

ELEKTRODE PENSIL GRAFIT TERMODIFIKASI KOMPOSIT NANOPARTIKEL PLATINUM DAN GRAFENA UNTUK DETEKSI BISFENOL A

SURYA GALIH AGUSTIN



**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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 LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan proyek tugas akhir dengan judul “Elektrode Pensil Grafit Termodifikasi Komposit Nanopartikel Platinum dan Grafena untuk Deteksi Bisfenol A” 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 proyek akhir ini.

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

Bogor, Agustus 2025

Surya Galih Agustin
J0312201121

- 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 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.

ABSTRAK

SURYA GALIH AGUSTIN. Elektrode Pensil Grafit Termodifikasi Komposit Nanopartikel Platinum dan Grafena Untuk Deteksi Bisphenol A. Dibimbing oleh BUDI RIZA PUTRA dan WULAN TRI WAHYUNI.

Bisfenol A (BPA) adalah senyawa berbahaya dalam plastik yang perlu dideteksi secara cepat dan akurat. Penelitian ini mengembangkan sensor elektrokimia berbasis elektrode pensil grafit (EPG) yang dimodifikasi dengan komposit nanopartikel platinum (PtNPs) dan grafena. PtNPs disintesis melalui reduksi kimia dan dikombinasikan dengan grafena, kemudian diaplikasikan pada EPG. Karakterisasi TEM menunjukkan distribusi PtNPs yang merata dengan ukuran $3,3801 \pm 1,0286$ nm. Evaluasi menggunakan Voltametri Pulsa Differensial menunjukkan bahwa rasio grafena:PtNPs 10:0,5 optimal pada pH 9 dengan LOD $0,7 \mu\text{M}$ dan LOQ $2,0 \mu\text{M}$. Sensor ini menunjukkan linearitas baik ($R^2 = 0,99561$), uji keterulangan dan ketertiruan yang memadai. Uji selektivitas dengan interferm berupa fenol, hidroquinon, hidrazin, vitamin C, dan NaNO_3 menunjukkan selektivitas tinggi. Uji pada air botol plastik mendeteksi BPA sebesar $0,1288$ ppm. Hasil ini menunjukkan sensor efektif untuk deteksi BPA.

Kata kunci : bisfenol A, elektrode pensil grafit, grafena, nanopartikel platinum, sensor elektrokimia

ABSTRACT

SURYA GALIH AGUSTIN. Pencil Graphite Electrode Modified with a Composite of Platinum Nanoparticles and Graphene for Bisphenol A Detection. Supervised by BUDI RIZA PUTRA and WULAN TRI WAHYUNI.

Bisphenol A (BPA) was a harmful compound found in plastics that required rapid and accurate detection. This study developed an electrochemical sensor based on a pencil graphite electrode (EPG) modified with a composite of platinum nanoparticles (PtNPs) and graphene. PtNPs were synthesized via chemical reduction and combined with graphene before being applied to the EPG surface. TEM characterization showed a uniform distribution of PtNPs with an average size of 3.3801 ± 1.0286 nm. Differential Pulse Voltammetry revealed that a graphene:PtNPs ratio of 10:0.5 was optimal at pH 9, with a detection limit (LOD) of $0.7 \mu\text{M}$ and a quantification limit (LOQ) of $2.0 \mu\text{M}$. The sensor exhibited good linearity ($R^2 = 0.99561$), satisfactory repeatability and reproducibility. Selectivity tests using phenol, hydroquinone, hydrazine, vitamin C, and NaNO_3 demonstrated high selectivity. BPA that detection in bottled water was measured at 0.1288 ppm. These results indicated the sensor was effectiveness for BPA detection.

Keywords: bisphenol A, electrochemical sensor, graphene, platinum nanoparticles, pencil graphite electrode



@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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

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

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

ELEKTRODE PENSIL GRAFIT TERMODIFIKASI KOMPOSIT NANOPARTIKEL PLATINUM DAN GRAFENA UNTUK DETEKSI BISFENOL A

SURYA GALIH AGUSTIN

Laporan Proyek Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Analisis Kimia

**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- 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 milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Proyek Akhir: Nindya Tri Muliawati, S.Si., M.Sc



IPB University
— Bogor Indonesia —

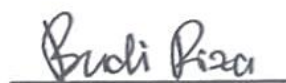
- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan 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.

Perpustakaan IPB University

Judul Laporan Proyek : Elektrode Pensil Grafit Termodifikasi Komposit
Tugas Akhir Nanopartikel Platinum dan Grafena untuk Deteksi
Bisfenol A
Nama : Surya Galih Agustin
NIM : J0312201121

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Budi Riza Putra, S.Si, M.Si, Ph.Ds



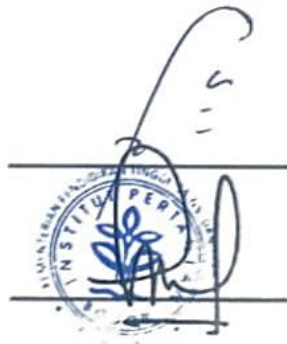
Pembimbing 2:
Dr. Wulan Tri Wahyuni, S.Si., M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Farida Laila, S.Si., M.Si.
NIP. 197611032014092002

Dekan Sekolah Vokasi IPB:
Dr.Ir. Aceng Hidayat., M.T..
NIP 196607171992031003



Tanggal Ujian: 14 Agustus 2025

Tanggal Lulus:



@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.

- 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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2024 sampai bulan Oktober 2024 ini ialah pengembangan sensor elektrokimia dengan judul “Elektrode Pensil Grafit Termodifikasi Komposit Nanopartikel Platinum dan Grafena untuk Deteksi Bisfenol A”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Budi Riza Putra, S.Si, M.Si, Ph.D serta Dr. Wulan Tri Wahyuni, S.Si., M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Ibu Nunung Nurhayati, Bapak Kosasih selaku staf laboratorium serta kepada rekan Ulfiatun Nisa, Asmi Aris serta Rayyan Azzahra Hidayat, yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Tino Setiawan Susanto selaku ayah, Lina Herlina selaku ibu, Zaki Fakhri Fadhillah dan Alby Aidil Azzam selaku adik dari penulis yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan..

Bogor, Agustus 2025

Surya Galih Agustin



@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.

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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
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 Hipotesis	2
1.6 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Bisfenol A	4
2.1 Elektrode pensil grafit	6
2.2 Voltametri Siklik	6
2.3 Voltametri Pulsa Differensial(DPV)	7
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	9
3.4 Analisis Data	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Karakteristik Grafena dan Nanopartikel Platinum (PtNPs)	13
4.2 Kinerja Elektrode PtNPs/Grafena/EPG	15
4.3 Kinerja Analitik Elektrode PtNPs/Grafena/EPG	17
5.1 Hasil Analisis Sampel Air dalam Botol Minum Plastik	20
V SIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Kesimpulan	21
5.2 Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN	25
RIWAYAT HIDUP	30



DAFTAR TABEL

1.1	Sifat Fisika dan Kimia BPA	5
1.2	Teknik-teknik analisis BPA	5
4.1	Hasil Evaluasi Selektivitas EPG Temodifikasi dalam Pengukuran BPA	20

DAFTAR GAMBAR

2.1	Struktur kimia bisfenol A	4
2.2	Voltammogram siklis berdasar dua konvensi	7
3.1	Diagram Alir Penelitian	10
4.1	TEM grafena pada skala perbesaran 20 nm (A), 50 nm (B), 100 nm (C) dan selected area electron diffraction (SAED) dari grafena (D)	13
4.2	TEM komposit PtNPs (A), pola SAED untuk PtNPs (B) dan distribusi ukuran partikel PtNPs (C)	14
4.3	TEM komposit PtNPs/Grafena (A), pola SAED untuk PtNPs/Grafena (B) dan distribusi ukuran partikel PtNPs/Grafena (C)	15
4.4	Voltamogram BPA 300 μM dengan elektrode pensil termodifikasi grafena : PtNPs (10:0,5) dengan optimasi pH 8,9,10, dan 11	16
4.5	Mekanisme Oksidasi BPA	16
4.6	Voltamogram BPA 100 μM dengan elektrode pensil termodifikasi berbagai formulasi (grafena : PtNPs 10:0,1;10:0,5 dan 10:1,0)	17
4.7	Voltamogram pengujian LOD LOQ dengan metode derau terhadap derau	18
4.8	Voltamogram Pengujian linearitas BPA (A) dan Kurva Linearitas BPA(B)	18
4.9	Hasil pengujian keterulangan (A) dan ketertiruan (B)	19
4.10	Voltamogram (A) dan kurva linearitas (B)sampel air dalam botol air minum ditambahkan dengan BPA konsentrasi 2-60 μM	20

DAFTAR LAMPIRAN

1	Keterulangan dan ketersalinan BPA 100 μM	27
2	Pengaruh keberadaan interferen terhadap persen perolehan Kembali BPA 100 μM	28
3	Perhitungan air dalam botol minum plastik	29