

IDENTIFIKASI BIOMARKER ASAL FORMALDEHIDA IKAN OPAH (*Lampris guttatus*) SELAMA PENYIMPANAN SUHU CHILLING

ANNISAA NURUL FIKRIYAH



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI HASIL PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
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 “Identifikasi Biomarker Asal Formaldehida Ikan Opah (*Lampris guttatus*) selama Penyimpanan Suhu *Chilling*” 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, Januari 2025

Annisaa Nurul Fikriyah
C3501231020

- 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.



RINGKASAN

ANNISAA NURUL FIKRIYAH. Identifikasi Biomarker Asal Formaldehida Ikan Opah (*Lampris guttatus*) selama Penyimpanan Suhu *Chilling*. Dibimbing oleh NURJANAH, TATI NURHAYATI, dan GIAN PRIMAHAANA.

Ikan opah (*Lampris guttatus*) secara alami memiliki kandungan formaldehida yang cukup tinggi sehingga sulit mendeteksi penambahan formaldehida artifisial. Pengujian formaldehida yang ditemukan pada ikan terdiri dari formaldehida alami dan formaldehida artifisial yang ditambahkan. Pembusukan alami yang terjadi pada ikan menyebabkan reduksi enzimatis trimetilamina oksida (TMAO) menghasilkan formaldehida dan dimetilamina (DMA). Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi indikator pembeda asal formaldehida menggunakan beberapa parameter, seperti kemunduran mutu, senyawa metabolit, dan struktur daging pada ikan opah yang disimpan selama 14 hari pada suhu *chilling*. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan dua perlakuan, yaitu penambahan konsentrasi formaldehida 0%, 2%, dan 4%, serta waktu penyimpanan 14 hari. *Total plate count* (TPC), pH, *total volatile base* (TVB), formaldehida (FA), dimetilamina (DMA), warna, tekstur, serta struktur daging merupakan parameter yang diamati pada penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *total plate count* (TPC), kombinasi formaldehida (FA) dengan DMA dan TVB, *redness*, serta kombinasi TMA, glisin, anserina, dan treonin dapat berfungsi sebagai biomarker pembeda asal formaldehida pada ikan.

Kata kunci: basa volatil, dimetilamina, *Lampris guttatus*, pH, TVB

SUMMARY

ANNISAA NURUL FIKRIYAH. Identification of Biomarkers of Formaldehyde Origin of Opah Fish (*Lampris guttatus*) during Chilling Temperature Storage. Dibimbing oleh NURJANAH, TATI NURHAYATI, dan GIAN PRIMAHAANA.

Opah fish (*Lampris guttatus*) naturally has a high formaldehyde content, making it difficult to detect the addition of artificial formaldehyde. Formaldehyde assays found in fish consist of natural formaldehyde and artificially added formaldehyde. Natural spoilage that occurs in fish causes enzymatic reduction of trimethylamine oxide (TMAO) to produce formaldehyde and dimethylamine (DMA). The aim of this study was to identify differentiating indicators of formaldehyde origin using several parameters, such as quality deterioration, metabolite compounds, and meat structure in opah fish stored for 14 days at chilling temperature. This study used a factorial complete randomized design with two treatments, namely the addition of formaldehyde concentrations of 0%, 2%, and 4%, and a storage time of 14 days. Total plate count (TPC), pH, total volatile base (TVB), formaldehyde (FA), dimethylamine (DMA), color, texture, and meat structure were the parameters observed in this study. The results showed that total plate count (TPC), the combination of formaldehyde (FA) with DMA and TVB, *redness*, and the combination of TMA, glycine, anserine, and threonine can serve as biomarkers to distinguish the origin of formaldehyde in fish.

Keywords: dimethylamine, *Lampris guttatus*, pH, TVB, volatile base

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

2. Dilarang mengutip 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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 2025¹
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 apa pun tanpa izin IPB.



@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.

IDENTIFIKASI BIOMARKER ASAL FORMALDEHIDA IKAN OPAH (*Lampris guttatus*) SELAMA PENYIMPANAN SUHU CHILLING

ANNISAA NURUL FIKRIYAH

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Teknologi Hasil Perairan

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI HASIL PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

- 1 Prof. Dr. Mala Nurilmala S.Pi., M.Si.
- 2 Dr.Eng. Safrina Dyah Hardiningtyas S.Pi., M.Si.



@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 Tesis : Identifikasi Biomarker Asal Formaldehida Ikan Opah (*Lampris guttatus*) Selama Penyimpanan Suhu *Chilling*
Nama : Annisaa Nurul Fikriyah
NIM : C3501231020

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Nurjanah, M.S.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Tati Nurhayati, S.Pi., M.Si.

Pembimbing 3:
Dr.rer.nat. Gian Primahana, M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr.Eng Uju, S.Pi., M.Si.
NIP. 19730612 200012 1 001

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:
Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc.
NIP. 19630731 198803 1 002

Tanggal Ujian:
(6 Januari 2025)

Tanggal Lulus:
(16 Januari 2025)

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 rahmat, hikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Identifikasi Biomarker Asal Formaldehida Ikan Opah (*Lampris guttatus*) selama Penyimpanan Suhu *Chilling*” sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar magister di Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan melancarkan proses dalam penyusunan maupun penyelesaian tesis ini, khususnya kepada:

1. Prof Dr. Ir. Nurjanah, MS, Prof. Dr. Tati Nurhayati, S.Pi., M.Si., dan Dr.rer.nat. Gian Primahana, M.Sc. selaku dosen pembimbing tesis atas segala bimbingan, motivasi, dan pengarahan yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan tesis.
2. Giri Rohmad Barokah, S.Pi., M.Si dan Dr. Ir. Agoes Mardiono Jacob, Dipl.Biol., atas bimbingan dan arahnya selama proses penyusunan tesis.
3. Prof. Dr. Mala Nurilmala S.Pi., M.Si. selaku penguji sidang dan Dr.Eng. Safrina Dyah Hardiningtyas S.Pi., M.Si. selaku dosen GKM atas masukan dan bimbingannya selama proses penyelesaian tesis.
4. Prof. Dr.Eng Uju, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Program Studi S2 Teknologi Hasil Perairan dan Roni Nugraha, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
5. Pendanaan Rumah Program *Artificial Intelligence, Big Data*, dan Teknologi Komputasi untuk Biodiversitas dan Citra Satelit di Lingkungan Organisasi Riset Elektronika dan Informatika Badan Riset dan Inovasi Nasional pada tahun 2023 atas nama Giri Rohmad Barokah, S.Pi., M.Si.
6. Institut Pertanian Bogor untuk Program SINERGI sehingga penulis dapat menyelesaikan S2 kurang dari 2 tahun.
7. Kedua orang tua dan adik-adik penulis, Syakira dan Ikram atas doa, dukungan, dan semangat kepada penulis selama penyelesain tesis ini.
8. Mas Ipul, Pak Triyono, Mba Aisyah, Pak Slamet, dan Pak Ramli atas bantuannya selama proses penelitian berlangsung.
9. Farhan, Fairuz, Alifia, Alma, Abin, Salsa, Olin, Kak Dinda, Nabiila, Renjun, Minshik, dan Jongwon atas semangat dan kesediannya menerima segala keluh kesah saya selama menyelesaikan tesis ini.
10. Terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang turut membantu dalam proses pengerjaan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkan, serta memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2025

Annisaa Nurul Fikriyah

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	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Hipotesis	3
II METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2.2 Alat dan Bahan	4
2.3 Prosedur Kerja	4
2.4 Prosedur Analisis	7
2.5 Rancangan Percobaan dan Analisis Data	11
III HASIL DAN PEMBAHASAN	13
3.1 <i>Total Plate Count</i> (TPC) Ikan Opah	13
3.2 Kadar Formaldehida (FA) Ikan Opah	14
3.3 Derajat Keasaman (pH) Ikan Opah	15
3.4 <i>Total Volatile Base</i> (TVB) Ikan Opah	16
3.5 Kadar Dimetilamina (DMA) Ikan Opah	18
3.6 Karakteristik Warna Ikan Opah	19
3.7 Karakteristik Tekstur Ikan Opah	21
3.8 ¹ H – NMR Profil Metabolit pada Ikan Opah	23
3.9 Korelasi Nilai Formaldehida dengan Parameter Kemunduran Mutu	25
3.10 Hasil Multivariat Diskriminan Analisis dan Model Regresi <i>Stepwise</i>	26
3.11 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) Daging Ikan Opah	30
3.12 Biomarker Pembeda Asal Formaldehida pada Ikan Opah	32
IV SIMPULAN DAN SARAN	36
4.1 Simpulan	36
4.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	43
RIWAYAT HIDUP	68

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 TABEL

1	Nilai <i>Total Plate Count</i> (TPC) Ikan Opah (<i>Lampris guttatus</i>) selama Penyimpanan Suhu <i>Chilling</i>	13
2	Uji warna ikan opah selama 14 hari penyimpanan suhu <i>chilling</i>	20
3	Kandungan beberapa metabolit pada ikan opah selama 14 hari penyimpanan pada suhu <i>chilling</i>	24
4	Korelasi nilai formaldehida (FA) dengan parameter pH, TVB, dan DMA	25
5	Regresi <i>stepwise</i> parameter kemunduran mutu dengan variabel bebas formaldehida pada ikan opah	27
6	Regresi <i>stepwise</i> parameter kemunduran mutu dengan variabel bebas formaldehida pada ikan opah	30

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir prosedur penelitian	5
2	Ikan opah dalam bentuk loin	6
3	Perubahan kadar FA pada ikan opah	14
4	Perubahan nilai pH pada ikan opah	16
5	Perubahan nilai TVB pada ikan opah	17
6	Perubahan nilai DMA pada ikan opah	18
7	Warna daging ikan opah	19
8	Perubahan nilai uji tekstur pada ikan opah	22
9	Analisis diskriminan pH, TVB, FA dan DMA pada ikan opah	27
10	Analisis diskriminan warna dan tekstur pada ikan opah	28
11	Analisis diskriminan senyawa metabolit pada ikan opah	29
12	Struktur daging ikan opah yang dilihat dengan analisis <i>Scanning electron microscope</i> (SEM)	31
13	Reaksi pembentukan trimetilamina (TMA), dimetilamina, dan formaldehida alami	34

DAFTAR LAMPIRAN

1	Ikan opah	44
2	Pembuatan larutan	44
3	Perubahan TMAO secara mikrobiologis dan autolisis	45
4	Kurva standar FA perlakuan konsentrasi 0%	46
5	Kurva standar FA perlakuan konsentrasi 2% dan 4%	46
6	Kurva Standar DMA	47
7	Hasil analisis statistik uji FA ikan opah	47
8	Hasil analisis statistik uji pH ikan opah	48
9	Hasil analisis statistik uji TVB ikan opah	49
10	Hasil analisis statistik uji DMA ikan opah	50
11	Hasil analisis statistik uji warna L (<i>Lightness</i>) ikan opah	51

12	Hasil analisis statistik uji warna a ikan opah	52
13	Hasil analisis statistik uji warna b ikan opah	53
14	Hasil analisis statistik uji tekstur ikan opah	54
15	Hasil uji NMR senyawa metabolit kimia ikan opah	58
16	Hasil analisis statistik uji NMR senyawa metabolit ikan opah	59

@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.