

OPTIMASI KOMBINASI EKSTRAK JAHE MERAH DAN KAYU MANIS DALAM MADU RAMBUTAN SEBAGAI INHIBITOR ASETILKOLINESTERASE

MAHARANI DEWI PUSPA NAGARI



**PROGRAM STUDI BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Optimasi Kombinasi Ekstrak Jahe Merah dan Kayu Manis dalam Madu Rambutan sebagai Inhibitor Asetilkolinesterase” 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 tesis ini.

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

Bogor, Juni 2026

Maharani Dewi Puspa Nagari
G8501251022

- 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.



- 

RINGKASAN

MAHARANI DEWI PUSPA NAGARI. Optimasi Kombinasi Ekstrak Jahe Merah dan Kayu Manis dalam Madu Rambutan sebagai Inhibitor Asetilkolinesterase. Dibimbing oleh MEGA SAFITHRI dan RINI MADYASTUTI PURWONO.

Penyakit Alzheimer merupakan salah satu jenis demensia dengan kasus yang paling banyak dilaporkan. Efek samping akibat konsumsi obat komersial mendorong upaya pengembangan alternatif berbasis tanaman herbal yang lebih aman. Beberapa studi telah melaporkan kombinasi antara kayu manis dengan jahe menghasilkan efek sinergis. Kemampuan kombinasi kedua ekstrak tersebut masih dapat ditingkatkan dengan mencampurkan ke dalam madu rambutan sebagai kandidat inhibitor asetilkolinesterase (AChE).

Penelitian ini bertujuan menentukan proporsi optimum ekstrak kombinasi jahe merah dan kayu manis, mengkaji profil antioksidan dan aktivitas inhibisi AChE dari formula berbasis madu rambutan terfortifikasi, serta mengidentifikasi profil metabolit setiap komponen bahan formula. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis kadar kumarin pada ekstrak kayu manis sebagai parameter keamanan. Metode penelitian ini mencakup optimasi kombinasi ekstrak menggunakan *simplex-lattice design*. Proporsi kombinasi ekstrak optimum diformulasikan ke dalam madu rambutan sebesar 5% dan 10% lalu dievaluasi profil antioksidan dan inhibisi AChE. Selain itu, setiap komponen bahan formula dilakukan *profiling* metabolit menggunakan LC-HRMS. Sebagai parameter keamanan, kuantifikasi kadar kumarin pada ekstrak kayu manis dilakukan menggunakan HPLC.

Hasil penelitian ini memperoleh ekstrak kombinasi optimum 33% jahe merah dan 67% kayu manis. Proporsi tersebut memberikan kadar total fenolik (TPC) tertinggi serta kontribusi senyawa bioaktif yang kaya dari kedua sumber tanaman. Fortifikasi ekstrak kombinasi 5% (F2-B) menghasilkan aktivitas inhibisi asetilkolinesterase (AChE) tertinggi sebesar $27,78 \pm 2,11\%$ dan memberikan peningkatan signifikan terhadap madu rambutan murni (F2-A). Tidak adanya perbedaan nyata antara penambahan ekstrak kombinasi 5% dan 10% menunjukkan fenomena enzim telah jenuh dan perbedaan mekanisme pengujian. Metabolit yang teridentifikasi dari jahe merah menunjukkan adanya senyawa khas jahe seperti 6-shogaol, 6-gingerdiol, dehidro-6-gingerdion, dehidro-8-gingerdion, dan 10-shogaol. Pada kayu manis, senyawa fenolik seperti asam galat, asam protokatekuat, asam 3-hidroksibenzoat, dan asam salisilat turut terdeteksi yang diduga berkontribusi terhadap kapasitas antioksidan dan mampu berinteraksi dengan situs aktif AChE. Temuan flavan-3-ol seperti *cianidanol* tidak memiliki gugus keto pada C-4 yang cukup lemah berikatan dengan $AlCl_3$ sehingga tidak terdeteksinya flavonoid pada uji total flavonoid (TFC). Madu rambutan terdeteksi didominasi metabolit primer seperti karbohidrat dan asam amino. Sebagai parameter keamanan, kadar kumarin yang terkuantifikasi sebesar 0,35 mg/g ekstrak kayu manis. Simpulan penelitian ini adalah madu rambutan yang dikombinasikan dengan ekstrak kombinasi 5% (F2-B) merupakan formula optimum dengan aktivitas inhibisi AChE yang baik, didukung profil metabolit bioaktif, serta kadar kumarin yang rendah.

Kata kunci: Asetilkolinesterase, jahe merah, kayu manis, madu rambutan, *simplex-lattice design*



- 

SUMMARY

MAHARANI DEWI PUSPA NAGARI. Optimization of Red Ginger and Cinnamon Extract Combination in Rambutan Honey as an Acetylcholinesterase Inhibitor. Supervised by MEGA SAFITHRI and RINI MADYASTUTI PURWONO.

Alzheimer's disease (AD) is one of the most prevalent forms of dementia worldwide. The adverse effects associated with commercial drugs have encouraged the development of safer plant-based alternatives. Several studies have reported that the combination of cinnamon and ginger exhibits synergistic effects. This combination may be further enhanced by incorporating it into rambutan honey as a candidate acetylcholinesterase (AChE) inhibitor.

This study aimed to determine the optimum proportion of red ginger and cinnamon extract combination, evaluate the antioxidant profile and AChE inhibitory activity of fortified rambutan honey formulations, identify the metabolite profiles of each component, and quantify the coumarin content of cinnamon extract as a safety parameter. The study employed a simplex-lattice design to optimize the extract combination. The optimum extract proportion was incorporated into rambutan honey at concentrations of 5% and 10%, followed by evaluation of antioxidant properties and AChE inhibitory activity. Furthermore, metabolite profiling was performed using liquid chromatography-high resolution mass spectrometry (LC-HRMS). As a safety assessment, coumarin content in cinnamon extract was quantified using high-performance liquid chromatography (HPLC).

The optimum extract combination consisted of 33% red ginger and 67% cinnamon. This proportion yielded the highest total phenolic content (TPC) while providing a rich contribution of bioactive compounds from both botanical sources. Fortification with 5% extract combination (F2-B) exhibited the highest AChE inhibitory activity ($27.78 \pm 2.11\%$) and showed a significant improvement compared with rambutan honey (F2-A). The absence of a significant difference between the 5% and 10% fortification levels may be attributed to enzyme saturation and differences in assay mechanisms. Metabolite profiling of red ginger identified characteristic ginger constituents, including 6-shogaol, 6-gingerdiol, dehydro-6-gingerdione, dehydro-8-gingerdione, and 10-shogaol. In cinnamon, phenolic compounds such as gallic acid, protocatechuic acid, 3-hydroxybenzoic acid, and salicylic acid were detected and are presumed to contribute to antioxidant capacity as well as interact with the active site of AChE. The detection of the flavan-3-ol cyanidanol, which lacks a C-4 keto group and therefore exhibits weak complexation with $AlCl_3$, may explain the absence of detectable flavonoids. Rambutan honey was predominantly characterized by primary metabolites, particularly carbohydrates and amino acids. As a safety parameter, the quantified coumarin content in cinnamon extract was 0.35 mg/g extract. In conclusion, rambutan honey fortified with 5% extract combination (F2-B) represents the optimum formulation, demonstrating favorable AChE inhibitory activity supported by a beneficial bioactive metabolite profile and a low coumarin content.

Keywords: Acetylcholinesterase, cinnamon, rambutan honey, red ginger, simplex-lattice design



@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 2026¹
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 KOMBINASI EKSTRAK JAHE MERAH DAN KAYU MANIS DALAM MADU RAMBUTAN SEBAGAI INHIBITOR ASETILKOLINESTERASE

MAHARANI DEWI PUSPA NAGARI

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
2026**



@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.



Judul Tesis : Optimasi Kombinasi Ekstrak Jahe Merah dan Kayu Manis dalam Madu Rambutan sebagai Inhibitor Asetilkolinesterase
Nama : Maharani Dewi Puspa Nagari
NIM : G8501251022

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. Rini Madyastuti Purwono, S.Si., M.Si., Apt.

Diketahui oleh

 Ketua Program Studi:
Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si.
NIP. 197005032005011001

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.
NIP. 197807232007011001




Tanggal Ujian:
20 Juli 2026

Tanggal Lulus:

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 mengumumkannya 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. Penelitian berjudul “Optimasi Kombinasi Ekstrak Jahe Merah dan Kayu Manis dalam Madu Rambutan sebagai Inhibitor Asetilkolinesterase” dilaksanakan sejak Desember 2025 hingga April 2026. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Biokimia.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si. dan Dr. Rini Madyastuti Purwono, S.Si., M.Si, Apt. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan bimbingan, perhatian, dan kesempatan yang sangat berharga bagi penulis. Secara khusus, penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si. atas dukungan pendanaan penelitian melalui Skema Sinergi Inovasi Komersial (No. Kontrak 269/KWT/C.C4/PPK.DHK /IX/2025), serta atas kepercayaan dan kesempatan yang sangat berharga bagi penulis untuk berpartisipasi sebagai pemakalah (*presenter*) pada Seminar Nasional World Bee Day 2026 di Bandar Lampung.

Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada orang tua dan adik atas semua doa dan dukungan yang sangat berarti. Penulis juga berterima kasih kepada mahasiswa bimbingan Ibu Prof. Mega, di antaranya Kak Ica, Kak Riri, dan Daviena yang telah menemani dan membantu di Lab Biokimia terutama pada uji TBARS yang membutuhkan banyak tenaga dan waktu, Kak Rara yang telah mengajarkan *simplex-lattice design* dengan menggunakan *software* Design-Expert, serta Bu Tiana yang telah banyak memberikan wawasan mengenai pangan fungsional. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman Ketik (Kania, Reza, Jasmine, Nadine, Yana, Rifda, dan Imel) yang selalu memberikan semangat, serta teman-teman di Biokimia yang telah memberikan dukungan serta doa, yang mana tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan serta berkontribusi terhadap kemajuan ilmu pengetahuan dan pengembangan pangan fungsional yang berpotensi mendukung kesehatan kognitif.

Bogor, Juni 2026

Maharani Dewi Puspa Nagari

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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.



@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	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Kebaruan (<i>Novelty</i>)	3
1.6 Hipotesis	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Alzheimer	4
2.2 Donepezil	5
2.3 Asetilkolinesterase	7
2.4 Antioksidan	10
2.5 Madu Rambutan	12
2.6 Jahe Merah	13
2.7 Kayu Manis	14
2.8 Desain Campuran <i>Simplex-Lattice</i>	16
2.9 <i>High Performance Liquid Chromatography</i>	17
III METODE	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.3 Prosedur Kerja	19
3.4 Analisis Data	24
IV HASIL	25
4.1 Formula Optimum Ekstrak Kombinasi Jahe Merah dan Kayu Manis	25
4.2 Profil Antioksidan dan Inhibisi Asetilkolinesterase Formula Ekstrak	28
4.3 Profil Antioksidan dan Inhibisi Asetilkolinesterase Formula Ekstrak Berbasis Madu Rambutan	29
4.4 Profil Metabolit Ekstrak Air Jahe Merah dan Kayu Manis serta Madu Rambutan	31
4.5 Kadar Kumarin Ekstrak Air Kayu Manis	35
V PEMBAHASAN	37
5.1 Pemodelan dan Evaluasi Model <i>Simplex-Lattice Design</i>	37
5.2 Formula Optimum dan Verifikasi Model	38
5.3 Profil Antioksidan dan Inhibisi Asetilkolinesterase Formula Ekstrak	39
5.4 Profil Antioksidan dan Inhibisi Asetilkolinesterase Formula Ekstrak Berbasis Madu Rambutan	40



5.5	Profil Metabolit Ekstrak Air Jahe Merah dan Kayu Manis serta Madu Rambutan	42
5.6	Kadar Kumarin Ekstrak Air Kayu Manis	44
VI	SIMPULAN DAN SARAN	46
6.1	Simpulan	46
6.2	Saran	46
	DAFTAR PUSTAKA	47
	LAMPIRAN	57
	RIWAYAT HIDUP	79

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 TABEL

1	Residu asam amino penyusun sub-situs asetilkolinesterase	8
2	Perbandingan metode uji aktivitas antioksidan	11
3	Aplikasi desain <i>simplex-lattice</i> pada berbagai bidang	17
4	Proporsi komponen pada formula rancangan campuran <i>simplex-lattice</i>	20
5	Volume pereaksi pada uji inhibisi asetilkolinesterase	23
6	Kapasitas antioksidan, kadar total fenolik, dan kadar total flavonoid pada setiap formula	25
7	Analisis keragaman terhadap model respons terpilih	25
8	Persamaan regresi setiap respons	26
9	Verifikasi terhadap formula optimum	27
10	Profil metabolit ekstrak air jahe merah dengan LC-HRMS	32
11	Profil metabolit ekstrak air kayu manis dengan LC-HRMS	33
12	Profil metabolit madu rambutan dengan LC-HRMS	34

DAFTAR GAMBAR

1	Berbagai mekanisme penyebab Alzheimer	5
2	Mekanisme donepezil sebagai obat Alzheimer	6
3	Reaksi hidrolisis asetilkolin oleh asetilkolinesterase	7
4	Mekanisme reaksi metode Ellman	10
5	Efek stres oksidatif terhadap penyakit Alzheimer	10
6	Warna madu rambutan	13
7	Jahe merah	13
8	Pohon kayu manis	15
9	Kurva hubungan model proporsi ekstrak jahe merah dan kayu manis terhadap respons DPPH, FRAP, TPC, dan TFC	27
10	Inhibisi peroksidasi lipid dan asetilkolinesterase (AChE)	28
11	Kapasitas antioksidan formula berbasis madu	29
12	Kadar fenolik formula berbasis madu	30
13	Kadar ekuivalen malondialdehida (MDA) formula berbasis madu	30
14	Inhibisi asetilkolinesterase pada formula berbasis madu	31

DAFTAR LAMPIRAN

1	Bagan alir penelitian	58
2	Alur ekstraksi jahe merah dan kayu manis	59
3	<i>Certificate of Analysis</i> (CoA) ekstrak air jahe merah	60
4	<i>Certificate of Analysis</i> (CoA) ekstrak air kayu manis	61
5	Absorbansi kurva standar kapasitas antioksidan serta kadar fenolik dan flavonoid	62
6	Kurva standar kapasitas antioksidan serta kadar fenolik dan flavonoid	62
7	Perhitungan kapasitas antioksidan, kadar fenolik, dan kadar flavonoid	63

8	Kadar total flavonoid (TFC) formula berbasis madu	63
9	Perhitungan nilai persentase error relatif (%RE)	63
10	Panjang gelombang maksimum uji asetilkolinesterase (AChE)	64
11	Waktu inkubasi maksimum uji asetilkolinesterase (AChE)	64
12	Absorbansi standar asetilkolinesterase (AChE)	64
13	Kurva standar asetilkolinesterase (AChE)	65
14	Absorbansi uji asetilkolinesterase (AChE)	65
15	ANOVA & Uji lanjut Tukey HSD	66
16	Kromatogram LC-HRMS	69
17	Profil metabolit komponen formula menggunakan LC-HRMS	72
18	Kromatogram standar kumarin	78
19	Kromatogram deteksi kumarin pada ekstrak air kayu manis	78
20	Kuantifikasi kadar kumarin ekstrak air kayu manis	78
21	Kuantifikasi kadar kumarin setiap formula madu fortifikasi	78