

**UNTARGETED LIPIDOMIC MENGGUNAKAN METODE LC-MS
(*Liquid Chromatography-Mass Spectrometry*) KOMBINASI
KEMOMETRIK UNTUK AUTENTIKASI KEHALALLAN
DAGING HAM SAPI DAN BABI**

SKRIPSI



Oleh :

VINA YOELIA SANDY

NIM. 2104101006

**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN DAN SAINS
UNIVERSITAS PGRI MADIUN**

Juli 2025

**UNTARGETED LIPIDOMIC MENGGUNAKAN METODE LC-MS
(Liquid Chromatography-Mass Spectrometry) KOMBINASI
KEMOMETRIK UNTUK AUTENTIKASI KEHALALLAN
DAGING HAM SAPI DAN BABI**

SKRIPSI

Diajukan kepada Universitas PGRI Madiun untuk Memenuhi Salah Satu
Persyaratan dalam Menyelesaikan Program Sarjana Strata 1 Farmasi

Oleh :

VINA YOELIA SANDY

NIM. 2104101006

**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN DAN SAINS
UNIVERSITAS PGRI MADIUN**

Juli 2025

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

Skripsi oleh Vina Yoelia Sandy telah diperiksa dan disetujui untuk diuji.

Madiun, 8 Juli 2025

Pembimbing I,



Dr. apt. Vevi Maritha, M. Farm

NIDN. 0703128604

Pembimbing II,



apt. Desi Kusumawati, S. Farm., M. Farm-Klin.

NIDN. 0711128103

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Skripsi oleh Vina Yoelia Sandy telah dipertahankan di depan dosen penguji pada hari Senin, 14 Juli 2025.

Tim Penguji,



Dr. apt. Vevi Maritha, M. Farm
NIDN. 0703128604

Ketua



Dra. Arum Suproborini, M. Si
NIDN. 0721066703

Sekretaris



Dr. apt. Vevi Maritha, M. Farm
NIDN. 0703128604

Anggota



Apt. Desi Kusumawati, S. Farm., M. Farm-Klin.
NIDN. 0711128103

Anggota



Dr. drh. Cicilia Novi Primiani, M. Pd.
NIDN. 0727116903

Anggota



Mengetahui:
Dekan FIKS
Dr. drh. Cicilia Novi Primiani, M. Pd.
NIDN. 0727116903



Mengesahkan:
Kaprodi Farmasi
Apt. Waka Sidha Bhagawan M. Farm
NIDN. 2024118801

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vina Yoelia Sandy

NIM : 2104101006

Program Studi : Farmasi

Fakultas : Ilmu Kesehatan dan Sains

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul "*Untargeted Lipidomic Menggunakan Metode LC-MS (Liquid Chromatography-Mass Spectrometry) Kombinasi Kemometrik Untuk Autentikasi Kehalallan Daging Ham Sapi dan Babi*" ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini plagiat, maka saya menerima sanksi atas perbuatan saya tersebut.

Madiun, 8 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Vina Yoelia Sandy

NIM. 2104101006

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan hikmat, pertolongan, dan anugerah-Nya melalui berbagai macam cara yang tidak pernah penulis pikirkan serta melalui orang-orang yang dikirim untuk membantu, menyelamatkan dan mendukung sehingga penulis dapat menulis dan menyelesaikan skripsi ini. Karya ini penulis persembahkan sebagai tanda buki cinta dan saying kepada orang tua terhebat saya, yaitu ayah dan ibu. Terima kasih atas segala doa, pengorbanan, usaha, dukungan serta motivasi yang selalu diberikan kepada saya. Skripsi ini juga saya persembahkan kepada keluarga, teman serta orang-orang terdekat penulis yang selalu membantu, memberikan semangat, motivasi serta dukungan dalam proses skripsi ini.

Serta apresiasi yang sebesar-besarnya untuk penulis yang sudah berhasil melewati dan menghadapi segala kesulitan serta tantangan dengan banyak keringat dan air mata, tidak memilih menyerah untuk menyelesaikan apa yang sudah dimulai. Banyaknya doa serta dukungan yang selalui mengiringi penulis selama proses penulisan skripsi ini, yang telah membuat penulis telah berhasil melangkah sampai tujuan akhirnya dan menjadi langkah awal untuk memulai cerita yang baru.

MOTTO

“Karena masa depan sungguh ada, dan harapanmu tidak akan hilang.”

- Amsal 23 : 18

Dum Spiro, Spero.

“While I breath, I hope”

“Life isn’t how to survive the storm, it’s about how to dance in the rain”

- TS Somewhere

“Hidup bagaikan pesawat kertas, terbang dan pergi membawa impian. Sekuat tenaga dengan hembusan angin, terus melaju terbang. Jangan bandingkan jarak terbangnya, tapi bagaimana dan apa yang dilalui.”

- Pesawat kertas 365 hari

“Long Story Short, I Survived”

- Taylor Swift

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan rahmat, pertolongan dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Untargeted Lipidomic Menggunakan Metode LC-MS (Liquid Chromatography-Mass Spectrometry) Kombinasi Kemometrik Untuk Autentikasi Kehalallan Daging Ham Sapi dan Babi*” yang menjadi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Farmasi (S. Farm) di Program Studi Farmasi Universitas PGRI Madiun.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini selesai berkat bantuan, petunjuk, saran, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. H. Supri Wahyudi Utomo, M.Pd., selaku Rektor Universitas PGRI Madiun.
2. Dr. drh. Cicilia Nivi Primiani, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains Universitas PGRI Madiun.
3. apt. Weka Sidha Bhagawan, S.Farm., M.Farm., selaku Kepala Program Studi Farmasi Universitas PGRI Madiun.
4. Dr. apt. Vevi Maritha, M. Farm., dan apt. Desi Kusumawati, S.Farm., M.Farm-Klin., selaku pembimbing I dan II atas segala bimbingan, nasehat, dan ilmu yang diberikan selama proses penulisan skripsi ini.
5. Dra. Arum Suproborini, M. Si, selaku dosen pembimbing akademik selama penulis menempuh pendidikan sarjana di Universitas PGRI

Madiun ini, atas segala bimbingan nasehat, ilmu serta usaha yang diberikan sampai penulis berhasil menyelesaikan pendidikan ini.

6. Dosen dan Staff Program Studi Farmasi Universitas PGRI Madiun, atas segala bimbingan, dukungan, nasehat, dan ilmu yang diberikan selama masa studi sarjana.
7. Yang teristimewa Ayah ibu tercinta, atas setiap doa, kasih sayang, dukungan, motivasi serta pengorbanan yang tidak pernah berhenti disepanjang hidup penulis. Terima kasih untuk setiap usaha dan pengorbanan yang sudah diberikan, serta untuk setiap senyum dan tawa meskipun banyak duka yang sengaja ditutupi. Terima kasih karena, sudah berhasil membuat anak pertama kalian lulus menjadi seorang sarjana.
8. Lutfi Nurhidayah, dan Cicilia Elok, partner bahkan sahabat terbaik penulis. Terima kasih banyak atas setiap bantuan, motivasi, dukungan serta waktu yang diluangkan untuk menjadi pendengar yang baik. Terima kasih sudah membuat masa 4 tahun menjalani Pendidikan ini menjadi lebih menyenangkan.
9. Seseorang yang menjadi *support system* dan partner penulis dalam melewati banyak suka duka, yang selalu memberikan bantuan, motivasi, dukungan serta apresiasi. Terima kasih untuk setiap detik yang diluangkan ditengah lelahnya bekerja untuk menjadi telinga dan sandaran, serta setiap hal-hal kecil yang diberikan kepada penulis untuk bentuk apresiasi serta penyemangat.

10. Adik dan keluarga besar, yang sudah memberikan doa, cinta, motivasi serta dukungan yang membuat penulis berhasil sampai di titik ini.
11. Teman-teman selama masa studi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membersamai penulis selama masa studi sarjana.
12. Last but not least. Vina Yoelia Sandy. Apresiasi untuk penulis yang telah berhasil melewati perjalanan sejauh ini, di jalan penuh lubang dan jurang yang menakutkan untuk seorang anak perempuan yang terbiasa berjalan sendiri tanpa berani menunjukkan ketakutan dan kekhawatirannya kepada siapapun. Terima kasih sudah memberanikan diri untuk membuka pintu dan keluar dari kamar gelap itu, menyelesaikan tanggung jawab dengan langkah-langkah kecilmu meskipun penuh ragu. *I see how far you've come. I'm proud of you, not just for what you did, but how far u kept going. It's not easy so far, I know you're doing your best to make it through. You've survived.*

Penulis menyadari bahwa penulisan naskah skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan kemampuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, semua bentuk kritik, saran, dan masukan yang dapat membantu akan penulis terima dengan sangat senang hati. Akhir kata, semoga naskah skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Madiun, 8 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUNG DEPAN	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	
.	
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH SKRIPSI	iv
PERSEMBAHAN	v
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS PENELITIAN	7
A. Kajian Pustaka	7
1. Makanan Halal	7

2. Produk Olahan Daging	8
3. <i>Untargeted Lipidomic</i>	9
4. <i>Liquid Chromatography-Mass Spectrometry (LC-MS)</i>	11
5. Kemometrik	13
6. Autentikasi Kehalalan	15
B. Kerangka Berpikir	19
C. Hipotesis Penelitian	20
BAB III METODE PENELITIAN	21
A. Tempat dan Waktu Penelitian	21
B. Desain Penelitian	21
C. Subjek Penelitian	21
D. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional	21
E. Teknik Pengumpulan Data	23
F. Instrumen Penelitian	24
G. Teknik Analisis Data	24
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	26
A. Deskripsi Data	26
1. Hasil Ekstraksi Lipid	26
2. Hasil Analisis Lipidomic menggunakan LC-MS	26
3. Hasil Analisis Kemometrik	49
B. Pembahasan	54
1. Ekstraksi Lipid	54
2. Analisis Lipidomic Menggunakan LC-MS	54
3. Analisis Kemometrik.....	56
BAB V PENUTUP.....	61
A. Kesimpulan.....	61
B. Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN	69

DAFTAR TABEL

	Halaman
Lampiran 1 Surat Izin Penelitian Laboratorium Terpadu UNIPMA	69
Lampiran 2 Surat Izin Penelitian Laboratorium IPB.....	70
Lampiran 3 Cara Ekstraksi Lipid (Harlina et al., 2021).....	71
Lampiran 4 Mekanisme Kerja LC-MS (Liquid Chromatography-Mass Spectrometry) (Agarwal, 2019).....	72
Lampiran 5 Analisis Kemometrik (Maritha et al., 2023).....	74
Lampiran 6 Proses Ekstraksi Lipid	75
Lampiran 7 Dokumentasi Penelitian	80

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Pendekatan eksperimental yang dapat diterapkan dalam lipidomic (Smirnov et al., 2021).....	10
Gambar 2. 2 Instrumen LC-MS (Parasuraman et al., n.d.).....	11
Gambar 2. 3 Analisis lipidomic berbasis LC-MS (Cajka & Fiehn, 2014)	12
Gambar 2. 4 Hasil analisis kemometrik dengan PCA dan PLS-DA (Windarsih, Bakar, Rohman, et al., 2023).....	14
Gambar 2. 5 Kerangka berpikir penelitian	19
Gambar 4. 1 A,B) Distribusi kandungan lipid signifikan pada daging ham sapi dan babi dalam mode ion positif. C,D) Distribusi kandungan lipid signifikan pada daging ham sapi babi dalam mode ion negatif.....	48
Gambar 4. 2 A) Score Plot PCA pada daging ham sapi dan babi dalam ion positif B) Nilai box plot tertinggi pada daging ham sapi dan babi dalam ion positif. C) Nilai box plot terendah pada daging ham sapi dan babi dalam ion positif. D) Score Plot PCA pada daging ham sapi dan babi dalam ion negatif. E) Nilai box plot tertinggi dari daging ham sapi dan babi dalam ion negatif. F) Nilai box plot terendah dari daging ham sapi dan babi dalam ion negatif.	50
Gambar 4. 3 K-Mean dan Cluster Analysis daging ham sapi dan babi.....	51
Gambar 4. 4 VIP Score pada ham sapi dan babi dalam ion positif dan negatif	53

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Surat Izin Penelitian Laboratorium Terpadu UNIPMA.....	69
Lampiran 2 Surat Izin Penelitian Laboratorium IPB.....	70
Lampiran 3 Cara Ekstraksi Lipid (Harlina et al., 2021).....	71
Lampiran 4 Mekanisme Kerja LC-MS (Liquid Chromatography-Mass Spectrometry) (Agarwal, 2019).....	72
Lampiran 5 Analisis Kemometrik (Maritha et al., 2023).....	74
Lampiran 6 Proses Ekstraksi Lipid	75
Lampiran 7 Dokumentasi Penelitian	80