



PENGARUH FERMENTASI *Lactobacillus plantarum* TERHADAP KONSENTRASI KAFEIN DAN ASAM KLOGENAT DARI KOPI ROBUSTA

KARLINA NOVRIANI



**PROGRAM STUDI BIOKIMIA
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.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengaruh Fermentasi *Lactobacillus plantarum* Terhadap Konsentrasi Kafein dan Asam Klorogenat dari Kopi Robusta” 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, Februari 2025

Karlina Novriani
NIM G8501211006



RINGKASAN

KARLINA NOVRIANI. Pengaruh Fermentasi *Lactobacillus plantarum* Terhadap Konsentrasi Kafein dan Asam Klorogenat dari Kopi Robusta. Dibimbing oleh DIMAS ANDRIANTO dan R. HARYO BIMO SETIARTO

Kopi robusta (*Coffea canephora*) merupakan salah satu jenis tanaman yang sudah lama di budidaya di Indonesia yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Kopi robusta termasuk ke dalam Famili *Rubiaceae*. Biji kopi kaya akan senyawa aktif polifenol dan alkaloid yaitu asam klorogenat, kafein, trigonelin, dan diterpen yang telah terbukti memiliki efek farmakologi diantaranya sebagai imunomodulator, antivirus, antifungi, antioksidan, antiinflamasi, dan efek antibakteri. Senyawa penting yang terkandung dalam kopi diantaranya adalah kafein dan asam klorogenat. Kafein merupakan senyawa alkaloid yang dapat ditemukan pada biji kopi, daun teh, dan biji kakao. Asam klorogenat merupakan hasil esterifikasi dari asam kafeat dan asam kuinat dengan banyak manfaat untuk kesehatan manusia, seperti sifat antioksidan, antiinflamasi, kardioprotektif, antikarsinogenik, antiobesitas, dan antidiabetes. Salah satu alternatif fermentasi dengan menggunakan mikroba probiotik seperti bakteri asam laktat yang dipercaya dapat menghasilkan kopi yang terfermentasi menjadi lebih unik dengan citarasa dan aroma yang khas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kafein, mengidentifikasi profil senyawa metabolit sekunder, dan aktivitas antioksidan pada kopi robusta hasil fermentasi *Lactobacillus plantarum* dengan variasi waktu fermentasi. Metode penelitian ini meliputi persiapan *L. plantarum* yang akan digunakan untuk fermentasi kopi, pengukuran konsentrasi kafein, identifikasi metabolit sekunder termasuk asam klorogenat, pengukuran total fenolik, dan uji aktivitas antioksidan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 0,13% sebelum fermentasi, menjadi 0,08% pada fermentasi 6 jam dan 0,14% pada fermentasi 24 jam. LC-MS/MS berhasil mengidentifikasi sebanyak 32, 23, dan 26 senyawa masing-masing dari sampel sebelum serta 6 dan 24 jam waktu fermentasi. Senyawa utama yang terdapat pada semua sampel diantaranya adalah kafein. Konsentrasi asam klorogenat mengalami penurunan dari 4,73% pada jam ke-0 menjadi 3,78% pada jam ke-6 dan 4,70% pada jam ke-24. Hasil pengukuran konsentrasi total fenolik pada kopi yang difermentasi juga mengalami penurunan dari 99,95 mg GAE/mL pada jam ke-0 menjadi 89,65 pada jam ke-6 dan 93,55 mg GAE/mL pada jam ke-24. Namun demikian proses fermentasi dengan *L. plantarum* memberikan peningkatan aktivitas antioksidan metode DPPH yang ditunjukkan dengan penurunan, nilai IC_{50} dari 51,44 ppm sebelum fermentasi menjadi 49,74 ppm pada jam ke-6, dan 50,81 ppm pada jam ke-24. Kondisi lingkungan tempat tumbuh seperti ketinggian, suhu kelembapan dan pH dapat perbedaan cara tanaman beradaptasi sehingga dapat mempengaruhi morfologi dan kadar metabolit primer dan sekunder pada tanaman walaupun masih dalam satu spesies yang sama. Kesimpulan dari penelitian ini kopi robusta difermentasi *L. plantarum* konsentrasi pada kafein dan aktivitas antioksidan memberikan hasil terbaik pada fermentasi ke-6 jam sebesar 0,08% dan 49,737 ppm. Sedangkan pada proses fermentasi 6 jam untuk konsentrasi pada asam klorogenat dan total fenolik menurun sebesar 3,87% dan 89,65 mg GAE/mL.

Kata kunci: Asam Klorogenat, Fermentasi, Kafein, Kopi Robusta, *Lactobacillus plantarum*

SUMMARY

KARLINA NOVRIANI. Effect of *Lactobacillus plantarum* Fermentation on Caffeine and Chlorogenic Acid Concentration of Robusta Coffee. Supervised by DIMAS ANDRIANTO and R. HARYO BIMO SETIARTO

Robusta coffee (*Coffea canephora*) is one type of plant that has long been cultivated in Indonesia which has a high economic value. Robusta coffee belongs to the Rubiaceae family. Coffee beans are rich in active polyphenol and alkaloid compounds, namely chlorogenic acid, caffeine, trigonelline, and diterpenes which have been shown to have pharmacological effects including immunomodulatory, antiviral, antifungal, antioxidant, anti-inflammatory, and antibacterial effects. Important compounds contained in coffee include caffeine and chlorogenic acid. Caffeine is an alkaloid compound that can be found in coffee beans, tea leaves, and cocoa beans. Chlorogenic acid is an esterified product of caffeic acid and quinic acid with many benefits for human health, such as antioxidant, anti-inflammatory, cardioprotective, anticarcinogenic, antiobesity, and antidiabetic properties. One alternative to fermentation using probiotic microbes such as lactic acid bacteria is believed to produce fermented coffee that is more unique with distinctive flavors and aromas. This study aims to analyze caffeine, identify the profile of secondary metabolite compounds, and antioxidant activity in robusta coffee fermented by *Lactobacillus plantarum* with variations in fermentation time. This research method includes the preparation of *L. plantarum* to be used for coffee fermentation, measurement of caffeine concentration, identification of secondary metabolites including chlorogenic acid, measurement of total phenolic compounds, and antioxidant activity test.

The results showed that the concentration was 0.13% before fermentation, became 0.08% at 6 hours fermentation and 0.14% at 24 hours fermentation. LC-MS/MS successfully identified 32, 23, and 26 compounds respectively from the samples before and 6 and 24 hours of fermentation time. The concentration of chlorogenic acid decreased from 4.73% at hour 0 to 3.78% at hour 6 and 4.70% at hour 24. However, the fermentation process with *L. plantarum* gave an increase in the antioxidant activity of the DPPH method as indicated by a decrease in the IC₅₀ value from 51.44 ppm before fermentation to 49.74 ppm at the 6th hour, and 50.81 ppm at the 24th hour. Environmental conditions of the place of growth such as altitude, humidity temperature and pH can differ in the way plants adapt so that it can affect the morphology and levels of primary and secondary metabolites in plants even though they are still in the same species. In conclusion of this research is robusta coffee fermented by *L. plantarum* concentration on caffeine and antioxidant activity gives the best results at the 6th hour fermentation of 0.08% and 49.737 ppm. While in the 6-hour fermentation process the concentration of chlorogenic acid and total phenolic decreased by 3.87% and 89.65 mg GAE/mL.

Keywords: Chlorogenic Acid, Fermentation, Caffeine, Robusta Coffee, *Lactobacillus plantarum*



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 apapun tanpa izin IPB



PENGARUH FERMENTASI *Lactobacillus plantarum* TERHADAP KONSENTRASI KAFEIN DAN ASAM KLOGENAT DARI KOPI ROBUSTA

KARLINA NOVRIANI

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Biokimia

**PROGRAM STUDI BIOKIMIA
SEKOLAH PASCASARJANA
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.



Judul : Pengaruh Fermentasi *Lactobacillus plantarum* Terhadap Konsentrasi Kafein dan Asam Klorogenat dari Kopi Robusta
Nama : Karlina Novriani
NIM : G8501211006

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Dimas Andrianto, S.Si., M.Si

Pembimbing 2:
Dr. R. Haryo Bimo Setiarto, S.Si., 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 2007011 001





@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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tama yang dipilih dalam penelitian ini yang dilaksanakan sejak bulan Agustus hingga November 2023 ini ialah “ Pengaruh Fermentasi *Lactobacillus plantarum* Terhadap Konsentrasi Kafein dan Asam Klorogenat dari Kopi Robusta”.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian karya tulis ini. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Dimas Andrianto, S.Si., M.Si; Dr. R. Haryo Bimo Setiarto, S.Si., M.Si, selaku komisi pembimbing atas segala arahan, bimbingan, dan motivasi kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian dan pengerjaan tesis.
2. Alm. Prof. Dr. Ir. Akhmad Endang Zainal Hasan, M. Si; Alm. Dr. Suryani, S.P., M.Sc. atas segala bimbingan dan arahan yang telah diberikan selama semasa hidupnya.
3. Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si selaku Ketua Program Studi Pascasarjana Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor
4. Seluruh dosen dan staf Departemen Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Martini, S.Si., M.Si beserta staf Laboratorium atas bantuan yang diberikan dalam teknik pengerjaan di Laboratorium, dan Bapak Arifin beserta staf Kebun Patani Kopi yang telah membantu selama persiapan sampel.
5. Kepada orang tua terutama Mama Siti Fatimah, Nenek Robuna, Kakek Kamarudin yang telah memberikan doa dan dukungan finansial kepada penulis, beserta adik-adik Fahri Ahmad Septian, M.Yusuf Maulana, Sihab Al Arrahman yang telah memberi doa dan semangat kepada penulis.
6. Kepada Praka Faridho Lintang, seseorang yang selalu menemani dan mendampingi dalam keadaan suka maupun duka, yang selalu mendengarkan keluh kesah saya, dan selalu memberikan dukungan terhadap saya. Terima kasih karena sudah bersedia menemani dan mendukung saya sehingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Kepada keluarga Suryati, Suprianto, Marsitawati, Hardi kusuma, Wiwin fauziah dukungan, motivasi, dan doa kepada Penulis
8. Teman-teman dekat Zelvy Amelia Muwarni, S.Pd., M.Si., Ananda Varenza Kisda, S.Gz., M.Gz., Noor Sholihin, S.P., M.Si., Siti khodijah, S.Pd watas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada Penulis;
9. teman-teman seperjuangan mahasiswa pascasarjana Biokimia 58

Penulis berharap semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Februari 2025

Karlina Novriani



@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.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL DAFTAR	xv
GAMBAR DAFTAR	xv
LAMPIRAN	xv
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	
2.1 Kopi	3
2.2 Fermentasi	4
2.3 Bakteri asam laktat (<i>Lactobacillus plantarum</i>)	5
2.4 Kafein	8
2.5 Asam klorogenat	11
2.6 LC-MS/MS	15
2.7 Aktivitas Antioksidan	16
III METODE	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Prosedur Penelitian	18
3.3.1 Fermentasi	18
3.3.2 Penentuan Konsentrasi Kafein Biji Kopi	18
3.3.3 Ekstraksi	18
3.3.4 Identifikasi Metabolit Sekunder Menggunakan LC-MS/MS	19
3.3.5 Aktivitas antioksidan	19
3.3.6 Kandungan Total Fenolik	20
3.3.7 Analisis Data	21
IV HASIL	
4.1 Kafein Biji Kopi Robusta	22
4.2 Identifikasi Profil biomolekul asam klorogenat kopi robusta fermentasi LC-MS/MS	22
4.3 Aktivitas Antioksidan	23
4.4 Kandungan Total Fenolik	24
V PEMBAHASAN	25
5.1 Kafein Biji Kopi Robusta	25
5.2 Identifikasi Profil biomolekul asam klorogenat kopi robusta fermentasi LC-MS/MS	26
5.3 Aktivitas Antioksidan	28
5.4 Total Fenolik	30



VI SIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Simpulan	32
6.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	42
RIWAYAT HIDUP	53

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 GAMBAR

1 Buah kopi robusta	3
2 Skema fermentasi	5
3 Tahap kedua fermentasi	6
4 Reaksi pembentukan etanol	7
5 Reaksi reduksi asam piruvat	7
6 Hasil asam laktat yang menghasilkan senyawa-senyawa lain	7
7 Reaksi keseluruhan	7
8 Struktur kafein	9
9 Jalur Glikolisis Pada <i>Lactobacillus plantarum</i>	10
10 Struktur asam klorogenat	13
11 Model jalur perubahan metabolisme primer pada <i>Lactobacillus plantarum</i>	14
12 Skema alat LC-MS/MS	15
13 Reaksi DPPH	16
14 Grafik Konsentrasi kafein	22
15 Grafik Aktivitas antioksidan	24
16 Grafik Total fenolik	24

DAFTAR TABEL

1 Interpretasi LC-MS/MS	22
-------------------------	----

LAMPIRAN

1 Diagram alir penelitian	43
2 Interpretasi data kopi robusta yang tidak di fermentasi dengan <i>Lactobacillus plantarum</i>	43
3 Interpretasi data kopi robusta yang di fermentasi <i>Lactobacillus plantarum</i> 6 jam	45
4 Interpretasi data kopi robusta yang di fermentasi <i>Lactobacillus plantarum</i> 24 jam	47
5 Kromatogram masa ion 194.0803. kelimpahan % dan struktur Senyawa kafein ($C_8H_{10}N_4O_2$)	49
6 Spektrum dan struktur senyawa kafein ($C_8H_{10}N_4O_2$)	49
7 Kromatogram masa ion 355.10229 kelimpahan% dan struktur senyawa asam klorogenat ($C_{16}H_{18}O_9$)	50
8 Kurva regresi linier aktivitas antioksidan kopi robusta uji tidak difermentasi <i>Lactobacillus plantarum</i>	50
9 Kurva regresi linier aktivitas antioksidan kopi robusta difermentasi <i>Lactobacillus plantarum</i> 6 jam	51
10 Kurva regresi linier aktivitas antioksidan kopi robusta difermentasi <i>Lactobacillus plantarum</i> 24 jam	52