

OPTIMASI BIOSENSOR SENYAWA ANTIOKSIDAN MENGUNAKAN BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* P4

HANA ADIBAH



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Optimasi Biosensor Senyawa Antioksidan Menggunakan Bakteri *Pseudomonas fluorescens* P4” 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 skripsi ini.

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

Bogor, Juli 2025

Hana Adibah
G44180077

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
@Hak cipta milik IPB University

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

HANA ADIBAH. Optimasi Biosensor Senyawa Antioksidan Menggunakan Bakteri *Pseudomonas fluorescens* P4. Dibimbing oleh TRIVADILA dan NOVIK NURHIDAYAT.

Antioksidan berperan penting dalam menekan stres oksidatif dan mencegah kerusakan sel akibat radikal bebas. Biosensor dapat digunakan sebagai metode alternatif pada pengukuran senyawa antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi optimum biosensor berbasis enzim lakase dari biofilm *Pseudomonas fluorescens* P4 yang diimobilisasi pada *screen printed carbon electrode* (SPCE) berdasarkan pH dan waktu inkubasi biofilm, serta menentukan kapasitas antioksidan sampel menggunakan metode biosensor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi biofilm paling optimal pada hari ke-3 dengan pH 6. Parameter analitik yang didapatkan dari LD, LK, sensitivitas dan presisi sebagai berikut; 5,83 μM , 19,44 μM 0,036 $\mu\text{A}/\mu\text{M}$, dan 2,9%, serta stabilitas hingga minggu ke-6. Analisis kapasitas antioksidan sampel ekstrak menggunakan biosensor menghasilkan nilai 0,106505 mmol vit C/mg ekstrak, sedangkan metode pembandingan DPPH yaitu 0,09899 mmol vit C/mg ekstrak. Uji t menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua metode (nilai $p = 0,8833$), sehingga biosensor ini berpotensi sebagai metode alternatif yang praktis, sensitif, dan akurat dalam menganalisis kapasitas antioksidan.

Kata kunci: antioksidan, biofilm, biosensor, lakase, *Pseudomonas fluorescens*

ABSTRACT

HANA ADIBAH. Optimization of Antioxidant Compound Biosensor Using *Pseudomonas fluorescens* P4 Bacteria. Supervised by TRIVADILA and NOVIK NURHIDAYAT.

Antioxidants play an important role in suppressing oxidative stress and preventing cell damage due to free radicals. Biosensors can be used as an alternative method in measuring antioxidant compounds. This study aims to obtain the optimum conditions of a laccase enzyme-based biosensor from *Pseudomonas fluorescens* P4 biofilm immobilized on a *screen printed carbon electrode* (SPCE) based on pH and biofilm incubation time, and to determine the antioxidant capacity of the sample using a biosensor method. The results showed that the most optimal biofilm conditions were on day 3 with pH 6. The analytical parameters obtained from LD, LK, sensitivity and precision were as follows; 5,83 μM , 19,44 μM 0,036 $\mu\text{A}/\mu\text{M}$, and 2,9%, and stability until week 6. Analysis of the antioxidant capacity of the extract sample using a biosensor produced a value of 0,106505 mmol vit C/mg extract, while the DPPH comparison method was 0,09899 mmol vit C/mg extract. The t-test showed no significant difference between the two methods (p value = 0,8833), so this biosensor has the potential to be a practical, sensitive, and accurate alternative method in analyzing antioxidant capacity.

Keywords: antioxidant, biofilm, biosensor, laccase, *Pseudomonas fluorescens*

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 2025¹
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 BIOSENSOR SENYAWA ANTIOKSIDAN MENGUNAKAN BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* P4

HANA ADIBAH

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
2025**



@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.Ir. Suminar S Achmadi, Ph.D.
- 3 Zulhan Arif, S.Si., M.Si.

Judul Skripsi : Optimasi Biosensor Senyawa Antioksidan Menggunakan Bakteri
Pseudomonas fluorescens P4

Nama : Hana Adibah

NIM : G44180077

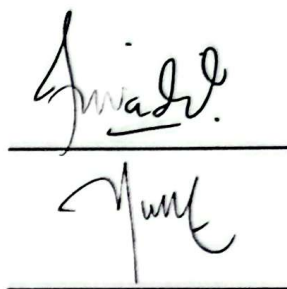
Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Trivadila, S.Si, M.Si, Ph.D.

Pembimbing 2:

Dr. Novik Nurhidayat



Diketahui oleh

Ketua Departemen

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

NIP 1967707301991032001



Tanggal Ujian:
19 Juni 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.

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 Juni 2024 sampai bulan Desember 2024 ini ialah biosensor antioksidan, dengan judul Optimasi Biosensor Senyawa Antioksidan Menggunakan Bakteri *Pseudomonas fluorescens* P4.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Trivadila, S.Si, M.Si. dan Dr. Novik Nurhidayat yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Terima kasih juga disampaikan kepada tenaga kependidikan Siti Robiah. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, adik, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Rani Melati Sukma, Sisca Atikah Sari, Siti Fatika, Divananda Ayucahyani, Miftahur Rizal, Muhammad Rifhal Vio, Libranika Dwi dan Alma Fadhila, yang telah membantu selama pengumpulan data dan memberikan dukungan sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan karya ilmiah ini.

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

Bogor, Juli 2025

Hana Adibah



@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.

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 Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
II METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	3
2.2 Alat dan bahan	3
2.3 Prosedur percobaan	3
2.4 Analisis data	7
III HASIL DAN PEMBAHASAN	8
3.1 Kultur dan karakteristik <i>P. fluorescens</i> P4	8
3.2 Penampakan permukaan elektrode dan aktivitas lakase pada biofilm <i>P. fluorescens</i> P4 di permukaan <i>screen printed carbon electrode</i> (SPCE)	9
3.3 Keadaan optimum biosensor antioksidan dengan biofilm <i>P. fluorescens</i> P4	11
3.4 Kinerja analitik biosensor antioksidan menggunakan asam askorbat	12
3.5 Kapasitas antioksidan ekstrak tempuyung menggunakan metode biosensor dan DPPH	14
IV SIMPULAN DAN SARAN	16
4.1 Simpulan	16
4.2 Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN	19
RIWAYAT HIDUP	25



DAFTAR TABEL

2.1	Kombinasi variabel pada optimisasi biofilm <i>P. fluorescens</i> P4	5
3.1	Presisi biosensor antioksidan dengan biofilm <i>P. fluorescens</i> P4 pada pengukuran arus oksidasi	13

DAFTAR GAMBAR

3.1	Isolat bakteri <i>P. fluorescens</i> (a) kultur bakteri P4 (b) penampakan pewarnaan Gram bakteri P4	8
3.2	Aktivitas lakase pada bakteri <i>P. fluorescens</i> P4 (a) hari ke-1 (b) hari ke-2 (c) hari ke-3	9
3.3	Penampakan permukaan elektrode SPCE yang diimmobilisasi oleh bakteri <i>P. fluorescens</i> P4 (a) hari ke-3 (b) hari ke-12 (c) elektrode kosong	10
3.4	Skema reaksi pengukuran senyawa antioksidan menggunakan biosensor berbasis enzim lakase	11
3.5	Voltammogram siklik pengukuran aktivitas lakase pada biofilm <i>P. fluorescens</i> P4	11
3.6	Plot kontur hubungan antara pH, hari, dan respon arus dari aktivitas enzim lakase pada biofilm <i>P. fluorescens</i> P4	12
3.7	Linearitas konsentrasi asam askorbat terhadap arus puncak	13
3.8	Stabilitas biosensor antioksidan dengan biofilm <i>P. fluorescens</i> P4 selama 6 minggu	14

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil optimisasi biofilm <i>P. fluorescens</i> P4	20
2	Kurva pertumbuhan bakteri <i>P. fluorescens</i> P4	20
3	Kurva standar asam askorbat	21
4	Kapasitas antioksidan ekstrak tempuyung menggunakan metode DPPH	22
5	Kapasitas antioksidan ekstrak tempuyung menggunakan metode Biosensor	23
6	Uji T antara metode DPPH dan biosensor	24