

**PENGEMBANGAN SENSOR FORMALDEHIDA
MENGUNAKAN *GLASSY CARBON ELECTRODE*
MODIFIKASI *MULTI WALLED CARBON NANOTUBE*
DENGAN LAPISAN TIPIS EMAS SECARA VOLTAMMETRI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh:
ANANDA SUCI ANNISA
NIM/TM. 19036002/2019

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

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Pengembangan Sensor Formaldehida menggunakan *Glassy Carbon Electrode* Modifikasi *Multi Walled Carbon Nanotube* dengan Lapisan Tipis Emas secara Voltammetri
Nama : Ananda Suci Annisa
NIM : 19036002
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Mengetahui:

Ketua Jurusan Kimia



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

Padang, 16 Oktober 2023

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing



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

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

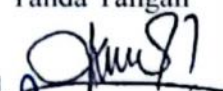
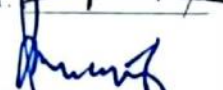

Nama : Ananda Suci Annisa
NIM : 19036002
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGEMBANGAN SENSOR FORMALDEHIDA MENGUNAKAN *GLASSY CARBON ELECTRODE* MODIFIKASI *MULTI WALLED CARBON NANOTUBE* DENGAN LAPISAN TIPIS EMAS SECARA VOLTAMMETRI

Dinyatakan Lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 16 Oktober 2023

Tim Penguji:

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Trisna Kumala Sari, M.Si., Ph.D	1. 
2	Anggota	Prof. Dr. Indang Dewata, M.Si	2. 
3	Anggota	Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Ananda Suci Annisa
NIM : 19036002
Tempat/Tanggal Lahir : Padang/07 Januari 2001
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Pengembangan Sensor Formaldehida menggunakan *Glassy Carbon Electrode* Modifikasi *Multi Walled Carbon Nanotube* dengan Lapisan Tipis Emas 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 ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali 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 di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 16 Oktober 2023
Yang Menyatakan



Ananda Suci Annisa
NIM. 19036002

Pengembangan Sensor Formaldehida menggunakan *Glassy Carbon Electrode* Modifikasi *Multi Walled Carbon Nanotube* dengan Lapisan Tipis Emas secara Voltammetri

Ananda Suci Annisa

ABSTRAK

Formaldehida telah dideteksi secara elektrokimia menggunakan *Glassy Carbon Electrode* (GCE) yang dimodifikasi dengan *Multi Walled Carbon Nanotube* (MWCNT) dan Lapisan Tipis Emas (Au). Modifikasi MWCNT dilakukan secara *drop coating* sedangkan modifikasi lapisan tipis emas dilakukan secara elektrodeposisi *sweeping-potential* dengan metode voltammetri siklik. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kondisi optimum menggunakan elektroda modifikasi Au/MWCNT/GCE dengan memvariasikan *cycle* elektrodeposisi Au, *supporting electrolyte*, model teknik voltammetri dan pH *supporting electrolyte* dalam penentuan formaldehida dan mengembangkan sensor formaldehida menggunakan elektroda modifikasi Au/MWCNT/GCE dengan metode voltammetri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan elektroda modifikasi Au/MWCNT/GCE menunjukkan hasil yang lebih sensitif daripada elektroda GCE, Au/GCE dan MWCNT/GCE. Formaldehida menunjukkan hasil pengukuran optimum menggunakan 1 *cycle* elektrodeposisi Au dengan *supporting electrolyte* KOH pH 13 menggunakan metode *Linear Sweep Voltammetry* (LSV), serta diperoleh nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0.9958, limit deteksi (LOD) sebesar 0,17 mM dan nilai RSD (%) sebesar 2,06.

Kata Kunci: Au/MWCNT/GCE, Formaldehida, Voltammetri

**Development of a Formaldehyde Sensor Using Glassy Carbon Electrode
Modified Multi Walled Carbon Nanotube with a Gold Thin Layer by
Voltammetry**

Ananda Suci Annisa

ABSTRACT

Formaldehyde was detected electrochemically using a modified glassy carbon electrode with a Multi Walled Carbon Nanotube (MWCNT) and a thin layer of gold Au. Modification of MWCNT was carried out by drop coating, while modification of the thin layer of gold was carried out by sweeping-potential electrodeposition using the cyclic voltammetry. The purpose of this study was to determine the optimum conditions using a modified Au/MWCNT/GCE electrode by varying the Au/MWCNT/GCE electrodeposition cycle, supporting electrolyte, voltammetry techniques model, and pH supporting electrolyte in formaldehyde determination and develop a formaldehyde sensor using a modified Au/MWCNT/GCE electrode with the voltammetry method. The results showed that modified Au/MWCNT/GCE electrodes shows more sensitive results than GCE, Au/GCE and MWCNT/GCE electrodes. Formaldehyde showed optimum measurement results using 1 cycle Au electrodeposition with supporting electrolyte KOH pH 13 using the Linear Sweep Voltammetry (LSV) method, and the correlation coefficient (R^2) was 0.9958, the detection limit (LOD) was 0,17 mM and the RSD value (%) 2,06.

Kata Kunci: Au/MWCNT/GCE, Formaldehyde, Voltammetry

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia serta hidayah-Nya yang telah member kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Pengembangan Sensor Formaldehida menggunakan *Glassy Carbon Electrode* Modifikasi *Multi Walled Carbon Nanotube* dengan Lapisan Tipis Emas secara Voltametri”**. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, petunjuk, arahan serta masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Ibu Trisna Kumala Sari., M.Si., Ph.D sebagai dosen pembimbing akademik dan pembimbing skripsi yang selalu memberikan saran selama proses studi dan dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Indang Dewata., M.Si dan Bapak Miftahul Khair., S.Si., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembahas.
3. Bapak Budhi Oktavia., M.Si., Ph.D selaku kepala Departemen Kimia dan Koordinator Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
4. Dosen pengajar serta seluruh tenaga akademik maupun non akademik di Departemen Kimia, FMIPA, UNP.
5. Orang tua penulis Bapak Dedi Alidar dan Ibu Mawarni, Adik Dhea Dwi Putri dan Khaira Januarci, serta keluarga besar. Terima kasih atas do'a, kasih sayang,

pengorbanan, dukungan, nasihat dan semangat kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.

6. Jenong's (Kentang, Nadya, Ami, Asa, Uma, Salsa, dan Isil) yang telah membersamai penulis dari awal perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas segala hal baik yang kalian berikan selama ini.
7. Yunisa, Tata, Indah dan rekan-rekan Tim Penelitian Sensor Kimia 2019 yang selalu membantu segala kesulitan penulis dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas bantuannya selama ini.
8. Rekan-rekan Kestari Ceria (Tata, Rasta, Nia, Nike dan Teza) yang telah mewarnai hari-hari penulis dengan canda dan tawa dalam masa-masa perkuliahan ini.
9. Sahabat yang nyata tapi tidak terlihat (Lala, Indah dan Mael) terima kasih atas do'a, dukungan dan semangat kepada penulis.
10. *My old friend* (Elsa, Ilma dan Fera) terima atas persahabatannya yang indah kurang lebih selama 14 tahun ini dan selalu mendengarkan keluh kesah penulis.
11. Rekan-rekan kimia 2019 dan semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Untuk kesempurnaan skripsi ini, dengan kerendahan hati penulis sangat mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTKA.....	6
A. Formaldehida.....	6
B. <i>Glassy Carbon Electrode</i> (GCE).....	8
C. <i>Multi-Walled Carbon Nanotube</i> (MWNCT).....	10
D. Lapisan Tipis Emas.....	13
E. Voltammetri.....	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	28
A. Jenis Penelitian Waktu dan Tempat.....	28
B. Variabel Penelitian.....	28
C. Alat dan Bahan.....	28
D. Prosedur Kerja.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
A. Preparasi GCE dengan <i>Multi Walled Carbon Nanotube</i> secara <i>Drop Coating</i>	36

B. Preparasi MWCNT/GCE dengan Modifikasi Lapisan Tipis Emas (Au/MWCNT/GCE) secara Elektrodeposisi	37
C. Karakterisasi Elektroda GCE, Au/GCE, MWCNT/GCE dan Au/MWCNT/GCE secara Voltametri Siklik	38
D. Optimasi Sensor Au/MWCNT/GCE dalam Penentuan Formaldehida	44
E. Kurva Kalibrasi	49
BAB V PENUTUP	53
A. Kesimpulan	53
B. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
Gambar 1. Struktur Formaldehida	6
Gambar 2. Struktur SWCNT dan MWCNT	12
Gambar 3. Sinyal eksitasi potensial-waktu dalam percobaan <i>cyclic voltammetry</i>	17
Gambar 4. Tipikal voltammogram siklik untuk proses redoks yang dapat dibalik secara elektrokimia dan dikendalikan difusi	17
Gambar 5. Diagram penerapan pulsa dalam teknik DPV.	18
Gambar 6. Voltammogram <i>differential pulse</i>	18
Gambar 7. Bentuk gelombang potensial untuk LSV dan voltammogram	20
Gambar 8. <i>Square-wave waveform</i>	21
Gambar 9. Voltammogram SWV untuk transfer elektron reversibel.	22
Gambar 10. Potensiostat sistem tiga elektroda dalam sel elektrokimia.....	23
Gambar 11. GCE setelah dipoles (a) dan GCE setelah dimodifikasi dengan MWCNT (b)	36
Gambar 12. Voltammogram CV elektrodeposisi dalam larutan 50 μ M H ₂ AuCl ₄ dan 0,1 M KCl pada permukaan elektroda MWCNT/GCE.....	37
Gambar 13. Voltammogram CV elektroda GCE (garis hitam), Au/GCE (garis merah), MWCNT/GCE (garis hijau) dan Au/MWCNT/GCE (garis biru) dalam 2 mM K ₃ [Fe(CN) ₆] dan 1 M KNO ₃ , <i>scan rate</i> 100 mV/s.....	39
Gambar 14. Voltammogram siklik dari GCE (a), Au/GCE (b), MWCNT/GCE (c) dan Au/MWCNT/GCE (d) dalam 10 mM Formaldehida dan 0,1 M KOH, <i>scan rate</i> 100 mV/s	41
Gambar 15. Voltammogram CV variasi <i>cycle</i> elektrodeposisi Au pada larutan uji 10 mM formaldehida dalam 0,1 M KOH.....	44
Gambar 16. Voltammogram CV variasi <i>supporting electrolyte</i> pada larutan uji 10 mM formaldehida pada Au/MWCNT/GCE (a) 0,1 M KOH, (b) 0,1 M buffer fosfat pH 7 dan (c) 0,1 M HNO ₃ , <i>scan rate</i> 100 mV/s.....	45
Gambar 17. Variasi model teknik voltametri; (a) LSV, (b) DPV dan (c) SWV dengan analit uji 5 mM formaldehida, <i>scan rate</i> 100 mV/s.....	47
Gambar 18. Voltammogram LSV dengan variasi pH <i>Supporting Electrolyte</i> dalam 5 mM formaldehida, <i>scan rate</i> 100 mV/s	48
Gambar 19. <i>Linear Sweep Voltammetry</i> pada Au/MWCNT/GCE dalam 0,1 M KOH dengan variasi konsentrasi formaldehida	50
Gambar 20. Kurva kalibrasi dari kondisi optimum pada variasi optimasi sensor Au/MWCNT/GCE untuk penentuan formaldehida	51
Gambar 21. Keberulangan LSV pada Au/MWCNT/GCE dalam penentuan formaldehida.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
Tabel 1. Sifat fisik dan kimia formaldehida (Chem et al., 2006).....	6
Tabel 2. Penggunaan elektroda kerja GCE termodifikasi dalam deteksi formaldehida.....	10
Tabel 3. Penggunaan elektroda kerja MWCNT/GCE dalam deteksi analit.....	13
Tabel 4. Data deret konsentrasi formaldehida.....	49
Tabel 5. Keberulangan LSV untuk penentuan formaldehida.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
Lampiran 1. Instrumen Voltametri	62
Lampiran 2. Skema Penelitian Secara Keseluruhan	63
Lampiran 3. Diagram Alir Prosedur Kerja Preparasi Elektroda.....	64
Lampiran 4. Karakterisasi Elektroda GCE, Au/GCE, MWCNT/GCE, dan Au/MWCNT/GCE menggunakan Metode Cyclic VoltammetryRespon Elektrokimia antara Elektroda GCE dan MWCNT/GCE menggunakan Metoda <i>Cyclic Voltammetry</i>	65
Lampiran 5. Optimasi Sensor Au/MWCNT/GCE dalam Penentuan Formaldehida	66
Lampiran 6. Kurva Kalibrasi.....	67
Lampiran 7. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	68
Lampiran 8. Perhitungan.....	69
Lampiran 9. Voltammogram Penelitian.....	75
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian.....	79

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Formaldehida adalah senyawa organik berbahaya yang banyak digunakan sebagai bahan baku di beberapa industri manufaktur serta makanan. Penggunaan formaldehida secara ekstensif untuk keperluan industri dan domestik telah membuat kehadirannya lazim di media lingkungan sekitarnya. Formaldehida memiliki fungsi anti korosi, memperpanjang umur simpan, meningkatkan kapasitas menahan air, ketangguhan dan sebagainya. Formaldehida telah terdaftar sebagai karsinogen manusia yang kuat dan dapat menyebabkan masalah kesehatan yang serius pada tingkat paparan yang sangat rendah. Formaldehida dapat menyebabkan iritasi pada mata, hidung, dan tenggorokan, serta iritasi dan dermatitis kontak alergi pada kulit (Xi et al., 2020).

Batas keamanan untuk paparan formaldehida telah ditetapkan oleh beberapa lembaga karena potensi toksisitasnya. Menurut *United States Environmental Protection Agency* (USEPA), paparan kronis formaldehida tidak boleh melebihi $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$ berat badan per hari. WHO telah menetapkan ambang batas paparan formaldehida pada manusia tidak boleh lebih dari $0,08 \text{ mg/L}$ dalam jangka waktu 30 menit. Oleh karena itu, metode yang efisien, andal, dan hemat biaya sangat diinginkan untuk mengukur bahaya kesehatan lingkungan ini (Ganie et al., 2021).

Saat ini metode pengujian yang lebih umum untuk mendeteksi formaldehida adalah kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC) (Sebaei et al., 2018), kromatografi gas (Yuniati et al., 2021), dan spektrofotometri UV-Vis

(Dewata et al., 2016). Namun metode-metode tersebut memiliki kelemahan yaitu waktu analisis yang lama, biaya instrumentasi yang mahal, serta instrumentasi besar (*non-portable*) (Qiao et al., 2017). Sehingga dikembangkan metode lain yang dapat digunakan untuk mengatasi kekurangan tersebut yaitu metode deteksi berbasis elektrokimia yaitu dengan teknik voltammetri. Kemunculan metode elektrokimia ini telah menunjukkan respon yang baik dan sangat menjanjikan untuk pendekatan analitik karena menawarkan metode yang sederhana, sensitif dan membutuhkan peralatan yang murah (Sari et al., 2021).

Metode elektrokimia dengan teknik voltammetri untuk identifikasi formaldehida telah banyak dilakukan, (Qiao et al., 2017) menyelidiki keberadaan formaldehida menggunakan Pt-Pd-graphene/GCE (Xi et al., 2020) menyelidiki kandungan formaldehida dalam air murni menggunakan AuNPs/PPy/GCE, (Trivedi et al., 2018) mendeteksi formaldehida dalam media berair menggunakan Ni/GCE. Namun elektroda tersebut sangat mahal, proses yang rumit dan memakan waktu yang lama.

Oleh karena itu, dipilih *glassy carbon electrode* (GCE) yang menguntungkan dalam aplikasi elektrokatalitik karena sifatnya dapat mendeteksi analit dengan sensitivitas yang tinggi dan dapat menghasilkan data secara kuantitatif pada konsentrasi rendah, konduktivitas listrik yang baik, analisis cepat dan kemudahan modifikasi permukaan (Nisa et al., 2022) & (Abdel-Aziz et al., 2022).

Pada penelitian ini *glassy carbon electrode* (GCE) dimodifikasi dengan *multi walled carbon nanotube* (MWCNT) dan lapisan tipis emas. *Multi walled*

carbon nanotube (MWCNT) adalah bahan yang kaku, relatif murah, mudah diproduksi, memiliki luas permukaan yang besar, dan menunjukkan stabilitas termal yang baik serta afinitas yang kuat terhadap bahan organik dan polutan ionik lainnya (Abdullah et al., 2022). Elektroda dimodifikasi dengan emas dapat meningkatkan arus puncak dan memberikan respon yang baik (Saeed et al., 2015). Modifikasi lapisan tipis emas dilakukan dengan metode elektrodeposisi sehingga dapat meningkatkan konduktivitas listrik pada permukaan elektroda kerja GCE (N. D. Zakaria et al., 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka akan dilakukan penelitian mengenai Pengembangan Sensor Formaldehida menggunakan *Glassy Carbon Electrode* (GCE) modifikasi *Multi Walled Carbon Nanotube* (MWCNT) dengan lapisan tipis emas untuk pertama kalinya secara Voltammetri. Kadar formaldehida pada larutan standar akan dideteksi menggunakan *Glassy Carbon Electrode* yang dimodifikasi dengan Au/MWCNT. Respon secara elektrokimia dari elektroda modifikasi dalam pengembangan sensor formaldehida akan diuji menggunakan metoda voltammetri.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah yaitu.

1. Paparan formaldehida yang sangat rendah pada manusia menyebabkan masalah kesehatan yang serius.
2. Diperlukannya metode dengan sensitivitas yang lebih tinggi, biaya lebih murah dalam mendeteksi formaldehida.

3. Diperlukannya modifikasi permukaan *glassy carbon electrode* dalam meningkatkan sensitivitasnya sebagai elektroda kerja.

C. Batasan Masalah

Berikut batasan masalah yang ada pada penelitian ini.

1. *Glassy carbon electrode* non modifikasi dan yang dimodifikasi (Au/GCE, MWCNT/GCE dan Au/MWCNT/GCE) untuk pengembangan sensor formaldehida secara voltammetri
2. Optimasi sensor Au/MWCNT/GCE dalam penentuan formaldehida dipelajari dengan variasi *cycle* elektrodeposisi Au, *supporting electrolyte*, model teknik voltammetri, dan pH *supporting electrolyte* secara voltammetri.

D. Rumusan Masalah

Berikut rumusan masalah yang ada pada penelitian ini.

1. Bagaimana respon *glassy carbon electrode* non modifikasi dan yang dimodifikasi (Au/GCE, MWCNT/GCE dan Au/MWCNT/GCE) terhadap hasil penentuan formaldehida dengan metode voltammetri?
2. Bagaimana pengaruh variasi *cycle* elektrodeposisi Au, *supporting electrolyte*, model teknik voltammetri, dan pH *supporting electrolyte* terhadap kondisi optimum sensor kimia menggunakan elektroda yang dimodifikasi Au/MWCNT/ GCE dalam penentuan formaldehida?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari latar belakang penelitian, berikut tujuan penelitian ini.

1. Mengembangkan sensor formaldehida menggunakan elektroda yang dimodifikasi Au/MWCNT/ GCE dengan metode voltammetri.
2. Menentukan kondisi optimum menggunakan elektroda yang dimodifikasi Au/MWCNT/GCE dengan memvariasikan *cycle* elektrodeposisi Au, *supporting electrolyte*, model teknik voltammetri, dan pH *supporting electrolyte* dalam penentuan formaldehida.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat sebagai.

1. Memberikan informasi tentang penentuan formaldehida menggunakan elektroda yang dimodifikasi Au/MWCNT/GCE dengan metode voltammetri
2. Memberikan informasi mengenai kondisi optimum menggunakan elektroda yang dimodifikasi Au/MWCNT/GCE dengan memvariasikan *cycle* elektrodeposisi Au, *supporting electrolyte*, model teknik voltammetri, dan pH *supporting electrolyte* dalam penentuan formaldehida