, potentiometry, carbon paste electrode–imprinted zeolite X

**LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya,

Nama : Nadya Maya Severia  
NIM : 081811533059  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Jenjang : Sarjana (S-1)

Menyatakan bahwa tidak melakukan plagiarasi dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

**PENGEMBANGAN ELEKTRODA PASTA KARBON TERMODIFIKASI  
*IMPRINTED* ZEOLIT X SEBAGAI SENSOR PADA ANALISIS  
KOLESTEROL SECARA POTENSIOMETRI**

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya

Surabaya, 10 Juli 2022



Nadya Maya Severia

NIM. 081811533059

**DAFTAR ISI**

	<b>Halaman</b>
LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Analisis Kolesterol.....	7
2.2 Potensiometri.....	9
2.3 Elektroda Pasta Karbon.....	11
2.4 Zeolit .....	14
2.5 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	19
2.6 Penentuan Luas Permukaan dengan Metilen Biru .....	21
2.7 Kinerja Elektroda .....	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.2 Bahan dan Alat Penelitian .....	27
3.2.1 Bahan penelitian .....	27

3.2.2	Alat penelitian .....	27
3.3	Diagram Alir Penelitian .....	28
3.4	Prosedur Penelitian .....	29
3.4.1	Pembuatan larutan kolesterol .....	29
3.4.2	Pembuatan larutan buffer .....	30
3.4.2.1	Pembuatan larutan CH <sub>3</sub> COOH 1 M dan CH <sub>3</sub> COONa 1 M .....	30
3.4.2.2	Pembuatan larutan NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 1 M dan Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 1 M .....	30
3.4.2.3	Pembuatan larutan buffer asetat pH 4 dan 5 .....	31
3.4.2.4	Pembuatan larutan buffer fosfat pH 6, 7, dan 8 .....	31
3.4.3	Pembuatan larutan glukosa .....	32
3.4.4	Pembuatan zeolit X, <i>non imprinted</i> zeolit, dan <i>imprinted</i> zeolit ..	33
3.4.4.1	Pembuatan zeolit X .....	33
3.4.4.2	Pembuatan <i>non imprinted</i> zeolit X .....	33
3.4.2.7	Pembuatan <i>imprinted</i> zeolit X .....	34
3.4.5	Pembuatan larutan HCl 1 N .....	35
3.4.6	Preparasi karbon .....	35
3.4.7	Penentuan luas permukaan karbon .....	36
3.4.8	Pembuatan elektroda pasta karbon termodifikasi <i>imprinted</i> zeolit	37
3.4.9	Optimasi pH larutan kolesterol .....	39
3.4.10	Pembuatan kurva standar kolesterol .....	39
3.4.11	Penentuan kinerja elektroda dan validitas metode analisis .....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		43
4.1	Hasil Sintesis Zeolit, <i>Non Imprinted</i> Zeolit, dan <i>Imprinted</i> Zeolit .....	43
4.1.1	Hasil sintesis zeolit X .....	43
4.1.2	Hasil sintesis <i>non imprinted</i> zeolit X .....	45
4.1.3	Hasil sintesis <i>imprinted</i> zeolit X .....	46
4.2	Hasil Karakterisasi Zeolit X dengan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	48
4.3	Hasil Preparasi Karbon .....	49
4.4	Hasil Pembuatan Elektroda Pasta Karbon Termodifikasi <i>Imprinted</i> Zeolit .....	51
4.5	Hasil Optimasi Komposisi Material Penyusun Elektroda dan pH Larutan Kolesterol .....	51
4.5.1	Hasil optimasi komposisi material penyusun elektroda .....	52

4.5.2 Hasil optimasi pH larutan kolesterol.....	55
4.6 Hasil Penentuan Kurva Standar Kolesterol.....	57
4.7 Hasil Penentuan Kinerja Elektroda dan Validitas Metode Analisis .....	58
4.7.1 Hasil penentuan jangkauan pengukuran .....	58
4.7.2 Hasil penentuan faktor Nernst dan linieritas.....	59
4.7.3 Hasil penentuan batas deteksi .....	60
4.7.4 Hasil penentuan presisi .....	61
4.7.5 Hasil penentuan akurasi.....	62
4.7.6 Hasil penentuan waktu respon .....	64
4.7.7 Hasil penentuan waktu hidup elektroda.....	65
4.7.8 Hasil penentuan selektivitas.....	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran .....	69
DAFTAR PUSTAKA .....	70
LAMPIRAN.....	77

## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
3.1	Komposisi volume larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 1 M dan $\text{CH}_3\text{COONa}$ 1 M pada pembuatan larutan buffer asetat	31
3.2	Komposisi volume larutan $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ 1 M dan $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 1 M pada pembuatan larutan buffer fosfat	31
3.3	Komposisi karbon aktif, parafin padat, dan <i>imprinted</i> zeolit (IZ) penyusun elektroda pasta karbon termodifikasi <i>imprinted</i> zeolit	38
4.1	Data nilai $2\theta$ puncak difraktogram zeolit hasil sintesis dengan zeolit X standar	49
4.2	Data faktor Nernst, jangkauan pengukuran, dan linieritas kurva standar hasil pengukuran larutan standar kolesterol tanpa penambahan buffer dengan berbagai variasi komposisi penyusun elektroda	52
4.3	Data perbandingan kinerja elektroda E2, EZ, dan ENIZ	54
4.4	Data pH sesungguhnya dan hasil pengukuran optimasi pH larutan kolesterol	56
4.5	Data potensial hasil pengukuran larutan kolesterol tanpa pengaturan pH menggunakan elektroda E2	57
4.6	Nilai SD, KV, dan presisi hasil pengukuran potensial larutan kolesterol menggunakan elektroda pasta karbon–IZ (E2) secara potensiometri	62
4.7	Nilai akurasi pada pengukuran potensial larutan kolesterol menggunakan elektroda pasta karbon–IZ (E2) secara potensiometri	63
4.8	Data waktu respon elektroda E2 pada pengukuran larutan kolesterol $10^{-6}$ – $10^{-3}$ M	64
4.9	Data faktor Nernst hasil pengukuran potensial larutan kolesterol	65
4.10	Nilai koefisien selektivitas ( $K_{ij}$ ) elektroda pada larutan glukosa	67

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Struktur kolesterol	7
2.2	Struktur zeolit A, sodalit, dan faujasit	16
2.3	Struktur zeolit X	17
2.4	Skema kerja XRD	20
2.5	Pola difraktogram zeolit X standar	21
2.6	Kurva hubungan potensial elektroda dengan log konsentrasi analit pada penentuan batas deteksi	23
3.1	Diagram alir penelitian	28
3.2	Konstruksi elektroda pasta karbon–IZ	37
4.1	Prediksi ikatan hidrogen antara molekul kolesterol dengan zeolit	45
4.2	Foto hasil uji kualitatif terhadap keberadaan kolesterol dengan larutan FeCl <sub>3</sub>	46
4.3	Skema proses sintesis NIZ dan IZ	47
4.4	Difraktogram XRD zeolit X hasil sintesis dan zeolit X standar	48
4.5	Kurva hubungan log [kolesterol] terhadap potensial elektroda hasil pengukuran menggunakan E2, EZ, dan ENIZ	54
4.6	Kurva hubungan antara log [kolesterol] dengan potensial elektroda dan kurva standar larutan kolesterol	58
4.7	Kurva hubungan log [kolesterol] dengan potensial elektroda pada penentuan batas deteksi menggunakan elektroda pasta karbon–IZ	61
4.8	Mekanisme kesetimbangan analit yang menimbulkan potensial konstan	65
4.9	Kurva hubungan antara jumlah pemakaian elektroda dengan nilai faktor Nernst	66

**DAFTAR LAMPIRAN**

Nomor	Judul Lampiran
1.	Perhitungan pembuatan larutan kolesterol
2.	Perhitungan pembuatan larutan buffer
3.	Perhitungan pembuatan larutan glukosa
4.	Perhitungan komposisi bahan pada sintesis zeolit X, <i>non imprinted</i> zeolit X, dan <i>imprinted</i> zeolit X
5.	Perhitungan massa kolesterol yang ditambahkan pada sintesis <i>non imprinted</i> zeolit X (NIZ X)
6.	Perhitungan massa kolesterol yang ditambahkan pada sintesis <i>imprinted</i> zeolit X (IZ X)
7.	Hasil karakterisasi zeolit X dengan XRD
8.	Perhitungan pembuatan larutan HCl 1 N
9.	Perhitungan pembuatan larutan metilen biru
10.	Perhitungan luas permukaan karbon
11.	Perhitungan batas deteksi
12.	Perhitungan presisi
13.	Perhitungan akurasi
14.	Perhitungan selektivitas