

PERUBAHAN METABOLIT PADA FERMENTASI MINYAK KEDELAI OLEH *BACILLUS SUBTILIS* DAN *BACILLUS* *LICHENIFORMIS*

KHAIRUNNISA



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- 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 SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perubahan Metabolit pada Fermentasi Minyak Kedelai oleh *Bacillus subtilis* dan *Bacillus licheniformis*” 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 skripsi ini.

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

Bogor, Juli 2024

Khairunnisa
G4401201052

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.

ABSTRAK

KHAIRUNNISA. Perubahan Metabolit pada Fermentasi Minyak Kedelai oleh *Bacillus subtilis* dan *Bacillus licheniformis*. Dibimbing oleh IRMANIDA BATUBARA dan YULIN LESTARI.

Minyak kedelai berpotensi sebagai komoditas industri karena mengandung asam lemak tak jenuh. *Bacillus subtilis* dan *B. licheniformis* dapat mengolah minyak kedelai menjadi produk bernilai tambah melalui fermentasi yang memanfaatkan aktivitas enzim lipase. Ulasan ini menganalisis perubahan metabolit setelah fermentasi minyak kedelai oleh dua bakteri selama 14 hari. Analisis menggunakan gas kromatografi-detektor ionisasi nyala menunjukkan peningkatan pada asam oleat ($C_{18}H_{34}O_2$) dan linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$), serta munculnya asam lemak baru, yaitu asam kaproat ($C_6H_{12}O_2$), asam miristat ($C_{14}H_{28}O_2$), asam palmitoleat ($C_{16}H_{30}O_2$), asam heptadekanoat ($C_{17}H_{34}O_2$), dan asam lignoserat ($C_{24}H_{48}O_2$). Gas kromatografi-spektrometri massa menunjukkan komponen yang diduga menghasilkan aroma terhadap hasil fermentasi adalah metil oleat ($C_{19}H_{36}O_2$). Fermentasi berhasil mengubah metabolit dan memberikan nilai tambah pada minyak kedelai.

Kata kunci: asam lemak, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* fermentasi minyak kedelai, senyawa atsiri

ABSTRACT

KHAIRUNNISA. Metabolite Changes in Soybean Oil Fermentation by *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis*. Supervised by IRMANIDA BATUBARA and YULIN LESTARI.

Soybean oil has high potential as an industrial commodity due to its unsaturated fatty acid content. *Bacillus subtilis* and *B. licheniformis* can process soybean oil into value-added products through fermentation utilizing lipase enzyme activity. This review analyzes the metabolite changes during the 14 days of soybean oil fermentation by these two bacteria. Analysis using a gas chromatography-flame ionization detector showed an increase in oleic acid ($C_{18}H_{34}O_2$) and linoleic acid ($C_{18}H_{32}O_2$), as well as the appearance of new fatty acids, namely caproic acid ($C_6H_{12}O_2$), myristic acid ($C_{14}H_{28}O_2$), palmitoleic acid ($C_{16}H_{30}O_2$), heptadecanoic acid ($C_{17}H_{34}O_2$), and lignoceric acid ($C_{24}H_{48}O_2$). Gas chromatography-mass spectrometry indicated that the component likely responsible for the aroma of the fermentation product is methyl oleate ($C_{19}H_{36}O_2$). Fermentation successfully demonstrated metabolite changes and added value to soybean oil.

Keywords: *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, essential oil compounds, fatty acid, soybean oil fermentation



@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 2021
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip Sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebut 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 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.

PERUBAHAN METABOLIT PADA FERMENTASI MINYAK KEDELAI OLEH *BACILLUS SUBTILIS* DAN *BACILLUS LICHENIFORMIS*

KHAIRUNNISA

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Kimia

**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Dra. Gustini Syahbirin, M.S.
2. Dr. Tetty Kemala, M.Si.
3. Dr. Henny Purwaningsih, S.Si., M.Si

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.



Judul Skripsi : Perubahan Metabolit pada Fermentasi Minyak Kedelai oleh
Bacillus subtilis dan *Bacillus licheniformis*

Nama : Khairunnisa
NIM : G4401201052

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Irmanida Batubara, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Yulin Lestari

Diketahui oleh

Ketua Departemen Kimia:
Prof. Dr. Dra. Dyah Iswantini Pradono, M.Sc.Agr.
196707301991032001



Tanggal Ujian: 16 Juli 2024

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



@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 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 limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan. Penelitian yang dilakukan sejak Februari 2024 hingga Juni 2024 ini mengangkat tema perubahan senyawa kimia akibat fermentasi minyak kedelai, dengan judul “Perubahan Metabolit Pada Fermentasi Minyak Kedelai oleh *Bacillus subtilis* dan *Bacillus licheniformis*”.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Irmanida Batubara, S.Si., M.Si. selaku ketua komisi pembimbing yang telah memberikan ilmu, bimbingan, arahan, dan motivasi yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini hingga dapat terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Prof. Dr. Ir. Yulin Lestari sebagai anggota komisi pembimbing atas segala nasihat, masukan, petunjuk, dan motivasinya. Penulis juga berterima kasih kepada Ibu Heni dan Bapak Aldi atas segala bantuan dan dukungan selama penelitian di Laboratorium Mikrobiologi, Institut Pertanian Bogor. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh dosen dan staf Departemen Kimia atas ilmu dan bimbingan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan sarjana. Penghargaan setinggi-tingginya kepada Ibunda Sumiyati, Ayahanda M. Ayub, Tante Herma, dan Nenek Saking atas dukungan, doa, dan kasih sayangnya yang tiada henti. Terima kasih yang tulus juga penulis sampaikan kepada teman-teman seperjuangan, yaitu Dwinitha, Khopipah, Amira, Sindriana, Keni, Elsa, Stendy, Fio, Shinta, Fahru, Restu, Nurfikah, Putri, Indah, serta Komite MPKMB 60 yang telah membantu dan mendampingi selama masa perkuliahan dan penelitian ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang memerlukannya serta berkontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Khairunnisa

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.

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	2
1.4 Manfaat	2
II METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat	3
2.2 Alat dan Bahan	3
2.3 Prosedur Kerja	3
2.3.1 Peremajaan Bakteri (Rosmania 2020)	3
2.3.2 Pembuatan Media Kultur	3
2.3.3 Pembuatan Kurva Standar	4
2.3.4 Pengukuran Biomassa (Taufan <i>et al.</i> 2022)	4
2.3.5 Uji Aktivitas Lipase (Bestari dan Suharjono 2015)	5
2.3.6 Fermentasi Minyak Kedelai	5
2.3.7 Pengamatan Fisik	5
2.3.8 Analisis pH	5
2.3.9 Pengukuran Pertumbuhan Bakteri Fermentasi (Taufan <i>et al.</i> 2022)	5
2.3.10 Analisis Asam Lemak GC-FID (AOAC 2012)	6
2.3.11 Analisis Komponen Kimia GC-MS	6
2.4 Analisis Data	6
III HASIL DAN PEMBAHASAN	7
3.1 Peremajaan Bakteri	7
3.2 Media Kultur Bakteri	7
3.3 Kurva Standar Pertumbuhan Bakteri	8
3.4 Biomassa Bakteri	9
3.5 Aktivitas Lipase Bakteri	9
3.6 Pengamatan Fermentasi	10
3.7 Kurva Pertumbuhan Bakteri Selama Fermentasi	14
3.8 Senyawa Asam Lemak Sebelum dan Sesudah Fermentasi	15
3.9 Komponen Asiri dalam Minyak Kedelai Sesudah Fermentasi	18
IV SIMPULAN DAN SARAN	19
4.1 Simpulan	19
4.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	23
RIWAYAT HIDUP	50

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.



DAFTAR TABEL

3.1	Biomassa bakteri <i>B. subtilis</i> dan <i>B. licheniformis</i> setelah kultur 3 hari	25
3.2	Perubahan fisik pada fermentasi minyak kedelai menggunakan bakteri <i>B. subtilis</i>	11
3.3	Perubahan fisik pada fermentasi minyak kedelai menggunakan bakteri <i>B. licheniformis</i>	11
3.4	Perubahan fisik pada fermentasi minyak kedelai menggunakan kombinasi kedua bakteri	12
3.5	Komponen senyawa asam lemak minyak kedelai sebelum dan sesudah fermentasi	17

DAFTAR GAMBAR

3.1	Kurva standar bakteri <i>B. subtilis</i> dan <i>B. licheniformis</i> setelah kultur 3 hari	8
3.2	Zona bening aktivitas lipase selama 24 jam terhadap bakteri <i>B. subtilis</i> ulangan 1 (a), <i>B. subtilis</i> ulangan 2 (b), <i>B. subtilis</i> ulangan 3 (c), <i>B. licheniformis</i> ulangan 1 (d), <i>B. licheniformis</i> ulangan 2 (e), <i>B. licheniformis</i> ulangan 3 (f).	10
3.3	Kurva pertumbuhan bakteri selama 14 hari fermentasi	15

DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram alir penelitian	24
2	Bentuk peremajaan bakteri	24
3	Jumlah sel bakteri <i>B. subtilis</i>	25
4	Jumlah sel bakteri <i>B. licheniformis</i>	25
5	Contoh perhitungan biomassa	25
6	ANOVA hasil biomassa bakteri	26
7	Diameter zona bening aktivitas lipase bakteri <i>B. subtilis</i> dan <i>B. licheniformis</i> selama 24 jam	26
8	ANOVA hasil aktivitas lipase	26
9	Dokumentasi pengamatan fermentasi	26
10	Pengamatan fisik dan pH terhadap fermentasi minyak kedelai menggunakan bakteri <i>B. subtilis</i>	29
11	Hasil pengamatan fisik dan pH terhadap fermentasi minyak kedelai menggunakan bakteri <i>B. licheniformis</i>	31
12	Pengamatan fisik dan pH terhadap fermentasi minyak kedelai menggunakan kombinasi kedua bakteri	34
13	Pertumbuhan sel selama 14 hari fermentasi	36
14	Komponen senyawa asam lemak minyak kedelai sesudah difermentasi oleh bakteri <i>B. subtilis</i> (ulangan 1)	36

15	Komponen senyawa asam lemak minyak kedelai sesudah difermentasi oleh bakteri <i>B. subtilis</i> (ulangan 2)	37
16	Komponen senyawa asam lemak minyak kedelai sesudah difermentasi oleh bakteri <i>B. subtilis</i> (ulangan 3)	37
17	Komponen senyawa asam lemak minyak kedelai sesudah difermentasi oleh bakteri <i>B. licheniformis</i> (ulangan 1)	38
18	Komponen senyawa asam lemak minyak kedelai sesudah difermentasi oleh bakteri <i>B. licheniformis</i> (ulangan 2)	38
19	Komponen senyawa asam lemak minyak kedelai sesudah difermentasi oleh bakteri <i>B. licheniformis</i> (ulangan 3)	39
20	Komponen senyawa asam lemak minyak kedelai sesudah difermentasi oleh kombinasi bakteri <i>B. subtilis</i> dan <i>B. licheniformis</i> (ulangan 1)	39
21	Komponen senyawa asam lemak minyak kedelai sesudah difermentasi oleh kombinasi bakteri <i>B. subtilis</i> dan <i>B. licheniformis</i> (ulangan 2)	40
22	Komponen senyawa asam lemak minyak kedelai sesudah difermentasi oleh kombinasi bakteri <i>B. subtilis</i> dan <i>B. licheniformis</i> (ulangan 3)	40
23	Uji <i>Post-hoc</i> Tukey HSD	41
24	Kromatogram profil asam lemak minyak kedelai sebelum fermentasi hasil analisis GC-FID	42
25	Kromatogram komponen senyawa asam lemak minyak kedelai sesudah fermentasi dengan bakteri <i>B. subtilis</i> hasil analisis GC-FID	43
26	Kromatogram komponen senyawa lemak minyak kedelai sesudah fermentasi dengan bakteri <i>B. subtilis</i> hasil analisis GC-FID	44
27	Kromatogram komponen senyawa asam lemak minyak kedelai sesudah fermentasi dengan kombinasi kedua bakteri (<i>B. subtilis</i> dan <i>B. licheniformis</i>) hasil analisis GC-FID	46
28	Komponen senyawa asiri minyak kedelai difermentasi oleh <i>B. subtilis</i> hasil GC-MS	47
29	Komponen senyawa asiri minyak kedelai difermentasi oleh <i>B. licheniformis</i> hasil GC-MS	47
30	Komponen senyawa asiri minyak kedelai difermentasi oleh kombinasi bakteri	48
31	Kromatogram komponen senyawa asiri minyak kedelai difermentasi oleh <i>B. subtilis</i> hasil GC-MS	48
32	Kromatogram komponen senyawa asiri minyak kedelai difermentasi oleh <i>B. licheniformis</i> hasil GC-MS	49
33	Kromatogram komponen senyawa asiri minyak kedelai difermentasi oleh kombinasi kedua bakteri (<i>B. subtilis</i> dan <i>B. licheniformis</i>) hasil GC-MS	49