

PENENTUAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN IDENTIFIKASI SENYAWA BIOAKTIF MENGGUNAKAN HPLC DARI AKSESI KAYU ULIN (*Eusideroxylon zwageri*) ASAL KALIMANTAN

CANDRIKA WAHYURIANI PUTRI



**PROGRAM STUDI BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
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 TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini, saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Penentuan Aktivitas Antioksidan dan Identifikasi Senyawa Bioaktif menggunakan HPLC dari Aksesori Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) Asal Kalimantan” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan telah dicantumkan dalam bagian Daftar Pustaka di akhir tesis ini.

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

Bogor, Agustus 2025

Candrika Wahyuriani Putri
G8501241018

- 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

CANDRIKA WAHYURIANI PUTRI. Penentuan Aktivitas Antioksidan dan Identifikasi Senyawa Bioaktif menggunakan HPLC dari Aksesori Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) Asal Kalimantan. Dibimbing oleh SYAEFUDIN dan DANI SATYAWAN.

Kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri*) merupakan kayu endemik asal Kalimantan yang tergolong ke dalam kayu kelas awet I. Keawetan alami ini dipengaruhi oleh kandungan metabolit sekunder sebagai zat ekstraktif yang bersifat toksik terhadap rayap atau organisme perusak kayu lainnya. Kayu ulin menunjukkan variasi kandungan fenolik dan flavonoid yang terbukti menunjukkan efek toksik terhadap rayap kayu kering. Senyawa turunan fenolik khas kayu ulin berupa eusiderin diketahui bersifat racun terhadap rayap. Namun, penelitian terkait aktivitas antioksidan kayu ulin, serta identifikasi dan kuantifikasi senyawa bioaktif, khususnya neolignan eusiderin I menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) belum banyak dilakukan.

Sampel yang digunakan berupa ranting dari 15 aksesori kayu ulin asal Kalimantan, yang diperoleh dari koleksi Kebun Raya Bogor. Ekstraksi dilakukan menggunakan metode sonikasi-maserasi dengan pelarut etanol 96%. Penentuan aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol kayu ulin dilakukan berdasarkan dua metode berbeda, metode penangkapan radikal 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) dan reduksi *ferric reducing antioxidant power* (FRAP). Identifikasi senyawa bioaktif eusiderin I menggunakan HPLC dilakukan pada *crude extract* 15 aksesori dan hasil fraksinasi (fraksi *n*-heksana, fraksi diklorometana, dan fraksi etil asetat). Fraksinasi diperoleh dari aksesori XX.B.231, yang sebelumnya telah dilaporkan memiliki aktivitas antirayap tertinggi. Analisis HPLC dilakukan dengan kolom fase terbalik dengan fase gerak berupa kombinasi asetonitril dan air.

Hasil pengujian menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat pada seluruh aksesori, dengan nilai IC_{50} DPPH sebesar 14,32 hingga 32,52 $\mu\text{g/mL}$. Kapasitas antioksidan FRAP menunjukkan potensi reduktif yang tinggi, dengan rentang nilai 2,40 hingga 7,68 mmol TE/g. Identifikasi menggunakan HPLC berhasil mengonfirmasi keberadaan eusiderin I di seluruh *crude extract* dan fraksi, dengan spektrum maksimum pada panjang gelombang 241 nm secara konsisten. Secara kuantitatif, konsentrasi eusiderin I tertinggi terdeteksi pada fraksi *n*-heksana (51,66 ppm), yang konsisten dengan sifat nonpolar senyawa tersebut. Analisis korelasi menunjukkan bahwa potensi antioksidan *E. zwageri* bersifat kompleks secara mekanistik, dimana senyawa eusiderin I berperan dalam aktivitas penangkapan radikal DPPH, sementara kemungkinan terdapat senyawa lain yang secara umum berkontribusi pada kapasitas reduktif FRAP. Korelasi negatif ditunjukkan antara kandungan eusiderin I pada ranting terhadap umur pohon, mengindikasikan adanya realokasi metabolit sekunder sebagai pertahanan dari bagian ranting ke kayu teras (*heartwood*) pada pohon yang lebih tua. Penelitian ini memberikan landasan ilmiah untuk memahami variasi fitokimia dan potensi bioaktivitas *E. zwageri* yang penting bagi upaya konservasi.

Kata kunci: DPPH, FRAP, korelasi, umur pohon, zat ekstraktif



SUMMARY

CANDRIKA WAHYURIANI PUTRI. Determination of Antioxidant Activity and Identification of Bioactive Compounds using HPLC from Ulin Wood (*Eusideroxylon zwageri*) Accessions from Kalimantan. Supervised by SYAEFUDIN and DANI SATYAWAN.

Ulin wood (*Eusideroxylon zwageri*), an endemic species from Kalimantan, is classified as durability class I. This natural durability is influenced by its secondary metabolite content, which serves as extractives exhibiting toxicity against termites and other wood-destroying organisms. Variations in the phenolic and flavonoid content of ulin wood have been proven to show toxic effects against drywood termites. Eusiderin, a distinctive phenolic derivative of ulin wood, is known to be toxic to termites. However, research concerning the antioxidant activity of ulin wood, as well as the identification and quantification of its bioactive compounds, particularly the neolignan eusiderin I using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC), has not been extensively conducted.

The samples used were twigs from 15 ulin wood accessions originating from Kalimantan, obtained from the collection of the Bogor Botanical Gardens. Extraction was performed using a sonication-assisted maceration method with 96% ethanol as the solvent. The determination of antioxidant activity in the ulin wood ethanol extracts was conducted based on two different methods: the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay and the ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay. The identification of the bioactive compound eusiderin I using HPLC was performed on the crude extracts of the 15 accessions and on their subsequent fractions (n-hexane, dichloromethane, and ethyl acetate). These fractions were obtained from accession XX.B.231, which was previously reported to have the highest anti-termite activity. The HPLC analysis was conducted using a reversed-phase column with a mobile phase comprising a combination of acetonitrile and water.

The results demonstrated very strong antioxidant activity across all accessions, with DPPH IC₅₀ values ranging from 14.32 to 32.52 µg/mL. The FRAP antioxidant capacity indicated a high reductive potential, with values ranging from 2.40 to 7.68 mmol TE/g. Identification using HPLC successfully confirmed the presence of eusiderin I in all crude extracts and fractions, consistently showing a maximum absorption spectrum at a wavelength of 241 nm. Quantitatively, the highest concentration of eusiderin I was detected in the n-hexane fraction (51.66 ppm), which is consistent with the non-polar nature of the compound. Correlation analysis suggests that the antioxidant potential of *E. zwageri* is mechanistically complex, wherein the compound eusiderin I contributes to the DPPH radical scavenging activity, while other compounds likely contribute to the overall reductive FRAP capacity. A negative correlation was observed between the eusiderin I content in twigs and tree age, indicating a reallocation of secondary metabolites from the twigs to the heartwood for defense in older trees. This research provides a scientific foundation for understanding the phytochemical variations and bioactivity potential of *E. zwageri*, which is crucial for conservation efforts.

Keywords: correlation, DPPH, extractive, FRAP, tree age



@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.

© 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.



@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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PENENTUAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN IDENTIFIKASI SENYAWA BIOAKTIF MENGGUNAKAN HPLC DARI AKSESI KAYU ULIN (*Eusideroxylon zwageri*) ASAL KALIMANTAN

CANDRIKA WAHYURIANI PUTRI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Biokimia

**PROGRAM STUDI BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji pada Ujian Tesis:
Dr. Arinana, S.Hut., M.Si.



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

- 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.

Judul Tesis : Penentuan Aktivitas Antioksidan dan Identifikasi Senyawa Bioaktif Menggunakan HPLC dari Aksesori Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) Asal Kalimantan

Nama : Candrika Wahyuriani Putri

NIM : G8501241018

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Syaefudin, S.Si, M.Si, Ph.D.

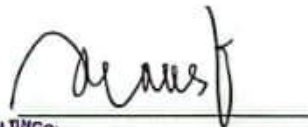


Pembimbing 2:
Dr. Dani Satyawan, M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Syamsul Falah, S.Hut, M.Si
NIP 19700503 200501 1 001



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si
NIP 19780723 200701 1 001



Tanggal Ujian:
4 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 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 tesis ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2024 hingga Mei 2025 ini ialah “Penentuan Aktivitas Antioksidan dan Identifikasi Senyawa Bioaktif menggunakan HPLC dari Aksesori Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) Asal Kalimantan”.

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya disampaikan kepada para pembimbing, Bapak Syaefudin, S.Si., M.Si., Ph.D. dan Bapak Dr. Dani Satyawan, M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran kepada penulis selama proses penelitian hingga menuntaskan penulisan tesis ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Ibu Dr. Arinana, S.Hut., M.Si., selaku penguji luar komisi pembimbing pada sidang tesis, serta kepada Bapak Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si. selaku moderator sidang. Di samping itu, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada tim riset Kebun Raya Bogor dan tim Pusat Rekayasa Genetika Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah memberi dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini.

Rasa syukur dan terima kasih mendalam juga penulis sampaikan kepada ibu, adik, dan keluarga penulis yang memberikan dukungan secara moral maupun materiil kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan studi. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada sahabat-sahabat seperjuangan, Annisa Zahra, Nabiila Salsabila, Safina Windrianti, Masita Qudisia Azza Azra, Muhamad Renza Fajriansyah, Rafnindita Aura Wijaya, Dimas Febriyanto, dan Alfari Andiqi yang telah mendukung dan membersamai selama program sinergi S1-S2 biokimia. Tak lupa, rasa terima kasih khusus penulis sampaikan kepada Restu Arifani, Muhamad Fahbel Ilham Jamra, serta keluarga besar Cluster Mirabel atas doa, semangat, dan kasih sayang yang selalu menyertai. Sebagai penutup, penulis ingin menyampaikan penghargaan tersendiri kepada Clematis Coffee yang telah menjadi ruang nyaman dan saksi bisu penyusunan tesis ini hingga selesai.

Semoga hasil penelitian dan tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan, serta berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam konservasi kayu ulin.

Bogor, Agustus 2025

Candrika Wahyuriani Putri



@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 GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR LAMPIRAN	iv
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Kebaruan (<i>novelty</i>)	3
1.7 Hipotesis	3
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Ulin (<i>Eusideroxylon zwageri</i>)	5
2.2 Antioksidan	6
2.3 <i>High Performance Liquid Chromatography</i> (HPLC)	7
2.4 Senyawa Bioaktif Kayu Ulin	8
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Kerja	10
IV HASIL	14
4.1 Aktivitas Antioksidan	14
4.2 Analisis Kromatogram Fraksi dan Ekstrak Kayu Ulin	15
4.3 Identifikasi Senyawa Eusiderin I	19
4.4 Korelasi antioksidan dan senyawa eusiderin I	20
V PEMBAHASAN	21
5.1 Aktivitas Antioksidan	21
5.2 Analisis Kromatogram Ekstrak dan Fraksi Kayu Ulin	22
5.3 Identifikasi Senyawa Eusiderin I	24
5.4 Korelasi antioksidan dan senyawa eusiderin I	25
VI SIMPULAN DAN SARAN	26
6.1 Simpulan	26
6.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	33



DAFTAR GAMBAR

1	Ruang lingkup penelitian	4
2	Batang ulin (<i>Eusideroxylon zwageri</i>)	5
3	Mekanisme antioksidan DPPH	6
4	Mekanisme antioksidan FRAP	7
5	Diagram alir pengoperasian HPLC	8
6	Spektrum UV eusiderin I (a), struktur eusiderin I (b)	9
7	Nilai IC ₅₀ DPPH kayu ulin.	14
8	Kapasitas antioksidan FRAP kayu ulin	15
9	Kromatogram senyawa aksesori XX.B.231	17
10	Distribusi kemunculan waktu retensi antar aksesori kayu ulin	18
11	Spektrum eusiderin pada panjang gelombang 241 nm	19
12	Matriks korelasi Spearman antara aktivitas antioksidan, konsentrasi eusiderin I, dan umur pohon	20

DAFTAR TABEL

1	Senyawa bioaktif pada ulin	9
2	Daftar aksesori kayu ulin	10
3	Kondisi operasional HPLC	13
4	Jumlah puncak dan luas area	16
5	Identifikasi eusiderin I pada aksesori kayu ulin	19

DAFTAR LAMPIRAN

1	Bagan alir penelitian	34
2	Aktivitas antioksidan DPPH	35
3	ANOVA dan uji Tukey aktivitas antioksidan DPPH	36
4	Kapasitas antioksidan FRAP	37
5	ANOVA dan uji Tukey kapasitas antioksidan FRAP	38
6	Kromatogram HPLC	39
7	Spektrum senyawa eusiderin I	45