OPTIMASI PROSES EKSTRAKSI MINYAK IKAN PATIN DENGAN METODE *DRY RENDERING* MENGGUNAKAN PENDEKATAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*

NABILA ALMIRA

DEPARTEMEN TEKNOLOGI HASIL PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021

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

@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

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA*

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul "Optimasi Proses Ekstraksi Minyak Ikan Patin dengan Metode *Dry Rendering* Menggunakan Pendekatan *Response Surface Methodology*" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi 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 skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Februari 2021

Nabila Almira
NIM C34160042

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

@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 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

ABSTRAK

NABILA ALMIRA. Optimasi Proses Ekstraksi Minyak Ikan Patin dengan Metode *Dry Rendering* Menggunakan Pendekatan *Response Surface Methodology*. Dibimbing oleh SUGENG HERI SUSENO dan RONI NUGRAHA.

Minyak ikan dapat diperoleh dari hasil samping pengolahan industri filet dengan proses ekstraksi. Proses ekstraksi dan pemurnian minyak ikan menggunakan fungsi RAL dan RAK sudah banyak dilakukan, sedangkan fungsi optimasi ekstraksi yang dilanjutkan dengan pemurnian belum pernah dilakukan, sehingga pada penelitian ini perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini mengoptimasi proses ekstraksi *dry rendering* pada lemak *belly* ikan patin menggunakan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM) dengan variasi suhu dan waktu yang berbeda serta dilanjutkan dengan proses pemurnian untuk menghasilkan minyak ikan patin yang sesuai dengan kebutuhan industri dan standar IFOS. Rancangan eksperimen ekstraksi yang digunakan yaitu *Central Composite Design* yang terdiri dari dua faktor yaitu suhu dan waktu ekstraksi dengan enam respon yaitu rendemen, asam lemak bebas (FFA), bilangan asam (AV), bilangan peroksida (PV), bilangan p-anisidin (p-AnV), dan total oksidasi (Totox). Kombinasi dari kedua faktor menghasilkan hasil optimum pada suhu 60°C dengan waktu 3 jam. Validasi kondisi optimum menghasilkan nilai rendemen 29.86% dan nilai pengujian minyak ikan yaitu FFA 0.45%, AV 0.89 mgKOH/g, PV 3.73 meq/kg, p-AnV 0.32 meq/kg, dan Totox 9.01 meq/kg. Minyak ikan hasil optimasi dilakukan pemurnian *bleaching* menggunakan magnesol XL mampu menurunkan nilai parameter oksidasi menjadi PV 1.86 meq/kg, p-AnV 0.31 meq/kg, dan Totox 4.04 meq/kg kecuali nilai FFA dan AV tetap 0.45% dan 0.89 mgKOH/g.

Kata kunci : minyak ikan patin, *dry rendering*, *bleaching*, RSM.

ABSTRACT

NABILA ALMIRA. Optimization Fish Oil Extraction Process of Patin with *Dry Rendering* Method using *Response Surface Methodology* Approach. Supervised by SUGENG HERI SUSENO and RONI NUGRAHA.

Fish oil can be obtained from by-product processing of the fillet industry using an extraction process. Extraction and refining process fish oil using RAL and RAK function has been widely used, while optimization function at extraction process which was continued refining fish oil never has been done, so for this research needs to be. The purpose of this study was to optimize the dry rendering extraction process of belly fat using Response Surface Methodology (RSM) which was continued refining to produce patin fish oil in accord with the industry needs and IFOS standard. The Central Composite Design consisting of two factors was temperature and time extraction with six responses yield, free fatty acid (FFA), acid value (AV), peroxide value (PV), p-anisidine value (p-AnV), and total oxidation (Totox) was used. The combination of the two factors showed optimum results at 60°C of temperature and 3 hours. The validated optimum condition resulted yield 29.86%, FFA 0.45%, AV 0.89 mgKOH/g, PV 3.73 meq/kg, p-AnV 0.32 meq/kg, and Totox value 9.01 meq/kg. Further purification using magnesol XL reduced the oxidation parameters including PV 1.86 meq/kg, p-AnV 0.31 meq/kg, and Totox 4.04 meq/kg, except FFA and AV value remains 0.45% 0.89 mgKOH/g.

Keywords : patin fish oil, dry rendering, bleaching, RSM

@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

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2021

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

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

@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

OPTIMASI PROSES EKSTRAKSI MINYAK IKAN PATIN DENGAN METODE *DRY RENDERING* MENGGUNAKAN PENDEKATAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*

NABILA ALMIRA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Perikanan
pada
Departemen Teknologi Hasil Perairan

DEPARTEMEN TEKNOLOGI HASIL PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021

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

Judul Skripsi : Optimasi Proses Ekstraksi Minyak Ikan Patin dengan Metode *Dry Rendering* Menggunakan Pendekatan *Response Surface Methodology*

Nama : Nabila Almira

NIM : C34160042

Disetujui oleh

Digitally signed by:
Sugeng Heri Suseno
[51F4AF75CE52B74B]
Date: 8 Feb 2021 10.19.31 WIB
Verify at disign.ipb.ac.id

Prof Dr Sugeng Heri Suseno, SPi MSi
Pembimbing I

Digitally signed by:
Roni Nugraha
[1BD609BA71742659]
Date: 8 Feb 2021 09.33.44 WIB
Verify at disign.ipb.ac.id

Dr Roni Nugraha, SSi MSc
Pembimbing II

Diketahui oleh

Digitally signed by:
Uju
[148368333AD9D2E2]
Date: 8 Feb 2021 10.27.18 WIB
Verify at disign.ipb.ac.id

Dr Eng Uju, SPi MSi
Ketua Departemen

Tanggal Lulus : 1 Februari 2021

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

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya, sehingga skripsi yang berjudul "Optimasi Proses Ekstraksi Minyak Ikan Patin dengan Metode *Dry Rendering* Menggunakan Pendekatan *Response Surface Methodology*" ini dapat diselesaikan. Penulisan skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, diantaranya kepada:

1 Prof Dr Sugeng Heri Suseno, SPi MSi selaku dosen pembimbing I atas segala ilmu, bimbingan, dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
2 Dr Roni Nugraha, SSi MSc selaku dosen pembimbing II atas segala ilmu, bimbingan, dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
3 Dr Desniar, SPi MSi selaku dosen penguji atas saran, masukan dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
4 Dr Mala Nurilmala, SPi MSi selaku perwakilan program studi atas bimbingan, masukan dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
5 Dr Eng Uju, SPi MSi, selaku Ketua Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
6 Dr Ir Iriani Setyaningsih, MS selaku Ketua Komisi Pendidikan Departemen Teknologi Hasil Perairan.
7 Seluruh dosen, staf akademik, dan laboratorium Departemen Teknologi Hasil Perairan atas bimbingan, motivasi, saran, dan arahan yang telah diberikan kepada penulis.
8 Kedua orang tua dan seluruh keluarga atas segala dukungan moril, materil, dan doa yang selalu diberikan kepada penulis.
9 Keluarga besar THP 53 yang telah memberikan dukungan, saran, dan motivasi kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi pihak-pihak yang membaca dan membutuhkan.

Bogor, Februari 2021

Nabila Almira

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

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL vi
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR LAMPIRAN vii
PENDAHULUAN 1
Latar Belakang 1
Rumusan Masalah 2
Tujuan Penelitian 3
Manfaat Penelitian 3
Ruang Lingkup Penelitian 3
METODE 3
Waktu dan Tempat 3
Bahan dan Alat 4
Prosedur Penelitian 4
Prosedur Analisis 5
Rancangan Percobaan dan Analisis Data 9
HASIL DAN PEMBAHASAN 10
Penentuan Model Respon dengan RSM 10
Penentuan Kondisi Optimal 28
Validasi Kondisi Optimal 29
Pemurnian Minyak Ikan Kasar Patin Melalui Tahap Validasi 30
Profil Asam Lemak Minyak Ikan Patin 32
SIMPULAN DAN SARAN 35
Simpulan 35
Saran 35
DAFTAR PUSTAKA 36

DAFTAR TABEL

1 Penentuan variabel bebas dan kode perlakuan pada penelitian 9
2 Desain rancangan percobaan 9
3 Hasil pengujian minyak ikan hasil ekstraksi 11
4 Nilai kriteria penentuan model rendemen 12
5 Nilai kriteria penentuan model FFA 14
6 Nilai kriteria penentuan model AV 17
7 Nilai kriteria penentuan model PV 20
8 Nilai kriteria penentuan model AnV 23
9 Nilai kriteria penentuan model Totox 26
10 Hasil pengaturan variabel faktor dan respon 29
11 Perbandingan hasil nilai respon aktual dan nilai respon prediksi 29
12 Hasil pemurnian minyak ikan patin optimal 31
13 Profil asam lemak minyak ikan patin kasar hasil ekstraksi 32
14 Profil asam lemak minyak ikan patin murni hasil optimasi 33

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

DAFTAR GAMBAR

1 Diagram alir penelitian 6
2 Grafik kontur pengaruh suhu dan waktu ekstrasi terhadap rendemen 13
3 Grafik 3D pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap rendemen 14
4 Reaksi hidrolisis minyak 16
5 Grafik kontur pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon FFA 16
6 Grafik 3D pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon FFA 17
7 Grafik kontur pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon AV 19
8 Grafik 3D pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon AV 19
9 Reaksi oksidasi pembentukan peroksida 21
10 Grafik kontur pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon PV 22
11 Grafik 3D pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon PV 22
12 Reaksi dekomposisi hidroperoksida 24
13 Grafik kontur pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon p-AnV 25
14 Grafik 3D pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon p-AnV 25
15 Grafik kontur pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon Totox 27
16 Grafik 3D pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon Totox 28
17 Kenampakan fisik (a) minyak ikan patin kasar (b) minyak ikan patin murni 31

DAFTAR LAMPIRAN

1 Analisis ragam (ANOVA) untuk respon rendemen 43
2 Analisis ragam (ANOVA) untuk respon FFA 43
3 Analisis ragam (ANOVA) untuk respon AV 44
4 Analisis ragam (ANOVA) untuk respon PV 44
5 Analisis ragam (ANOVA) untuk respon p-AnV 45
6 Analisis ragam (ANOVA) untuk respon Totox 45
7 Formulasi hasil optimasi minyak ikan 46
8 Kromatografi profil asam lemak minyak ikan patin kasar 46
9 Kromatografi profil asam lemak minyak ikan patin murni 47

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

@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 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

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Minyak ikan merupakan salah satu produk yang mengandung asam lemak kaya manfaat dengan kandungan asam lemak jenuh 25% dan asam lemak tak jenuh 75% (Panagan *et al.* 2011). Salah satu asam lemak tak jenuh ganda atau *polyunsaturated fatty acid (PUFA)* yang terdapat pada minyak ikan yaitu asam eikosapentanoat (EPA) dan asam dokosaheksaenoat (DHA) (Johnsen *et al.* 2018). Minyak ikan juga merupakan produk pengembangan hasil perikanan yang memiliki nilai potensial. Nilai impor minyak ikan mengalami peningkatan dari tahun 2015 hingga tahun 2017 yaitu dari 13.19 juta US$ ke 18.77 juta US$ (KKP 2018). Peningkatan nilai impor ini menunjukkan minyak ikan merupakan salah satu produk perikanan dengan permintaan yang tinggi, namun belum mampu dipenuhi oleh industri dalam negeri yang dibuktikan dengan volume impor minyak ikan pada tahun 2017 mencapai 10 056 744 kg yang lebih tinggi dibandingkan dengan volume ekspor minyak ikan tahun 2017 hanya mencapai 338 932 kg (BPS 2017).

Minyak ikan yang diproduksi umumnya adalah minyak badan ikan dan minyak hati ikan. Minyak badan ikan tidak diproduksi secara khusus melainkan merupakan hasil samping pengolahan (Irianto dan Giyatmi 2009). Salah satu minyak ikan yang dihasilkan dari hasil samping pengolahan adalah minyak ikan patin yang memiliki kandungan omega 3 rendah tetapi tinggi kandungan omega 9 (Zuhdi 2017). Minyak ikan patin ini didapatkan dari hasil samping pengolahan industri filet yaitu kepala, lemak *belly*, tulang, sirip, kulit dan sisa daging. Proses pengolahan filet ikan patin dapat menghasilkan hasil samping di atas 50% dari keseluruhan berat ikan yang diolah. Umumnya hasil samping ini dimanfaatkan sebagai tepung ikan, olahan pangan, pakan ternak dan minyak ikan (Julaikha 2014). Hasil samping yang dapat dimanfaatkan menjadi minyak ikan patin adalah lemak *belly*. Lemak *belly* pada ikan patin memiliki kadar lemak yang tinggi yaitu sekitar 36% (Hastarini *et al.* 2012).

Produksi minyak ikan pada umumnya diperoleh dengan melakukan proses ekstraksi. Metode ekstraksi yang sering digunakan untuk produksi minyak adalah ekstraksi dengan pemanasan, baik ekstraksi dengan air (*wet rendering*) maupun ekstraksi tanpa air (*dry rendering*) (Estiasih 2009). Minyak ikan hasil samping industri maupun hasil ekstraksi akan menghasilkan minyak yang berkualitas rendah karena masih banyak kandungan pengotor yang terlarut maupun yang tidak terlarut (Andhiarto dan Wijaya 2018). Kualitas pada minyak ikan dapat ditingkatkan dengan melakukan proses pemurnian yang terdiri dari beberapa tahap yaitu *degumming*, netralisasi dan *bleaching* (Ratih *et al.* 2016).

Ekstraksi tanpa air (*dry rendering*) adalah metode ekstraksi minyak dengan pemanasan tanpa penambahan air selama proses berlangsung yang kemudian dilanjutkan dengan penekanan atau pengepresan pada bahan. *Dry rendering* dilakukan di dalam oven tanpa penambahan air (Ketaren 2008). Pemanasan ini memiliki tujuan untuk merusak membran dan dinding sel lipid pada bahan sehingga minyak akan mudah diekstrak (Ambrosewicz-walacik *et al.* 2015). Proses ini dilakukan dimana oven merupakan alat ekstraksi yang berfungsi sebagai penghantar panas listrik yang kemudian mengekstrak minyak yang terkandung

(Rozi *et al.* 2019). Metode ini memiliki keuntungan yaitu bersifat lebih fleksibel dan dapat digunakan untuk variasi bahan baku (Stansby 1967).

Kamini (2017) melakukan ekstraksi *dry rendering* menggunakan lemak jeroan ikan patin memperoleh hasil terbaik sesuai dengan *International Fish Oil Standard* (IFOS 2014) pada suhu 50 ºC selama 2 jam . Ekstraksi dengan metode *dry rendering* pada lemak jeroan ikan patin juga dilakukan oleh Zuhdi (2017) yang menggunakan pemanasan kompor selama 7-10 menit dan memperoleh nilai parameter asam lemak bebas dan p-anisidin sudah sesuai dengan standar IFOS (2014). Penggunaan oven pada metode ekstraksi *dry rendering* dengan suhu 65 ºC selama 7 jam dilakukan oleh Sembiring *et al.* (2018) pada lemak perut ikan patin dan mendapatkan hasil yang sesuai dengan *International Fishmeal and Oil Manufactured Association* (IFOMA). Metode ekstraksi *dry rendering* juga dilakukan oleh Ayu *et al.* (2019) dengan *hotplate* selama 5 jam pada suhu 70 ºC dan memperoleh nilai parameter asam lemak bebas dan bilangan asam sesuai dengan standar IFOS (2014). Ekstraksi *dry rendering* dengan menggunakan oven juga dilakukan oleh Rizkon (2020) pada lemak jeroan ikan patin dengan menggunakan suhu 50 ºC selama 2 jam dan memperoleh hasil yang sudah sesuai dengan standar IFOS (2014) kecuali parameter bilangan peroksida. Penelitian mengenai metode ekstraksi *dry rendering* minyak ikan patin masih menggunakan metode analisis Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan Rancangan Acak Kelompok (RAK) sehingga fungsi optimasi menggunakan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM) dengan variasi suhu dan waktu perlu ditambahkan agar mendapatkan hasil optimum yang tepat dan efisien serta menghasilkan banyak formula untuk diaplikasikan di bidang industri.

Penggunaan metode RSM mampu menganalisa suatu kondisi serta respon yang berpengaruh untuk mencapai proses yang optimal sehingga dapat meningkatkan nilai industri. Penggunaan metode RSM ini berhasil diaplikasikan dalam optimasi proses pemurnian *bleaching* minyak ikan tuna (Salia 2019). Sadida (2019) menggunakan metode RSM dalam optimasi proses pemurnian minyak ikan tuna dengan variasi konsentrasi NaCl dan suhu. Penelitian Arifianto (2014) juga menggunakan metode RSM dalam proses ekstraksi *wet rendering* minyak kulit ikan patin (*Pangasius* sp.) yang menghasilkan nilai oksidasi minimum dan rendemen maksimum yaitu pada suhu ekstraksi 62.99 ºC dengan waktu 32.68 menit namun nilai parameter oksidasi minyak ikan yang dihasilkan belum sesuai standar sehingga perlu dilakukan pemurnian. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan fungsi optimasi dengan menggunakan pendekatan *Respon Surface Methodology* (RSM) pada proses ekstraksi *dry rendering* minyak ikan patin dengan menggunakan suhu dan waktu yang berbeda serta dilanjutkan dengan proses pemurnian.

Rumusan Masalah

Penelitian mengenai ekstraksi minyak ikan patin dengan metode *dry rendering* yang menggunakan metode analisis Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan Rancangan Acak Kelompok (RAK) sudah banyak dilakukan. Namun fungsi optimasi pada proses ekstraksi *dry rendering* menggunakan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM) dengan variasi suhu dan waktu yang dilanjutkan

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

dengan proses pemurnian belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, optimasi ekstraksi *dry rendering* minyak ikan patin yang dilanjutkan dengan proses pemurnian perlu dilakukan sehingga menghasilkan minyak ikan yang sesuai dengan kebutuhan industri dan standar *International Fish Oil Standard* (IFOS).

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengoptimasi proses ekstraksi *dry rendering* menggunakan pendekatan RSM dengan variasi suhu dan waktu yang berbeda serta dilanjutkan dengan proses pemurnian untuk menghasilkan minyak ikan patin yang sesuai dengan kebutuhan industri dan standar IFOS.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa informasi mengenai proses ekstraksi minyak ikan patin dengan metode *dry rendering* dengan pendekatan RSM dan proses pemurniannya untuk memenuhi kebutuhan industri dan sesuai dengan standar IFOS.

Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini antara lain preparasi lemak *belly* ikan patin, ekstraksi lemak *belly* ikan patin dan pengujian nilai parameter oksidasi awal minyak ikan patin serta penentuan suhu dan waktu ekstraksi yang optimum. Hasil optimasi minyak ikan patin kemudian dilakukan validasi dan dilakukan pemurnian serta dilakukan pengujian nilai parameter oksidasi pada minyak ikan patin murni. Pengujian yang dilakukan adalah nilai rendemen, nilai asam lemak bebas (FFA), bilangan asam (AV), bilangan peroksida (PV), bilangan p-anisidin (p-AnV), dan nilai total oksidasi (Totox), serta pengujian profil asam lemak.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus hingga November 2020. Penelitian dilaksanakan di berbagai laboratorium. Laboratorium yang digunakan antara lain Laboratorium Minyak Ikan Departemen Teknologi Hasil Perairan, Laboratorium Terpadu Kimia Sekolah Pasca Sarjana, Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor.

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

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian yaitu lemak *belly* ikan patin yang diperoleh dari PT Kurnia Mitra Makmur Purwakarta. Bahan lain yang digunakan untuk proses pemurnian adalah magnesium silikat. Bahan untuk pengujian analisis kualitas minyak ikan antara lain alkohol 95%, indikator phenolphthalein (Merck Chemicals and Life Sciences, Darmstadt, Jerman), kalium hidroksida (Merck Chemicals and Life Sciences, Darmstadt, Jerman), asam asetat glasial (Merck Chemicals and Life Sciences, Darmstadt, Jerman), kloroform (Merck Chemicals and Life Sciences, Darmstadt, Jerman), kalium iodide jenuh (Merck Chemicals and Life Sciences, Darmstadt, Jerman), akuades, pati (Merck Chemicals and Life Sciences, Darmstadt, Jerman), natrium tiosulfat (Merck Chemicals and Life Sciences, Darmstadt, Jerman), p-anisidin (Merck Chemicals and Life Sciences, Darmstadt, Jerman), isooktan (Merck Chemicals and Life Sciences, Darmstadt, Jerman), larutan standar Supelco™37 Component Fatty Acid Methyl Esters (FAME) Mix, NaOH, boron triflorida (BF3) 20%, n-heksan, natrium klorida (NaCl) jenuh, dan natrium sulfat (Na_2SO_4) anhidrat.

Alat yang digunakan dalam proses ekstraksi adalah *oven* DHG 9053 A (Jiangsu Zhengji Instruments, Jintan, Cina), loyang, timbangan digital 0.01 gram (Chq, Taiwan), botol schott duran (Duran Group, Germany) dan *alumunium foil*. Analisis kualitas minyak ikan berupa pengujian nilai FFA, PV, dan p-AnV menggunakan beberapa peralatan yaitu labu erlenmeyer (Iwaki, Indonesia), gelas ukur (Iwaki, Indonesia), pipet volumetric , *bulb*, alat titrasi, kompor listrik (Maspion, Indonesia), dan spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu, Jepang) dengan panjang gelombang 350 nm. Peralatan yang digunakan dalam proses pemurnian adalah *magnetic stirrer*, sentrifugasi, *beaker glass*, timbangan dan gelas ukur. Peralatan yang digunakan dalam analisis profil asam lemak adalah *Gas Chromatography* (Shimadzu, Jepang), *syringe* 10 µL, penangas air, dan pipet makro.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian mengacu pada Rizkon (2020) untuk ekstraksi dan Salia (2019) untuk proses pemurnian. Prosedur penelitian terdiri dari empat tahap yaitu tahap pertama proses ekstraksi dan dilakukan pengujian nilai parameter oksidasi yang dilanjutkan dengan penetapan model untuk setiap respon. Selanjutnya tahap kedua yaitu penentuan kondisi optimal. Tahapan ketiga adalah tahap validasi dan tahap terakhir yaitu pemurnian minyak ikan hasil optimasi dengan pemurnian *bleaching* dan dilakukan pengujian nilai parameter oksidasi.

Prosedur diawali dengan preparasi sampel berupa lemak *belly* ikan patin dan dilakukan *pre-treatment* dengan reduksi ukuran sampel. Selanjutnya yaitu proses ekstraksi lemak *belly* dengan metode *dry rendering*. Ekstraksi dilakukan dengan cara pemanasan dalam oven di rak bagian atas dengan menggunakan variasi suhu dan waktu yang disarankan oleh program *Design Expert* versi 10 dengan nilai tengah perlakuan faktor mengacu pada penelitian Rizkon (2020) yaitu suhu 50 ºC dengan waktu 2 jam. Suhu dan waktu yang didapatkan dari program *Design Expert*

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

versi 10 yaitu 35.8 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C dan 64.1 °C dengan waktu yang digunakan 58 menit, 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 3 jam 41 menit.

Minyak ikan kasar hasil ekstraksi kemudian dilakukan pengujian parameter oksidasi meliputi, nilai rendemen, nilai FFA, AV, PV, p-AnV, dan Totox serta pengujian profil asam lemak. Hasil pengujian kemudian dilakukan penentuan model respon dan dilanjutkan dengan penentuan kondisi optimal menggunakan pendekatan *Response Surface Methodology* dibantu dengan *software Design Expert* versi 10. Hasil optimasi proses ekstraksi minyak ikan yang terpilih kemudian dilakukan tahapan validasi dan dilakukan pengujian nilai parameter oksidasi kembali. Tahapan keempat yaitu pemurnian minyak hasil optimasi dengan proses *bleaching* menggunakan magnesol XL 5% pada suhu 50 °C selama 20 menit dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Adsorben dan minyak kemudian dipisahkan menggunakan sentrifugasi dengan kecepatan 11200 xg selama 10 menit pada suhu 25 °C. Hasil minyak ikan patin murni kemudian dilakukan pengujian nilai parameter oksidasi. Pengujian yang dilakukan meliputi nilai FFA, AV, PV, p-AnV, dan Totox serta pengujian profil asam lemak. Diagram alir prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Prosedur Analisis

Prosedur analisis kualitas minyak ikan dapat ditentukan dengan analisis pengujian yang meliputi rendemen, nilai FFA, AV, PV, p-AnV, dan Totox serta pengujian profil asam lemak.

Rendemen Minyak Ikan (%) (AOAC 1995)

Rendemen minyak ikan menyatakan perbandingan berat minyak ikan yang dihasilkan (g) dibandingkan dengan berat sampel yang digunakan (g). Perhitungan rendemen minyak ikan adalah sebagai berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat minyak}}{\text{berat sampel}} \text{ x } 100\%$$

Analisis Nilai Asam Lemak Bebas (FFA) (SNI 8392-1:2018)

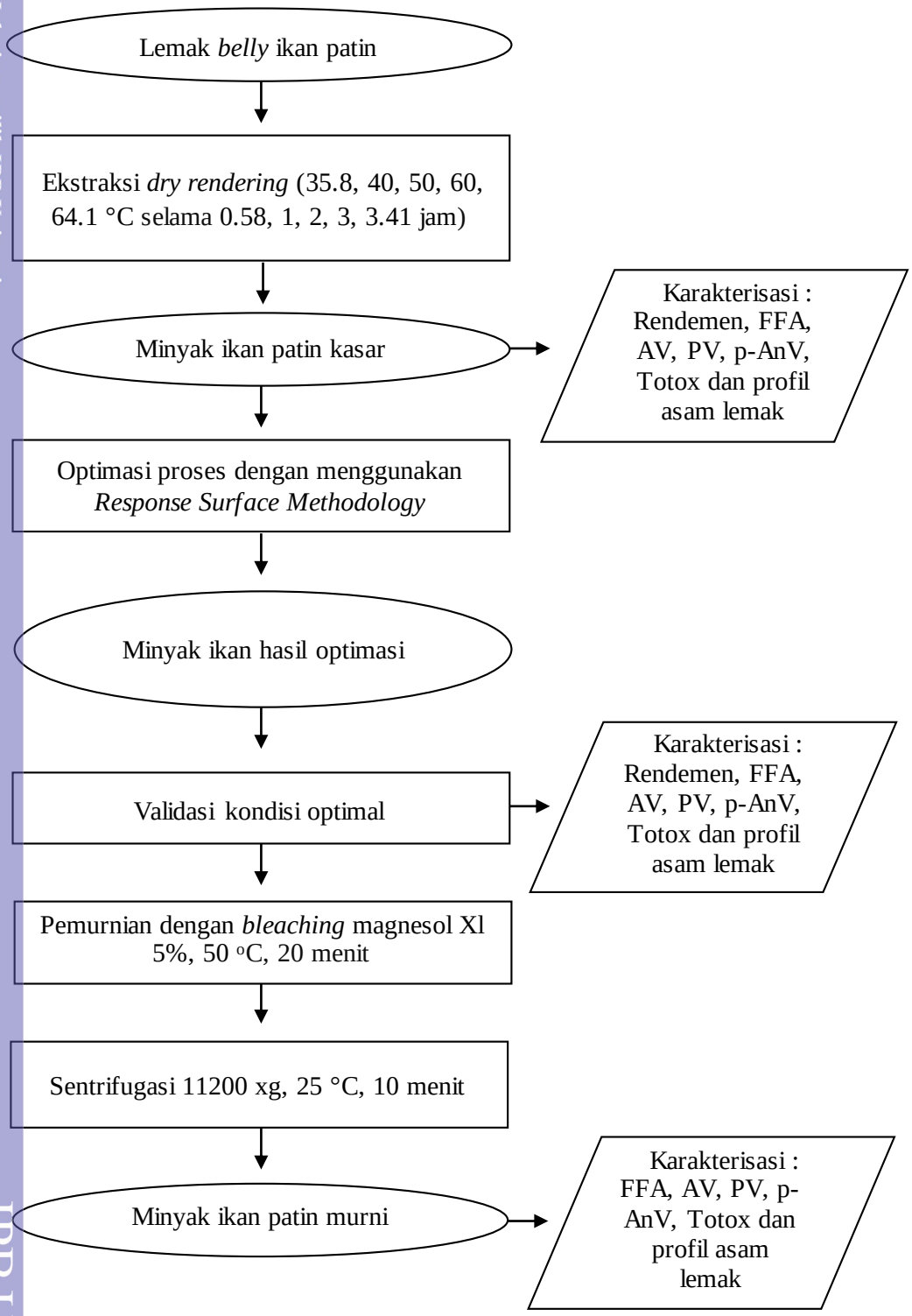
Analisis nilai asam lemak bebas dilakukan dengan penimbangan minyak sebanyak 2.5 g dimasukkan ke dalam erlemenyer 250 mL kemudian ditambah 25 mL alkohol 95%. Minyak dipanaskan dalam penangas air selama 10 menit sambil diaduk, kemudian setelah dingin campuran tersebut ditetesi indikator PP 1% (phenolphthalein) sebanyak 2 mL. Setelah itu campuran tersebut dikocok untuk menentukan indikator. Kemudian campuran dititrasi dengan KOH 0.1 N hingga timbul warna merah muda yang tidak hilang dalam waktu 30 detik. Persentase nilai asam lemak bebas dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{Asam lemak bebas} = \frac{\text{A x N x M}}{\text{10 x G}}$$

Keterangan:

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

FFA = Asam lemak bebas (%)
A = Jumlah titrasi KOH (mL)
N = Normalitas larutan KOH
M = Bobot molekul dominan (asam oleat: 282.5 g/mol)
G = Bobot contoh (g)



Gambar 1 Diagram alir penelitian

@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

Analisis Bilangan Asam (AV) (AOCS 1998)

Penentuan nilai asam dilakukan dengan titrasi KOH terhadap sampel yang menggunakan prinsip jumlah KOH yang diperlukan (mg) untuk menetralkan 1 g lemak. Berikut persamaan untuk mendapatkan bilangan asam mgKOH/g lipida:

$$\text{Bilangan asam} = \frac{\text{V x N x 56.1}}{\text{G}}$$

Keterangan:
V = Jumlah titrasi KOH (mL)
N = Normalitas KOH (0.1 N)
56.1 = Berat molekul KOH
G = Berat sampel (g)

Analisis Bilangan Peroksida (PV) (SNI 8392-2:2018)

Analisis bilangan peroksida dilakukan dengan penimbangan minyak sebanyak 2.5 g dimasukkan ke dalam erlemenyer 250 mL bertutup. Sampel ditambah dengan 30 mL campuran larutan asam asetat dan kloroform (3:2). Penambahan larutan KI jenuh sebanyak 0.5 mL dan akuades 30 mL sambil dikocok. Penambahan indikator pati 1% ke dalam larutan tersebut sebanyak 0.5 mL hingga warna campuran menjadi biru kehitaman. Campuran kemudian dilakukan titrasi dengan $Na_2S_2O_3$ (Natrium tiosulfat) 0.01 N sehingga larutan yang sebelum dititrasi berwarna biru kehitaman berubah menjadi kuning jernih. Perhitungan bilangan peroksida dilakukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Bilangan peroksida} = \frac{\text{A x N x 1000}}{\text{Bobot sampel (g)}}$$

Keterangan :
A = Jumlah titrasi $Na_2S_2O_3$ (mL)
N = Normalitas $Na_2S_2O_3$

Analisis Bilangan p-Anisidin (p-AnV) (AOCS 1998)

Larutan uji 1 disiapkan dengan cara melarutkan 1 g sampel ke dalam labu takar 25 mL, kemudian dilarutkan dengan isooktan sampai tanda batas dan dikocok. Larutan uji 2 disiapkan dengan cara menambahkan 5 mL pelarut ke dalam tabung reaksi kemudian ditambah larutan p-anisidin (2.5 g/L) ke dalam 1 mL pereaksi p-anisidin, kemudian dikocok hingga larut dan dibungkus dengan alumunium foil agar terhindar dari cahaya. Larutan diukur nilai absorbansinya. Larutan uji 1 pada panjang gelombang 350 nm dengan menggunakan isooktan sebagai larutan kompensasi. Larutan uji 2 pada 350 nm tepat 10 menit setelah larutan disiapkan. dengan menggunakan larutan referensi sebagai kompensasi. Perhitungan bilangan p-anisidin dilakukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Bilangan p} - \text{anisidin} = \frac{\text{25 x (1.2 A2} - \text{A1)}}{\text{M}}$$

Keterangan :

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

A1 = Adsorben larutan uji 1
A2 = Adsorben larutan uji 2
M = Massa sampel yang digunakan pada larutan uji 1

Analisis Nilai Total Oksidasi (Totox) (AOAC 2005)

Total oksidasi dihitung dari nilai bilangan peroksida dan bilangan p-anisidin. Nilai total oksidasi dengan rumus:

$$\text{Total oksidasi} = 2 \text{ nilai PV} + \text{p-AnV}$$

Analisis Profil Asam Lemak (AOAC 2005)

Minyak ikan sebanyak 25 mg dimasukkan ke dalam tabung bertutup, kemudian ditambah 1 mL NaOH dalam metanol lalu dipanaskan pada penangas air selama 20 menit sampai mendidih. Penambahan sebanyak 2 mL BF_3 20% dan 5 mg/mL standar internal ditambahkan ke dalam campuran. Campuran tersebut dipanaskan lagi selama 20 menit. Campuran didinginkan, kemudian ditambahkan 2 mL NaCl jenuh dan 1 mL isooktan lalu dikocok. Lapisan isooktan yang terbentuk dipindahkan dengan bantuan pipet tetes ke dalam tabung berisi sekitar 0.1 gram Na_2SO_4 anhidrat, lalu dibiarkan 15 menit. Fase cair yang terbentuk dipisahkan, sedangkan fase minyak yang terbentuk diinjeksikan ke instrumen GC atau kromatografi gas sebanyak 1µL, yang sebelumnya sudah dilakukan penginjeksian 1 µL campuran standar FAME (Supelco 37 component FAME mix). Waktu retensi dan puncak masing-masing komponen diukur lalu dibandingkan dengan waktu retensi standar untuk mendapatkan informasi mengenai jenis dan komponen dalam contoh. Kondisi alat Gas Chromatography (GC) pada saat digunakan:

a) Kolom : Cyanopropil methyl sil (capilary column)
b) Dimensi kolom : P = 60 m, Ø dalam = 0.25 mm, 0.25 µm film Thickness
c) Laju alir N2: 30 mL/menit
d) Laju alir He : 30 mL/menit
e) Laju alir H2 : 40 mL/menit
f) Laju alir udara : 400 mL/menit
g) Suhu injektor : 220 ºC
h) Suhu detektor : 240 ºC
i) Suhu kolom: suhu program
j) Volume injek: 1 µL

Jumlah kandungan komponen dalam minyak dihitung dengan rumus:

$$\text{Asam lemak (\%)} = \frac{\frac{\text{Ax}}{\text{As}} \text{ x C standar x } \frac{\text{V contoh}}{100} \text{ x } 100\%}{\text{Bobot contoh (g)}}$$

Keterangan :
Ax = Luas area sampel
As = Luas area standar
C standar = Konsentrasi standar
V contoh = Volume contoh

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

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Analisis data pada percobaan menggunakan rancangan gabungan terpusat atau *Central Composite Design* (CCD) dari *Response Surface Methodology* (RSM). Pembuatan rancangan percobaan pada Tabel 1 dan 2 menggunakan bantuan *software Design Expert* versi 10. Rancangan CCD terdiri dari tiga bagian berikut (Montgomery 2012) :

i. Titik sudut (corner points) = nf dengan xi = -1,1 ; i 1, …, k membentuk bagian faktorial pada desain.
ii. Titik pusat (center points) = nc dengan xi = 0 ; i 1, …, k, biasanya 3 sampai 5 titik pusat
iii. Titik aksial (axial points) = α dengan xi = -α, α ; i 1, …, k. Nilai ini ditentukan oleh jumlah variabel faktor, dimana α= (2k)1/4, k adalah jumlah faktor yang digunakan

Rancangan penelitian ini menggunakan dua variabel bebas yaitu suhu ekstraksi (X_1) dan waktu ekstraksi (X_2) sedangkan variabel respon yaitu rendemen, nilai FFA, AV, PV, p-AnV dan Totox. Variabel bebas dan kode perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1 dan desain rancangan percobaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 Penentuan variabel bebas dan kode perlakuan pada penelitian

Variabel bebas	Simbol	Batas		
		Bawah	Tengah	Atas
Suhu ekstraksi (ºC)	X_1	40	50	60
Waktu ekstraksi (jam)	X_2	1	2	3

Tabel 2 Desain rancangan percobaan

Perlakuan	Kode faktor		Aktual faktor		Parameter oksidasi
	X_1	X_2	Suhu ekstraksi (ºC)	Waktu ekstraksi (jam)	
1	1	-1	60	1	Y_1
2	0	$-2^{1/2}$	50	0.58	Y_2
3	1	1	60	3	Y_3
4	0	$-2^{1/2}$	50	3.41	Y_4
5	0	0	50	2	Y_5
6	0	0	50	2	Y_6
7	$-2^{1/2}$	0	64.14	2	Y_7
8	0	0	50	2	Y_8
9	-1	-1	40	1	Y_9
10	-1	1	40	3	Y_{10}
11	0	0	50	2	Y_{11}
12	0	0	50	2	Y_{12}
13	$-2^{1/2}$	0	35.85	2	Y_{13}

Data hasil penelitian kemudian dilakukan optimasi untuk mengetahui pengaruh linear, interaksi dan kuadrat dari variabel bebas selama proses ekstraksi yang dinyatakan dalam persamaan orde ke-1 linear dan orde ke-2 kuadrat sebagai berikut :

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

Desain model orde 1

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i X_i + \varepsilon_{ij}$$

Desain model orde 2

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i X_i + \sum_{i=1}^{k} \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i} \sum_{j} \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :
Y = Hasil perkiraan respon yang diinginkan (parameter oksidasi)
X_{ij}= Peubah yang meliputi suhu dan waktu ekstraksi
β_0 = Koefisien model
β_i = Pengaruh linier peubah terhadap respon
β_{ij}= Pengaruh interaksi antar peubah terhadap respon
β_{ii}= Pengaruh kuadratik peubah terhadap respon
ε_{ij}= Gangguan *error*

Penentuan kondisi optimal pada suatu proses dengan menggunakan metode RSM meliputi beberapa analisis, yaitu penentuan model, analisis ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) dan pencarian titik berdasarkan respon permukaan. Model yang sesuai dengan hasil pengujian akan dihasilkan dari setiap variabel respon. Penentuan model terbaik ini memiliki beberapa kriteria, diantaranya nilai model atau *sequantial model of sum square* (SMSS) harus signifikan ($p<0.05$), nilai *lack of fit* (uji ketidaksesuaian model) harus tidak signifikan ($p>0.05$), memiliki nilai adjusted R^2 paling tinggi atau mendekati satu ($p\leq1.00$) serta nilai predicted R^2 mendekati adjusted R^2 dengan minimal selisih 20%.

Nilai SMSS memiliki fungsi untuk melihat model yang direkomendasikan memiliki pengaruh terhadap respon. Nilai *lack of fit* adalah nilai yang menunjukkan penyimpangan atau ketidaktepatan pada model yang direkomendasikan. Nilai *adjusted* R^2 berfungsi dalam membandingkan tingkat kebaikan model yang dibuat, serta nilai *predicted* R^2 sebagai parameter untuk melihat seberapa baik hasil optimasi (Montgomery 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Model Respon dengan RSM

Optimasi proses ekstraksi minyak ikan patin dengan metode *dry rendering* dilakukan dengan menggunakan *Respon Surface Methodology*. Metode RSM ini merupakan teknik matematika dan statistika yang berguna dalam membuat model dan menganalisa suatu respon yang dipengaruhi beberapa variabel bebas yang bertujuan untuk mengoptimalkan respon. RSM ini juga memiliki beberapa keunggulan yaitu mempermudah pencarian kondisi optimal dari suatu proses serta

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

mengurangi percobaan yang dilakukan secara berulang dan waktu yang lama (Montgomery 2012).

Perlakuan yang diperoleh sebanyak 13 ini dihasilkan menggunakan *software Design Expert* versi 10 dengan menggunakan desain optimasi rancangan gabungan terpusat (*Central Composite Design*/CCD) yang kemudian masing-masing respon diuji kualitasnya meliputi parameter rendemen, nilai FFA, AV, PV, p-AnV, dan nilai Totox. Hasil pengujian minyak ikan hasil ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian minyak ikan hasil ekstraksi

	Faktor		Respon					
Run	Suhu ekstraksi (°C)	Waktu ekstraksi (jam)	Rendemen (%)	FFA (%)	AV (mgKOH/g)	PV (meq/kg)	p-AnV (meq/kg)	Totox (meq/kg)
1	60	1	26.71±0.77	0.53±0.07	1.05±0.13	5.45±0.61	2.96±1.26	13.87±2.21
2	50	0.58	17.55±0.83	0.57±0.11	1.12±0.22	2.00±0.40	8.32±7.23	12.32±7.44
3	60	3	29.32±0.47	0.53±0.06	1.04±0.13	4.79±1.59	0.95±0.36	10.51±3.53
4	50	3.41	26.49±0.78	0.64±0.07	1.27±0.14	3.43±0.60	0.40±0.36	7.28±1.33
5	50	2	23.82±0.81	0.45±0.00	0.89±0.01	2.52±0.22	0.52±0.43	5.56±0.87
6	50	2	19.48±0.21	0.45±0.00	0.89±0.00	1.86±0.23	1.00±0.07	4.72±0.47
7	64.14	2	30.31±0.58	0.37±0.06	0.74±0.12	4.67±0.83	0.34±0.37	9.67±1.97
8	50	2	20.68±0.70	0.60±0.06	1.19±0.13	1.85±0.21	0.61±0.47	4.31±0.51
9	40	1	10.21±0.45	0.79±0.00	1.57±0.00	1.73±0.23	3.85±1.28	7.32±1.24
10	40	3	15.55±1.24	0.97±0.07	1.94±0.14	1.46±0.23	2.96±2.33	5.89±2.74
11	50	2	22.58±0.26	0.60±0.06	1.19±0.12	1.46±0.23	2.17±0.52	5.09±0.42
12	50	2	24.55±1.42	0.49±0.06	0.97±0.13	1.32±0.22	1.06±0.33	3.71±0.30
13	35.85	2	9.35±0.93	1.13±0.00	2.24±0.01	1.59±0.41	0.97±0.40	4.15±1.03

Tabel 3 menunjukkan minyak ikan hasil ekstraksi yang telah dilakukan beberapa pengujian parameter oksidasi. Nilai rendemen yang dihasilkan berada pada interval antara 9.35-30.31%. Nilai FFA yang dihasilkan memiliki nilai antara 0.37-1.13%. Nilai AV yang diperoleh berada pada interval antara 0.74-2.24 mgKOH/g. Nilai PV yang diperoleh memiliki nilai antara 1.32-5.45 meq/kg. Nilai p-AnV yang diperoleh berada pada interval antara 0.34-8.32 meq/kg. Pengujian nilai Totox yang diperoleh memiliki interval antara 3.71-13.87 meq/kg. Hasil pengujian pada semua parameter oksidasi sudah sesuai dengan standar IFOS (2014) kecuali nilai parameter PV pada suhu 60 ºC dengan waktu 1 jam melebihi standar IFOS (≤ 5) dengan nilai 5.45 meq/kg. Hasil pengujian parameter nilai oksidasi minyak ikan kasar ini kemudian digunakan untuk menentukan model setiap respon yang dilanjutkan dengan pembuatan grafik kontur dan 3D sesuai dengan model yang direkomendasikan dengan menggunakan pendekatan *Response Surface Methodology*.

Rendemen

Persentase rendemen dihitung dengan perbandingan berat minyak ikan yang dihasilkan proses ekstraksi dengan berat sampel minyak ikan awal yang digunakan. Hasil penentuan model respon rendemen dengan menggunakan *software Design Expert* 10 dapat dilihat pada Tabel 4.

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

Tabel 4 Nilai kriteria penentuan model rendemen

Model	*Sequential p-value*	*Lack of Fit p-value*	*Adjusted R-Squared*	*Predicted R-Squared*	Ket
Linear	< 0.0001	0.7048	0.9214	0.8987	*Suggested*
2FI	0.4949	0.6634	0.9173	0.8803	
Quadratic	0.2081	0.8633	0.9321	0.9044	
Cubic	0.7007	0.7680	0.9176	0.8942	

Hasil pada Tabel 4 menunjukkan bahwa model terbaik yang direkomendasikan adalah linear. Penentuan model terbaik ini didasarkan pada nilai SMSS sebesar 0.0001 menunjukkan model berpengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap respon rendemen. Nilai *lack of fit* sebesar 0.7048 menunjukkan nilai tidak signifikan ($p>0.05$) yang artinya tidak adanya *lack of fit* atau penyimpangan pada model sehingga model yang dihasilkan sudah tepat. Nilai *adjusted* R^2 sebesar 0.9214 yang menunjukkan bahwa data dan model linear yang dihasilkan dipengaruhi oleh faktor perlakuan sebesar 92.14% dan sisanya 7.86% dijelaskan oleh faktor lain. Nilai *predicted* R^2 sebesar 89.87% yang nilai selisih dengan *adjusted* R^2 kurang dari 20% maka artinya model linear baik. Model 2FI, kuadratik dan kubik tidak direkomendasikan karena memiliki nilai SMSS yang tidak signifikan yaitu melebihi nilai $p<0.05$.

Hasil analisis ragam (ANOVA) pada respon rendemen (Lampiran 1) menunjukkan nilai model "Prob>F" sebesar <0.0001 ($p<0.05$) artinya model linear yang terpilih dapat digunakan untuk proses optimasi ekstraksi. Nilai *lack of fit* sebesar 0.7048 ($p>0.05$) artinya model respon rendemen yang dihasilkan sudah sesuai karena tidak adanya *lack of fit*. Faktor yang berpengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap respon rendemen adalah linear suhu dan linear waktu ekstraksi. Artinya faktor tersebut berpengaruh signifikan terhadap respon rendemen dengan "Prob>F" yang lebih kecil dari 0.05 berturut-turut adalah 0.0001 dan 0.0030. Persamaan linear yang mengoptimalkan respon rendemen sebagai berikut:

$$Y = -21.31801 + 0.74890X_1 + 2.57569X_2$$

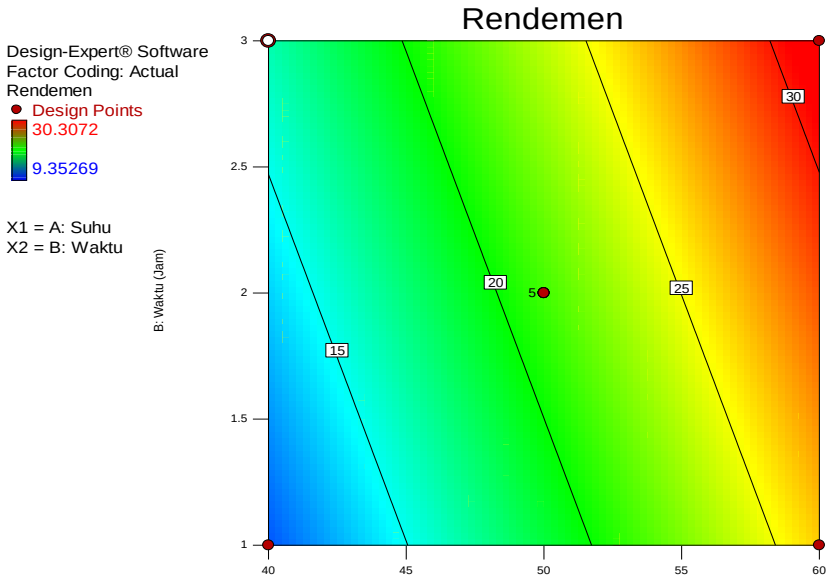
Keterangan:
Y = Nilai respon rendemen (%)
X_1 = Efek linear suhu ekstraksi
X_2 = Efek linear waktu ekstraksi

Persamaan model linear menunjukkan bahwa nilai rendemen akan meningkat seiring dengan peningkatan suhu dan waktu. Perhitungan rendemen digunakan untuk mengetahui tingkat efektifitas suhu dan waktu ekstraksi terhadap jumlah minyak yang diperoleh. Hasil rendemen yang didapatkan dari proses ekstraksi menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan lama waktu ekstraksi menghasilkan nilai rendemen yang semakin besar. Hasil ini sesuai dengan penelitian Lestari *et al*. (2020) yang melakukan ekstraksi *dry rendering* minyak ikan patin dan diperoleh nilai rendemen yang mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya suhu. Suhu ekstraksi yang berbeda akan mempengaruhi titik leleh minyak sehingga minyak dapat terekstrak keluar (Efendi *et al*. 2020).

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

Suhu ekstraksi ini berpengaruh terhadap dinding matrik dalam membran sel jaringan lipid. Suhu yang tinggi akan menyebabkan pecahnya dinding matrik dalam membran sel, sehingga membuat membran sel mudah ditembus oleh minyak (Adeoti dan Hawboldt 2014). Lama waktu ekstraksi juga mempengaruhi rendemen minyak yang dihasilkan karena akan mengakibatkan pecahnya sel adiposa sehingga minyak yang terekstrak semakin banyak (Estiasih 2009). Selain itu, tingginya nilai rendemen ini dipengaruhi oleh ukuran pada sampel yang digunakan. Semakin kecil ukuran sampel yang digunakan maka semakin memperluas permukaan bahan sehingga akan mempercepat proses ekstraksi (Tambun *et al*. 2016). Metode ekstraksi yang digunakan juga mempengaruhi rendemen minyak yang diperoleh. Metode *dry rendering* dapat menghasilkan minyak yang lebih tinggi daripada metode *wet rendering*. Hal ini dipengaruhi oleh faktor penambahan air pada *wet rendering* sehingga minyak yang keluar tidak optimal (Iwo 2019).

Hasil dari penentuan model matematika yang direkomendasikan oleh *software* kemudian dapat ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik yang ditampilkan ada 2 jenis yaitu grafik kontur dan grafik 3 dimensi. Grafik kontur dan 3 dimensi pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon rendemen dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.

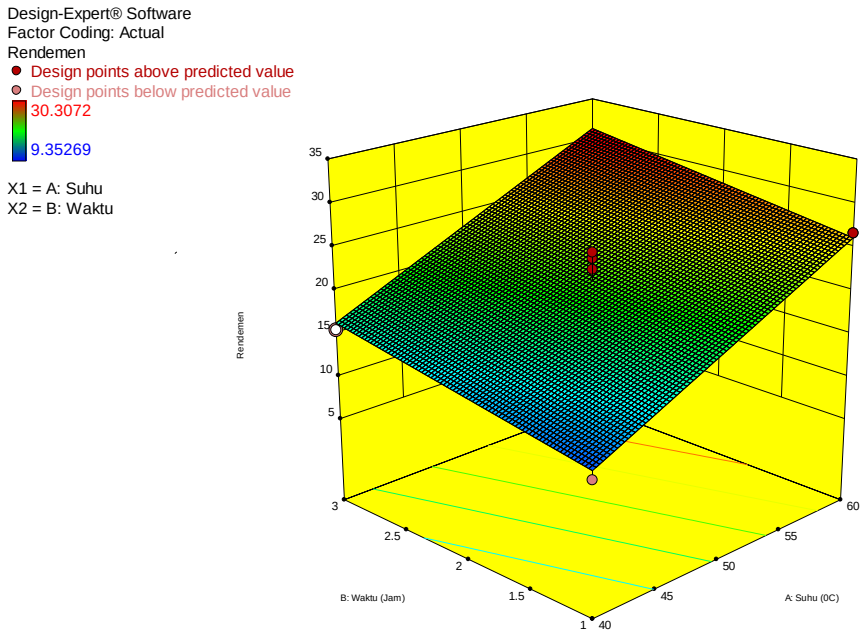


Gambar 2 Grafik kontur pengaruh suhu dan waktu ekstrasi terhadap rendemen

Gambar 2 menunjukkan grafik kontur dengan garis miring yang memiliki titik tengah berwarna merah. Daerah berwarna biru merupakan daerah rendemen dengan nilai terendah, dan daerah berwarna merah menggambarkan daerah rendemen dengan nilai tertinggi. Kondisi tersebut menunjukkan kondisi terbaik tidak berada pada titik pusat tetapi berada pada daerah yang berwarna merah dengan nilai rendemen tertinggi. Gambar 3 menunjukkan grafik model linear dengan bentuk 3 dimensi. Grafik 3D berwarna biru menunjukkan nilai respon rendemen rendah yang terjadi pada daerah suhu 40°C pada waktu 1 jam. Nilai rendemen yang tinggi terdapat pada daerah berwarna merah dengan suhu 60°C pada waktu 3 jam.

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

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan lama ekstraksi maka semakin tinggi nilai rendemen.



Gambar 3 Grafik 3D pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap rendemen

Asam Lemak Bebas (FFA)

Asam lemak bebas (FFA) ini menjadi salah satu parameter dalam penentuan kualitas minyak ikan. Hasil penentuan model respon asam lemak bebas (FFA) dengan menggunakan *software Design Expert* 10 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Nilai kriteria penentuan model FFA

Model	*Sequential p-value*	*Lack of Fit p-value*	*Adjusted R-Squared*	*Predicted R-Squared*	Ket
Linear	0.0020	0.1030	0.6522	0.5068	
2FI	0.4968	0.0872	0.6340	0.3378	
Quadratic	0.0099	0.4803	0.8742	0.7113	*Suggested*
Cubic	0.2907	0.6348	0.8926	0.7574	

Hasil pada Tabel 5 menunjukkan bahwa model terbaik yang direkomendasikan adalah kuadratik. Penentuan model terbaik ini didasarkan pada nilai SMSS sebesar 0.0099 menunjukkan model berpengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap respon FFA. Nilai *lack of fit* sebesar 0.4803 menunjukkan nilai tidak signifikan ($p>0.05$) yang artinya tidak adanya *lack of fit* atau penyimpangan pada model sehingga model yang dihasilkan sudah tepat. Nilai *adjusted* R^2 sebesar 0.8742 yang menunjukkan bahwa data dan model kuadratik yang dihasilkan dipengaruhi oleh faktor perlakuan sebesar 87.42% dan sisanya 12.58% dijelaskan oleh faktor lain. Nilai *predicted* R^2 sebesar 71.13% yang nilai selisih dengan *adjusted* R^2 kurang dari 20% maka artinya model kuadratik baik. Model linear tidak direkomendasikan karena tidak memenuhi kriteria pada nilai adjusted R^2 yang

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

didapatkan tidak mendekati satu ($p \leq 1.00$), model 2FI dan kubik juga tidak direkomendasikan karena nilai SMSS pada kedua model tidak signifikan yaitu melebihi nilai $p<0.05$.

Hasil analisis ragam (ANOVA) pada respon FFA (Lampiran 2) menunjukkan nilai model "Prob>F" sebesar 0.0008 ($p<0.05$) artinya model kuadratik yang terpilih dapat digunakan untuk proses optimasi ekstraksi. Nilai *lack of fit* sebesar 0.4803 ($p>0.05$) artinya model respon FFA yang dihasilkan sudah sesuai karena tidak adanya *lack of fit*. Faktor yang berpengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap respon FFA adalah linear suhu dan kuadratik suhu ekstraksi. Artinya faktor tersebut berpengaruh signifikan terhadap respon FFA dengan "Prob>F" yang lebih kecil dari 0.05 berturut-turut adalah 0.0001 dan 0.0039. Persamaan kuadratik yang mengoptimalkan respon FFA sebagai berikut:

$$Y = 4.38392 - 0.13678X_1 + 0.071766X_2 - 4.66733X_1X_2 + 1.23908X_1^2 + 0.049325X_2^2$$

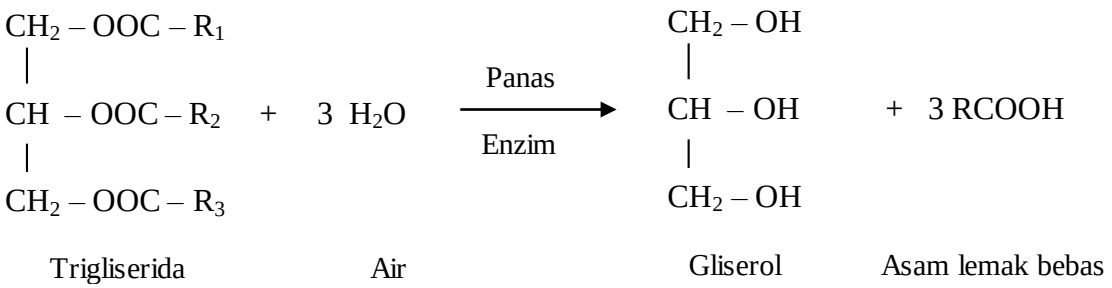
Keterangan:

Y = Nilai respon FFA (%)
X_1 = Efek linear suhu ekstraksi
X_2 = Efek linear waktu ekstraksi
X_1X_2 = Efek interaksi suhu dan waktu ekstraksi
X_1^2 = Efek kuadratik suhu ekstraksi
X_2^2 = Efek kuadratik waktu ekstraksi

Persamaan model kuadratik menunjukkan bahwa nilai kadar asam lemak bebas (FFA) akan meningkat seiring dengan penurunan suhu ekstraksi, peningkatan waktu ekstraksi, penurunan interaksi suhu dan waktu ekstraksi, peningkatan kuadrat suhu dan kuadrat waktu ekstraksi. Model kuadratik menggambarkan respon yang dipengaruhi oleh faktor dalam bentuk kuadratik. Hasil pengujian asam lemak bebas (FFA) pada proses ekstraksi sudah sesuai dengan standar IFOS (2014) yaitu $\leq 1.5\%$. Rendahnya nilai FFA pada minyak diduga akibat komposisi profil asam lemak minyak ikan patin yang dominan adalah asam oleat (Kamini *et al.* 2016). Asam oleat (MUFA) memiliki sifat yang lebih stabil daripada asam linoleat (PUFA) saat mengalami pemanasan (Chew dan Nyam 2020).

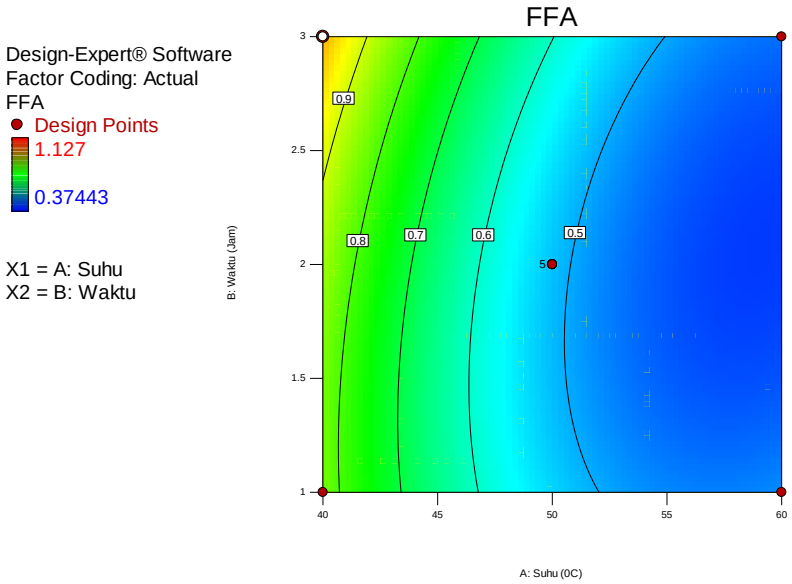
Rendahnya nilai FFA juga dapat disebabkan minyak ikan patin tidak mengalami peningkatan laju reaksi hidrolisis karena menggunakan bahan baku yang segar (Ayu *et al.* 2019). Nilai FFA yang rendah juga dapat menunjukkan bahwa lemak yang diekstrak mendapatkan penanganan yang baik pada saat proses ekstraksi (Sembiring *et al.* 2018). Asam lemak bebas (FFA) erat kaitannya dengan hidrolisis lemak yang dimediasi oleh keberadaan air (Estiasih *et al.* 2017). Reaksi hidrolisis lemak dapat dipicu oleh adanya aktivitas enzim lipase atau pemanasan yang menyebabkan pelepasan trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak bebas (Kusnandar 2019). Reaksi hidrolisis dapat dilihat pada Gambar 4.

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



Gambar 4 Reaksi hidrolisis minyak

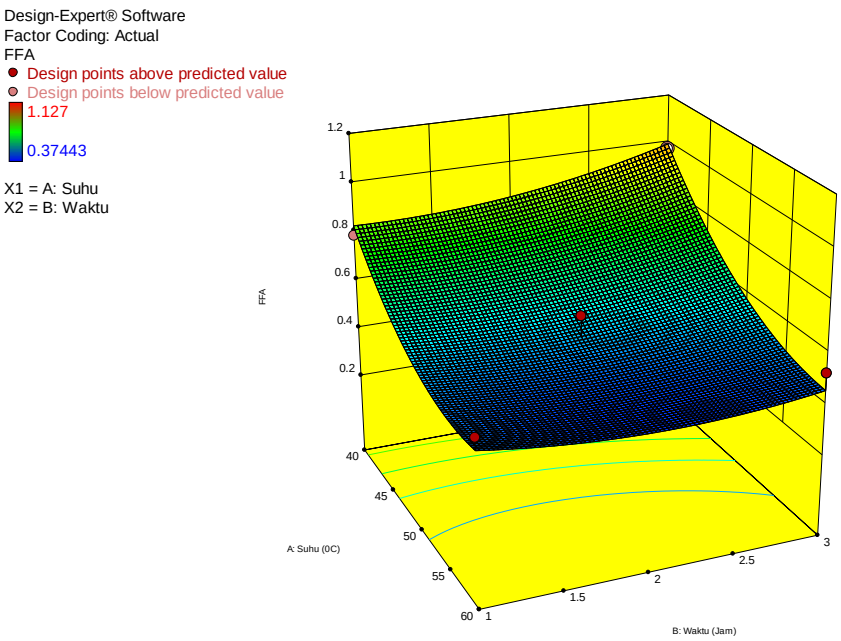
Hasil dari penentuan model matematika yang direkomendasikan oleh *software* kemudian dapat ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik yang ditampilkan ada 2 jenis yaitu grafik kontur dan grafik 3 dimensi. Grafik kontur dan 3 dimensi pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon FFA dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5 Grafik kontur pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon FFA

Gambar 5 menunjukkan grafik kontur dengan garis melengkung yang memiliki titik tengah berwarna merah. Daerah berwarna biru merupakan daerah FFA dengan nilai terendah dan daerah berwarna merah menggambarkan daerah FFA dengan nilai tertinggi. Kondisi tersebut menunjukkan kondisi terbaik berada pada titik pusat karena berada pada daerah berwarna biru. Gambar 6 menunjukkan grafik model kuadratik dengan bentuk 3 dimensi. Grafik 3D berwarna biru menunjukkan nilai respon FFA rendah yang terjadi pada daerah suhu 60°C pada waktu 1-3 jam. Nilai respon FFA yang tinggi terdapat pada daerah berwarna merah dengan suhu 40°C pada waktu 3 jam. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa semakin rendah suhu dan semakin lama waktu ekstraksi semakin tinggi nilai respon FFA.

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



Gambar 6 Grafik 3D pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon FFA

Bilangan Asam (AV)

Bilangan asam (AV) mempunyai hubungan dengan nilai asam lemak bebas (FFA). Hasil penentuan model respon bilangan asam (AV) dengan menggunakan *software Design Expert* 10 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai kriteria penentuan model AV

Model	*Sequential p-value*	*Lack of Fit p-value*	*Adjusted R-Squared*	*Predicted R-Squared*	Ket
Linear	0.0020	0.1030	0.6522	0.5068	
2FI	0.4968	0.0872	0.6340	0.3378	
Quadratic	0.0099	0.4803	0.8742	0.7113	*Suggested*
Cubic	0.2907	0.6348	0.8926	0.7574	

Hasil pada Tabel 6 menunjukkan bahwa model terbaik yang direkomendasikan adalah kuadratik. Penentuan model terbaik ini didasarkan pada nilai SMSS sebesar 0.0099 yang menunjukkan model berpengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap respon AV. Nilai *lack of fit* sebesar 0.4803 menunjukkan nilai tidak signifikan ($p>0.05$) yang artinya tidak adanya *lack of fit* atau penyimpangan pada model sehingga model yang dihasilkan sudah tepat. Nilai *adjusted* R^2 sebesar 0.8742 yang menunjukkan bahwa data dan model kuadratik yang dihasilkan dipengaruhi oleh faktor perlakuan sebesar 87.42% dan sisanya 12.58% dijelaskan oleh faktor lain. Nilai *predicted* R^2 sebesar 71.13% yang nilai selisih dengan *adjusted* R^2 kurang dari 20% maka artinya model kuadratik baik. Model linear tidak direkomendasikan karena tidak memenuhi kriteria pada nilai adjusted R^2 yang didapatkan tidak mendekati satu ($p\leq1.00$), model 2FI dan kubik juga tidak direkomendasikan karena nilai SMSS pada kedua model tidak signifikan yaitu melebihi nilai $p<0.05$.

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

Hasil analisis ragam (ANOVA) pada respon AV (Lampiran 3) menunjukkan nilai model "Prob>F" sebesar 0.0008 ($p<0.05$) artinya model kuadratik yang terpilih dapat digunakan untuk proses optimasi ekstraksi. Nilai *lack of fit* sebesar 0.4803 ($p>0.05$) artinya model respon AV yang dihasilkan sudah sesuai karena tidak adanya *lack of fit*. Faktor yang berpengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap respon AV adalah linear suhu dan kuadratik suhu ekstraksi. Artinya faktor tersebut berpengaruh signifikan terhadap respon AV dengan "Prob>F" yang lebih kecil dari 0.05 berturut-turut adalah 0.0001 dan 0.0039. Persamaan kuadratik yang mengoptimalkan respon AV sebagai berikut:

$$Y= 8.70577-0.27161X_1+0.14252X_2-9.26858X_1X_2+2.46061X_1^2+0.097952X_2^2$$

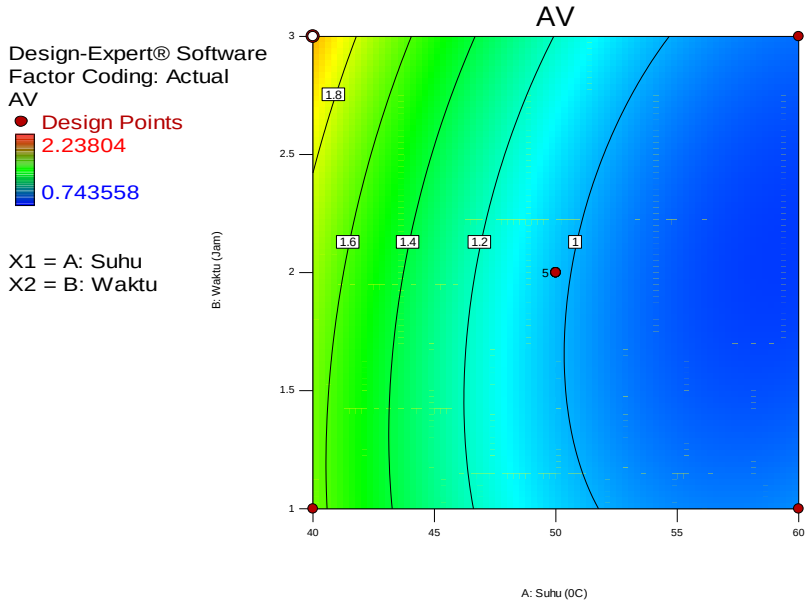
Keterangan:

Y = Nilai respon AV (mgKOH/g)
X_1 = Efek linear suhu ekstraksi
X_2 = Efek linear waktu ekstraksi
X_1X_2 = Efek interaksi suhu dan waktu ekstraksi
X_1^2 = Efek kuadratik suhu ekstraksi
X_2^2 = Efek kuadratik waktu ekstraksi

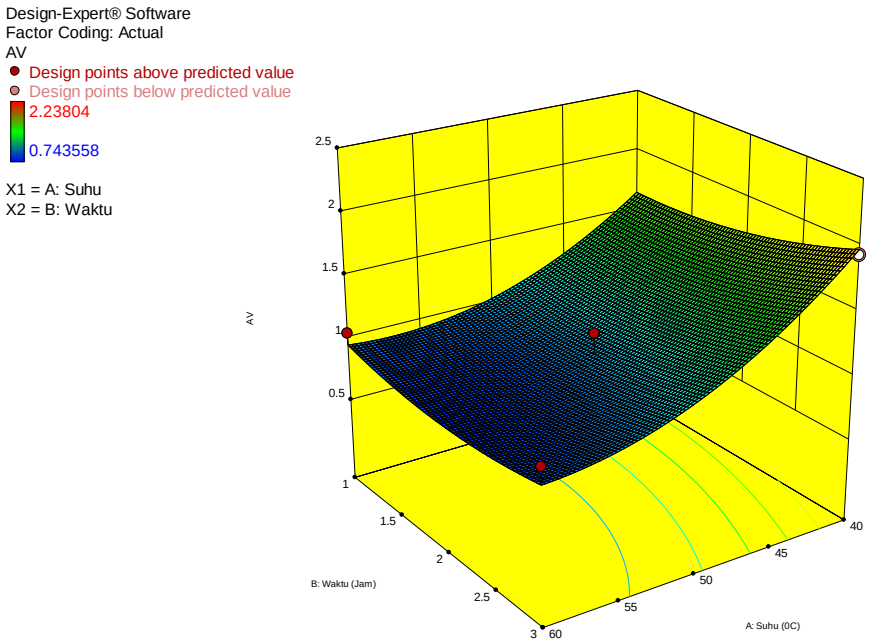
Persamaan model kuadratik menunjukkan bahwa nilai respon bilangan asam (AV) akan meningkat seiring dengan penurunan suhu ekstraksi, peningkatan waktu ekstraksi, penurunan interaksi suhu dan waktu ekstraksi, peningkatan kuadrat suhu dan kuadrat waktu ekstraksi. Model kuadratik menggambarkan respon yang dipengaruhi oleh faktor dalam bentuk kuadratik. Hasil pengujian bilangan asam pada proses ekstraksi didapatkan nilai yang sudah sesuai dengan standar IFOS (2014) yaitu ≤ 3 mgKOH/g. Bilangan asam (AV) dan asam lemak bebas (FFA) ini berkorelasi dan menjadi indikator kerusakan hidrolisis pada minyak ikan (Ayu *et al*. 2019). Bilangan asam (AV) adalah ukuran dari jumlah asam lemak bebas yang dihitung berdasarkan bobot molekul dari asam lemak atau campuran asam lemak. Bilangan asam lemak dinyatakan sebagai jumlah miligram KOH 0.1 N yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak atau lemak (Suparno *et al*. 2013). Semakin tinggi bilangan asam maka kualitas minyak akan semakin rendah (Maulana *et al*. 2014).

Hasil dari penentuan model matematika yang direkomendasikan oleh *software* kemudian dapat ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik yang ditampilkan ada 2 jenis yaitu grafik kontur dan grafik 3 dimensi. Grafik kontur dan 3 dimensi pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon AV dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.

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



Gambar 7 Grafik kontur pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon AV



Gambar 8 Grafik 3D pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon AV

Gambar 7 menunjukkan grafik kontur dengan garis melengkung yang memiliki titik tengah berwarna merah. Daerah berwarna biru merupakan daerah AV dengan nilai terendah dan daerah berwarna merah menggambarkan daerah AV dengan nilai tertinggi. Kondisi tersebut menunjukkan kondisi terbaik berada pada titik pusat karena berada pada daerah berwarna biru. Gambar 8 menunjukkan grafik model kuadratik dengan bentuk 3 dimensi. Grafik 3D berwarna biru menunjukkan nilai respon AV rendah yang terjadi pada daerah suhu 60°C pada waktu 1-3 jam. Nilai respon AV yang tinggi terdapat pada daerah berwarna merah dengan suhu

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

40°C pada waktu 3 jam. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa semakin rendah suhu dan semakin lama waktu ekstraksi semakin tinggi nilai respon AV.

Bilangan Peroksida (PV)

Bilangan peroksida merupakan nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Hasil penentuan model respon bilangan peroksida (PV) dengan menggunakan *software Design Expert* 10 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Nilai kriteria penentuan model PV

Model	*Sequential p-value*	*Lack of Fit p-value*	*Adjusted R-Squared*	*Predicted R-Squared*	Ket
Linear	0.0034	0.0845	0.6157	0.4764	
2FI	0.7571	0.0658	0.5778	0.2013	
Quadratic	0.0114	0.3444	0.8489	0.6040	*Suggested*
Cubic	0.1907	0.5757	0.8910	0.6887	

Hasil pada Tabel 7 menunjukkan bahwa model terbaik yang direkomendasikan adalah kuadratik. Penentuan model terbaik ini didasarkan pada nilai SMSS sebesar 0.0114 menunjukkan model berpengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap respon PV. Nilai *lack of fit* sebesar 0.3444 menunjukkan nilai tidak signifikan ($p>0.05$) yang artinya tidak adanya *lack of fit* atau penyimpangan pada model sehingga model yang dihasilkan sudah tepat. Nilai *adjusted* R^2 sebesar 0.8489 yang menunjukkan bahwa data dan model kuadratik yang dihasilkan dipengaruhi oleh faktor perlakuan sebesar 84.89% dan sisanya 15.11% dijelaskan oleh faktor lain. Nilai *predicted* R^2 sebesar 60.40% yang nilai selisih dengan *adjusted* R^2 lebih dari 20% maka dikatakan model kuadratik belum baik. Namun indikator nilai *predicted* R^2 ini bukan merupakan indikator yang diwajibkan sehingga model kuadratik masih dapat dikatakan baik. Model linear tidak direkomendasikan karena tidak memenuhi kriteria pada nilai adjusted R^2 yang didapatkan tidak mendekati satu ($p\leq1.00$), model 2FI dan kubik juga tidak direkomendasikan karena nilai SMSS pada kedua model tidak signifikan yaitu melebihi nilai $p<0.05$.

Hasil analisis ragam (ANOVA) pada respon PV (Lampiran 4) menunjukkan nilai model "Prob>F" sebesar 0.0014 ($p<0.05$) artinya model kuadratik yang terpilih dapat digunakan untuk proses optimasi ekstraksi. Nilai *lack of fit* sebesar 0.3444 ($p>0.05$) artinya model respon PV yang dihasilkan sudah sesuai karena tidak adanya *lack of fit*. Faktor yang berpengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap respon PV adalah linear suhu, kuadratik suhu dan kuadratik waktu ekstraksi. Artinya faktor tersebut berpengaruh signifikan terhadap respon PV dengan "Prob>F" yang lebih kecil dari 0.05 berturut-turut adalah 0.0002, 0.0079 dan 0.0346. Persamaan kuadratik yang mengoptimalkan respon PV sebagai berikut:

$$Y = 15.99607-0.61017X_1-2.46051X_2+0.013648X_1X_2+7.13466X_1^2+0.50818X_2^2$$

Keterangan:

Y = Nilai respon PV (meq/kg)

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

X_1 = Efek linear suhu ekstraksi
X_2 = Efek linear waktu ekstraksi`
X_1X_2 = Efek interaksi suhu dan waktu ekstraksi
X_1^2 = Efek kuadratik suhu ekstraksi
X_2^2 = Efek kuadratik waktu ekstraksi

Persamaan model kuadratik menunjukkan bahwa nilai respon PV akan meningkat seiring dengan penurunan suhu, penurunan waktu ekstraksi, peningkatan interaksi suhu dan waktu ekstraksi, peningkatan kuadrat suhu dan peningkatan kuadrat waktu ekstraksi. Model kuadratik menggambarkan respon yang dipengaruhi oleh faktor dalam bentuk kuadratik. Hasil pengujian bilangan peroksida pada proses ekstraksi minyak ikan patin didapatkan nilai antara 1.32 - 5.45 meq/kg. Hasil pengujian umumnya sudah sesuai dengan standar IFOS (2014) yaitu ≤ 5 meq/kg namun pada suhu 60 ºC dengan waktu 1 jam didapatkan nilai PV sebesar 5.45 meq/kg yang artinya tidak sesuai dengan standar IFOS (2014).

Tingginya nilai PV dipengaruhi oleh tingginya suhu ekstraksi dan lama waktu ekstraksi yang akan menyebabkan meningkatnya gerakan molekul pada minyak sehingga menghancurkan struktur heksagonal dan melepaskan oksigen yang terperangkap, sehingga oksigen yang terlarut dalam minyak akan semakin sedikit (Yoshiara 2013). Asam lemak tak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida (Rohman dan Sumantri 2018). Oksidasi lemak terdiri atas 3 tahapan utama yaitu, inisiasi, propagasi, dan terminasi (Siagian 2002). Reaksi oksidasi pembentukan peroksida dapat dilihat pada Gambar 9.

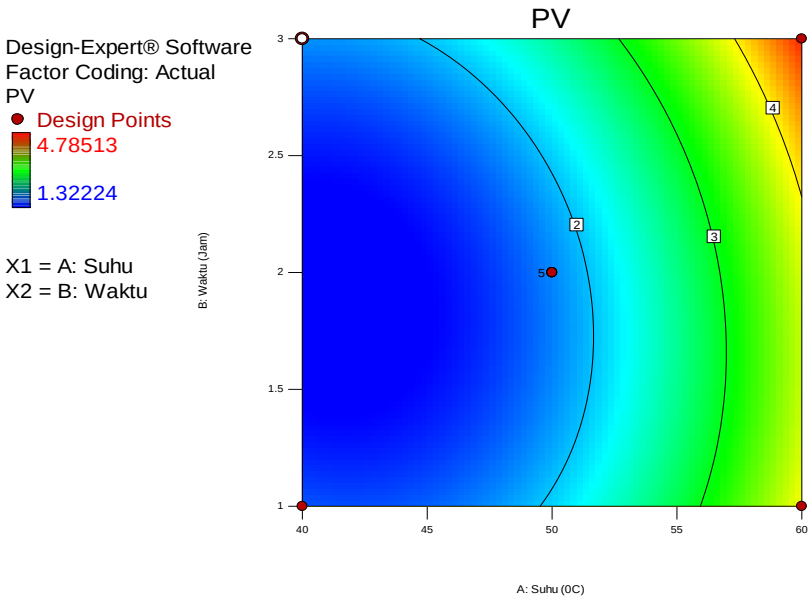
Inisiasi	RH		→	R + H
Propagasi	R +	O_2	→	ROO
	ROO +	RH	→	ROOH + R
Terminasi	ROO +	ROO	→	ROOR + O_2
	R +	ROO	→	ROOR
	R +	R	→	RR

Gambar 9 Reaksi oksidasi pembentukan peroksida

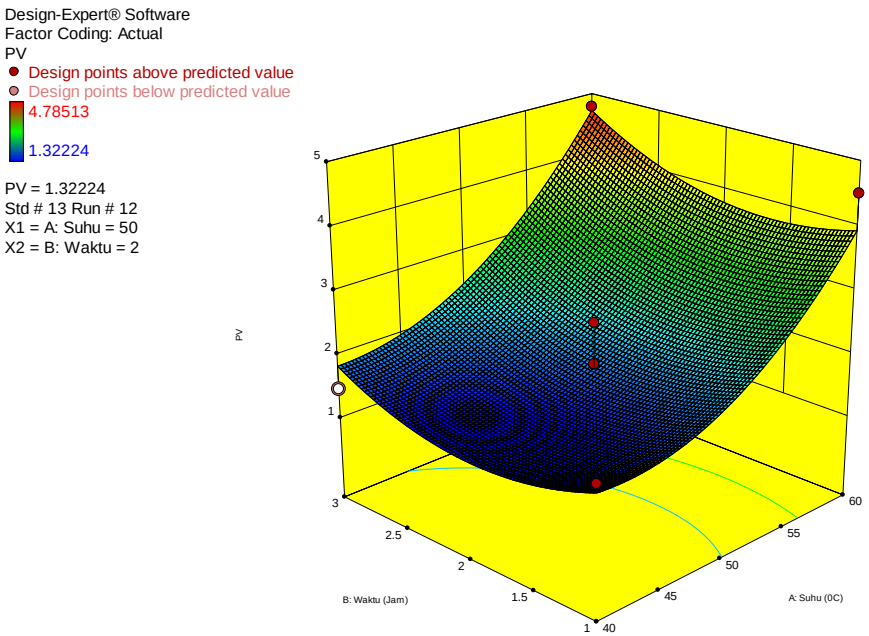
Nilai PV yang rendah sedangkan suhu dan waktu yang digunakan pada saat ekstraksi tinggi menurut Shahidi *et al.* (2017) diduga karena produk oksidasi primer berupa hidroperoksida bersifat tidak stabil sehingga cepat mengalami dekomposisi menjadi senyawa turunan. Terjadinya oksidasi sekunder pada hidroperoksida menyebabkan nilai PV menurun pada suhu ekstraksi yang lebih tinggi. Nilai PV yang rendah juga dapat menunjukkan bahwa lemak yang diekstrak mendapatkan penanganan yang baik pada saat proses ekstraksi (Sembiring *et al.* 2018).

Hasil dari penentuan model matematika yang direkomendasikan oleh *software* kemudian dapat ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik yang ditampilkan ada 2 jenis yaitu grafik kontur dan grafik 3 dimensi. Grafik kontur dan 3 dimensi pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon PV dapat dilihat pada Gambar 10 dan 11.

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



Gambar 10 Grafik kontur pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon PV



Gambar 11 Grafik 3D pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon PV

Gambar 10 menunjukkan grafik kontur dengan garis melengkung yang memiliki titik tengah berwarna merah. Daerah berwarna biru merupakan daerah PV dengan nilai terendah dan daerah berwarna merah menggambarkan daerah PV dengan nilai tertinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kondisi terbaik berada pada titik pusat karena berada pada daerah yang berwarna biru. Gambar 11 menunjukkan grafik model kuadratik dengan bentuk 3 dimensi. Grafik 3D berwarna biru menunjukkan nilai respon PV rendah yang terjadi pada daerah suhu 40°C pada waktu 1-3 jam. Nilai respon PV yang tinggi terdapat pada daerah berwarna merah dengan suhu 60°C pada waktu 3 jam. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa

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

semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu ekstraksi semakin tinggi nilai respon PV.

Bilangan p-Anisidin (p-AnV)

Bilangan p-AnV dipengaruhi oleh bilangan peroksida. Hasil penentuan model respon p-AnV dengan menggunakan *software Design Expert* 10 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Nilai kriteria penentuan model AnV

Model	*Sequential p-value*	*Lack of Fit p-value*	*Adjusted R-Squared*	*Predicted R-Squared*	Ket
Linear	0.0726	0.0148	0.2898	-0.1856	
2FI	0.7770	0.0112	0.2183	-0.4749	
Quadratic	0.0096	0.0670	0.7585	0.3337	*Suggested*
Cubic	0.0170	0.9910	0.9269	0.9524	*Aliased*

Hasil pada Tabel 8 menunjukkan bahwa model terbaik yang direkomendasikan adalah kuadratik. Penentuan model terbaik ini didasarkan pada nilai SMSS sebesar 0.0096 yang menunjukkan model berpengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap respon p-AnV. Nilai *lack of fit* sebesar 0.0670 menunjukkan nilai tidak signifikan ($p>0.05$) yang artinya tidak adanya *lack of fit* atau penyimpangan pada model sehingga model yang dihasilkan sudah tepat. Nilai *adjusted* R^2 sebesar 0.7585 yang menunjukkan bahwa data dan model kuadratik yang dihasilkan dipengaruhi oleh faktor perlakuan sebesar 75.85% dan sisanya 24.25% dijelaskan oleh faktor lain. Nilai *predicted* R^2 sebesar 33.37% yang nilai selisih dengan *adjusted* R^2 lebih dari 20% maka dikatakan model kuadratik belum baik. Namun indikator nilai *predicted* R^2 ini bukan merupakan indikator yang diwajibkan sehingga model kuadratik masih dapat dikatakan baik. Model linear dan 2FI tidak direkomendasikan karena tidak memenuhi kriteria pada nilai adjusted R^2 yang didapatkan tidak mendekati satu ($p\leq1.00$), model kubik juga tidak dipilih karena memiliki titik puncak yang lebih dari satu.

Hasil analisis ragam (ANOVA) pada respon p-AnV (Lampiran 5) menunjukkan nilai model "Prob>F" sebesar 0.0029 ($p<0.05$) artinya model kuadratik yang terpilih dapat digunakan untuk proses optimasi ekstraksi. Nilai *lack of fit* sebesar 0.0938 ($p>0.05$) artinya model respon p-AnV yang dihasilkan sudah sesuai karena tidak adanya *lack of fit*. Faktor yang berpengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap respon p-anisidin adalah linear waktu dan kuadratik waktu ekstraksi. Artinya faktor tersebut berpengaruh signifikan terhadap respon p-anisidin dengan "Prob>F" yang lebih kecil dari 0.05 berturut-turut adalah 0.0025, dan 0.0020. Persamaan kuadratik yang mengoptimalkan respon p-anisidin sebagai berikut:

$$Y= 8.72391+0.16380X_1-8.92274X_2-2.11238X_1^2+1.82157X_2^2$$

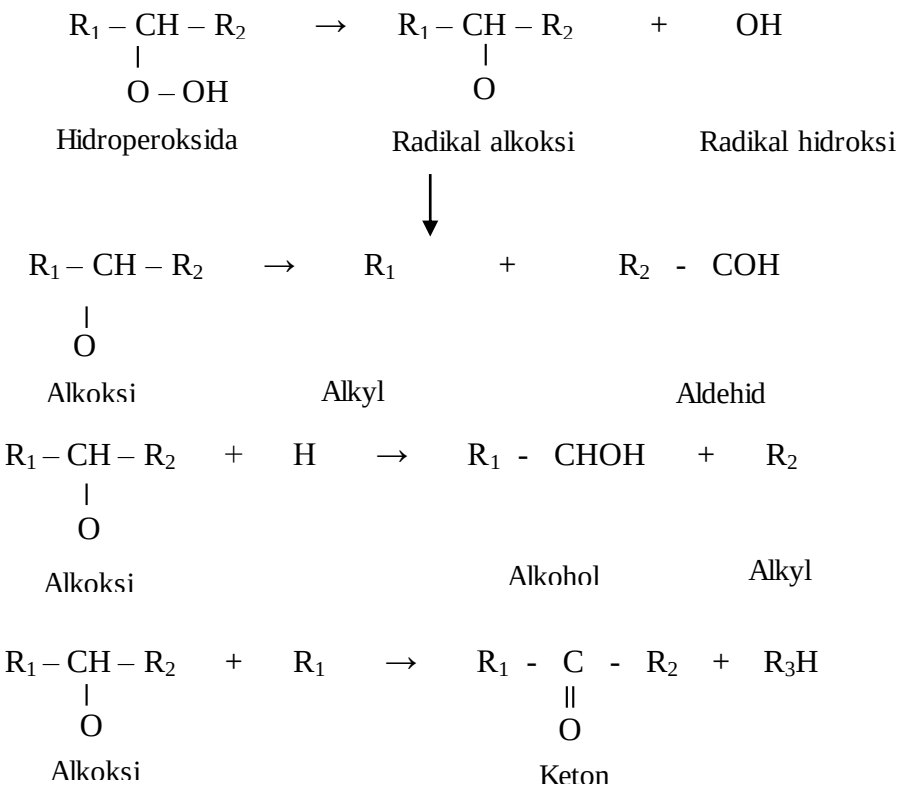
Keterangan:
Y = Nilai respon p-AnV (meq/kg)
X_1 = Efek linear suhu ekstraksi
X_2 = Efek linear waktu ekstraksi`

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

X_1^2 = Efek kuadratik suhu ekstraksi
X_2^2 = Efek kuadratik waktu ekstraksi

Persamaan model kuadratik menunjukkan bahwa nilai respon p-anisidin (p-AnV) akan meningkat seiring dengan peningkatan suhu ekstraksi, penurunan waktu ekstraksi, penurunan kuadrat suhu ekstraksi dan peningkatan kuadrat waktu ekstraksi. Model kuadratik menggambarkan respon yang dipengaruhi oleh faktor dalam bentuk kuadratik. Hasil pengujian bilangan p-anisidin pada proses ekstraksi sudah memenuhi standar IFOS (2014) yaitu ≤ 20 meq/kg. Bilangan p-anisidin merupakan produk turunan yang terbentuk karena bilangan peroksida mengalami dekomposisi menghasilkan produk samping karbonil bersifat non-volatil (Kusnandar 2019). Tingginya bilangan peroksida tidak selalu sejalan dengan tingginya bilangan p-ansidin (p-AnV) (Guillen dan Cabo 2002).

Pengaruh nilai p-anisidin ini menurut Feryana *et al*. (2014) dipengaruhi oleh tingginya kandungan senyawa hidroperoksida pada proses oksidasi primer yang mengalami dekomposisi sehingga menghasilkan produk oksidasi sekunder. Dekomposisi hidroperoksida meliputi pemecahan gugus –OOH dan menghasilkan radikal alkoksi dan radikal hidroksi (Sari 2008). Radikal alkoksi dapat memproduksi senyawa non radikal yang lebih stabil seperti aldehid, alkohol, dan keton (Randa 2007). Reaksi dekomposisi hidroperoksida dapat dilihat pada Gambar 12.

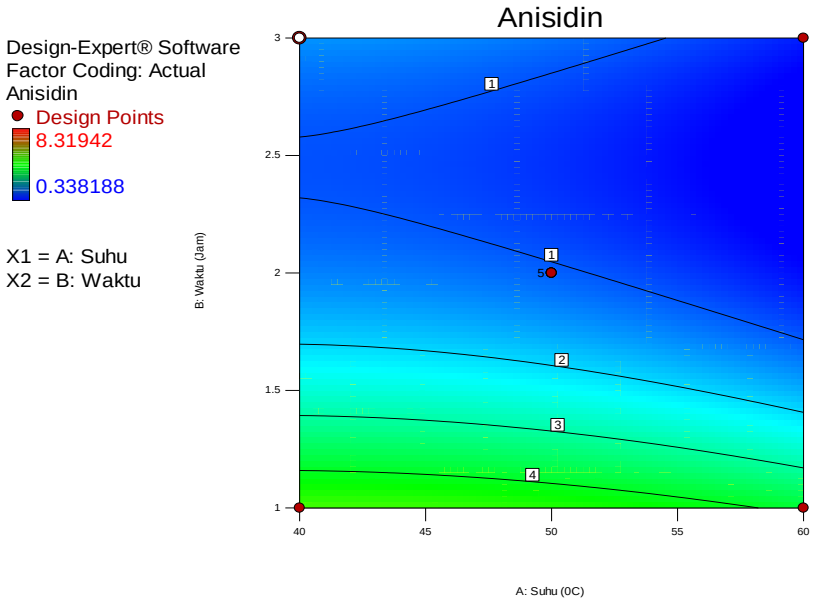


Gambar 12 Reaksi dekomposisi hidroperoksida

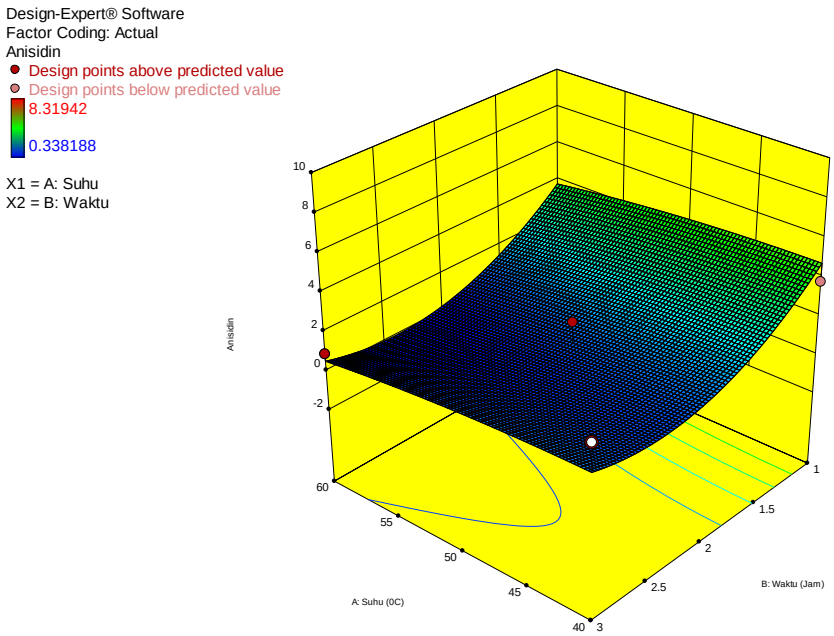
Hasil dari penentuan model matematika yang direkomendasikan oleh *software* kemudian dapat ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik yang

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

ditampilkan ada 2 jenis yaitu grafik kontur dan grafik 3 dimensi. Grafik kontur dan 3 dimensi pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon p-AnV dapat dilihat pada Gambar 13 dan 14.



Gambar 13 Grafik kontur pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon p-AnV



Gambar 14 Grafik 3D pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon p-AnV

Gambar 13 menunjukkan grafik kontur dengan garis melengkung yang memiliki titik tengah berwarna merah. Daerah berwarna biru merupakan daerah p-AnV dengan nilai terendah dan daerah berwarna merah menggambarkan daerah p-AnV dengan nilai tertinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kondisi terbaik

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

berada pada titik pusat karena berada pada daerah berwarna biru. Gambar 14 menunjukkan grafik model kuadratik dengan bentuk 3 dimensi. Grafik 3D berwarna biru menunjukkan nilai respon p-AnV rendah yang terjadi pada daerah suhu 40 - 60°C pada waktu 3 jam. Nilai respon p-AnV yang tinggi terdapat pada daerah berwarna merah dengan suhu 40°C pada waktu 1 jam. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi maka semakin tinggi nilai respon p-AnV.

Total Oksidasi (Totox)

Bilangan peroksida dan p-anisidin digunakan untuk menentukan bilangan total oksidasi yang ekuivalen dengan dua kali bilangan peroksida ditambah dengan bilangan p-anisidin. Hasil penentuan model respon total oksidasi dengan menggunakan *software Design Expert* 10 dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Nilai kriteria penentuan model Totox

Model	*Sequential p-value*	*Lack of Fit p-value*	*Adjusted R-Squared*	*Predicted R-Squared*	Ket
Linear	0.0393	0.0051	0.3718	0.1198	
2FI	0.6904	0.0039	0.3149	-0.3288	
Quadratic	0.0002	0.2187	0.9270	0.7837	*Suggested*
Cubic	0.4111	0.1288	0.9284	0.0645	

Hasil pada Tabel 9 menunjukkan bahwa model terbaik yang direkomendasikan adalah kuadratik. Penentuan model terbaik ini didasarkan pada nilai SMSS sebesar 0.0002 yang menunjukkan model berpengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap respon Totox. Nilai *lack of fit* sebesar 0.2187 menunjukkan nilai tidak signifikan ($p>0.05$) yang artinya tidak adanya *lack of fit* atau penyimpangan pada model sehingga model yang dihasilkan sudah tepat. Nilai *adjusted* R^2 sebesar 0.9270 yang menunjukkan bahwa data dan model kuadratik yang dihasilkan dipengaruhi oleh faktor perlakuan sebesar 92.70% dan sisanya 7.30% dijelaskan oleh faktor lain. Nilai *predicted* R^2 sebesar 78.37% yang nilai selisih dengan *adjusted* R^2 kurang dari 20% maka artinya model kuadratik baik. Model linear tidak direkomendasikan karena tidak memenuhi kriteria pada nilai adjusted R^2 yang didapatkan tidak mendekati satu ($p\leq1.00$), model 2FI dan kubik juga tidak direkomendasikan karena nilai SMSS pada kedua model tidak signifikan yaitu melebihi nilai $p<0.05$.

Hasil analisis ragam (ANOVA) pada respon Totox (Lampiran 6) menunjukkan nilai model "Prob>F" sebesar 0.0001 ($p<0.05$) artinya model kuadratik yang terpilih dapat digunakan untuk proses optimasi ekstraksi. Nilai *lack of fit* sebesar 0.2187 ($p>0.05$) artinya model respon Totox yang dihasilkan sudah sesuai karena tidak adanya *lack of fit*. Faktor yang berpengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap respon Totox adalah linear suhu, linear waktu, kuadratik suhu dan kuadratik waktu ekstraksi. Artinya faktor tersebut berpengaruh signifikan terhadap respon Totox dengan "Prob>F" yang lebih kecil dari 0.05 berturut-turut adalah 0.0001, 0.0018, 0.0051 dan 0.0001. Persamaan kuadratik yang mengoptimalkan respon totox sebagai berikut:

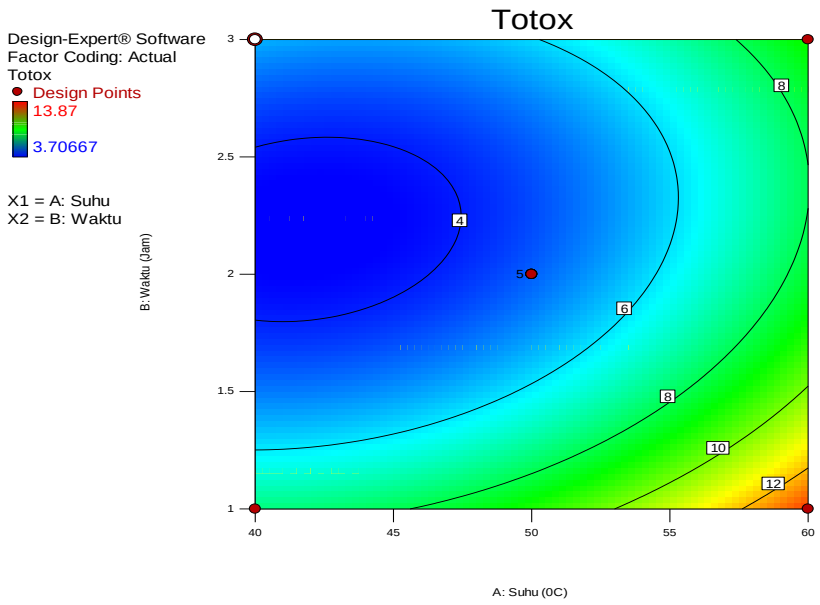
IPB University — Bogor Indonesia
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan 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

$$Y = 35.59543 - 1.01154X_1 - 9.92721X_2 - 0.056167X_1X_2 + 0.013570X_1^2 + 2.80121X_2^2$$

Keterangan:
Y = Nilai respon Totox (meq/kg)
X_1 = Efek linear suhu ekstraksi
X_2 = Efek linear waktu ekstraksi`
X_1X_2 = Efek interaksi suhu dan waktu ekstraksi
X_1^2 = Efek kuadratik suhu ekstraksi
X_2^2 = Efek kuadratik waktu ekstraksi

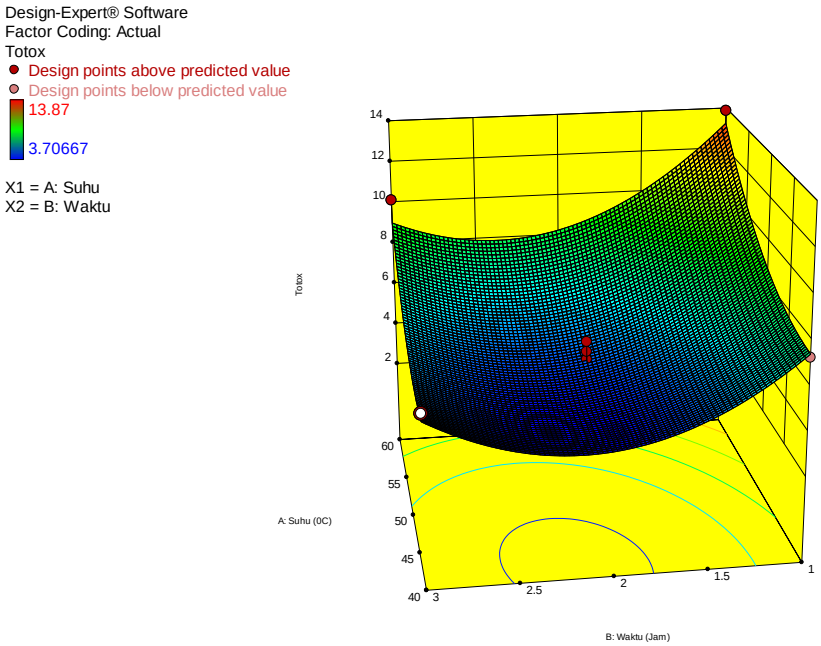
Persamaan model kuadratik menunjukkan bahwa nilai respon total oksidasi (Totox) akan meningkat seiring dengan penurunan suhu dan waktu ekstraksi, penurunan interaksi suhu dan waktu ekstraksi, peningkatan kuadrat suhu dan kuadrat waktu ekstraksi. Model kuadratik menggambarkan respon yang dipengaruhi oleh faktor dalam bentuk kuadratik. Hasil pengujian nilai total oksidasi pada proses ekstraksi sudah sesuai dengan standar IFOS (2014) yaitu ≤ 26 meq/kg. Nilai total oksidasi akan meningkat dengan cepat apabila minyak terpapar cahaya serta udara. Suhu dan waktu ekstraksi juga dapat meningkatkan nilai total oksidasi (Ketaren 2008). Bilangan total oksidasi ini dipengaruhi oleh oksidasi primer dan sekunder, apabila parameter oksidasi primer dan sekundernya tinggi maka nilai total oksidasi pun akan tinggi (Dari *et al*. 2017).

Hasil dari penentuan model matematika yang direkomendasikan oleh *software* kemudian dapat ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik yang ditampilkan ada 2 jenis yaitu grafik kontur dan grafik 3 dimensi. Grafik kontur dan 3 dimensi pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon total oksidasi dapat dilihat pada Gambar 15 dan 16.



Gambar 15 Grafik kontur pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon Totox

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



Gambar 16 Grafik 3D pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap respon Totox

Gambar 15 menunjukkan grafik kontur dengan garis melengkung yang memiliki titik tengah berwarna merah. Daerah berwarna biru merupakan daerah Totox dengan nilai terendah dan daerah berwarna merah menggambarkan daerah Totox dengan nilai tertinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kondisi terbaik berada pada titik pusat karena berada pada daerah yang berwarna biru. Gambar 16 menunjukkan grafik model kuadratik dengan bentuk 3 dimensi. Grafik 3D berwarna biru nilai respon Totox rendah yang terjadi pada daerah suhu 40°C pada waktu 1.5-3 jam. Nilai respon Totox yang tinggi terdapat pada daerah berwarna merah dengan suhu 60°C pada waktu 1 dan 3 jam. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan lama waktu ekstraksi maka semakin tinggi nilai respon total oksidasi.

Penentuan Kondisi Optimal

Penentuan kondisi optimal dilakukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dan sesuai standar dengan menggabungkan semua variabel. Penentuan kondisi optimal ini dilakukan dengan mengatur variabel faktor dan variabel respon sesuai dengan yang diinginkan. Kriteria capaian diatur dan disesuaikan sesuai dengan batas standar yang mengacu pada IFOS (2014). Capaian yang diinginkan pada variabel faktor adalah masih dalam skala artinya masih dalam batas standar. Variabel respon nilai FFA, AV, PV, p-AnV dan Totox yang diinginkan adalah masih dalam skala serta variabel respon rendemen yang diinginkan adalah maksimum. Hasil pengaturan variabel faktor dan respon dapat dilihat pada Tabel 10.

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

Tabel 10 Hasil pengaturan variabel faktor dan respon

Parameter	Capaian	Terendah	Tertinggi
Suhu ekstraksi (°C)	Dalam skala	40	60
Waktu ekstraksi (jam)	Dalam skala	1	3
Rendemen (%)	Maksimum	25.60	28.52
FFA (%)	Dalam skala	0.37	1.13
AV (mgKOH/g)	Dalam skala	0.74	2.24
PV (meq/kg)	Dalam skala	1.32	4.78
p-AnV(meq/kg)	Dalam skala	0.34	8.32
Totox(meq/kg)	Dalam skala	3.71	13.87

Tabel 10 menunjukkan hasil pengaturan capaian yang diinginkan pada setiap variabel. Hasil dari pengaturan variabel faktor dan respon akan didapatkan titik hasil optimal sesuai dengan yang direkomendasikan. Hasil titik optimal yang didapatkan harus memiliki nilai *desirability* yang tinggi. Nilai *desirability* ini merupakan nilai fungsi pada optimasi yang menunjukkan kemampuan untuk memenuhi keinginan berdasarkan kriteria yang ditetapkan. Kisaran nilai desirability dari 0 – 1.0 yang menunjukkan semakin tinggi nilai *desirability* maka semakin mampu nilai hasil optimal dapat memenuhi keinginan (Raissi dan Farsani 2009). Hasil titik optimal yang didapatkan agar minyak ikan patin memiliki nilai oksidasi yang sesuai standar dan rendemen maksimum yaitu pada suhu 60°C dan waktu 3 jam dengan nilai *desirability* 1.00 yang menunjukkan tingkat kemampuan hasil titik optimal dapat memenuhi keinginan sebesar 100%.

Validasi Kondisi Optimal

Nilai hasil optimasi selanjutnya dilakukan validasi sebanyak 3 kali ulangan untuk mengetahui kesesuaian nilai variabel respon yang diperoleh dari pemodelan. Nilai respon prediksi didapatkan dari bantuan *software* dan nilai respon aktual didapatkan dari hasil penelitian di laboratorium. Nilai respon prediksi yang diberikan diikuti dengan selang prediksi 95%. Selang prediksi ini terdiri dari selang prediksi rendah dan tinggi. Selang prediksi rendah yaitu nilai rendah dari interval yang diprediksikan dan selang prediksi tinggi yaitu nilai tinggi dari interval yang diprediksikan. Nilai respon aktual dan prediksi kemudian dilakukan perbandingan. Perbandingan hasil nilai respon aktual dan prediksi dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Perbandingan hasil nilai respon aktual dan nilai respon prediksi

Respon	Aktual	Prediksi	Selang Prediksi 95%	
			Rendah	Tinggi
Rendemen (%)	29.86	28.62	26.78	30.46
FFA (%)	0.45	0.41	0.32	0.51
AV (mgKOH/g)	0.89	0.82	0.64	1.01
PV (meq/kg)	3.73	3.74	3.13	4.36
p-AnV(meq/kg)	0.32	0.35	-0.89	1.60
Totox(meq/kg)	9.01	8.12	7.06	9.19

Hasil dari Tabel 11 dapat diketahui bahwa nilai rendemen, asam lemak bebas, bilangan asam, dan nilai total oksidasi memiliki nilai yang lebih besar daripada nilai prediksi, namun memenuhi selang kepercayaan 95%. Nilai bilangan peroksida dan bilangan p-anisidin memiliki nilai yang lebih kecil daripada nilai

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

prediksi, namun memenuhi selang kepercayaan 95%. Hasil nilai aktual yang didapatkan sudah sesuai dengan standar IFOS (2014). Hal ini dapat disimpulkan bahwa hasil kondisi optimal sudah sesuai dengan kriteria capaian faktor dan respon yang diinginkan.

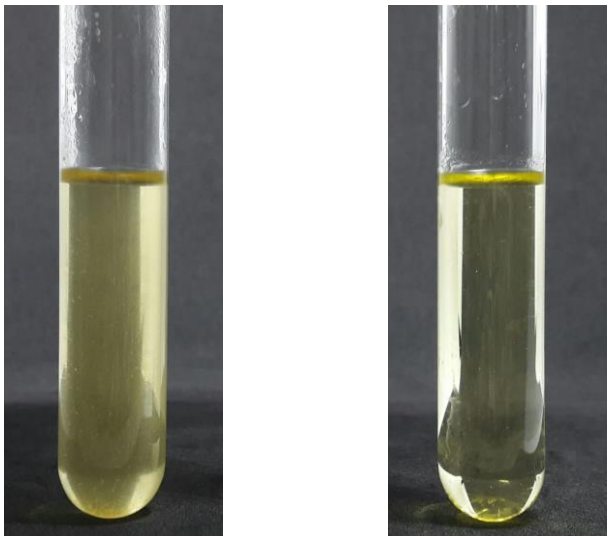
Pemurnian Minyak Ikan Kasar Patin Melalui Tahap Validasi

Proses pemurnian bertujuan untuk menghilangkan rasa dan bau yang tidak enak, warna yang tidak diinginkan dan memperpanjang masa simpan minyak (Ketaren 2008). Tujuan degumming adalah untuk memisahkan komponen mirip lemak (fosfolipid) dengan mencampurkan minyak kasar dengan air, larutan garam, enzim atau asam encer untuk menghilangan senyawa fosfatida, lilin, prooksidan dan pengotor lainnya (O'Brien 2009). Netralisasi alkali bertujuan untuk menurunkan asam lemak bebas dengan menggunakan NaOH (Ketaren 2008). Bleaching bertujuan untuk menghilangkan komponen pigmen (karotenoid, tokoferol) sehingga dapat memperbaiki warna pada minyak (Chang 1967).

Proses pemucatan merupakan salah satu tahap penting dalam penyempurnaan minyak ikan dengan kualitas yang baik (Monte *et al*. 2015). Tujuan dari proses *bleaching* adalah untuk mendapatkan minyak yang berwarna terang dengan menghilangkan sabun, jejak logam, fosfolipid dan produk oksidasi melalui penggunaan bahan adsorben aktif (Ma dan Lin 2004). Jejak ion logam dapat dihilangkan melalui ikatan ion pada permukaan, sedangkan pigmen warna dapat dihilangkan melalui gaya van der waals (Medina-Juarez dan Meza 2011). Adsorben yang biasa digunakan adalah pada proses pemucatan dibagi menjadi dua, yaitu adsorben alami dan sintetik. Adsorben alami diantaranya yaitu *bleaching earth*, bentonit, karbon aktif dan khitosan. Adsorben sintetik diantaranya adalah gel silika dan magnesium silikat (Suseno dan Saraswati 2015).

Adsorben yang digunakan dalam pemurnian *bleaching* ini adalah magnesium silikat atau magnesol. Magnesium silikat ($Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$) dengan nama dagang magnesol XL ini merupakan sumber daya mineral yang berbentuk serbuk, berwarna putih, dan tidak berbau. Magnesium silikat dihasilkan dengan cara mereaksikan larutan natrium silikat dengan garam magnesium (Suseno dan Saraswati 2015). Hasil pengujian minyak ikan patin pada kondisi optimal yang sudah melalui tahap validasi dilakukan proses pemurnian *bleaching* dengan menggunakan magnesol XL 5%. Kenampakan fisik minyak ikan patin kasar dan murni dapat dilihat pada Gambar 17.

@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



(a) (b)

Gambar 17 Kenampakan fisik (a) minyak ikan patin kasar (b) minyak ikan patin murni

Perbedaan kenampakan fisik minyak ikan patin kasar dan murni dapat dilihat pada Gambar 17. Kenampakan fisik minyak ikan patin kasar hasil optimasi memiliki warna kuning keemasan dengan kenampakan yang cenderung keruh. Perubahan kenampakan terjadi pada minyak ikan murni yang memiliki warna kuning keemasan namun bening dan tidak keruh. Warna kuning keemasan yang dihasilkan menurut Ketaren (2008) disebabkan oleh pigmen karoten yang larut di dalam minyak. Karotenoid merupakan pigmen alami yang larut di dalam minyak dan diakui sebagai pigmen antioksidan yang efisien memperlambat kerusakan oksidatif (Budiyanto *et al*. 2010).

Minyak ikan patin pada kondisi optimal yang telah melalui tahap pemurnian *bleaching* juga dilakukan analisis untuk menentukan kualitasnya. Analisis parameter oksidasi yang dilakukan yaitu nilai FFA, AV, PV, p-AnV, dan Totox. Hasil pemurnian minyak ikan patin optimal dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Hasil pemurnian minyak ikan patin optimal

Parameter	Minyak Ikan Patin Kasar Optimal	Minyak Ikan Patin Murni Optimal	IFOS (2014)
FFA (%)	0.45 ± 0.00	0.45 ± 0.00	≤ 1.5
AV (mgKOH/g)	0.89 ± 0.00	0.89 ± 0.00	≤ 3
PV (meq/kg)	3.73 ± 0.46	1.86 ± 0.23	≤ 5
p-AnV (meq/kg)	0.32 ± 0.15	0.31 ± 0.24	≤ 20
Totox (meq/kg)	9.01 ± 1.48	4.04 ± 0.45	≤ 26

Tabel 12 menunjukkan bahwa minyak ikan patin yang telah dilakukan pemurnian mengalami penurunan. Penggunaan magnesol XL mampu menurunkan PV sebesar 50%, p-AnV sebesar 3.02% dan nilai Totox sebesar 55.09%. Hasil ini sesuai dengan penelitian Rizkon (2020) yang menggunakan magnesol XL 5% pada minyak ikan patin mampu menurunkan nilai FFA, PV, p-AnV dan Totox. Hasil ini

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

juga didukung dengan penelitian Suseno *et al.* (2011) yang melakukan pemurnian bleaching dengan magnesol XL mampu menurunkan nilai FFA dan PV.

Profil Asam Lemak Minyak Ikan Patin

Pengujian profil asam lemak dilakukan untuk mengetahui komposisi asam lemak pada minyak. Asam lemak merupakan golongan senyawa yang memiliki rantai panjang asam karboksilat, baik jenuh maupun tidak jenuh. Komposisi asam lemak ini dapat diidentifikasi dengan menggunakan *Gas Chromatograpy* (GC). Total asam lemak yang teridentifikasi pada minyak ikan patin kasar hasil ekstraksi adalah 97.58%. Hasil pengujian profil asam lemak pada minyak ikan patin kasar hasil ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 Profil asam lemak minyak ikan patin kasar hasil ekstraksi

Asam Lemak	(% w/w)	Minyak Ikan Patin (Ayu *et al.* 2019)	Minyak Ikan Sardin (Suseno *et al.* 2016)
Asam laurat (C12:0)	0.11	0.06	0.07
Asam miristat (C14:0)	3.64	2.85	9.81
Asam pentadekanoat (C15:0)	0.15	0.15	0.43
Asam palmitat (C16:0)	**31.55**	**26.22**	**13.69**
Asam heptadekanoat (C17:0)	0.11	-	0.16
Asam stearat (C18:0)	8.65	5.06	2.17
Asam arakidit (C20:0)	0.17	0.28	0.22
Asam heneikosanoat (C21:0)	0.01	0.02	-
Asam behenat (C22:0)	0.08	0.10	0.15
Asam trikosanoat (C23:0)	0.02	0.03	-
Asam lignoserat (C24:0)	0.01	0.15	-
Total Saturated Fatty Acid (SFA)	**44.50**	**34.92**	**26.7**
Asam miristoleat (C14:1)	0.02	-	0.02
Asam palmitoleat (C16:1)	1.26	0.80	**7.64**
Asam cis-10-heptadekanoat (C17:1)	0.04	0.05	0.07
Asam elaidat (C18:1n-9t)	0.14	0.06	0.06
Asam oleat (C18:1n-9c)	**37.14**	**40.14**	4.62
Asam cis-11-eikosenoat (C20:1)	1.09	0.47	-
Asam erukat metil ester (C22:1n-9)	0.04	-	-
Asam nervonat (C24:1)	0.08	0.02	-
Total Mono Unsaturated Fatty Acid (MUFA)	**39.81**	**41.54**	**12.41**
Asam linoleat (C18:2n-6c)	**10.04**	**19.97**	0.93
Asam γ-linolenat (C18:3n-6)	0.21	0.37	0.24
Asam linolenat (C18:3n-3)	0.70	0.83	-
Asam cis-11,14-eikosedienoat (C20:2)	0.39	0.44	0.10
Asam cis-8,11,14-eikosantrienoat (C20:3n-6)	0.60	0.59	-
Asam arakidinoat (C20:4n-6)	0.26	0.39	1.78
Asam cis-13,16.-dokosadinoat (C22:2)	0.03	-	-
Asam cis-5,8,11,14,17-eikosapentaenoat (C20:5n-3)	0.72	0.18	**11.09**
Asam cis-4,7,10,13,16,19-dekosaheksaenoat (C22:6n-3)	0.32	0.77	7.02
Total Poli Unsaturated Fatty Acid (PUFA)	**13.27**	**23.54**	**21.16**
ω 3	**1.74**	**1.78**	**18.11**
ω 6	**11.11**	**21.32**	**2.95**
ω 9	**37.32**	**40.2**	**4.68**
Total Asam Lemak	**97.58**	**100**	**60.27**

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

Hasil pengujian profil asam lemak pada minyak ikan patin kasar hasil ekstraksi pada Tabel 13 menunjukkan bahwa asam lemak jenuh (SFA) yang dominan teridentifikasi adalah asam palmitat 31.55%, asam lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) yang dominan teridentifikasi adalah asam oleat 37.14%, asam lemak tidak jenuh ganda (PUFA) yang dominan adalah asam linoleat 10.04%. Hal ini sesuai dengan penelitian Ayu *et al.* (2019) pada minyak ikan kasar dari lemak abdomen ikan patin yang menunjukkan bahwa asam lemak jenuh (SFA) yang dominan adalah asam palmitat 26.22%, asam lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) yang dominan adalah asam oleat 40.14%, dan asam lemak tidak jenuh ganda (PUFA) yang dominan adalah asam linoleat 19.97%.

Pengujian profil asam lemak juga dilakukan pada minyak ikan hasil optimasi dan pemurnian *bleaching*. Total asam lemak pada minyak ikan patin murni hasil optimasi yang teridentifikasi dengan *Gas Chromatography* adalah 88.81%. Hasil pengujian profil asam lemak pada minyak ikan patin murni hasil optimasi dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14 Profil asam lemak minyak ikan patin murni hasil optimasi

Asam Lemak	(% w/w)	Minyak Ikan Patin (Ayu *et al.* 2019)	Minyak Ikan Sardin (Suseno *et al.* 2016)
Asam laurat (C12:0)	0.07	0.11	0.14
Asam miristat (C14:0)	3.51	3.79	13.37
Asam pentadekanoat (C15:0)	0.17	-	0.14
Asam palmitat (C16:0)	**26.11**	**26.23**	**22.54**
Asam heptadekanoat (C17:0)	0.13	-	-
Asam stearat (C18:0)	7.41	6.1	1.50
Asam arakidit (C20:0)	0.18	-	0.13
Asam heneikosanoat (C21:0)	-	-	0.02
Asam behenat (C22:0)	0.09	-	0.04
Asam trikosanoat (C23:0)	0.04	-	0.03
Asam lignoserat (C24:0)	-	-	0.03
Total Saturated Fatty Acid (SFA)	**37.71**	**36.22**	**37.94**
Asam miristoleat (C14:1)	0.02	-	0.04
Asam cis-10-pentadekanoat (C15:1)	-	-	0.02
Asam palmitoleat (C16:1)	1.11	-	3.07
Asam cis-10-heptadekanoat (C17:1)	0.11	-	-
Asam oleat (C18:1n-9c)	**34.37**	**40.06**	**8.41**
Asam cis-11-eikosenoat (C20:1)	1.20	-	0.68
Asam erukat metil ester (C22:1n-9)	0.05	-	0.02
Asam nervonat (C24:1)	0.03	-	0.02
Total Mono Unsaturated Fatty Acid (MUFA)	**36.89**	**40.06**	**12.26**
Asam linoleat (C18:2n-6c)	**10.91**	**21.84**	**5.77**
Asam γ-linolenat (C18:3n-6)	0.30	-	0.51
Asam linolenat (C18:3n-3)	0.79	1.89	0.43
Asam cis-11,14-eikosedieoat (C20:2)	0.45	-	0.04
Asam cis-8,11,14-eikosatrienoat (C20:3n-6)	0.76	-	0.36
Asam cis-11,14,17-eikosatrienoat (C20:3n-3)	-	-	0.43
Asam arakidinoat (C20:4n-6)	0.27	-	0.42
Asam cis-5.8.11.14.17-eikosapentaenoat (C20:5n-3)	0.52	-	12.20
Asam cis-13,16-dokosadienoat (C22:2)	-	-	0.04
Asam cis-4.7.10.13.16.19-dekosaheksaenoat (C22:6n-3)	0.21	-	7.39
Total Poli Unsaturated Fatty Acid (PUFA)	**14.21**	**23.72**	**27.59**

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

ω 3	**1.52**	**1.89**	**20.45**
ω 6	**12.24**	**21.84**	**7.06**
ω 9	**34.42**	**40.06**	**8.43**
Total Asam Lemak	**88.81**	**100**	**77.79**

Hasil pengujian profil asam lemak pada minyak ikan patin murni hasil optimasi pada Tabel 14 menunjukkan bahwa persentase asam lemak jenuh (SFA) dan asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) pada minyak ikan patin murni mengalami penurunan dari minyak ikan patin kasar, tetapi asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) mengalami peningkatan. Hasil asam lemak jenuh (SFA) yang dominan teridentifikasi adalah asam palmitat 26.11%, asam lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) yang dominan teridentifikasi adalah asam oleat 34.37%, asam lemak tidak jenuh ganda (PUFA) yang dominan adalah asam linoleat 10.91%. Hal ini sesuai dengan penelitian Ayu *et al.* (2019) pada minyak ikan murni dari lemak abdomen ikan patin dengan pemurnian menggunakan bentonit dan arang aktif yang menunjukkan bahwa asam lemak jenuh (SFA) yang dominan adalah asam palmitat 26.23%, asam lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) yang dominan adalah asam oleat 40.06%, dan asam lemak tidak jenuh ganda (PUFA) yang dominan adalah asam linoleat 21.84%.

Hasil pengujian asam lemak pada minyak ikan patin kasar dan murni juga didukung oleh penelitian Sudirman *et al.* (2018) yang mendapatkan asam lemak yang mendominasi tubuh ikan patin adalah asam lemak palmitat, asam lemak oleat, dan asam lemak linoleat. Menurut Steiner-Asiedu *et al.* (1991) ikan air tawar cenderung memiliki kadar asam oleat yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan air laut. Tingginya konsentrasi asam palmitat merupakan salah satu karakteristik khas pada minyak ikan yang berasal dari ikan perairan tawar. Ikan air tawar juga umumnya memiliki konsentrasi omega 3 yang lebih rendah dibandingkan dengan ikan air laut (Thammapat *et al.* 2010).

Hal ini juga didukung oleh penelitian Rahman *et al.* (1995) bahwa kandungan PUFA pada ikan laut sangat tinggi 32.25-65.31%, kandungan SFA yaitu 27.76-36.74% dan kandungan MUFA sebesar 9.30-30.54% dibandingkan dengan ikan air tawar dimana kandungan MUFA yang lebih tinggi yaitu 15.51-41.86%, kandungan SFA sebesar 26.24-32.90% dan kandungan PUFA yaitu 18.05-32.39%. Perbedaan kandungan asam lemak pada ikan air laut dan air tawar disebabkan karena ikan air tawar sebagian besar memakan tumbuh-tumbuhan sedangkan makanan pokok ikan air laut adalah zooplankton yang kaya akan PUFA (Muhamad dan Mohamad 2012).

Hasil pengujian profil asam lemak pada minyak ikan patin kasar dan murni menunjukkan bahwa minyak ikan patin memiliki konsentrasi omega 3 yang rendah hanya 1.74% dan 1.52% namun tinggi omega 6 yaitu 11.11% dan 12.24% serta omega 9 yaitu 37.32% dan 34.32%. Minyak ikan patin kasar dan murni yang didapatkan oleh Ayu *et al.* (2019) juga memiliki konsentrasi omega 3 yang rendah yaitu 1.78% dan 1.89% namun tinggi omega 6 yaitu 21.32% dan 21.84% serta tinggi omega 9 sebesar 40.2% dan 40.06%. Hal ini berbeda dengan minyak ikan sardin kasar dan murni pada penelitian Suseno *et al.* (2016) yang memiliki konsentrasi omega 3 yang lebih tinggi sebesar 18.11% dan 20.45% dibandingkan

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

dengan omega 6 yaitu 2.95% dan 7.06% serta omega 9 yaitu 4.68% 8.43%. Minyak ikan tuna kasar dan murni pada penelitian Sadida (2019) juga memiliki konsentrasi omega 3 yang tinggi dibandingkan dengan omega 6 dan 9. Lima sampel dari 8 sampel minyak ikan komersial yang terdapat di Jawa Tengah pada penelitian Suseno *et al.* (2018) juga mengandung omega 3 yang lebih tinggi dibandingkan omega 6 dan 9.

Minyak ikan yang memiliki kandungan omega 3 yang tinggi sudah banyak diaplikasikan menjadi suplemen. Produk pangan fungsional dari minyak ikan yang kaya asam lemak omega 3 juga telah banyak dikomersialkan seperti susu bubuk, makanan bayi, susu formula, margarin, dan roti (Estiasih 2009). Minyak ikan patin yang memiliki kandungan omega 3 rendah namun tinggi omega 6 juga dapat diaplikasikan menjadi suplemen. Salah satunya suplemen makanan kesehatan dari *chlorella* sp. dan minyak ikan patin (Syahrul dan Dewita 2016). Minyak ikan patin juga dapat dimanfaatkan menjadi bahan fortifikasi produk makanan seperti bubur instan dan *cookies* (Dewita *et al.* 2015). Pembuatan mayonaise juga dilakukan oleh Ayu *et al.* (2020) dengan menggunakan campuran minyak ikan patin dan minyak sawit merah. Hal ini dapat disimpulkan bahwa minyak ikan patin yang tinggi omega 6 juga memiliki manfaat yang sama sehingga perlu dioptimalkan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Ekstraksi *dry rendering* minyak ikan patin dengan optimasi suhu dan waktu ekstraksi menggunakan *Response Surface Methodology* diperoleh kondisi optimum pada suhu 60°C dengan waktu 3 jam. Karakteristik parameter oksidasi yang didapatkan pada minyak ikan patin kasar dengan kondisi optimum yaitu nilai rendemen 29.86%, FFA 0.45%, AV 0.89 mgKOH/g, PV 3.73 meq/kg, p-AnV 0.32 meq/kg, dan Totox 9.01 meq/kg. Minyak ikan kasar hasil optimasi yang dilakukan pemurnian menggunakan magnesol XL mampu menurunkan nilai parameter oksidasi PV, p-AnV dan Totox menjadi 1.86 meq/kg, 0.31 meq/kg, dan 4.04 meq/kg. Hasil minyak ikan patin kasar dan murni telah sesuai dengan standar IFOS (2014).

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk dilakukan pengujian kadar proksimat pada sampel lemak ikan patin. Minyak ikan patin yang dihasilkan juga perlu dilakukan uji kejernihan, viskositas serta logam berat.

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

DAFTAR PUSTAKA

Adeoti IA, Hawboldt K. 2014. A review of lipid extraction from fishing processing by-product for use as a biofuel. *J Biomass Bioenerg*. 63: 330-340.

Ambrosewicz-walacik M, Tanska M, Rotkiewicz D. 2015. Effect of heat treatment of rapeseed and methods of oil extraction on the content of phosphorus and profile of phospholipids. *Pol. J. Natur Sc*. 30(2): 123-136.

Andhiarto Y, Wijaya S. 2018. Perbandingan kualitas suplemen minyak ikan layang (*Decapterus ruselli*) menggunakan bentonit dengan berbagai konsentrasi pada tahap bleaching. *Indones J Pharm*. 15(2): 209-217.

[AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist. Virginia (US): AOAC inc.

[AOCS] American Oil Chemists Society. 1998. Official Method Recommended Practices of the American Oil Chemist Society 5th ed. Campaign (US): AOCS Pr.

Arifianto TB. 2014. Karakterisasi bahan dan optimasi ekstraksi minyak ikan dari by-product ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Ayu DF, Diharmi A, Ali A. 2019. Karakteristik minyak ikan dari lemak abdomen hasil samping pengasapan ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *JPHPI*. 22(1): 187-197.

Ayu DF, Gaol TSL, Diharmi A. 2020. Stabilitas emulsi dan sensori mayones campuran minyak abdomen ikan patin dan minyak sawit merah dengan penambahan HPMC SS12 sebagai penstabil. *JTIP Indonesia*. 12(2): 63-70.

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2017. Nilai Ekspor Impor Minyak Ikan. http://www.bps.go.id [diunduh 04 Januari 2021].

[BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2018. *SNI 8392.1-1018 tentang Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas dengan Metode Titrasi Alkalimetri*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.

[BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2018. *SNI 8392.2-1018 tentang Penentuan Bilangan Peroksida pada Minyak Ikan dengan Metode Titrasi Iodometri*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.

Budiyanto, Silsia D, Efendi Z, Janika R. 2010. Perubahan kandungan β-karoten, asam lemak bebas dan bilangan peroksida minyak sawit merah selama pemanasan. *AGRITECH*. 30(2): 75-79.

Chang SS. 1967. Processing of fish oils. Di dalam: Stansby ME. 1967. Fish Oils: Their chemistry, Technology, Stability, Nutritional Properties and Uses. Westport Conn (US): Avi Publishing. 206-221.

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.

@Hacipta milik IPB University

IPB University

Perpustakaan IPB University

Chew SC, Nyam KL. 2020. Lipids and Edible Oils : Chapter 6 - Refining of Edible oils. Austria (AT): Academic Pr.

Dari DW, Astawan M, Wulandari N, Suseno SH. 2017. Karakterisasi minyak ikan sardin (*Sardinella* sp.) hasil pemurnian bertingkat. *JPHPI*. 20(3): 456-467.

Dewita, Syahrul, Desmelati, Lukman S. 2015. Inovasi bubur instan dan *cookies* berbasis konsentrat protein ikan patin yang difortifikasi minyak sawit merah dan minyak ikan patin terenkapsulasi. *JPHPI*. 18(3): 315-320.

Efendi SC, Anggo AP, Wijayanti I. 2020. Pengaruh suhu ekstraksi pada metode *dry rendering* terhadap kualitas minyak kasar hati ikan manyung (*Arius thalassinus*). *JITP*. 2(1): 64-69.

Estiasih T, Trowulan E, Rukni WD. 2017. Fortifikasi minyak ikan hasil samping pengalengan lemuru pada bakso sapi dan nugget ayam. *JPHPI*. 20(1): 164-178.

Estiasih T. 2009. Minyak Ikan Teknologi dan Penerapannya untuk Pangan dan Kesehatan. Yogyakarta (ID): Graha Ilmu.

Feryana IWK, Suseno SH, Nurjanah. 2014. Pemurnian minyak ikan makerel hasil samping penepungan dengan netralisasi alkali. *JPHPI*. 17(3): 207-214.

Guillen MD, Cabo N. 2002. Fourier transform infrared spectra data versus peroxide and anisidin values to determine oxidative stability of edible oils. *J Food Chem*. 77: 503-510.

Hastarini E, Fardiaz D, Irianto HE, Budijanto S. 2012. Karakteristik minyak ikan dari limbah pengolahan filet ikan patin siam (*Pangasius hypopthalmus*) dan patin jambal (*Pangasius djambal*). *Agritech*. 32(4): 403-410.

[IFOS] International Fish Oil Standard. 2014. Fish Oil Purity Standars. http://www.omegavia.com/best-fish-oil-supplement-3/ [diunduh 26 September 2020].

Irianto HE, Giyatmi S. 2009. Teknologi dan Penerapannya untuk Pangan dan Kesehatan. Jakarta (ID): Graha Ilmu.

Iwo A. 2019. Potensi produksi minyak ikan dari jeroan ikan patin. *JPPA*. 2(1): 86-91.

Johnsen SH, Jacobsen BK, Braekkan SK, Hansen JB, Mathiesen EB. 2018. Fish consumption, fish oil supplements and risk of atherosclerosis in the Tromso study. *Nutr J*. 17(56): 1-9.

Julaikha A. 2014. Karakteristik minyak ikan dari belly flap patin siam (*Pangasius hypopthalmus*) pada berbagai tahap proses pemurnian [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Kamini, Suptijah P, Santoso J, Suseno HS. 2016. Ekstraksi dry rendering dan karakterisasi minyak ikan dari lemak jeroan hasil samping pengolahan salai patin siam. *JPHPI*. 19(3): 196-205.

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

Kamini. 2017. Produksi dan peningkatan mutu minyak ikan dari lemak jeroan hasil samping industri pengolahan patin siam (*Pangasius hypopthalmus*) [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Ketaren S. 2008. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Jakarta (ID): UI Pr.

[KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2018. Produktivitas Perikanan Indonesia. Jakarta (ID): Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.

Kusnandar F. 2019. Kimia Pangan Komponen Makro. Darojah LI, editor. Jakarta (ID): Bumi Aksara.

Lestari DU, Sumardianto and Purnamayati L. 2020. The characteristics of striped catfish oil (*Pangasius hypophthalmus*) extracted by dry rendering method at different temperatures. *J SUST AGR*. 35(1): 66-77.

Ma MH, Lin CI. 2004. Adsorption kinetics of β-carotene from soy oil using regenerated clay. *Sep Purif Tech*. 39: 201-209.

Maulana IT, Sukraso, Damayanti S. 2014. Kandungan asam lemak minyak ikan Indonesia. *JITKT*. 6(1): 121-130.

Medina-Juarez LA and Meza NG. 2011. Effect of Refining Process and Use of Natural Antioxidants on Soybean Oil: Soybean - Biochemistry, Chemistry and Physiology. Tzi-Bun Ng, editor. Croatia (HR) : InTech Open.

Monte ML, Monte ML, Pohndorf RS, Crexi VT, Pinto LAA. 2015. Bleaching with blends of bleaching earth and activated carbon reduces color and oxidation products of carp oil. *Eur J Lipid Sci Technol*. 116: 1-8.

Montgomery DC. 2012. Design and Analysis of Experiments. New York (US): J Wiley.

Muhamad NA and Mohamad J. 2012. Fatty acid composition of selected malaysian fishes. *Sains Malays*. 41(1): 81-94.

O'Brien RD. 2009. Third Edition Fats and Oils : Formulating and Processing for Applications. Florida (US): CRC Press.

Panagan AT, Yohandini H, Gultom JU. 2011. Analisis kualitatif dan kuantitatif asam lemak tak jenuh omega-3 dari minyak ikan patin (*Pangasius pangasius*) dengan metode kromatografi gas. *JPS*. 14(4): 38-42.

Rahman SA, Huah TS, Hassan O, Daud NM. 1995. Fatty acid composition of some Malaysian freshwater fish. *Food Chem*. 54: 45-49.

Raissi S, Farsani RE. 2009. Statistical process optimization through multi-response surface methodology. *Inter J of Math and Sc*. 3(3): 197-201.

Randa SY. 2007. Bau daging dan performa itik akibat pengaruh perbedaan galur dan jenis lemak serta kombinasi komposisi antioksidan (vitamin A, C dan E) dalam pakan [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

IPB University — Bogor Indonesia —
@Hakcipta milik IPB University
IPBUniversity
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

Ratih RD, Wuriyanti HI, Oktavianawati. 2016. Karakterisasi dan penentuan komposisi asam lemak dari hasil pemurnian limbah pengalengan ikan dengan variasi alkali pada proses netralisasi. *BST*. IV(1): 19-23.

Rizkon AK. 2020. Ekstraksi minyak ikan hasil samping pengolahan patin (*Pangasius* sp.) dan nila (*Oreochromis* sp.) dengan metode *dry rendering* [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Rohman A, Sumantri. 2018. Analisis Makanan. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada Univ Pr.

Rozi A, Ukhty N, Khairi I, Irhamdika, Meulisa AI, Bija S. 2019. Karakterisasi asam lemak minyak hati cucut (*Centrophorus* sp.) yang diekstraksi dengan metode dry rendering. *JPHPI*. 22(3): 414- 422.

Sadida S. 2019. Optimasi pemurnian minyak ikan tuna dengan NaCl dan suhu menggunakan *Response Surface Methodology* [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Salia. 2019. Optimalisasi proses bleaching minyak ikan tuna (*Thunnus sp*.) menggunakan *Response Surface Method* [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Sari EK. 2008. Mempelajari khasiat buah merah (*Pandanus conoideus* Lam) terhadap kualitas pertumbuhan dan fungsi hati secara *in vivo* [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Sembiring L, Ilza M, Diharmi A. 2018. Karakteristik minyak murni dari lemak perut ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dan dipurifikasi dengan bentonite. *JPHPI*. 21(3): 549-555.

Shahidi F, Wang J, Wanasundara UN. 2017. Methods for measuring oxidative rancidity in fats and oils. *Food Lipid 4th Ed*. 519-537.

Siagian A. 2002. Bahan Tambahan Makanan. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.

Stansby ME. 1967. Fish Oils: Their chemistry, Technology, Stability, Nutritional Properties and Uses. Westport Conn (US): Avi Publishing.

Steiner-Asiedu M, Julshamn K, Lie O. 1991. Effect of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana : Part I proximate composition, fatty acids, minerals, trace elements and vitamins. *Food Chem*. 40: 309- 321.

Sudirman S, Herpandi, Lestari SD, and Andayani W. 2018. Effects of weight and body parts of siamese catfish (*Pangasius hypopthalmus*) on the nutritional content. *Food Res*. 2(4): 307-313.

Suparno O, Kartika IA, Muslich. 2013. Sains da Teknologi Proses Produksi Minyak/Lemak dan Kulit Saamoa (*Chamois leather*). Bogor (ID): IPB Pr.

Suseno SH, Jacoeb AM, Yocinta HP, Kamini. 2018. Kualitas minyak ikan komersial (*softgel*) impor di wilayah Jawa Tengah. 21(3): 556-564.

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

Suseno SH, Musbah M, Ruspatti NP. 2016. Karakteristik minyak ikan murni sardin (*Sardinella* sp.) dan cucut (*Centrophorus* sp.) sebagai bahan suplemen makanan kaya omega-3 dan squalen. *Prosiding Semnaskel* 2016. 48-56.

Suseno SH, Saraswati. 2015. Teknologi Industri Minyak Ikan. Bogor (ID): IPB Pr.

Suseno SH, Tajul AY, Wan NWA. 2011. The use of passive filtration for optimization of magnesol XL function for improving the quality of Sardinella sp. oil. *J Biochem Bioinform*. 1(5): 103-113

Tambun R, Limbong HP, Pinem C, Manurung E. 2016. Pengaruh ukuran partikel, waktu dan suhu pada ekstraksi fenol dari lengkuas merah. *J. Teknik Kimia USU*. 5(4): 53-56.

Thammapat P, Raviyan P, Siriamornpun S. 2010. Proximate and fatty acids composition of the muscles and viscera of Asian catfish (*Pangasius bocourti*). *Food Chem*. 122(1): 223-227.

Yoshiara. 2013. Penentuan suhu dan waktu pada ekstraksi *wet rendering* minyak dari *by-product* ikan nila (*Oreochromis niloticus*) [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Zuhdi D. 2017. Kombinasi minyak jeroan ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) dengan minyak ikan sardin (*Sardinella* sp.) untuk pangan dan kesehatan [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

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

LAMPIRAN

@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

@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

Lampiran 1 Analisis ragam (ANOVA) untuk respon rendemen

Sumber Keragaman	Jumlah kuadrat	df	Kuadrat Rerata	F hitung	Prob > F	Keterangan
Model	501.75	2	250.87	71.35	< 0.0001	Signifikan
A-Suhu	448.68	1	448.68	127.61	< 0.0001	
B-Waktu	53.07	1	53.07	15.10	0.0030	
Nilai residu	35.16	10	3.52			
Lack of Fit	17.17	6	2.86	0.64	0.7048	Tidak signifikan
Pure Error	17.99	4	4.50			
Total	536.91	12				

α : signifikan (p<0.05)

Lampiran 2 Analisis ragam (ANOVA) untuk respon FFA

Sumber Keragaman	Jumlah kuadrat	df	Kuadrat Rerata	F hitung	Prob > F	Keterangan
Model	0.53	5	0.11	17.68	0.0008	Signifikan
A-Suhu	0.39	1	0.39	66.05	< 0.0001	
B-Waktu	0.010	1	0.010	1.71	0.2326	
AB	8.714E-003	1	8.714E-003	1.46	0.2663	
A^2	0.11	1	0.11	17.89	0.0039	
B^2	0.017	1	0.017	2.83	0.1361	
Nilai residu	0.042	7	5.971E-003			
Lack of Fit	0.018	3	5.958E-003	1.00	0.4803	Tidak signifikan
Pure Error	0.024	4	5.981E-003			
Total	0.57	12				

α : signifikan (p<0.05)

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

Lampiran 3 Analisis ragam (ANOVA) untuk respon AV

Sumber Keragaman	Jumlah kuadrat	df	Kuadrat Rerata	F hitung	Prob > F	Keterangan
Model	2.08	5	0.42	17.68	0.0008	Signifikan
A-Suhu	1.56	1	1.56	66.05	< 0.0001	
B-Waktu	0.040	1	0.040	1.71	0.2326	
AB	0.034	1	0.034	1.46	0.2663	
A^2	0.42	1	0.42	17.89	0.0039	
B^2	0.067	1	0.067	2.83	0.1361	
Nilai residu	0.16	7	0.024			
Lack of Fit	0.070	3	0.023	1.00	0.4803	Tidak signifikan
Pure Error	0.094	4	0.024			
Total	2.25	12				

α : signifikan (p<0.05)

Lampiran 4 Analisis ragam (ANOVA) untuk respon PV

Sumber Keragaman	Jumlah kuadrat	df	Kuadrat Rerata	F hitung	Prob > F	Keterangan
Model	19.00	5	3.80	14.48	0.0014	Signifikan
A-Suhu	13.64	1	13.64	52.01	0.0002	
B-Waktu	0.52	1	0.52	1.98	0.2025	
AB	0.075	1	0.075	0.28	0.6106	
A^2	3.54	1	3.54	13.50	0.0079	
B^2	1.80	1	1.80	6.85	0.0346	
Nilai residu	1.84	7	0.26			
Lack of Fit	0.97	3	0.32	1.49	0.3444	Tidak signifikan
Pure Error	0.87	4	0.22			
Total	20.83	12				

α : signifikan (p<0.05)

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

Lampiran 5 Analisis ragam (ANOVA) untuk respon p-AnV

Sumber Keragaman	Jumlah kuadrat	df	Kuadrat Rerata	F hitung	Prob > F	Keterangan
Model	47.73	4	11.93	10.42	0.0029	Signifikan
A-Suhu	1.80	1	1.80	1.57	0.2453	
B-Waktu	21.42	1	21.42	18.71	0.0025	
A^2	0.31	1	0.31	0.27	0.6167	
B^2	23.08	1	23.08	20.16	0.0020	
Nilai residu	9.16	8	1.15			
Lack of Fit	7.43	4	1.86	4.29	0.0938	Tidak signifikan
Pure Error	1.73	4	0.43			
Total	56.89	12				

α : signifikan (p<0.05)

Lampiran 6 Analisis ragam (ANOVA) untuk respon Totox

Sumber Keragaman	Jumlah kuadrat	df	Kuadrat Rerata	F hitung	Prob > F	Keterangan
Model	125.04	5	25.01	31.47	0.0001	Signifikan
A-Suhu	43.49	1	43.49	54.72	0.0001	
B-Waktu	18.74	1	18.74	23.58	0.0018	
AB	1.26	1	1.26	1.59	0.2480	
A^2	12.81	1	12.81	16.12	0.0051	
B^2	54.59	1	54.59	68.68	< 0.0001	
Nilai residu	5.56	7	0.79			
Lack of Fit	3.52	3	1.17	2.30	0.2187	Tidak signifikan
Pure Error	2.04	4	0.51			
Total	130.61	12				

α : signifikan (p<0.05)

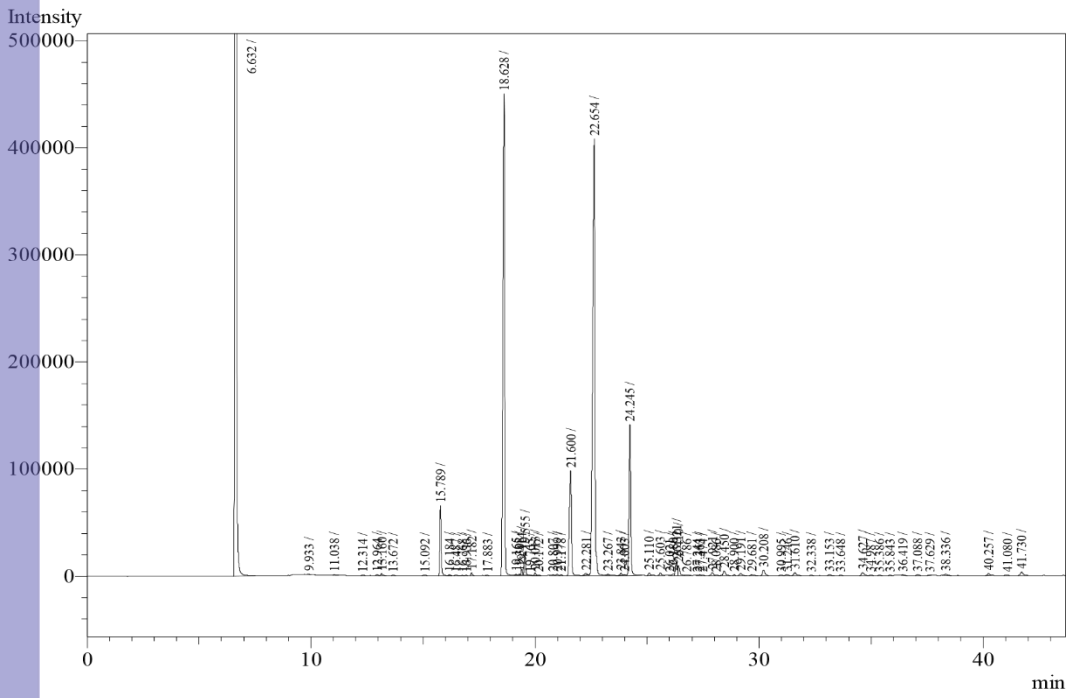
IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, 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

Lampiran 7 Formulasi hasil optimasi minyak ikan

Number	Suhu	Waktu	FFA	PV	Anisidin	AV	Totox	Rendemen	Desirability
1	59.674	2.039	0.418	3.748	0.356	0.830	8.127	28.623	1.000
2	59.984	2.007	0.419	3.819	0.378	0.831	8.344	28.774	1.000
3	59.781	2.002	0.418	3.762	0.405	0.831	8.254	28.607	1.000
4	**60.000**	**3.000**	**0.457**	**4.720**	**0.573**	**0.908**	**9.076**	**31.343**	**1.000**
5	56.938	2.862	0.462	3.730	0.587	0.918	7.376	28.695	1.000
6	58.660	2.859	0.450	4.162	0.443	0.893	8.049	29.976	1.000
7	59.909	2.012	0.418	3.800	0.378	0.831	8.297	28.729	1.000
8	57.275	2.824	0.456	3.766	0.505	0.905	7.397	28.850	1.000
9	59.767	1.974	0.419	3.747	0.453	0.831	8.306	28.525	1.000
10	59.927	1.940	0.419	3.779	0.499	0.833	8.465	28.559	1.000

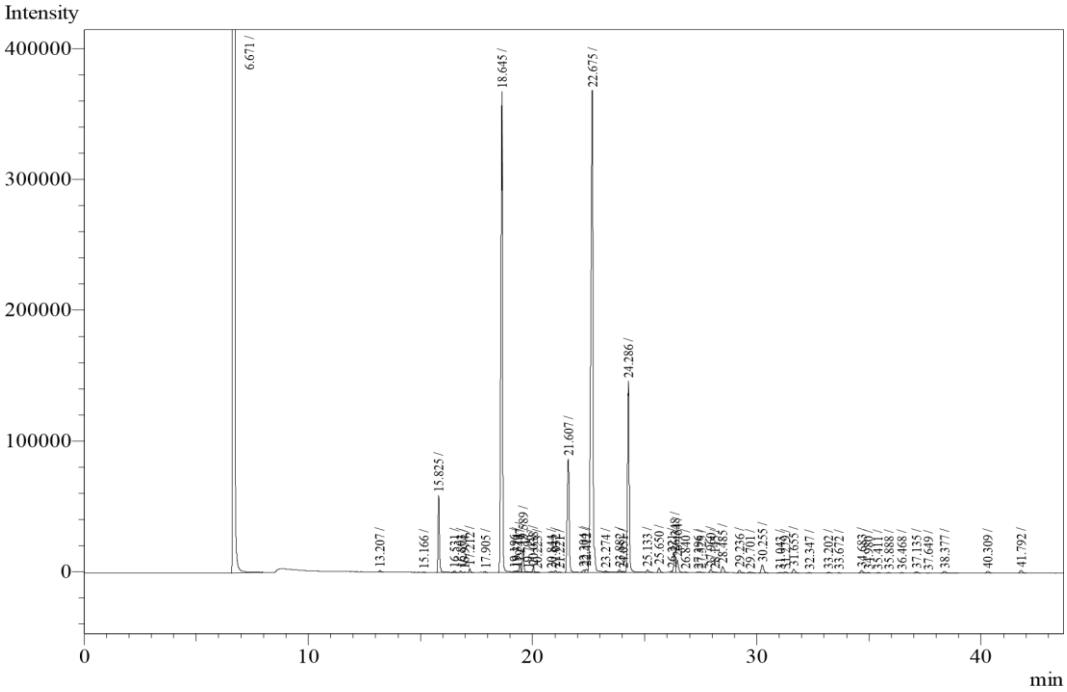
Keterangan : Huruf miring menunjukkan formula yang dipilih

Lampiran 8 Kromatografi profil asam lemak minyak ikan patin kasar



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

Lampiran 9 Kromatografi profil asam lemak minyak ikan patin murni



@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

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sukabumi, Jawa Barat pada tanggal 09 September 1997. Penulis merupakan anak ketiga dari Bapak Ir. Dedi Suharyadi, MM dan Ibu Rati Ratnaningrat, S.Pd dari tujuh bersaudara. Penulis telah menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Mangkalaya pada tahun 2010. Penulis melanjutkan pendidikannya di SMP Negeri 1 Cisaat pada tahun 2013, dan melanjutkan di SMA Negeri 1 Cisaat hingga lulus pada tahun 2016. Penulis lulus seleksi masuk Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 2016 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan diterima di Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.

Penulis aktif dalam kepengurusan Himpunan Profesi Mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan sebagai bendahara divisi Kewirausahaan pada tahun 2017-2018 dan sebagai *staff* divisi Kewirausahaan pada tahun 2018-2019. Penulis juga aktif berorganisasi di Ikatan Keluarga Mahasiswa Sukabumi pada tahun 2016-2017. Penulis juga aktif menjadi asisten praktikum mata kuliah Teknologi Produk Tradisional Hasil Perairan tahun 2018-2019 dan Teknologi Pengolahan Kitin dan Kitosan pada tahun ajaran 2019-2020. Penulis pernah mengikuti kegiatan Bina Cinta Lingkungan (BCL) pada tahun 2016. Penulis mengikuti pelatihan *Hazard Analysis Critcal Control Point* (HACCP) pada tahun 2019 yang diadakan oleh Departemen Teknologi Hasil Perairan. Penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata Tematik (KKNT) IPB tahun 2019 di Desa Citemu, Cirebon Jawa Barat. Penulis juga telah mengikuti kegiatan praktik lapangan di PT Jala Lautan Mulia, Sidoarjo, Jawa Timur pada tahun 2019.

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