

**POTENSI IMOBILISASI GLUTEN *Pichia manshurica*
UNJCC Y-123 DAN *Lactobacillus plantarum* NP-57
TERHADAP FISIKOKIMIA DAN SENYAWA
VOLATIL BIJI KAKAO FERMENTASI**

Skripsi

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Sains**




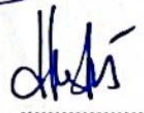
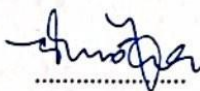
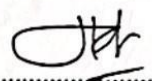


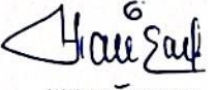
**Raihan Mediotama
1308620032**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

POTENSI IMOBILISASI GLUTEN *Pichia manshurica* UNJCC Y-123 DAN
Lactobacillus plantarum NP-57 TERHADAP FISIKOKIMIA DAN
SENYAWA VOLATIL BIJI KAKAO FERMENTASI

Nama Mahasiswa : Raihan Mediotama
No. Registrasi : 1308620032

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: <u>Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si.</u> NIP. 19790916200501004		18/02 ²⁵
Wakil Penanggung Jawab			
Wakil Dekan I	: <u>Dr. Meiliasari, S.Pd., M.Sc.</u> NIP. 197905042009122002		18/02 ²⁵
Ketua	: <u>Prof. Dr. Ratna Komala, M.Si.</u> NIP. 196408151989032002		5/2 ²⁵
Sekretaris/Penguji II	: <u>Dr. Hanhan Dianhar, M.Si.</u> NIP. 199009292015041003		24/1 ²⁵
Anggota			
Pembimbing I	: <u>Dr. Dalia Sukmawati, M.Si.</u> NIP. 197309142006042001		17/2/25
Pembimbing II	: <u>Rizal Koen Asharo, S.Si., M.Si.</u> NIP. 199206082019031012		24/1 ²⁵
Penguji I	: <u>Dr. Tri Handayani Kurniati, M.Si.</u> NIP. 1966031619920320001		5/2-25

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada tanggal 21 Januari 2025

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul “Potensi Imobilisasi Gluten *Pichia manshurica* UNJCC Y-123 dan *Lactobacillus plantarum* NP-57 Terhadap Fisikokimia dan Senyawa Volatil Fermentasi” yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Program Studi Biologi Universitas Negeri Jakarta adalah karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing.

Sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan yang disebutkan dalam teks skripsi ini, telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Jika dikemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sanding dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, 29 Januari 2025



Raihan Mediotama



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Raihan Mediotama
NIM : 1308620032
Fakultas/Prodi : FMIPA / Biologi
Alamat email : rmediotama@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

POTENSI IMOBILISASI GLUTEN *Pichia manshurica* UNJCC Y-123 DAN *Lactobacillus plantarum* NP-57 TERHADAP FISIKOKIMIA DAN SENYAWA VOLATIL BIJI KAKAO FERMENTASI

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 24 Februari 2025
Penulis

(Raihan Mediotama)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sang Maha Segalanya yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Potensi Imobilisasi Gluten *Pichia manshurica* UNJCC Y-123 Dan *Lactobacillus plantarum* NP-57 Terhadap Fisikokimia Dan Senyawa Volatil Biji Kakao Fermentasi” ini tepat pada waktunya. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

Skripsi ini ditulis dan disusun dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Selama proses penulisan dan penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan baik pengajaran, bimbingan, arahan, dan doa yang diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang membantu dan berperan dalam kelancaran skripsi ini.

Pertama, penulis memberikan ucapan terima kasih kepada Ibu Dr. Dalia Sukmawati, M.Si. selaku dosen pembimbing I dan Koordinator Program Studi Biologi UNJ yang telah meluangkan waktu pikiran, dan tenaganya untuk mengarahkan, membimbing, dan membantu penulis dengan penuh kasih sayang selama proses penulisan dan penyusunan skripsi ini. Kedua penulis ucapkan terima kasih kepada Bapak Rizal Koen Asharo, M.Si. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan dukungan, kritik, dan saran serta ilmu yang bermanfaat kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Prof. Dr. Ratna Komala, M.Si. selaku ketua sidang yang telah memberikan waktu, dukungan, dan masukan yang membangun juga kepada Ibu Dr. Tri Handayani Kurniati, M.Si. selaku dosen penguji 1 dan Bapak Dr. Hanhan Dianhar, M.Si. selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan dukungan, motivasi, kritik, dan saran yang membangun dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis juga diberikan kepada Ibu Vina Rizkawati, S.Si., M.Sc. selaku dosen penasihat akademik yang telah memberikan motivasi, arahan, dan dukungan dengan rasa kasih sayang dan penuh kesabaran.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah menyediakan isolat *Lactobacillus plantarum* NP-57 sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan terima kasih juga kepada hibah penelitian Deputy Bidang Fasilitas Riset dan Inovasi BRIN atas nama ibu Dr. Dalia Sukmawati, M.Si dengan judul “Alternatif Ketahanan Pangan Kaya Gizi Berbasis Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) dan Khamir Oleaginous Probiotik melalui Pendekatan Metabolomik” dengan nomor kontrak 12/II.7/HK/2023-2024 yang telah mendukung penulis secara materiil dalam menyelesaikan penelitian skripsi.

Penulis juga mengucapkan terima kasih yang begitu besar kepada orang tua penulis yaitu Bapak Naziruddin (Alm) dan Ibu Helda yang telah membesarkan dan membimbing penulis dengan senantiasa memberikan doa, dukungan baik moril maupun materil, dan kasih sayang serta semangat yang tiada hentinya sehingga penulis dapat terus berjuang hingga ke titik ini. Tidak lupa juga penulis ucapkan terima kasih kepada keluarga yaitu kak Rinda, kak Randi, dan kak Riska serta seluruh keluarga besar yang senantiasa mendoakan, mendukung, mengarahkan, dan memotivasi penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga memberikan rasa terima kasih kepada teman *Mycoteam '20* yaitu Salma, Kirana, Anggi, Riska, dan Rila yang telah menemani dan berjuang bersama serta saling memberi motivasi dari awal penelitian hingga akhir penyusunan skripsi ini. Tidak lupa juga kepada teman-teman Biologi A 2020 yaitu, Amal, Salma, Shinta, Varda, dan Septia serta teman satu angkatan Biologi 2020 yang telah menemani dan berjuang serta memberikan semangat selama masa perkuliahan hingga saat ini.

Penulis sadar sepenuhnya bahwa masih terdapat kekurangan dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis memohon maaf dan meminta kritik serta saran yang membangun dari semua pihak agar lebih baik untuk selanjutnya. Penulis berharap temuan penelitian dalam skripsi ini dapat bermanfaat dan berkontribusi dalam meningkatkan ilmu pengetahuan dan penelitian selanjutnya. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan ridho-Nya kepada kita semua. Aamiin.

Jakarta, 29 Januari 2025

Raihan Mediotama

ABSTRAK

RAIHAN MEDIOTAMA. Potensi Imobilisasi Gluten *Pichia manshurica* UNJCC Y-123 Dan *Lactobacillus plantarum* NP-57 Terhadap Fisikokimia Dan Senyawa Volatil Biji Kakao Fermentasi. Skripsi, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Januari 2025

Aktivitas khamir dan bakteri asam laktat (BAL) berpotensi dalam proses fermentasi untuk meningkatkan kualitas biji kakao fermentasi. Aktivitas dan stabilitas sel mikroba yang berperan dalam proses fermentasi dapat dipertahankan dengan metode imobilisasi. Sel khamir dan BAL yang menempel pada pelet gluten dibuktikan dengan karakteristik morfologi pelet gluten menggunakan SEM. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh imobilisasi *Pichia manshurica* UNJCC Y-123 dan *Lactobacillus plantarum* NP-57 serta kombinasi keduanya pada pelet gluten terhadap kualitas fisik dan kimia biji kakao fermentasi. Metode deskriptif dilakukan pada analisis senyawa volatil dan SEM. Penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dianalisis menggunakan Two ways anova dan dilanjutkan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) 95%. Hasil penelitian menunjukkan viabilitas sel *P. manshurica* memiliki nilai $7,8 \times 10^8$ dan viabilitas sel *L. plantarum* sebesar $2,5 \times 10^9$. Analisis SEM didapatkan hasil terbaik pada 9 jam perendaman. Hasil uji perlakuan pemberian *P. manshurica* dan *L. plantarum* pada waktu 120 jam fermentasi dapat meningkatkan nilai uji belah ($88,33 \pm 0,66$), suhu ($34,56 \pm 0,18^\circ\text{C}$), aktivitas antioksidan tertinggi dan pengujian pH menghasilkan pH yang optimum. Analisis senyawa volatil didapatkan bahwa pemberian *P. manshurica* dan *L. plantarum* serta waktu fermentasi memberikan pengaruh terhadap keragaman senyawa volatil. Senyawa volatil yang berhasil teridentifikasi berasal dari golongan asam lemak, alkohol, dan aldehide. Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa proses fermentasi dengan penambahan *Pichia manshurica* UNJCC Y-123 dan *Lactobacillus plantarum* NP-57 berpengaruh dan dapat meningkatkan kualitas fisik dan kimia dari biji kakao.

Kata kunci: antioksidan, aroma, GCMS, pH, suhu

ABSTRACT

RAIHAN MEDIOTAMA. Potential Immobilization of Gluten *Pichia manshurica* UNJCC Y-123 and *Lactobacillus plantarum* NP-57 on the Physicochemical Properties and Volatile Compounds of Fermented Cocoa Beans. Thesis, Biology Study Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Jakarta. January 2025

The activity of yeast and lactic acid bacteria (LAB) has significant potential in the fermentation process to enhance the quality of fermented cocoa beans. The activity and stability of microbial cells involved in fermentation can be maintained through immobilization methods. The attachment of yeast and LAB cells to gluten pellets was confirmed through morphological characterization using Scanning Electron Microscopy (SEM). This study aimed to determine the effect of immobilizing *Pichia manshurica* UNJCC Y-123 and *Lactobacillus plantarum* NP-57, as well as their combination on gluten pellets, on the physical and chemical quality of fermented cocoa beans. A descriptive method was used for volatile compound analysis and SEM observation. The study employed a factorial Completely Randomized Design (CRD), analyzed using two-way ANOVA followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 95% confidence level. The results showed that the viability of *P. manshurica* cells was $7,8 \times 10^8$, while the viability of *L. plantarum* cells was $2,5 \times 10^9$. The best SEM analysis results were obtained after 9 hours of soaking. Treatment with *P. manshurica* and *L. plantarum* during 120 hours of fermentation improved the cut test score ($88,33 \pm 0,66$), temperature ($34,56 \pm 0,18^\circ\text{C}$), antioxidant activity, and resulted in optimal pH values. Volatile compound analysis revealed that the addition of *P. manshurica* and *L. plantarum* and the duration of fermentation influenced the diversity of volatile compounds. The identified volatile compounds belonged to fatty acid, alcohol, and aldehyde groups. Based on the obtained results, it can be concluded that the fermentation process with the addition of *Pichia manshurica* UNJCC Y-123 and *Lactobacillus plantarum* NP-57 positively impacts and improves the physical and chemical quality of cocoa beans.

Keywords: *antioxidant, flavor, GCMS, pH, temperature*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	6
B. Biji Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	7
C. <i>Pichia manshurica</i> pada Fermentasi Kakao	10
D. <i>Lactobacillus plantarum</i> pada Fermentasi kakao	12
E. Imobilisasi menggunakan Gluten pellet.....	13
F. Uji Belah (<i>cut test</i>).....	15
G. Nilai pH dan Suhu.....	16
H. Kadar Antioksidan	17
I. Senyawa Volatil	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
A. Tempat dan Waktu	21
B. Metode Penelitian	21
C. Alat dan Bahan	22
D. Prosedur Penelitian	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
A. Peremajaan Khamir <i>Pichia manshurica</i> UNJCC Y-123	31
B. Peremajaan Bakteri Asam Laktat <i>L. plantarum</i> NP-57	32

C. Viabilitas <i>P. manshurica</i> dan <i>L. plantarum</i> NP-57	34
D. Analisis Pertumbuhan Khamir dan BAL Pada Pelet Gluten dengan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	38
E. Karakteristik Fisik dan Kimia Biji Kakao Fermentasi.....	41
1. Pengaruh Pemberian Variasi Mikroba Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pengamatan Uji Belah.....	41
2. Pengaruh Pemberian Variasi Mikroba Dan Waktu Fermentasi Terhadap Suhu Biji Kakao Fermentasi.....	45
3. Pengaruh Pemberian Variasi Mikroba Dan Waktu Fermentasi Terhadap Aktivitas Antioksidan.....	47
4. Pengaruh Pemberian Variasi Mikroba Dan Waktu Fermentasi Terhadap pH Biji Kakao Fermentasi	50
5. Pengaruh Pemberian Variasi Mikroba Dan Waktu Fermentasi Terhadap Senyawa Volatil Biji Kakao Fermentasi.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	60
A. Kesimpulan	60
B. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN	78
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	103

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Mutu fisik kakao fermentasi (Davit et al., 2013).....	10
2. Mutu kimia kakao fermentasi (Towaha et al., 2012).....	10
3. Senyawa volatil yang diidentifikasi dengan analisis GC-MS	19
4. Desain penelitian fermentasi biji kakao.....	22
5. Viabilitas Sel Khamir <i>Pichia manshurica</i> UNJCC Y-123	35
6. Viabilitas Sel BAL <i>Lactobacillus plantarum</i> NP-57.....	36
7. Hasil Pengamatan Uji Belah Biji Kakao terfermentasi (<i>Fermented</i>)	42
8. Hasil Pengukuran Suhu Biji Kakao Fermentasi	45
9. Hasil Aktivitas Antioksidan Biji Kakao Fermentasi	48
10. Hasil Pengukuran pH Biji Kakao Fermentasi.....	51
11. Profil senyawa volatil (GC-MS) yang teridentifikasi.....	55
12. Hasil uji ANOVA dua arah data uji belah biji kakao fermentasi	84
13. Hasil uji lanjut <i>Duncan</i> (DMRT) uji belah pada biji kakao fermentasi	85
14. Hasil uji ANOVA dua arah data suhu biji kakao fermentasi.....	86
15. Hasil uji lanjut <i>Duncan</i> (DMRT) suhu pada biji kakao fermentasi.....	87
16. Hasil uji ANOVA dua arah data antioksidan biji kakao fermentasi.....	88
17. Hasil uji lanjut <i>Duncan</i> (DMRT) antioksidan biji kakao fermentasi	89
18. Hasil uji ANOVA dua arah data pH biji kakao fermentasi	90
19. Hasil uji lanjut <i>Duncan</i> (DMRT) pH pada biji kakao fermentasi	91

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Buah dan Biji Kakao (Jayanti, 2017).....	6
2. Kultivar buah kakao (Haliza et al., 2020).....	7
3. Sel khamir <i>P. manshurica</i> (perbesaran 400x) (Zhang et al., 2017).....	11
4. Sel BAL <i>L. plantarum</i> (Perbesaran 100x) (Utama et al., 2018).....	13
5. Alur Penelitian	23
6. Hasil peremajaan khamir <i>Pichia manshurica</i> UNJCC Y-123.....	32
7. Hasil peremajaan BAL <i>Lactobacillus plantarum</i> NP-57	33
8. Hasil Imobilisasi Sel Pada Pelet Gluten	38
9. Hasil SEM Pelet Gluten <i>Pichia manshurica</i> Y-123	39
10. Hasil SEM Pelet Gluten <i>Lactobacillus plantarum</i> NP-57	40
11. Proses perolehan biomassa sel khamir dan BAL.....	96
12. Pembuatan pelet gluten.....	96
13. Proses Imobilisasi sel khamir dan BAL pada pelet gluten	97
14. Sampel Imobilisasi sel pada pelet gluten untuk uji SEM	97
15. Proses rehidrasi Biji kakao MCC 02	97
16. Proses fermentasi biji kakao MCC 02	98
17. Pengambilan data parameter yang diujikan.....	98
18. Proses persiapan uji aktivitas antioksidan	98
19. Proses analisis senyawa volatil menggunakan GC-MS.....	99
20. Hasil uji belah pada biji kakao fermentasi perlakuan kontrol	100
21. Hasil uji belah pada biji kakao fermentasi perlakuan khamir.....	100
22. Hasil uji belah pada biji kakao fermentasi perlakuan BAL.....	101
23. Hasil uji belah pada biji kakao fermentasi perlakuan kombinasi	101
24. Hasil analisis pelet gluten dengan alat SEM.....	101

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Pembuatan dan Komposisi Media	78
2. Data Hasil Uji Parameter	81
3. Hasil Statistik Biji Kakao Fermentasi.....	84
4. Kromatogram GCMS Biji Kakao Fermentasi	92
5. Dokumentasi Penelitian.....	96
6. Hasil Uji belah pada Biji Kakao Fermentasi	100
7. Laporan Hasil Uji SEM Pelet Gluten	102

