

**PENDEKATAN *UNTARGETED METABOLOMIC* UNTUK KARAKTERISASI
METABOLIT YANG TERLIBAT DALAM PEMBENTUKAN *FLAVOR* PRODUK
FERMENTASI IKAN TERI (*Stoltephorus spp*)
DAN PEMETAAN BIOAKTIVITASNYA**

SKRIPSI



Oleh :

FARIDA AGUSTINA
NPM. 21033010057

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA
2025**

**PENDEKATAN UNTARGETED METABOLOMIC UNTUK KARAKTERISASI
METABOLIT YANG TERLIBAT DALAM PEMBENTUKAN FLAVOR PRODUK
FERMENTASI IKAN TERI (*Stoltephorus spp*)
DAN PEMETAAN BIOAKTIVITASNYA**

SKRIPSI



Oleh :

FARIDA AGUSTINA
NPM. 21033010057

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA
2025**

**PENDEKATAN *UNTARGETED METABOLOMIC* UNTUK KARAKTERISASI
METABOLIT YANG TERLIBAT DALAM PEMBENTUKAN *FLAVOR* PRODUK
FERMENTASI IKAN TERI (*Stoltephorus spp*)
DAN PEMETAAN BIOAKTIVITASNYA**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknologi Pangan**

Oleh:

**FARIDA AGUSTINA
NPM. 21033010057**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENDEKATAN UNTARGETED METABOLOMIC UNTUK KARAKTERISASI
METABOLIT YANG TERLIBAT DALAM PEMBENTUKAN FLAVOR PRODUK
FERMENTASI IKAN TERI (*Stoltephorus spp*)
DAN PEMETAAN BIOAKTIVITASNYA**

SKRIPSI

Disusun Oleh:

FARIDA AGUSTINA
NPM. 21033010057

**Telah Dipertahankan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi Program Studi
Teknologi Pangan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan
Nasional "Veteran" Jawa Timur pada Tanggal 9 September 2025.**

Pembimbing I

Dr. Muhammad Alfid K., S.Pi, M.Si
NIP. 19940822 202203 1 004

Pembimbing II

Anugerah Dany P., S.TP., M.P., M.Sc
NIP. 198811082022031003

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

Prof. Dr-Dra. Jariyah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa yang tercantum di bawah ini:

Nama : Farida Agustina
NPM : 21033010057
Jurusan : Teknologi Pangan

Telah mengerjakan (revisi/~~tidak revisi~~) Laporan Penelitian dengan judul:
**"PENDEKATAN UNTARGETED METABOLOMIC UNTUK KARAKTERISASI
METABOLIT YANG TERLIBAT DALAM PEMBENTUKAN FLAVOR PRODUK
FERMENTASI IKAN TERI (*Stollephorus spp*)
DAN PEMETAAN BIOAKTIVITASNYA"**

Surabaya, 26 Agustus 2025

Dosen Penguji

1.

Dr. Hadi Munarko, S.TP., M.Si
NIP. 19930104 202203 1 006

2.

Dr. Yushinta Aristina S., S.Pi, MP
NIP. 19821229 202421 2 011

Dosen Pembimbing

1.

Dr. Muhammad Alfid K., S.Pi, M.Si
NIP. 19940822 202203 1 004

2.

Anugerah Dary P., S.TP., M.P., M.Sc
NIP. 198811082022031003

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Teknologi Pangan

Dr. Rosida, S.TP., M.P
NIP. 19710219 202121 2 004

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Farida Agustina
NPM : 21033010057
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknologi Pangan
Fakultas : Teknik dan Sains

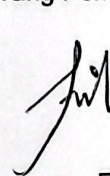
Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah ~~Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi~~* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Disertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 11 September 2025

Yang Pembuat Pernyataan



Farida Agustina
NPM. 21033010057

**PENDEKATAN *UNTARGETED METABOLOMIC* UNTUK KARAKTERISASI
METABOLIT YANG TERLIBAT DALAM PEMBENTUKAN *FLAVOR* PRODUK
FERMENTASI IKAN TERI (*Stoltephorus spp*)
DAN PEMETAAN BIOAKTIVITASNYA**

**FARIDA AGUSTINA
21033010057**

INTISARI

Rusip adalah produk fermentasi tradisional Bangka Belitung berbasis ikan teri yang kaya metabolit penentu cita rasa dan bioaktivitas. Penelitian ini menganalisis perubahan profil metabolit pada tiga durasi fermentasi (0, 10, 20 hari), serta korelasinya dengan atribut sensori, dan pemetaan bioaktivitas. Fermentasi menggunakan ikan teri, garam, dan gula aren, dianalisis dengan metode *Untargeted Metabolomic* menggunakan LC-MS/MS, QDA sesuai ISO 8586:2012, prediksi bioaktivitas secara *in silico*, dan uji antioksidan dengan DPPH. Terdeteksi 5403 ion metabolit, 1405 dapat teridentifikasi, didominasi asam amino, peptida (94 jenis) dan lipid (81 jenis). Sebanyak 35 metabolit meningkat >10 kali pada fermentasi 20 hari dan 47 metabolit menurun, dengan jalur signifikan: biosintesis arginin, metabolisme beta-alanin, fenilalanin, histidin, alanin, aspartat, glutamat, asam linoleat, dan riboflavin. Asam amino bebas naik dari 14,06 g leusin (0 hari) menjadi 37,13 g leusin (20 hari), asam lemak bebas dari $4,43 \pm 0,14$ menjadi $14,15 \pm 0,36$, dan antioksidan setara 274,20–311,13 μg asam askorbat/g. Bioaktivitas terbesar adalah antihipoksia, diikuti imunostimulan, antidepresan, dan antiparkinsonian. Selama fermentasi, sebagian besar rasa dan aroma khas meningkat, sedangkan rasa khas ikan teri, aroma manis, dan aroma amis menurun; metabolit dominan pembentuk flavor meliputi N-Acetyl-L-phenylalanine, DL-Alanine, 3-Indoleethanol, Nicotianamine, p-Octopamine, dan Piperidine.

Kata Kunci : Rusip, Metabolomik, *Pathway*, Bioaktivitas, Sensori, Korelasi

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, dan karunia-Nya, sehingga memungkinkan penulis untuk menyelesaikan penelitian yang berjudul “Pendekatan *Untargeted Metabolomic* untuk Karakterisasi Metabolit yang Terlibat dalam Pembentukan *Flavor* Produk Fermentasi Ikan Teri (*Stoltephorus spp*) dan Pemetaan Bioaktivitasnya”. Berkat bimbingan, dukungan, dan do’a dari berbagai pihak, penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Keberhasilan dalam menyelesaikan penelitian ini tentunya merupakan hasil dari kolaborasi dan bantuan yang diberikan oleh banyak pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dengan segala rasa hormat dan terima kasih, penulis ingin mengungkapkan rasa syukur dan penghargaan kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat melaksanakan penelitian ini.
2. Ibu Dr. Rosida, S.TP, MP., selaku Koordinator Program Studi Teknologi Pangan UPN “Veteran” Jawa Timur, yang telah memberikan dukungan, arahan, serta fasilitas hingga penyusunan skripsi ini selesai.
3. Bapak Dr. Muhammad Alfid Kurnianto, S.Pi., M.Si, dan Bapak Anugerah Dany P, S.TP, MP., M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak dukungan dan bimbingan serta masukan selama penyusunan skripsi sehingga dapat berjalan dengan lancar.
4. Ibu Dina Mustika Rini, S.TP., M.Sc., Ph.D selaku dosen pendamping IRN yang telah banyak memberikan masukan dan saran terkait dengan pelaksanaan penelitian dan penulisan hasil.
5. Bapak Dr. Hadi Munarko, S.TP., M.Si dan Ibu Dr. Yushinta Aristina Sanjaya, S.Pi., MP., yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan menguji hasil penelitian ini serta memberikan saran, kritik, dan masukan yang membangun.
6. PT. Indofood Sukses Makmur, Tbk. dalam program Indofood Riset Nugraha (IRN) 2023/2024 yang telah membantu memberikan sumber pendanaan (*funding*) dalam melakukan penelitian ini.
7. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan berupa kekuatan mental, materi, motivasi, serta do’a yang

menjadi sumber kekuatan dan semangat terbesar bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

8. Rekan-rekan angkatan 21 yang telah menemani, berbagi informasi, dan saling membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.
9. Adik-adik panelis terlatih yang telah mau meluangkan waktu, aktif, serta responsif selama pelaksanaan uji sensori.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, dan setiap hasil yang telah dicapai tentunya tidak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan dari berbagai pihak agar penelitian ini dapat diperbaiki dan dikembangkan lebih baik lagi di masa mendatang.

Surabaya, 11 September 2025

Penulis

DAFTAR ISI

INTISARI	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Permasalahan	1
B. Tujuan Penelitian	4
C. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Pangan Fungsional	5
B. Produk Fermentasi Ikan Teri.....	5
C. Bahan Pembuatan Fermentasi Ikan Teri.....	6
D. Fermentasi Spontan.....	7
E. Pengaruh Waktu Fermentasi.....	7
F. Metabolit Fermentasi Ikan	8
G. Pendekatan Metabolomik untuk Identifikasi Metabolit	11
H. Potensi Komponen Bioaktif Produk Fermentasi Ikan Teri	13
I. <i>Quantitative Descriptive Analysis</i>	13
J. Landasan Teori.....	14
K. Hipotesis	16
BAB III BAHAN DAN METODE	17
A. Tempat dan Waktu Penelitian	17
B. Bahan Penelitian	17
C. Alat Penelitian	17
D. Metodologi Penelitian	17
1. Rancangan Percobaan	17
2. Variabel Penelitian	18
3. Parameter yang Diamati	18
4. Prosedur Penelitian	19
5. Analisis Data	22
6. Teknik Pengambilan Kesimpulan	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
A. Profil Metabolit Produk Fermentasi Ikan Teri (<i>Rusip</i>)	23
B. Asam Amino Bebas	39
C. Asam Lemak Bebas	42
D. Pemetaan Bioaktivitas.....	43
E. Uji Antioksidan	46
F. <i>Quantitative Descriptive Analysis</i>	50
G. Korelasi Metabolit dengan Flavor	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
A. Kesimpulan	65
B. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Metabolit Fermentasi Ikan.....	9
Tabel 2	Total Asam Amino Bebas Produk Fermentasi Ikan Teri (Rusip)	39
Tabel 3	Hasil Uji Total Asam Lemak Bebas.....	42
Tabel 4	Nilai Antioksidan Produk Fermentasi Ikan Teri	47
Tabel 5	Hasil Uji Statistik Atribut Rasa dan Aroma	54
Tabel 6	Keterangan Nama Metabolit Berdasarkan Kode	57
Tabel 7	Perubahan Metabolit (Meningkat)	85
Tabel 8	Perubahan Metabolit (Menurun).....	87
Tabel 9	Hasil Analisis <i>Pathway</i>	89
Tabel 10	Data rata-rata parameter rasa QDA	95
Tabel 11	Data rata-rata parameter aroma QDA	95
Tabel 12	Analisis Korelasi Metabolit dengan Rasa	114
Tabel 13	Analisis Metabolit dengan Aroma	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	<i>Untargeted Metabolomics Workflow</i>	11
Gambar 2	Tahapan Penelitian	19
Gambar 3	Diagram alir proses pembuatan rusip	20
Gambar 4	Total metabolit yang terdapat pada Fermentasi Ikan Teri	23
Gambar 5	Grafik Klasifikasi Metabolit Berdasarkan <i>Final Class</i>	24
Gambar 6	Metabolit Meningkatkan Seiring Berjalannya Fermentasi	26
Gambar 7	Metabolit Menurun Seiring Berjalannya Waktu	27
Gambar 8	Korelasi Antar Metabolit.....	35
Gambar 9	Analisis Keterlibatan Metabolit pada <i>Pathway</i> Metabolisme.....	38
Gambar 10	Total Asam Amino Bebas Produk Fermentasi Ikan Teri (<i>Rusip</i>).....	41
Gambar 11	Total Asam Lemak Bebas	43
Gambar 12	Potensi Bioaktivitas Metabolit	44
Gambar 13	Grafik Nilai Antioksidan Produk Fermentasi Ikan Teri (<i>Rusip</i>)	48
Gambar 14	Spider Chart Atribut Rasa dan Aroma (<i>Rusip</i>).....	51
Gambar 15	Biplot PCA Atribut Sensori Rusip	55
Gambar 16	Korelasi Atribut Rasa dengan Metabolit	56
Gambar 17	Korelasi Atribut Aroma dengan Metabolit	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisa	80
Lampiran 2. Data Analisis Metabolomik	85
Lampiran 3. Data Analisis QDA	93
Lampiran 4. Kuisisioner Seleksi dan Training QDA	101
Lampiran 5. Kuisisioner Uji QDA	108
Lampiran 6 Referensi Larutan/Sampel QDA.....	109
Lampiran 7. Data Analisis Asam Amino Bebas	110
Lampiran 8. Data Analisis Asam Lemak Bebas.....	112
Lampiran 9. Data Analisis Korelasi Metabolit dengan Flavor	114
Lampiran 10. Pemetaan Potensi Bioaktivitas	124
Lampiran 11. Data Analisis Antioksidan	128
Lampiran 12. Dokumentasi Penelitian	130