

Pengembangan Sensor Formaldehida menggunakan *Glassy Carbon Electrode* (GCE) modifikasi dengan Lapisan Tipis Au secara Voltammetri

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh:

**INDAH KEMALA MAHARANI
19036168/2019**

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGEMBANGAN SENSOR FORMALDEHIDA MENGGUNAKAN *GLASSY CARBON ELECTRODE (GCE)* MODIFIKASI LAPISAN TIPIS Au SECARA VOLTAMMETRI

Nama : Indah Kemala Maharani
NIM : 19036168
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 28 Agustus 2023

Mengetahui:
Kepala Departemen

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing



Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001



Trisna Kumala Sari, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 198701112019032009

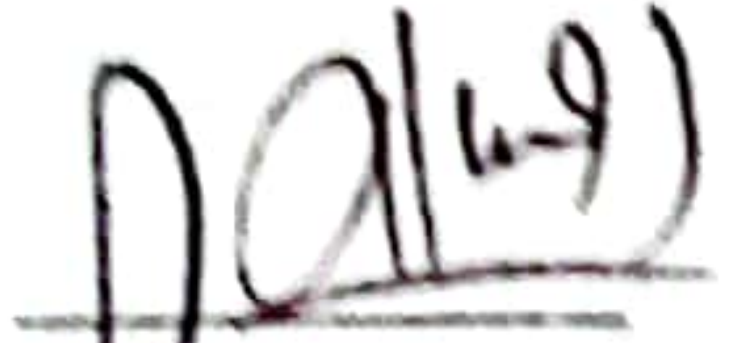
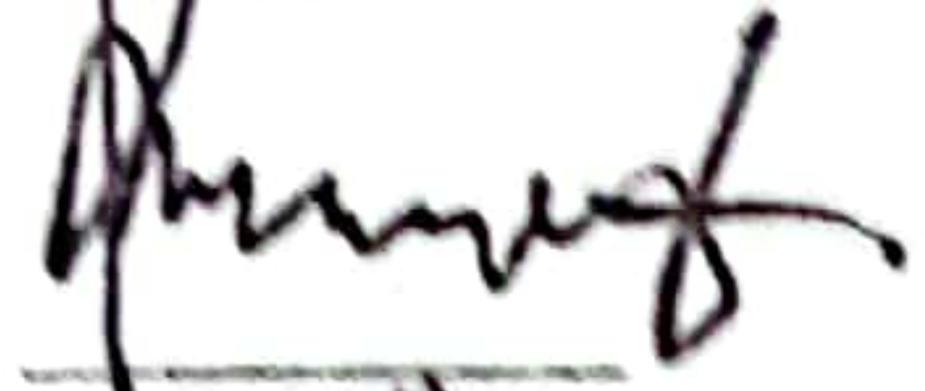

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Nama : Indah Kemala Maharani
NIM : 19036168
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGEMBANGAN SENSOR FORMALDEHIDA MENGGUNAKAN *GLASSY CARBON ELECTRODE (GCE)* MODIFIKASI LAPISAN TIPIS Au SECARA VOLTAMMETRI

Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 28 Agustus 2023

Tim Penguji	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Trisna Kumala Sari, S.Si., M.Si., Ph.D	
Anggota	: Prof. Dr. Indang Dewata, M.Si	
Anggota	: Dr. Sherly Kasuma Warda Ningsih, S.Si., M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Indah Kemala Maharani
NIM : 19036168
Tempat/Tanggal Lahir : Lubuk Basung/30 Agustus 1998
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN SENSOR
FORMALDEHIDA MENGGUNAKAN GLASSY
CARBON ELECTRODE (GCE) MODIFIKASI
LAPISAN TIPIS Au SECARA
VOLTAMMETRI**

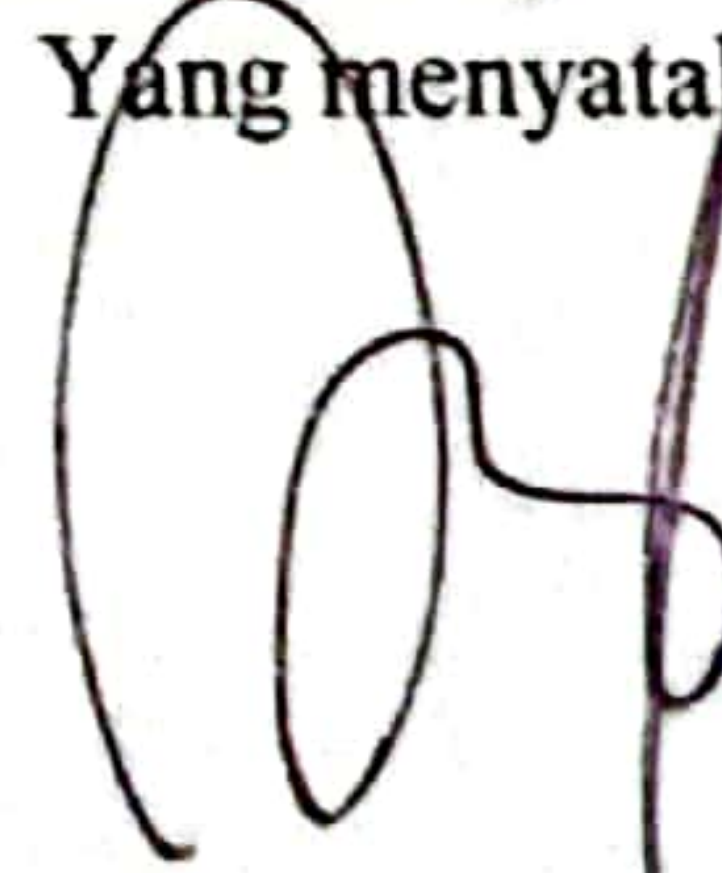
Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani Asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran didalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima Sanksi Akademik berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi in, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 28 Agustus 2023

Yang menyatakan



Indah Kemala Maharani

NIM: 19036168

Pengembangan Sensor Formaldehida menggunakan *Glassy Carbon Electrode* (GCE) modifikasi dengan Lapisan Tipis Au secara Voltammetri

Indah Kemala Maharani

ABSTRAK

Formaldehida ditemukan sebagai salah satu produk beracun dan mutagenik. Paparan jangka panjang akan membahayakan kesehatan tubuh manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi formaldehida yang dikembangkan pada sensor elektrokimia menggunakan *Glassy Carbon Electrode* (GCE) yang dimodifikasi dengan lapisan tipis emas sebagai elektroda kerja secara voltametri siklik. Modifikasi elektroda dilakukan dengan elektrodposisi penyapuan potensial Au pada elektroda yang dikenal dengan elektroda Au/GCE. Elektroda yang dihasilkan memiliki konduktivitas yang tinggi dan aktivitas katalitik yang sangat baik karena mampu memberikan respon arus puncak yang besar. Pada penelitian ini, arus puncak yang diperoleh lebih tajam, sensitivitas dan stabilitas juga lebih baik karena sifat elektrokatalitik yang dihasilkan oleh lapisan tipis emas yang tinggi. Kondisi optimum akan ditentukan berdasarkan variasi siklus elektrodposisi film tipis emas, elektrolit pendukung, model teknik voltametri, pH dan laju pemindaian. Kemudian dilanjutkan untuk penentuan kurva kalibrasi dan keberulangan. Elektrodposisi lapisan tipis emas didapatkan siklus optimum yaitu satu siklus, KOH 0,1 M sebagai elektrolit pendukung optimum, voltametri sapuan linear (LSV) sebagai model teknik voltametri optimum, pH 13 sebagai pH optimum dan 100 mV/s sebagai laju pemindaian optimum serta diperoleh kurva kalibrasi dengan nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0.9953, limit deteksi (LOD) sebesar 0.18 ppm dan nilai RSD (%) sebesar 2.82%.

Kata Kunci: Elektroda Karbon Kaca (GCE), Formaldehida, Lapisan Tipis Emas, Voltammetri

Formaldehyde Sensor Development using Glassy Carbon Electrode (GCE) modification Gold Thin Layer with Voltammetric

Indah Kemala Maharani

ABSTRACT

Formaldehyde is found as one of the toxic and mutagenic products. Long-term exposure will harm the health of the human body. This study aims to detect formaldehyde developed on an electrochemical sensor using Glassy Carbon Electrode (GCE) modified with a thin layer of gold as the working electrode by cyclic voltammetry. Electrode modification was carried out by electrodeposition of Au potential sweeps on electrodes known as Au/GCE electrodes. The resulting electrode has high conductivity and excellent catalytic activity because it is able to provide a large peak current response. In this study, the peak currents obtained were sharper, the sensitivity and stability were also better due to the electrocatalytic properties produced by the high gold thin layer. Optimum conditions will be determined based on variations in gold thin film electrodeposition cycles, supporting electrolytes, voltammetric technique models, pH and scanrate. Then proceed to determine the calibration curve and reproducibility. Electrodeposition of thin gold films obtained the optimum cycle of one cycle, 0.1 M KOH as the optimum supporting electrolyte, linear sweep voltammetry (LSV) as the optimum voltammetric technique model, pH 13 as the optimum pH and 100 mV/s as the optimum scanrate and obtained the curve calibration with a correlation coefficient (R^2) of 0.9953, limit of detection (LOD) of 0.18 ppm and RSD value (%) of 2.82%.

Keywords: *Glassy Carbon Electrode (GCE), Formaldehyde, Gold Thin Layer, Voltammetry*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Shalawat dan salam kita ucapkan kepada tauladan umat Islam yakni Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah dengan nikmat dan hidayah-Nya penulis telah dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pengembangan Sensor Formaldehida menggunakan *Glassy Carbon Electrode* (GCE) modifikasi dengan Lapisan Tipis Au secara Voltammetri”**.

Skripsi ini ditulis dalam rangka memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pada Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Selama penyelesaian skripsi ini penulis telah banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa saran, bimbingan dan sumbangan pemikiran. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Budhi Oktavia, M. Si., Ph. D selaku Ketua Departemen Kimia sekaligus Ketua Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
2. Ibu Trisna Kumala Sari, M. Si., Ph. D selaku penasehat akademik dan pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, kritik dan saran kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
3. Bapak Prof. Dr. Indang Dewata, M. Si dan ibu Dr. Sherly Kasuma Warda Ningsih, S. Si., M. Si selaku dosen pembahas.
4. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung membantu penulis dalam rangka menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat dipahami serta dimengerti siapapun yang membacanya. Saya sebagai penulis skripsi meminta maaf jika ada kesalahan dalam penulisan atau yang ditemukan dalam skripsi ini, untuk itu masukan dan kritikan sangat saya harapkan dari pembaca agar saya bisa memperbaiki kesalahan.

Padang, 19 Agustus 2023

Indah Kemala Maharani

19036168

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Formaldehida.....	6
B. Glassy Carbon Electrode (GCE)	8
C. Gold Thin Layer	11
D. Elektrokimia.....	12
1. Teknik-teknik Voltammetri	16
a. Voltammetri Siklik (CV)	16
b. <i>Differential Pulse Voltammetry</i> (DPV).....	18
c. <i>Linear Sweep Voltammetry</i> (LSV).....	20
d. <i>Square Wave Voltammetry</i> (SWV)	21
2. Instrumentasi	23
a. Potensiostat	23
b. Sel Elektrokimia	25
1) WE (<i>working electrode</i>).....	25
2) RE (<i>reference electrode</i>)	26
3) AE/CE (<i>auxiliary electrode/counter electrode</i>)	26
4) <i>Supporting Electrolyte</i>	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
A. Jenis Penelitian Waktu dan Tempat	28

B. Variabel Penelitian	28
C. Alat.....	28
D. Bahan.....	29
E. Prosedur Kerja.....	29
1. Preparasi Larutan Induk dan Larutan Standar Formaldehida.....	29
a. Larutan Induk Formaldehida 0,1 M.....	29
b. Larutan Standar Formaldehida 0,01 M.....	29
2. Preparasi <i>Supporting Electrolyte</i>	29
a. <i>Buffer Posphate</i> 0,1 M.....	29
b. KOH 0,1 M	30
c. HNO ₃ 0,1 M.....	30
3. Preparasi <i>Glassy Carbon Electrode</i> modifikasi dengan Au secara Elektrodeposisi.....	30
4. Karakterisasi Elektroda GCE dan Au/GCE menggunakan Metode CV	31
a. Voltammetri Siklik dari K ₃ [Fe(CN) ₆] dengan GCE dan Au/GCE	31
b. Voltammetri Siklik dari Formaldehida dengan GCE dan Au/GCE....	31
5. Optimasi Sensor Au/GCE dalam Penentuan Formaldehida.....	32
a. Variasi Banyaknya <i>Cycles</i> modifikasi Au/GCE (1 <i>cycle</i> , 5 <i>cycle</i> , 10 <i>cycle</i>)	32
b. Variasi <i>Supporting Electrolyte</i> (KOH, <i>Buffer Posphate</i> , HNO ₃)	32
c. <i>Electrochemical Behavior</i> Formaldehida dengan Variasi Model Teknik Voltammetri (LSV, DPV dan SWV)	33
d. Variasi pH.....	33
e. Variasi <i>Scan Rate</i>	34
6. Kurva Kalibrasi	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
A. Respon Elektrokimia pada Au/GCE dengan Teknik Elektrodeposisi.....	36
B. Karakterisasi pada Elektroda GCE dan Au/GCE.....	37
1. Voltammetri Siklik dari K ₃ [Fe(CN) ₆]	37
2. Voltammetri Siklik dari Formaldehida.....	39
C. Optimasi Sensor Au/GCE dalam Penentuan Formaldehida	42
1. Variasi Banyaknya <i>Cycle</i> modifikasi Au/GCE	42
2. Variasi <i>Supporting Electrolyte</i> (KOH, <i>Buffer Posphate</i> , HNO ₃)	44
3. Variasi Model Teknik Voltammetri (LSV, DPV, SWV)	47

4. Variasi pH.....	50
5. Variasi <i>Scanrate</i>	52
D. Kurva Kalibrasi	54
BAB V PENUTUP.....	59
A. Kesimpulan	59
B. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Molekul Formaldehida	6
Gambar 2. <i>Glassy Carbon Electrode</i>	9
Gambar 3. $\text{HAuCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	11
Gambar 4. (a) Sinyal Eksitasi Potensial-Waktu dalam Percobaan Voltametri Siklik, (b) Tipikal Voltammogram Siklik untuk Reaksi Bolak-balik $\text{O} + \text{ne}^- \rightleftharpoons \text{R}$ melalui Reaksi Redoks	17
Gambar 5. (a) Sinyal Eksitasi untuk DPV, (b) Voltammogram untuk DPV	19
Gambar 6. (a) <i>Linear Sweep Voltammetry (LSV) Typical Waveform</i> , (b) Voltammogram untuk LSV	20
Gambar 7. Bentuk Gelombang Persegi menunjukkan Amplitudo, E_{sw} ; Tinggi Langkah, ΔE ; Periode Gelombang Persegi, t ; Waktu Tunda, T_d ; dan Waktu Pengukuran Arus, 1 dan 2	22
Gambar 8. Voltammogram SWV untuk Transfer Elektron Reversibel. Kurva A: Arus Maju, Kurva B: Arus Balik dan Kurva C: Arus Bersih	23
Gambar 9. Voltammogram Siklik pada GCE dalam $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 50 μM dan KCl 0,1 M, <i>scanrate</i> 100 mV/s	36
Gambar 10. Voltammogram Siklik Elektroda GCE non modifikasi dan modifikasi dalam 2 mM $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ dan 1 M KNO_3 , <i>scanrate</i> 100 mV/s	38
Gambar 11. Voltametri Siklik pada Elektroda: (a) GCE dan (b) Au/GCE dalam 10 mM Formaldehida, <i>scanrate</i> 100 mV/s	40
Gambar 12. Voltametri Siklik pada GCE dengan Variasi Cycle; (a) 1 cycle (kuning), (b) 5 cycles (biru), (c) 10 cycles (merah) dalam $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 50 μM dan KCl 0,1 M, <i>scanrate</i> 100 mV/s	43
Gambar 13. Voltametri Siklik pada Au/GCE dalam 0,1 M KOH dengan Variasi <i>Supporting Electrolyte</i> ; (a) KOH , (b) <i>Buffer Phosphate</i> , (c) HNO_3 , <i>scanrate</i> 100 mV/s	45
Gambar 14. Variasi Model Teknik Voltametri; (a) LSV, (b) DPV, (c) SWV, <i>scanrate</i> 100 mV/s	48
Gambar 15. <i>Linear Sweep Voltammetry</i> pada Au/GCE dalam KOH 0,1 M dengan Variasi pH dengan <i>scanrate</i> 100 mV/s (garis --- hitam: <i>background</i> , biru: pH 11, hijau: 12 dan merah: 13)	50
Gambar 16. <i>Linear Sweep Voltammetry</i> pada Au/GCE dalam 0,1 M KOH dengan Variasi <i>Scan Rate</i> (garis --- hitam: <i>background</i> , biru muda: 20 mV/s, ungu: 50 mV/s, kuning: 100 mV/s, biru tua: 200 mV/s, hijau: 250 mV/s dan merah: 400 mV/s)	53
Gambar 17. <i>Linear Sweep Voltammetry</i> pada Au/GCE dalam 0,1 M KOH dengan bervariasi Konsentrasi Formaldehida	56
Gambar 18. Kurva Kalibrasi dari Kondisi Optimum pada Variasi Optimasi Sensor Au/GCE untuk Penentuan Formaldehida	56
Gambar 19. Keberulangan LSV pada Au/GCE terhadap Penentuan Formaldehida	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel Karakteristik Formaldehida	7
Tabel 2. Data Deret Konsentrasi Formaldehida.....	55
Tabel 3. Tabel Keberulangan LSV untuk Penentuan Formaldehida.....	57
Tabel 4. Tabel Nilai RSD (%) untuk Sensor Formaldehida	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Umum Penelitian	66
Lampiran 2. Skema Preparasi Glassy Carbon Electrode modifikasi dengan Au secara Elektrodeposisi	67
Lampiran 3. Skema Voltametri Siklik dari $K_3[Fe(CN)_6]$ dengan GCE dan Au/GCE.....	67
Lampiran 4. Skema Voltametri Siklik dari Formaldehida dengan GCE dan Au/GCE.....	68
Lampiran 5. Skema Optimasi Sensor Au/GCE dalam Penentuan Formaldehida .	69
Lampiran 6. Kurva Kalibrasi.....	70
Lampiran 7. Instrumentasi Voltametri	71
Lampiran 8. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	71
Lampiran 9. Dasar-dasar Perhitungan.....	72
Lampiran 10. Voltammogram Penelitian.....	75
Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian.....	80

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada beberapa tahun belakangan ini dilakukan penelitian intensif terhadap formaldehida. Di seluruh dunia, formaldehida digunakan dalam jumlah besar sebagai bahan baku dalam produksi bahan kimia dan manufaktur plastik serta berbagai produk rumah tangga (Trivedi et al., 2018). Disisi lain, formaldehida telah terdaftar sebagai karsinogen oleh *International Agency for Research on Cancer* (IARC) dan Badan Kesehatan Dunia (WHO) telah merekomendasikan nilai ambang $0,1 \text{ mg/m}^3$ (80 ppb) untuk formaldehida di udara dalam ruangan (Ganie et al., 2021). Baru-baru ini, formaldehida ditemukan sebagai salah satu produk beracun dan mutagenik. Paparan jangka panjang akan membahayakan kesehatan tubuh manusia, seperti rangsangan selaput lendir kulit, iritasi pernapasan, iritasi mata, sakit kepala dan asma bronkial. Dengan demikian, deteksi formaldehida yang efisien sangat dibutuhkan (Lou et al., 2021).

Sebenarnya hingga saat ini telah banyak metode analitik yang dikembangkan untuk mengukur formaldehida di lingkungan sekitar seperti menggunakan kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC) (T. Wang et al., 2012), kromatografi gas (GC) (Bianchi et al., 2007) dan spektrofotometri (Weng et al., 2009). Namun, teknik-teknik tersebut memiliki kekurangan antara lain waktu analisis yang relatif lama, perangkat instrumen yang mahal dan preparasi yang rumit. Dengan demikian, perlu dikembangkan metode lain untuk mengatasi hal tersebut. Munculnya metode sensor elektrokimia tersebut telah

menunjukkan respon yang baik dan sangat menjanjikan untuk pendekatan analitik karena menawarkan metode yang sensitif, lebih sederhana dan membutuhkan peralatan yang lebih murah (Kumala Sari et al., 2021).

Telah dikembangkan beberapa penelitian menggunakan modifikasi elektroda untuk deteksi formaldehida diantaranya *Glassy Carbon Electrode* modifikasi AuNPs@PPy (Xi et al., 2020), *Glassy Carbon Electrode* menggunakan *nickel modified electrodes* (TrivediJ et al., 2018), *Glassy Carbon Electrode* modifikasi *Nickel-Palladium nanoparticle* (Nachaki et al., 2018), *Screen-Printed Carbon Electrode* modifikasi *Cu/PS nanocomposite* (Hajilari et al., 2020).

Glassy Carbon Electrode (GCE) dipilih untuk mendeteksi formaldehida karena sangat populer digunakan sebagai elektroda kerja. *Glassy Carbon Electrode* memiliki sifat elektrik dan konduktivitas termal yang sangat baik, memiliki kisaran potensial yang lebar dan dapat menghantarkan arus listrik (Maryani, 2010). Elektroda *glassy carbon* ini akan dimodifikasi dengan lapisan tipis emas. Emas memiliki kelebihan seperti daya resistansi sebesar $2,44 \times 10^{-4} \Omega \cdot m$ sehingga dapat tahan terhadap oksidasi dan korosi serta mudah dikonjugasikan dengan bahan biologis dengan cara elektrodposisi (Muhammad Agung Satrio, 2019). Emas adalah logam penting dalam bidang elektronik, optik, kimia dan fisika yang menguntungkan karena memiliki stabilitas kimia yang besar (Ali et al., 2021). Lapisan tipis emas (*Au-film*) banyak digunakan karena memiliki keunggulan seperti resolusi sensor yang tinggi dan kestabilan kimia yang baik (Mayasari et al., 2020). Metode elektrodposisi dalam modifikasi lapisan tipis emas ini merupakan teknik yang

sangat menarik dan sederhana karena deposisi dihasilkan dari larutan yang memungkinkan pelapisan permukaan (Whelan et al., 2014).

Dalam penelitian ini, deteksi formaldehida untuk pertama kalinya diselidiki pada lapisan tipis Au menggunakan elektroda *Glassy Carbon* secara *voltammetry* dengan teknik elektrodeposisi. Elektrodeposisi lapisan tipis Au dengan *Glassy Carbon Electrode* dianggap sebagai teknik yang menarik untuk deteksi formaldehida karena menawarkan metode yang sederhana, murah dan efektif waktu. Ditambah lagi karena elektrodeposisi lapis tipis Au ini sifatnya mendekati nanopartikel yang mana dapat memperluas area permukaan (elektrokatalitik) sehingga dapat meningkatkan arus puncak (Kumala Sari et al., 2021).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yaitu:

1. Formaldehida merupakan senyawa yang berbahaya dan beracun sehingga dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungannya.
2. Belum diketahuinya pengaruh pemakaian *Glassy Carbon Electrode* yang dimodifikasi lapisan tipis Au secara elektrodeposisi untuk pengembangan sensor formaldehida.
3. Belum diketahuinya kondisi optimum dari variasi *cycles* elektrodeposisi Au, *supporting electrolyte*, model teknik voltametri, pH dan *scan rate* optimum untuk pengembangan sensor formaldehida menggunakan *Glassy Carbon Electrode* modifikasi lapisan tipis Au dengan metode voltametri.

C. Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis membatasi masalah sebagai berikut:

1. *Glassy Carbon Electrode* (GCE) non modifikasi dan modifikasi lapisan tipis Au untuk pengembangan sensor formaldehida secara voltammetri.
2. Optimasi sensor modifikasi dengan variasi *cycles* elektrodeposisi Au, *supporting electrolyte*, model teknik voltammetri, pH dan *scan rate* optimum untuk pengembangan sensor formaldehida secara voltammetri.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah respon *Glassy Carbon Electrode* (GCE) non modifikasi dan modifikasi dengan lapisan tipis Au untuk pengembangan sensor formaldehida secara voltammetri?
2. Bagaimanakah pengaruh dari variasi *cycles* elektrodeposisi Au, *supporting electrolyte*, model teknik voltammetri, pH dan *scan rate* untuk pengembangan sensor formaldehida secara voltammetri?

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis respon elektrokimia dari *Glassy Carbon Electrode* non modifikasi dan modifikasi lapisan tipis Au untuk pengembangan sensor formaldehida secara voltammetri.

2. Menganalisis kondisi optimum dengan variasi *cycles* elektrodeposisi Au, *supporting electrolyte*, model teknik voltametri, pH dan *scan rate* untuk pengembangan sensor formaldehida secara voltametri.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah peneliti dapat memberikan informasi mengenai ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang elektroanalitik untuk pengembangan sensor formaldehida dengan metode yang lebih sensitif, hemat biaya dan waktu serta juga dapat dijadikan referensi penelitian selanjutnya sehingga dapat dikembangkan dalam dunia industri.