

OPTIMASI DAN KINERJA BIOSENSOR ANTIOKSIDAN MENGUNAKAN KONSORSIUM BAKTERI DENGAN MODIFIKASI GLUTARALDEHIDA

MUHAMMAD FURQON MUTTAQIN



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini, saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Optimasi dan Kinerja Biosensor Antioksidan Menggunakan Konsorsium Bakteri dengan Modifikasi Glutaraldehida” 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 akhir ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Muhammad Furqon Muttaqin
G4401211036

ABSTRAK

MUHAMMAD FURQON MUTTAQIN. Optimasi dan Kinerja Biosensor Antioksidan Menggunakan Konsorsium Bakteri dengan Modifikasi Glutaraldehida. Dibimbing oleh DYAH ISWANTINI dan NOVIK NURHIDAYAT.

Berbagai produk pangan dengan variasi kandungan antioksidan terus dikembangkan, sehingga diperlukan suatu metode pengukuran kapasitas antioksidan yang murah, cepat, dan sederhana. Penelitian ini bertujuan membuat dan mengoptimasi biosensor antioksidan menggunakan konsorsium *Bacillus megaterium* dan *Pseudomonas fluorescens* termodifikasi glutaraldehida (GA) pada permukaan *Screen Printed Carbon Electrode*, mengevaluasi kinerja analitiknya, serta mengaplikasikannya pada pengukuran sampel nyata. Tahapan penelitian meliputi pembuatan, optimasi, dan evaluasi kinerja biosensor serta pengukuran kapasitas antioksidan pada sampel tablet vitamin C. Pengukuran kinerja analitik biosensor dilakukan pada konsentrasi asam askorbat 50–250 µg/mL. Modifikasi GA meningkatkan puncak arus oksidasi dan sensitivitas biosensor, dengan konsentrasi optimum sebesar 0,2%. Biosensor memiliki linearitas yang baik, dengan batas deteksi sebesar 85,36 µM dan batas kuantifikasi sebesar 258,68 µM. Biosensor mempertahankan stabilitas di atas 90% selama periode penyimpanan enam minggu. Pengujian sampel dengan biosensor menunjukkan kemampuan biosensor yang baik untuk mengukur kapasitas antioksidan sampel.

Kata kunci: biosensor antioksidan, glutaraldehida, kinerja analitik, optimasi

ABSTRACT

MUHAMMAD FURQON MUTTAQIN. Optimization and Performance of Bacterial Consortium-based Antioxidant Biosensor Modified with Glutaraldehyde. Supervised by DYAH ISWANTINI and NOVIK NURHIDAYAT.

Various food products with varying antioxidant content undergoes development all the time. Therefore, a cheap, rapid, and simple antioxidant capacity assay needs to be developed. This study aims to fabricate and optimize a *Bacillus megaterium* and *Pseudomonas fluorescens* consortium antioxidant biosensor modified with glutaraldehyde (GA) on screen-printed carbon electrode surface, evaluate its analytical performance, and apply it to real samples. The research stages include biosensor production, optimization, and performance evaluation as well as antioxidant capacity determination of vitamin C tablets. Biosensor analytical performance measurements were performed at ascorbic acid concentrations of 50–250 µg/mL. GA modification results in higher oxidation peak current and sensitivity of biosensor, with the optimum concentration obtained at 0.2%. The biosensor showed good linearity, limit of detection (LoD) of 85.36 µM, and limit of quantification (LoQ) of 258.68 µM. The biosensor maintained stability above 90% over a six-week storage period. Biosensor sample testing demonstrates good performance in analyzing the antioxidant capacity of the sample.

Keywords: analytical performance, antioxidant biosensor, glutaraldehyde, optimization



@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 2026
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.

OPTIMASI DAN KINERJA BIOSENSOR ANTIOKSIDAN MENGUNAKAN KONSORSIUM BAKTERI DENGAN MODIFIKASI GLUTARALDEHIDA

MUHAMMAD FURQON MUTTAQIN

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Kimia

**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Tetty Kemala, S.Si., M.Si.
2. Prof. Dr. Dra. Eti Rohaeti, M.S.
3. Novriyandi Hanif, S.Si., M.Sc., D.Sc.

Judul Skripsi : Optimasi dan Kinerja Biosensor Antioksidan Menggunakan
Konsorsium Bakteri dengan Modifikasi Glutaraldehida
Nama : Muhammad Furqon Muttaqin
NIM : G4401211036

@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.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Dra. Dyah Iswantini Pradono, M.Sc.Agr.

Pembimbing 2:

Novik Nurhidayat, M.Sc., Ph.D.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Kimia:

Prof. Dr. Dra. Dyah Iswantini Pradono, M.Sc.Agr.

NIP 196707301991032001

Tanggal Ujian: 12 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



@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.

Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhaanahu wa ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga karya ilmiah dengan judul “Optimasi dan Kinerja Biosensor Antioksidan Menggunakan Konsorsium Bakteri dengan Modifikasi Glutaraldehida” ini berhasil diselesaikan. Karya ilmiah ini merupakan lanjutan dari rangkaian penelitian mengenai biosensor antioksidan yang dikembangkan oleh Prof. Dr. Dra. Dyah Iswantini Pradono, M.Sc.Agr.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kepada Prof. Dr. Dra. Dyah Iswantini Pradono, M.Sc.Agr. selaku pembimbing I dan Novik Nurhidayat, M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing II yang telah membimbing, meluangkan waktu, dan memberikan banyak saran serta wawasan ilmiah selama proses penyusunan karya ilmiah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Alm. Bapak, Ibu, kakak, dan segenap keluarga; Lusiana Widjaja, Jerliman Manalu, dan Maharani selaku tim kelompok riset Pemulihan Mikrobiologis di Lab Bakteriologi; Ismail, Riska Amelia Candra, dan Eko Firmansyah selaku laboran Departemen Kimia; Michael Sardo Nababan, Rani Melati Sukma, dan Laila Septiani selaku kakak tingkat yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan selama proses penyelesaian karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada teman-teman atas doa dan dukungannya selama proses penyelesaian karya ilmiah ini dilakukan.

Semoga karya ilmiah ini dihitung sebagai amal kebaikan penulis dan semua pihak yang mendukung kepada Allah *subhaanahu wa ta'ala*, dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan, serta meninggalkan peran bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Muhammad Furqon Muttaqin



@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.

Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II METODE	3
2.1 Waktu dan Lokasi	3
2.2 Alat dan Bahan	3
2.3 Prosedur Kerja	3
2.3.1 Kultur Bakteri dalam Media Heterotrof Padat	3
2.3.2 Pewarnaan Gram Bakteri	4
2.3.3 Kultur Bakteri pada Media Heterotrof Cair	4
2.3.4 Pembuatan Konsorsium	4
2.3.5 Pembuatan Biofilm	4
2.3.6 Pengukuran Kinerja Elektrokimia	5
2.3.7 Optimasi Konsentrasi Glutaraldehida pada Biosensor	5
2.3.8 Pengukuran Kinerja Analitik	6
2.3.9 Pengukuran Kapasitas Antioksidan dengan Biosensor	7
2.3.10 Pengukuran Kapasitas Antioksidan dengan Metode CUPRAC	7
2.3.11 Pengukuran Kapasitas Antioksidan dengan Metode DPPH	7
III HASIL DAN PEMBAHASAN	8
3.1 Kultur Bakteri <i>B. megaterium</i> dan <i>P. fluorescens</i>	8
3.2 Biofilm pada Permukaan SPCE	8
3.3 Kinerja Elektrokimia Biosensor	9
3.4 Konsentrasi Optimum Glutaraldehida pada Biosensor	11
3.5 Kinerja Analitik Biosensor	12
3.6 Perbandingan Hasil Pengukuran Kapasitas Antioksidan dengan Metode Biosensor, CUPRAC, dan DPPH	14
IV SIMPULAN DAN SARAN	16
4.1 Simpulan	16
4.2 Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN	21
RIWAYAT HIDUP	29



DAFTAR TABEL

2.1	Pengaturan parameter voltametri siklik	5
3.1	Keterulangan metode biosensor	13
3.2	Perbandingan hasil kapasitas antioksidan dari ketiga metode	15

DAFTAR GAMBAR

3.1	Isolat <i>B. megaterium</i> 23 dan hasil pewarnaan Gram perbesaran 1000×	8
3.2	Isolat <i>P. fluorescens</i> P7 dan hasil pewarnaan Gram perbesaran 1000×	8
3.3	Puncak arus oksidasi pengukuran asam askorbat 50–250 µg/mL	10
3.4	Struktur hemiasetal siklik (kiri) dan glutaraldehida (kanan)	10
3.5	Voltamogram optimasi konsentrasi glutaraldehida	11
3.6	Kurva linearitas konsentrasi asam askorbat pada rentang 50–250 µg/mL terhadap arus pada biosensor	12
3.7	Stabilitas biosensor terhadap waktu	14

DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram alir penelitian	22
2	Voltamogram pengukuran asam askorbat 50–250 µg/mL	24
3	Batas deteksi dan kuantifikasi biosensor	24
4	Keterulangan metode biosensor sebanyak 6 kali ulangan	25
5	Pengukuran kapasitas antioksidan dengan metode biosensor	26
6	Pengukuran kapasitas antioksidan dengan metode CUPRAC	27
7	Pengukuran kapasitas antioksidan dengan metode DPPH	28