

PROFIL SENYAWA DAN POTENSI EKSTRAK FERMENTASI PADAT BANGLE (*Zingiber montanum*) DALAM MENGINDUKSI APOPTOSIS SEL RAGI

ALIFIAH HAYANUN



**DEPARTEMEN BIOKIMIA
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 “Profil Senyawa dan Potensi Ekstrak Fermentasi Padat Bangle (*Zingiber montanum*) dalam Menginduksi Apoptosis Sel Ragi” adalah karya saya berdasarkan 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 dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

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

Bogor, Juni 2026

Alifiah Hayanun
G8401221001



@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

ALIFIAH HAYANUN. Profil Senyawa dan Potensi Ekstrak Fermentasi Padat Bangle (*Zingiber montanum*) dalam Menginduksi Apoptosis Sel Ragi. Dibimbing oleh SYAEFUDIN dan I MADE ARTIKA.

Fermentasi pada tanaman obat merupakan salah satu pendekatan untuk meningkatkan konsentrasi dan bioaktivitas senyawa metabolit. Bangle (*Zingiber montanum*) diketahui mengandung berbagai senyawa kimia dengan beragam khasiat farmakologis, termasuk antikanker. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi profil senyawa ekstrak bangle fermentasi dan nonfermentasi serta mengevaluasi potensinya dalam menginduksi apoptosis pada sel ragi. Fermentasi padat dilakukan menggunakan *Aspergillus oryzae* selama 14 hari, kemudian profil senyawa kimia diidentifikasi menggunakan LC-MS/MS. Kemampuan induksi apoptosis dievaluasi melalui perhitungan koloni *petite* dan uji aktivitas mitokondria menggunakan pewarnaan Rhodamin B serta Annexin V/FITC-PI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi menyebabkan perubahan kelimpahan relatif metabolit ekstrak bangle. Selain itu, ekstrak fermentasi 14 hari meningkatkan frekuensi koloni *petite* dan mengganggu fungsi mitokondria. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa fermentasi padat bangle dengan *A. oryzae* mengubah profil metabolit dan meningkatkan potensi induksi apoptosis.

Kata kunci: antikanker, apoptosis, bangle, fermentasi padat, ragi

ABSTRACT

ALIFIAH HAYANUN. Compound Profile and Apoptosis-Inducing Potential of Solid-State Fermented *Zingiber montanum* Extract in Yeast Cells. Supervised by SYAEFUDIN and I MADE ARTIKA.

Fermentation of medicinal plants is one approach used to enhance the concentration and bioactivity of secondary metabolites. Bangle (*Zingiber montanum*) is known to contain various bioactive compounds with diverse pharmacological properties, including anticancer potential. This study aimed to identify the metabolite profiles of fermented and nonfermented bangle extracts and to evaluate their potential to induce apoptosis in yeast cells. Solid-state fermentation was carried out using *Aspergillus oryzae* for 14 days, followed by metabolite profiling using LC-MS/MS. Apoptosis-inducing activity was assessed through petite colony formation analysis, mitochondrial activity evaluation using Rhodamine B staining, and Annexin V/FITC-PI staining. The results showed that fermentation altered the relative abundance of metabolites in bangle extracts. Furthermore, the 14-day fermented extract increased the frequency of petite colonies and disrupted mitochondrial function. These findings indicate that solid-state fermentation of bangle with *A. oryzae* modifies the metabolite profile and enhances its apoptosis-inducing potential.

Keywords: anticancer, apoptosis, *Zingiber montanum*, solid-state fermentation, yeast



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.

PROFIL SENYAWA DAN POTENSI EKSTRAK FERMENTASI PADAT BANGLE (*Zingiber montanum*) DALAM MENGINDUKSI APOPTOSIS SEL RAGI

ALIFIAH HAYANUN

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

**DEPARTEMEN 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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Prof. Dr. drh. Hasim, DEA.
- 2 Prof. Dr. Dra. Laksmi Ambarsari, M.S.



Judul : Profil Senyawa dan Potensi Ekstrak Fermentasi Padat Bangle
(*Zingiber montanum*) dalam Menginduksi Apoptosis Sel
Ragi
Nama : Alifiah Hayanun
NIM : G8401221001

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Syaefudin, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. I Made Artika, M.App.Sc.

Diketahui oleh:

Ketua Departemen Biokimia
Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.
NIP. 19770915 2005012002

Tanggal Ujian:
14 Juli 2026

Tanggal Lulus:



IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas rahmat dan petunjuk-Nya sehingga usulan penelitian yang berjudul “Profil Senyawa dan Potensi Ekstrak Fermentasi Padat Bangle (*Zingiber montanum*) dalam Menginduksi Apoptosis Sel Ragi” berhasil diselesaikan. Penelitian yang dilaksanakan pada bulan Oktober 2025 hingga Mei 2026 ini merupakan bagian dari topik penelitian Dr. Syaefudin S.Si., M.Si.

Penyusunan karya ilmiah skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, doa, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Syaefudin, S.Si., M.Si. dan Prof. Dr. Ir. I Made Artika, M.App.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, ilmu, saran, motivasi, serta dukungan kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi berlangsung.
2. Dr. Rika Indri Astuti, S.Si., M.Si. atas izin penggunaan isolat yang diberikan untuk penelitian.
3. Mama, Ayah, Adik, dan seluruh keluarga besar atas doa, kasih sayang, perhatian, dukungan, dan semangat yang tidak pernah putus kepada penulis dalam setiap proses yang dijalani.
4. Kak Zaidatu dan Kak Naufal yang telah banyak memberikan arahan terkait metode penelitian, membantu pengolahan data, serta selalu meluangkan waktu untuk berbagi cerita, pengalaman, dan semangat kepada penulis selama proses penelitian berlangsung.
5. Pak Irus atas bantuan dalam penggunaan instrumen dan dukungan teknis selama penelitian.
6. Bu Lusi, Bu Eli, Bu Tini, dan Mbak Kayla selaku laboran yang telah membantu penulis selama berada di laboratorium.
7. Ghifaari, Kevin, dan Syifa sebagai rekan seperjuangan satu pembimbing yang telah kebersamai dalam proses preparasi dan fermentasi sampel.
8. Ahda, Kamila, Tanaya, Angelina, Luthfia, Amanda, Rafi Aryanda, dan Aszizah selaku teman satu bimbingan atas dukungan, bantuan, dan kebersamaan selama penelitian berlangsung.
9. Syahraina, Ranti Pratiwi, Amanda Fitria, Alya Ghinaya, Aliyah Maharani, dan Durriyah yang selalu hadir menemani, mendukung, mendengarkan keluh kesah, dan menjadi tempat berbagi cerita bagi penulis.
10. Keluarga besar angkatan 59 Rubisco atas kebersamaan, dukungan, cerita, dan pengalaman yang telah diberikan selama selama proses penelitian.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan serta berkontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Alifiah Hayanun



- 

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
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
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tanaman Bangle (<i>Zingiber montanum</i>)	3
2.2 Profil Umum <i>Aspergillus oryzae</i>	4
2.3 Fermentasi Padat atau <i>Solid-State Fermentation</i> (SSF)	5
2.4 <i>Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry</i> (LC-MS/MS)	7
2.5 Mekanisme Apoptosis pada Sel Kanker	8
2.6 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> sebagai Model Sel untuk Studi Apoptosis	10
III METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Prosedur Penelitian	12
IV HASIL	18
4.1 Kadar Air Simplisia Bangle	18
4.2 Fermentasi Bangle oleh <i>Aspergillus oryzae</i>	18
4.3 Rendemen Ekstrak Bangle Fermentasi dan Nonfermentasi	19
4.4 Profil Senyawa Kimia Bangle Berdasarkan LC-MS/MS	19
4.5 Induksi Apoptosis pada Sel Ragi	21
V PEMBAHASAN	27
5.1 Kadar Air Simplisia dan Rendemen Ekstrak Metanol Bangle	27
5.2 Fermentasi Bangle oleh <i>Aspergillus oryzae</i>	29
5.3 Profil Metabolit Bangle Berdasarkan Analisis LC-MS/MS	29
5.4 Frekuensi Sel <i>Petite</i> Hasil Induksi Apoptosis pada Sel Ragi	33
5.5 Aktivitas Mitokondria Sel Ragi Hasil Induksi Apoptosis	35
5.6 Deteksi Apoptosis Sel Ragi Menggunakan Annexin V/FITC-PI	36
VI SIMPULAN DAN SARAN	37
6.1 Simpulan	37
6.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	48
RIWAYAT HIDUP	55

DAFTAR GAMBAR

1	Plakat taksonomi tanaman <i>Zingiber montanum</i>	3
2	Pertumbuhan <i>Aspergillus oryzae</i> di berbagai tahap waktu inkubasi	4
3	Morfologi dan peremajaan <i>Aspergillus oryzae</i> pada media PDA	5
4	Tahapan proses fermentasi media padat	6
5	Skema umum instrumentasi LC-MS/MS	8
6	Skematik jalur apoptosis intrinsik dan ekstrinsik	10
7	Morfologi mikroskopis <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	11
8	Hasil inokulasi <i>Aspergillus oryzae</i> dan fermentasi bangle	18
9	Frekuensi koloni <i>petite</i> pada berbagai perlakuan	22
10	Sel ragi yang telah diberi berbagai perlakuan pada YEPG agar	23
11	Contoh perbandingan ukuran koloni <i>petite</i> dan koloni normal	24
12	Hasil pengamatan aktivitas mitokondria sel ragi menggunakan pelacak Rhodamin B	25

DAFTAR TABEL

1	Komposisi suspensi perlakuan induksi apoptosis sel ragi	15
2	Rendemen ekstrak bangle hasil fermentasi dan nonfermentasi	19
3	Senyawa yang teridentifikasi pada ekstrak bangle NF	20
4	Senyawa teridentifikasi pada ekstrak bangle F0	20
5	Senyawa yang teridentifikasi pada ekstrak bangle F14	21
6	Pengamatan apoptosis sel ragi menggunakan pewarnaan Annexin V/FITC-PI	26

DAFTAR LAMPIRAN

1	Bagan alir penelitian	49
2	Kadar air simplisia bangle	50
3	Perhitungan rendemen ekstrak bangle	51
4	Jumlah koloni dan frekuensi <i>petite</i>	52
5	Kromatogram dan spektra LC-MS/MS	53