OPTIMASI PRODUKSI MINYAK IKAN MAKAREL (*Scomber japonicus*) HASIL SAMPING PENEPUNGAN UNTUK STANDAR MUTU PAKAN IKAN

AMALIA NASUTION

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI HASIL PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

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.

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "Optimasi Produksi Minyak Ikan Makarel (*Scomber japonicus*) Hasil Samping Penepungan untuk Standar Mutu Pakan Ikan" 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, Agustus 2026

Amalia Nasution
C3501241010

@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.
Perpustakaan IPB University

RINGKASAN

AMALIA NASUTION. Optimasi Produksi Minyak Ikan Makarel (*Scomber japonicus*) Hasil Samping Penepungan untuk Standar Mutu Pakan Ikan. Dibimbing oleh SUGENG HERI SUSENO dan SRI PURWANINGSIH.

Industri penepungan ikan menghasilkan minyak ikan sebagai hasil samping bernilai tinggi, namun pemanfaatannya masih terbatas karena mutu minyak belum memenuhi standar SNI 8467:2018, IFOMA, dan IFOS. Hal tersebut ditunjukkan oleh tingginya nilai parameter oksidatif, yaitu asam lemak bebas (FFA), bilangan peroksida (PV), p-anisidin (p-AnV), dan total oksidasi (TOTOX). Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan produksi minyak ikan makarel (*Scomber japonicus*) hasil samping penepungan melalui proses netralisasi, bleaching, dan pemurnian bertingkat agar memenuhi standar mutu sebagai bahan baku pakan ikan. Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan optimasi variabel proses menggunakan Response Surface Methodology (RSM).

Karakterisasi terhadap 15 sampel minyak ikan makarel menunjukkan bahwa mutu awal minyak masih rendah, dengan nilai FFA sebesar (1,77–12,25%), (PV 6,27–64,69 mEq/kg), p-AnV (1,46–49,41 mEq/kg), dan TOTOX (25,46–147,08 mEq/kg). Hasil optimasi proses netralisasi menunjukkan kondisi optimum pada penggunaan konsentrasi NaOH 3,83% pada suhu 31,93°C, dengan prediksi nilai FFA (0,68%), PV (3,60 mEq/kg), p-AnV (9,93 mEq/kg), dan TOTOX (17,26 mEq/kg). Selanjutnya, optimasi proses *bleaching* menghasilkan kondisi optimum pada penggunaan persentase Magnesol XL 0,90% selama 18,50 menit, dengan prediksi nilai FFA (1,31%), PV (4,14 mEq/kg), p-AnV (11,60 mEq/kg), dan TOTOX (19,69 mEq/kg). Optimasi pemurnian bertingkat menunjukkan bahwa kondisi optimum diperoleh pada penggunaan konsentrasi NaOH 4,83% dan persentase Magnesol XL 1,00% dengan nilai *desirability* 0,81, menghasilkan prediksi nilai FFA (0,31%), PV (2,71 mEq/kg), p-AnV (6,98 mEq/kg), dan TOTOX (12,40 mEq/kg). Hasil pemurnian juga menunjukkan bahwa kandungan logam berat memenuhi persyaratan standar, yaitu Fe (1,40 mg/kg), Cu (0,091 mg/kg), Pb (<0,003 mg/kg), As (0,086 mg/kg), Cd (0,099 mg/kg), dan Hg (<0,0003 mg/kg).

Secara keseluruhan, optimasi proses pemurnian berhasil meningkatkan mutu minyak ikan makarel hasil samping penepungan sehingga memenuhi standar mutu SNI 8467:2018, IFOMA, dan IFOS, serta berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan ikan.

Kata kunci: *kualitas minyak ikan, minyak ikan, oksidasi lipid, pemanfaatan hasil samping, pemurnian minyak*

IPB University
Bogor Indonesia
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
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

SUMMARY

AMALIA NASUTION. Optimization of Mackerel Fish Oil (*Scomber japonicus*) Production from Fishmeal By-products for Fish Feed Quality Standards. Supervised by SUGENG HERI SUSENO and SRI PURWANINGSIH.

The fish meal industry generates fish oil as a high-value by-product; however, its utilization remains limited because its quality does not meet the requirements of SNI 8467:2018, IFOMA, and IFOS standards. This is indicated by the high levels of oxidative parameters, including free fatty acids (FFA), peroxide value (PV), p-anisidine value (*p*-AnV), and total oxidation (TOTOX). This study aimed to optimize the production of mackerel (*Scomber japonicus*) fish oil obtained as a by-product of the fish meal industry through neutralization, bleaching, and multistage refining processes to meet quality standards for use as a raw material in fish feed. The study was conducted using an experimental approach, with process variables optimized through Response Surface Methodology (RSM).

The characterization of 15 crude mackerel fish oil samples revealed that the initial oil quality was poor, with FFA values ranging from 1.77–12.25%, PV from 6.27–64.69 mEq/kg, *p*-AnV from 1.46–49.41 mEq/kg, and TOTOX from 25.46–147.08 mEq/kg. The optimization of the neutralization process indicated that the optimum condition was achieved using 3.83% NaOH at 31.93°C, with predicted values of 0.68% FFA, 3.60 mEq/kg PV, 9.93 mEq/kg *p*-AnV, and 17.26 mEq/kg TOTOX. Subsequently, the optimization of the bleaching process resulted in an optimum condition using 0.90% Magnesol XL for 18.50 minutes, with predicted values of 1.31% FFA, 4.14 mEq/kg PV, 11.60 mEq/kg *p*-AnV, and 19.69 mEq/kg TOTOX. The optimization of the multistage refining process indicated that the optimum condition was obtained using 4.83% NaOH and 1.00% Magnesol XL, with an overall desirability value of 0.81, resulting in predicted values of 0.31% FFA, 2.71 mEq/kg PV, 6.98 mEq/kg *p*-AnV, and 12.40 mEq/kg TOTOX. The refined fish oil also met the heavy metal requirements, with Fe, Cu, Pb, As, Cd, and Hg concentrations of 1.40 mg/kg, 0.091 mg/kg, <0.003 mg/kg, 0.086 mg/kg, 0.099 mg/kg, and <0.0003 mg/kg, respectively.

Overall, the optimization of the refining process successfully improved the quality of mackerel fish oil produced as a by-product of the fish meal industry, enabling it to comply with the quality requirements of SNI 8467:2018, IFOMA, and IFOS and demonstrating its potential as a raw material for fish feed.

Keywords: *by-product utilization, fish oil, lipid oxidation, quality of fish oil, refined fish oil*

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
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.

OPTIMASI PRODUKSI MINYAK IKAN MAKAREL (*Scomber japonicus*) HASIL SAMPING PENEPUNGAN UNTUK STANDAR MUTU PAKAN IKAN

AMALIA NASUTION

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
2026

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

Judul Tesis : Optimasi Produksi Minyak Ikan Makarel (*Scomber japonicus*) Hasil Samping Penepungan untuk Standar Mutu Pakan Ikan
Nama : Amalia Nasution
NIM : C3501241010

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Sugeng Heri Suseno, S.Pi., M.Si.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Sri Purwaningsih, M.Si.

Diketahui oleh

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

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:
Dr. Beginer Subhan, S.Pi., M.Si.
NIP. 19800118 200501 1 003

Tanggal Ujian:
(23 Juli 2026)

Tanggal Lulus:
(11 Agustus 2026)

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

Tim Penguji :

1. Prof. Dr. Tati Nurhayati, S.Pi., M.Si.
2. Prof. Dr.Eng. Uju, S.Pi., M.Si.

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "Optimasi Produksi Minyak Ikan Makarel (*Scomber japonicus*) Hasil Samping Penepungan untuk Standar Mutu Pakan Ikan". Tesis ini dibuat untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan Magister di Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun dan menyelesaikan tesis ini, antara lain kepada:

1. Prof. Dr. Sugeng Heri Suseno, S.Pi., M.Si. selaku dosen pembimbing I atas bimbingan, arahan, serta motivasi yang telah diberikan selama ini kepada penulis.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Purwaningsih, M.Si. selaku dosen pembimbing II atas bimbingan, arahan, serta motivasi yang telah diberikan selama ini.
3. Prof. Dr. Eng Uju, S.Pi., M.Si. selaku ketua Program Studi Magister Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor dan selaku dosen moderator kolokium proposal tesis serta dosen Gugus Kendali Mutu pada ujian tesis penulis.
4. Roni Nugraha, S.Si, M.Sc, Ph.D selaku ketua Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor dan selaku dosen penguji pada kolokium proposal tesis.
5. Prof. Dr. Ir. Nurjanah, M.S. selaku ketua Program Studi Doktoral Teknologi Hasil Perairan dan selaku dosen moderator seminar hasil tesis.
6. Prof. Dr. Tati Nurhayati, S.Pi., M.Si. selaku dosen penguji ujian tesis penulis atas saran, arahan dan motivasi yang telah diberikan.
7. Dr. Eng. Wahyu Ramadhan, S.Pi., M.Si. selaku dosen Gugus Kendali Mutu pada ujian tesis penulis, terima kasih atas banyak masukkan dan saran positif kepada penulis sehingga dapat menyempurnakan tesis ini.
8. Kedua orang tua tercinta, Mama dan Papa, atas segala doa, kasih sayang, pengorbanan, dukungan, serta semangat yang tidak pernah putus selama penulis menempuh pendidikan hingga penyelesaian tesis ini. Terima kasih atas kepercayaan, kesabaran, dan cinta yang selalu menjadi sumber kekuatan bagi penulis dalam menghadapi setiap proses dan tantangan. Semoga Allah Swt. senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan kepada Mama dan Papa.
9. Adik-adik tercinta, Wapi dan Uli, atas doa, dukungan, perhatian, serta semangat yang senantiasa diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyelesaian tesis ini.
10. Teman-teman Thp24, terutama Noki, Bismi, Rere, kak Nata, dan Riah. Terima kasih banyak atas persahabatan, doa, dukungan, serta kebersamaan yang telah mewarnai perjalanan penulis selama menempuh pendidikan. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi suka dan duka, saling

IPB University
Bogor Indonesia
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
Perpustakaan IPB University

menguatkan, serta memberikan semangat hingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

11. Finanda dan Vergia, terima kasih banyak sudah menemani aku dari awal perluliahan di IPB, terima kasih banyak sudah menjadi tempat keluh kesah penulis selama berkuliah di IPB.
12. Dr. Agusriansyah Saputra, S.Pi. terima kasih atas bimbingan, doa, dukungan, serta semangat yang telah diberikan kepada penulis. Terima kasih telah menjadi tempat belajar, berbagi pengalaman, dan memberikan motivasi yang berarti selama perjalanan akademik penulis hingga penyelesaian tesis ini.
13. Aatikah Dewi Ghaisani, S.Pi., M.Si. teman seperjuangan semasa menempuh pendidikan S1, terima kasih atas ilmu, persahabatan, doa, dukungan, serta kebersamaan yang telah diberikan.
14. Rizqan Ramadhan, S.Pi., M.Han. terima kasih banyak atas doa, kasih sayang, dukungan, kesabaran, perhatian, dan semangat yang tiada henti selama penulis menyelesaikan pendidikan dan penyusunan tesis ini. Terima kasih telah menjadi sumber motivasi, penguat di setiap proses, serta selalu percaya pada kemampuan penulis hingga tesis ini dapat terselesaikan. Semoga Allah Swt. senantiasa melimpahkan keberkahan dan kemudahan bagi setiap langkah yang akan kita tempuh bersama.

Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini jauh dari kata sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran atas tesis ini. Tesis ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan pengetahuan dalam bidang perikanan bagi pihak-pihak yang membaca.

Bogor, Agustus 2026

Amalia Nasution

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

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.

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL ii
DAFTAR GAMBAR ii
DAFTAR LAMPIRAN iii
I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Hipotesis 3
II METODE 4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian 4
2.2 Bahan dan Alat 4
2.3 Prosedur Penelitian 4
2.3.1 Netralisasi 5
2.3.2 *Bleaching* 6
2.3.3 Pemurnian Bertingkat (Netralisasi dan *Bleaching*) 7
2.4 ProsedurAnalisis 8
2.4.1 Profil Asam Lemak (AOAC 2012) 8
2.4.2 Asam lemak bebas/*Free Fatty Acid* (FFA) (AOAC 1995) 9
2.4.3 Bilangan peroksida (AOCS Cd 8b-90 2011) 9
2.4.4 Analisis angka p-anisidin (AOCS Cd 18-90 2011) 10
2.4.5 Analisis Total Oksidasi (BSN 2018) 10
2.4.6 Logam Berat (BSN 2009) 10
2.5 Rancangan Percobaan dan Analisis Data 11
2.5.1 Optimasi Netralisasi 11
2.5.2 Optimasi *Bleaching* 12
2.5.3 Optimasi Pemurnian Bertingkat (Netralisasi dan *Bleaching*) 13
2.5.4 Analisis Deskriptif 14
III HASIL DAN PEMBAHASAN 15
3.1 Karakteristik Minyak Ikan Makarel 15
3.1.1 Kualitas Minyak Ikan Makarel 16
3.1.2 Profil Asam Lemak Minyak Ikan Makarel Kasar Terpilih 17
3.2 Pemurnian Minyak Ikan Makarel 18
3.2.1 Optimasi Netralisasi 19
3.2.2 *Bleaching* 27
3.2.3 Pemurnian Bertingkat (Netralisasi dan *Bleaching*) 37
IV SIMPULAN DAN SARAN 51
4.1 Simpulan 51
4.2 Saran 51
DAFTAR PUSTAKA 52
LAMPIRAN 58
RIWAYAT HIDUP 63

DAFTAR TABEL

1 Standar Logam Berat Minyak Ikan (SNI 8467:2018; IFOMA 1998 ; IFOS 2014) 161
2 Data run netralisasi minyak ikan 162
3 Data run bleaching minyak ikan 162
4 Data run pemurnian bertingkat minyak ikan 163
5 Kualitas 15 jenis minyak ikan makarel kasar dengan kode sampel berbeda 166
6 Standar Parameter Oksidasi Minyak Ikan (SNI 8467:2018; IFOMA 1998; IFOS 2014) 17
7 Data profil asam lemak sampel minyak ikan kasar terpilih 17
8 Hasil pemodelan netralisasi minyak ikan makarel 19
9 Hasil penetapan model respon FFA (Netralisasi) 20
10 Hasil penetapan model respon PV (Netralisasi) 21
11 Hasil penetapan model respon p-AnV (Netralisasi) 23
12 Hasil penetapan model respon TOTOX (Netralisasi) 25
13 Optimasi hasil netralisasi minyak ikan menggunakan RSM 26
14 Hasil pemodelan *bleaching* minyak ikan makarel 27
15 Hasil penetapan model respon FFA (*Bleaching*) 28
16 Hasil penetapan model respon PV (*Bleaching*) 30
17 Hasil penetapan model respon p-AnV (*Bleaching*) 32
18 Hasil penetapan model respon TOTOX (*Bleaching*) 34
19 Optimasi hasil *bleaching* minyak ikan menggunakan RSM 36
20 Hasil pemodelan netralisasi minyak ikan makarel 37
21 Hasil penetapan model respon FFA (Pemurnian Bertingkat) 38
22 Hasil penetapan model respon PV (Pemurnian Bertingkat) 40
23 Hasil penetapan model respon p-AnV (Pemurnian Bertingkat) 42
24 Hasil penetapan model respon TOTOX (Pemurnian Bertingkat) 44
25 Optimasi hasil pemurnian minyak ikan menggunakan RSM 48
26 Profil asam lemak minyak ikan makarel setelah pemurnian bertingkat pada kondisi optimum 48
27 Hasil uji kandungan logam berat sampel optimasil minyak ikan makarel hasil pemurnian bertingkat 49

DAFTAR GAMBAR

1 Diagram alir pemilihan 1 sampel terbaik dari 15 sampel berbeda 5
2 Diagram alir proses netralisasi minyak kasar ikan makarel 6
3 Diagram alir proses *bleaching* minyak kasar ikan makarel 7
4 Diagram optimasi pemurnian bertingkat produksi minyak ikan makarel 8
5 Sampel minyak ikan makarel A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O 15
6 Interaksi konsentrasi NaOH dan suhu netralisasi terhadap FFA dalam (a) grafik kontur, (b) grafik 3D *surface* 21
7 Interaksi konsentrasi NaOH dan suhu netralisasi terhadap PV dalam (a) grafik kontur, (b) grafik 3D *surface* 23
8 Interaksi konsentrasi NaOH dan suhu netralisasi terhadap p-AnV dalam (a) grafik kontur, (b) grafik 3D *surface* 24

IPB University Bogor Indonesia
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.
Perpustakaan IPB University

9 Interaksi konsentrasi NaOH dan suhu netralisasi terhadap TOTOX dalam (a) grafik kontur, (b) grafik 3D *surface* 26
10 *Overlay plot* untuk netralisasi 27
11 Interaksi persentase Magnesol XL dan waktu *bleaching* terhadap FFA dalam (a) grafik kontur, (b) grafik 3D *surface* 29
12 Interaksi persentase Magnesol XL dan waktu *bleaching* terhadap PV dalam (a) grafik kontur, (b) grafik 3D *surface* 31
13 Interaksi persentase Magnesol XL dan waktu *bleaching* terhadap p-AnV dalam (a) grafik kontur, (b) grafik 3D *surface* 34
14 Interaksi persentase Magnesol XL dan waktu *bleaching* terhadap TOTOX dalam (a) grafik kontur, (b) grafik 3D *surface* 36
15 *Overlay plot* untuk *bleaching* 37
16 Interaksi konsentrasi NaOH dan persentase Magnesol XL terhadap FFA dalam (a) grafik kontur, (b) grafik 3D *surface* 39
17 Interaksi konsentrasi NaOH dan persentase Magnesol XL terhadap PV dalam (a) grafik kontur, (b) grafik 3D *surface* 41
18 Interaksi konsentrasi NaOH dan persentase Magnesol XL terhadap p-AnV dalam (a) grafik kontur, (b) grafik 3D *surface* 43
19 Interaksi konsentrasi NaOH dan persentase Magnesol XL terhadap TOTOX dalam (a) grafik kontur, (b) grafik 3D *surface* 45
20 *Overlay plot* pemurnian bertingkat 46

DAFTAR LAMPIRAN

1 Tabel ANOVA untuk respon FFA (Netralisasi) 58
2 Tabel Model Regresi untuk respon FFA (Netralisasi) 58
3 Tabel ANOVA untuk respon PV (Netralisasi) 58
4 Tabel Model Regresi untuk respon PV (Netralisasi) 58
5 Tabel ANOVA untuk respon p-AnV (Netralisasi) 58
6 Tabel Model Regresi untuk respon p-AnV (Netralisasi) 59
7 Tabel ANOVA untuk respon TOTOX (Netralisasi) 59
8 Tabel Model Regresi untuk respon TOTOX (Netralisasi) 59
9 Tabel ANOVA untuk respon FFA (*Bleaching*) 59
10 Tabel Model Regresi untuk respon FFA (Bleaching) 60
11 Tabel ANOVA untuk respon PV (*Bleaching*) 60
12 Tabel Model Regresi untuk respon PV (Bleaching) 60
13 Tabel ANOVA untuk respon p-AnV (*Bleaching*) 60
14 Tabel Model Regresi untuk respon p-AnV (Bleaching) 60
15 Tabel ANOVA untuk respon TOTOX (*Bleaching*) 61
16 Tabel Model Regresi untuk respon TOTOX (Bleaching) 61
17 Tabel ANOVA untuk respon FFA (Pemurnian Bertingkat) 61
18 Tabel Model Regresi untuk respon FFA (Pemurnian Bertingkat) 61
19 Tabel ANOVA untuk respon PV (Pemurnian Bertingkat) 61
20 Tabel Model Regresi untuk respon PV (Pemurnian Bertingkat) 62
21 Tabel ANOVA untuk respon p-AnV (Pemurnian Bertingkat) 62
22 Tabel Model Regresi untuk respon p-AnV (Pemurnian Bertingkat) 62
23 Tabel ANOVA untuk respon TOTOX (Pemurnian Bertingkat) 60
24 Tabel Model Regresi untuk respon TOTOX (Pemurnian Bertingkat) 62

IPB University Bogor Indonesia
@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.
Perpustakaan IPB University
IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

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.

Perpustakaan IPB University