



PROFIL METABOLIT BUAH KAPULAGA BERDASARKAN PELARUT PENGEKSTRAKSI BERBEDA SERTA KORELASINYA DENGAN AKTIVITAS INHIBISI α -GLUKOSIDASE DAN ANTIOKSIDAN

KIRANA RUBY ZAHRA FADILLA



**PROGRAM STUDI KIMIA
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 “Profil Metabolit Buah Kapulaga Berdasarkan Pelarut Pengekstraksi Berbeda Serta Korelasinya dengan Aktivitas Inhibisi α -Glukosidase dan Antioksidan” 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, Agustus 2026

Kirana Ruby Zahra Fadilla
G450125104

RINGKASAN

KIRANA RUBY ZAHRA FADILLA. Profil Metabolit Buah Kapulaga Berdasarkan Pelarut Pengekstraksi Berbeda Serta Korelasinya dengan Aktivitas Inhibisi α -Glukosidase dan Antioksidan. Dibimbing oleh MOHAMAD RAFI, WARAS NURCHOLIS, dan RUDI HERYANTO.

Buah kapulaga (*Amomum compactum*) merupakan tumbuhan endemik Indonesia yang telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan obat tradisional karena mengandung berbagai metabolit bioaktif. Sejumlah aktivitas farmakologis telah banyak dilaporkan dimiliki oleh ekstrak kapulaga dua diantaranya, yaitu aktivitas antioksidan dan antidiabetes. Meskipun demikian, penelitian mengenai pengaruh perbedaan pelarut pengekstraksi terhadap profil metabolit non-volatil serta kaitannya dengan aktivitas antioksidan dan inhibisi α -glukosidase masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi perbedaan profil metabolit non-volatil berbasis LC-HRMS serta mengevaluasi aktivitas inhibisi α -glukosidase dan antioksidan ekstrak buah kapulaga yang diperoleh menggunakan pelarut *n*-heksana, etil asetat, aseton, dan etanol.

Pendekatan metabolomik tak-tertarget berbasis LC-HRMS digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan profil buah kapulaga berdasarkan pelarut pengekstraksinya. Data LC-HRMS dianalisis secara multivariat menggunakan principal component analysis (PCA) berdasarkan intensitas puncak kromatogram hasil *correlation optimized warping* (COW) dan *hierarchical cluster analysis* (HCA) berdasarkan luas area metabolit, serta uji ANOVA untuk mengidentifikasi metabolit pembeda antar ekstrak. Evaluasi aktivitas antioksidan menggunakan metode 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), sedangkan aktivitas antidiabetes dievaluasi melalui uji inhibisi enzim α -glukosidase.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan pelarut pengekstraksi berpengaruh terhadap rendemen ekstraksi, profil metabolit non-volatil, serta aktivitas biologis ekstrak buah kapulaga. Analisis LC-HRMS menunjukkan kromatogram antar pelarut memiliki pola yang mirip namun dengan intensitas puncak yang berbeda serta menunjukkan puncak tertinggi yang teridentifikasi sebagai senyawa retusin. Sebanyak 33 metabolit berhasil diidentifikasi yang termasuk dalam berbagai golongan senyawa, seperti fenolik, flavonoid, terpenoid, alkaloid, dan golongan senyawa lainnya. Sebaran jumlah metabolit yang terekstrak meningkat seiring dengan meningkatnya polaritas pelarut pengekstraksi. Analisis PCA dan HCA berhasil mengelompokkan ekstrak berdasarkan jenis pelarut, yang menunjukkan adanya perbedaan komposisi metabolit akibat selektivitas pelarut.

Evaluasi aktivitas inhibisi α -glukosidase dan antioksidan DPPH memiliki hasil yang berbeda signifikan pada setiap ekstrak. Ekstrak etanol menunjukkan aktivitas inhibisi α -glukosidase dan aktivitas antioksidan DPPH terbaik. Kepolaran pelarut etanol berhasil mengekstrak lebih banyak senyawa-senyawa polar yang diduga berkontribusi pada aktivitas biologis seperti golongan fenolik, flavonoid, dan alkaloid. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa perbedaan pelarut pengekstraksi berpengaruh terhadap profil metabolit non-volatil dan aktivitas biologis ekstrak buah kapulaga yang ditentukan oleh komposisi serta kelimpahan relatif metabolit bioaktif yang berhasil terekstraksi.

Kata kunci: α -glukosida, antioksidan, kapulaga, LC-HRMS, metabolit



SUMMARY

KIRANA RUBY ZAHRA FADILLA. Metabolite Profiling of Cardamom (*Amomum compactum*) Fruits Extracted with Different Solvents and Its Correlation with α -Glucosidase Inhibitory and Antioxidant Activities. Supervised by MOHAMAD RAFI, WARAS NURCHOLIS, and RUDI HERYANTO.

Cardamom (*Amomum compactum*) is an Indonesian endemic plant that has been widely used as both a food ingredient and a traditional medicinal plant due to its rich content of bioactive metabolites. Several pharmacological activities have been reported for cardamom extracts, including antioxidant and antidiabetic activities. However, studies investigating the effect of extraction solvents on the non-volatile metabolite profile and its relationship with antioxidant and α -glucosidase inhibition remain limited. Therefore, this study aimed to identify the differences in the non-volatile metabolite profiles of cardamom fruit extracts using LC-HRMS-based metabolomics and to evaluate their α -glucosidase inhibitory and antioxidant activities with n-hexane, ethyl acetate, acetone, and ethanol.

An untargeted LC-HRMS-based metabolomics approach was used in this study to obtain the metabolite profiles of cardamom fruit extracts in different extraction solvents. LC-HRMS data were subjected to multivariate analysis using principal component analysis (PCA) based on chromatographic peak intensities after correlation optimized warping (COW) preprocessing, and hierarchical cluster analysis (HCA) based on metabolite peak areas. In addition, one-way analysis of variance (ANOVA) was performed to identify discriminant metabolites among the different extracts. Antioxidant activity was evaluated using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay, while antidiabetic activity was assessed by measuring α -glucosidase inhibitory activity.

The results demonstrated that the extraction solvent significantly affected extraction yield, non-volatile metabolite profiles, and the biological activities of cardamom fruit extracts. LC-HRMS chromatograms exhibited similar overall chromatographic patterns among the extracts but differed in peak intensities, with the most abundant detected compound being rutin. A total of 33 metabolites were identified, representing various classes of compounds, including phenolics, flavonoids, terpenoids, alkaloids, and other phytochemicals. The number of extracted metabolites increased with increasing solvent polarity. PCA and HCA successfully classified the extracts according to the extraction solvent, indicating distinct metabolite compositions resulting from solvent selectivity.

The α -glucosidase inhibitory and DPPH antioxidant activities differed significantly among the extracts. The ethanol extract exhibited the strongest α -glucosidase inhibitory and antioxidant activities. The higher polarity of ethanol enabled the extraction of a greater abundance of polar bioactive compounds, particularly phenolics, flavonoids, and alkaloids, which are presumed to contribute to these biological activities. Overall, the findings demonstrate that extraction solvent significantly influences the non-volatile metabolite profile and the biological activities of cardamom fruit extracts, which are primarily determined by the composition and relative abundance of the extracted bioactive metabolites.

Keywords: α -glucosidase, antioxidant, cardamom, LC-HRMS, metabolites



@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.

© 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 METABOLIT BUAH KAPULAGA BERDASARKAN PELARUT PENGEKSTRAKSI BERBEDA SERTA KORELASINYA DENGAN AKTIVITAS INHIBISI α -GLUKOSIDASE DAN ANTIOKSIDAN

KIRANA RUBY ZAHRA FADILLA

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

**PROGRAM STUDI KIMIA
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 : Profil Metabolit Buah Kapulaga Berdasarkan Pelarut Pengekstraksi Berbeda Serta Korelasinya dengan Aktivitas Inhibisi α -Glukosidase dan Antioksidan

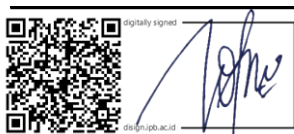
Nama : Kirana Ruby Zahra Fadilla
NIM : G4501251040

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Mohamad Rafi, S.Si., M.Si



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Waras Nurcholis, S.Si., M.Si



Pembimbing 3:
Dr. Rudi Heryanto, S.Si., M.Si

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Irmanida Batubara, S.Si., M.Si
NIP. 197508072005012001

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

Tanggal Ujian: 04 Agustus 2026

Tanggal Lulus:

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 Oktober 2025 sampai bulan Februari 2026 ini ialah Metabolomik dan Kemmetrik, dengan judul “Profil Metabolit Buah Kapulaga Berdasarkan Pelarut Pengekstraksi Berbeda Serta Korelasinya dengan Aktivitas Inhibisi α -Glukosidase dan Antioksidan”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Mohamad Rafi, S.Si., M.Si., Prof. Dr. Waras Nurcholis, S.Si., M.Si., dan Dr. Rudi Heryanto, S.Si., M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Ibu Nunung Nuryanti dan Pak Kosasih sebagai staf Laboratorium Kimia Analitik, Laela Wulansari, M.Si. dan Kak Farhana Nurazizah sebagai staf Laboratorium TropBRC IPB, Dr. Dewi Anggraini Septianingsih, M.Si. dan Alfi Hudatul Karomah, M.Si. sebagai staf ULTRU IPB yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada kedua orang tua (Bapak Herlan Sutisna dan Ibu Nanda Yuliana), kakak (Laurinda Salsa Aldina Putri, S.Pd. dan Ravena Safa Maura, S.Par.), dan adik (Kayara Mikaelia Mumtaz), serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Muhamad Dicky Fauzi, S.Pt. yang selalu membantu, menemani, mendengarkan, dan memberikan saran selama penelitian ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada teman-teman Sinergi Kimia 2025 Alifa Widyasari, S.Si., Cindy Eka Putri, S.Si., dan Mutiara Kalsum, S.Si., serta teman-teman atas perhatian, dukungan, dan masukkannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Kirana Ruby Zahra Fadilla



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	3
2.2 Alat dan Bahan	3
2.3 Prosedur Kerja	3
III HASIL DAN PEMBAHASAN	7
3.1 Kadar Air	7
3.2 Rendemen Ekstrak	7
3.3 Profil Metabolit Ekstrak Buah Kapulaga Menggunakan LC-HRMS	8
3.4 Aktivitas Inhibisi α -Glukosidase Ekstrak Buah Kapulaga	14
3.5 Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Kapulaga	16
3.6 Klasifikasi Ekstrak Buah Kapulaga	19
IV SIMPULAN DAN SARAN	25
4.1 Simpulan	25
4.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	42

DAFTAR TABEL

3.1. Rendemen ekstrak buah kapulaga pada berbagai pelarut	7
3.2. Metabolit teridentifikasi dan terkonfirmasi MS2 pada ekstrak <i>n</i> -heksana, etil asetat, aseton, dan etanol buah kapulaga	9
3.3. Indeks kesamaan pada kromatogram <i>n</i> -heksana, etil asetat, aseton, dan etanol buah kapulaga	19
3.4. Indeks kesamaan keseluruhan kromatogram ekstrak buah kapulaga pada berbagai variasi <i>segment</i> dan <i>slack</i>	20

DAFTAR GAMBAR

3.1. Kromatogram <i>base peak</i> ekstrak <i>n</i> -heksana (A), etil asetat (B), aseton (C), dan etanol (D) buah kapulaga pada mode ionisasi positif	8
3.2. Pola fragmentasi sianidanol (Flamini 2013)	10
3.3. Pola fragmentasi asam ferulat (Karonen dan Pihlava 2022)	11
3.4. Pola fragmentasi limonena (Kundu <i>et al.</i> 2021)	12
3.5. Pola fragmentasi 1-piperoilpiperidina (Chen <i>et al.</i> 2024)	13
3.6. Pola fragmentasi guanosin (Liu <i>et al.</i> 2008)	14
3.7. Aktivitas inhibisi α -glukosidase ekstrak buah kapulaga pada berbagai pelarut notasi huruf berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari hasil uji lanjut Tukey HSD	15
3.8. Aktivitas antioksidan DPPH ekstrak buah kapulaga pada berbagai pelarut notasi huruf berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dari hasil uji lanjut Tukey HSD	17
3.9. Puncak kromatogram ekstrak buah kapulaga berbagai pelarut pada menit ke- 17–18 sebelum (A) dan setelah (B) <i>pre-processing</i> COW	20
3.10. Plot skor PCA ekstrak buah kapulaga berbagai pelarut sebelum (A) dan setelah (B) <i>pre-processing</i> COW	21
3.11. Biplot PCA ekstrak buah kapulaga pada berbagai kelompok pelarut	22
3.12. <i>Heatmap</i> HCA ekstrak buah kapulaga	23
3.13. <i>Boxplot</i> ANOVA metabolit yang berkontribusi pada pengelompokkan HCA	24

DAFTAR LAMPIRAN

1 Diagram alir penelitian	32
2 Kadar air simplisia buah kapulaga	33
3 Rendemen ekstrak buah kapulaga	33
4 Metabolit ekstrak buah kapulaga pada berbagai pelarut	35
5 Aktivitas inhibisi α -glukosidase ekstrak buah kapulaga	37
6 Aktivitas inhibisi α -glukosidase standar akarbosa	38
7 Korelasi pearson data rendemen, aktivitas antioksidan, dan aktivitas inhibisi α -glukosidase	39



8	Aktivitas antioksidan ekstrak buah kapulaga	39
9	Aktivitas antioksidan standar troloks	40

@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.