



# DESAIN PROSES DAN PRODUK MINYAK PALA RENDAH SAFROL DAN METIL EUGENOL MENGGUNAKAN DISTILASI FRAKSINASI VAKUM

YULINDA RAHADATUL NABILA



DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



*@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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Desain Proses dan Produk Minyak Pala Rendah Safrol dan Metil Eugenol Menggunakan Distilasi Fraksinasi Vakum” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tugas akhir ini.

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

Bogor, Agustus 2024

Yulinda Rahadatul Nabila  
F3401201135

## ABSTRAK

YULINDA RAHADATUL NABILA. Desain Proses dan Produk Minyak Pala Rendah Safrol dan Metil Eugenol Menggunakan Distilasi Fraksinasi Vakum. Dibimbing oleh MEIKA SYAHBANA RUSLI.

Minyak pala mengandung senyawa safrol dan metil eugenol yang teridentifikasi sebagai senyawa toksik. Eliminasi senyawa toksik perlu dilakukan untuk menghasilkan minyak dengan spesifikasi *food grade* dan meningkatkan harga jual. PT Alam Indonesia Raharja berinisiatif untuk memproduksi minyak pala rendah safrol dan metil eugenol yang belum banyak dijual di Indonesia. Desain proses dirancang menggunakan distilasi fraksinasi vakum. Bahan baku yang digunakan berasal dari daerah Sumatera dan Sulawesi dengan komposisi senyawa berbeda. Desain proses dilakukan melalui simulasi Aspen Hysys dengan skala 100 kg/batch. Kondisi proses menggunakan tekanan 13 mbar serta refluks 2 untuk tahap fraksinasi 1 dan refluks 4 untuk tahap 2. Model termodinamika yang digunakan yaitu UNIQUAC. Desain proses menghasilkan produk dengan dua kategori, yaitu grade A dan B. Minyak pala grade A diproses menggunakan suhu *reboiler* 120,6 – 133,9°C pada tahap fraksinasi 1 dan 153,1– 157,2°C pada tahap fraksinasi 2. Minyak pala grade B diproses menggunakan suhu *reboiler* 120,6 – 133,7°C pada tahap fraksinasi 1 dan 140,6 – 150,9 °C pada tahap fraksinasi 2. Hasil simulasi divalidasi menggunakan unit *spinning band distillation*.

Kata kunci: desain proses, distilasi fraksinasi vakum, minyak pala rendah safrol, simulasi aspen hysys.

## ABSTRACT

YULINDA RAHADATUL NABILA. Process and Product Design of Low Safrole and Methyl Eugenol Nutmeg Oil Using Vacuum Fractional Distillation. Supervised by MEIKA SYAHBANA RUSLI.

Nutmeg oil contains safrole and methyl eugenol compounds which are identified as toxic compounds. Elimination of toxic compounds needs to be done to produce oil with food grade specifications and increase the selling price. PT Alam Indonesia Raharja took the initiative to produce nutmeg oil with low safrole and methyl eugenol which is not widely sold in Indonesia. The process design was designed using vacuum fractional distillation. The raw materials used came from Sumatra and Sulawesi with different compound compositions. The process design was carried out through Aspen Hysys simulation with a scale of 100 kg/batch. The process conditions used a pressure of 13 mbar, reflux 2 for fractionation stage 1 and reflux 4 for stage 2. The thermodynamic model used was UNIQUAC. The results of the process design produce products with two categories, namely grade A and B. Grade A nutmeg oil is processed using a reboiler temperature of 120.6 - 133.9°C at fractionation stage 1 and 153.1 - 157.2°C at fractionation stage 2. Grade B nutmeg oil is processed using a reboiler temperature of 120.6 - 133.7°C at fractionation stage 1 and 140.6 - 150.9°C at fractionation stage 2. The simulation results are validated using a spinning band distillation unit.

*Keywords:* aspen hysys simulation, low safrole nutmeg oil, process design, vacuum fractional distillation.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024<sup>1</sup>  
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.*



# **DESAIN PROSES DAN PRODUK MINYAK PALA RENDAH SAFROL DAN METIL EUGENOL MENGGUNAKAN DISTILASI FRAKSINASI VAKUM**

**YULINDA RAHADATUL NABILA**

Tugas Akhir  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik pada  
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tugas Akhir:

- 1 Muhammad Arif Darmawan, S.TP., M.T.
- 2 Dr. Rini Purnawati, S.TP., M.Si



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University





Judul Tugas Akhir : Desain Proses dan Produk Minyak Pala Rendah Safrol dan Metil Eugenol Menggunakan Distilasi Fraksinasi Vakum

Nama : Yulinda Rahadatul Nabila  
NIM : F3401201135

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Dr. Ir. Meika Syahbana Rusli, M.Sc, Agr



Diketahui oleh

Ketua Program Studi :  
Prof. Dr. Ono Suparno, STP, MT  
NIP 197212031997021001



Tanggal Ujian:  
2 Agustus 2024

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## PRAKATA

Puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas segala karunia-Nya penelitian serta laporan karya ilmiah ini dapat diselesaikan. Penyusunan laporan karya ilmiah ini dilakukan berdasarkan kegiatan penelitian yang dilakukan mulai bulan Januari hingga Juni 2024 dengan judul “Desain Proses dan Produk Minyak Pala Rendah Safrol dan Metil Eugenol Menggunakan Distilasi Fraksinasi Vakum”. Penelitian serta penyusunan laporan karya ilmiah ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang telah membantu dan mendukung segala prosesnya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih secara khusus kepada:

1. Keluarga tersayang penulis yaitu Papa, Mama, dan kedua Kakak yang senantiasa memberi do’a, semangat, dan dukungan dalam bentuk lainnya sehingga penelitian dan penyusunan laporan ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Dr. Ir. Meika Syahbana Rusli M.Sc.Agr. selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis atas saran serta bimbingan yang telah diberikan.
3. Pihak mitra yaitu PT Alam Indonesia Raharja yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk bekerja sama serta mendukung dalam bentuk saran dan pengadaan bahan baku untuk penelitian.
4. Rekan serta sahabat umumnya di IPB dan khususnya di Departemen Teknologi Industri Pertanian Angkatan 57 yang senantiasa menemani dan membantu perjalanan penulis mulai dari awal hingga akhir perkuliahan.
5. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan seluruhnya, atas bantuan saran, semangat, do’a, dan lainnya.

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan serta masukan yang bermanfaat untuk penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini. Segala bentuk kritik serta saran yang berasal dari pembaca, penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini. Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi keberlanjutan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

*Yulinda Rahadatul Nabila*

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
<b>II TAHAPAN DESAIN</b>	<b>3</b>
2.1 Tahap Eksplorasi	3
2.2 Tahap Pendefinisian Masalah	3
2.3 Tahap Ideasi	3
2.4 Tahap Pengembangan Prototype	4
2.5 Tahap Validasi	4
<b>III HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>6</b>
3.1 Hasil Eksplorasi	6
3.2 Hasil Pendefinisian Masalah	6
3.3 Hasil Ideasi	7
3.4 Pengembangan dan Uji Solusi Keteknikan Iterasi 1	9
3.4.1 Karakterisasi Bahan Baku	9
3.4.2 Simulasi Aspen Hysys	11
3.4.3 Spesifikasi Produk Berdasarkan Literatur	17
3.5 Pengembangan dan Uji Solusi Keteknikan Iterasi 2	18
3.5.1 Simulasi Aspen Hysys Menggunakan Shortcut Distillation	18
3.5.1.1 Pengaruh Tekanan Terhadap Suhu Fraksinasi Minyak Pala Rendah Safrol dan Metil Eugenol	20
3.5.1.2 Pengaruh Rasio Refluks Terhadap Konsentrasi Komponen Minyak Pala Rendah Safrol dan Metil Eugenol	22
3.5.1.3 Komparasi Model Termodinamika pada Kondisi Terpilih	23
3.5.1.4 Pengembangan Produk	26
3.5.2 Desain Produk	31
3.5.2.1 Grade Produk	31
3.5.2.2 Material Safety Data Sheet (MSDS)	33
3.6 Hasil Validasi	34
<b>IV SIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>38</b>
4.1 Simpulan	38
4.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	42
RIWAYAT HIDUP	47



## DAFTAR TABEL

1	Spesifikasi kelompok senyawa minyak pala	8
2	Komposisi senyawa minyak pala asal Sulawesi dan Sumatera	10
3	Komposisi kelompok senyawa minyak pala asal Sulawesi dan Sumatera	10
4	Sifat fisiko-kimia bahan baku minyak pala	11
5	Data kondisi proses iterasi 1	15
6	Data hasil produk iterasi 1	16
7	Neraca massa komponen minyak pala asal Sulawesi iterasi 1	16
8	Neraca massa komponen minyak pala asal Sumatera iterasi 1	17
9	Sifat fisiko-kimia minyak pala bebas safrol Van Aroma	18
10	Batas komposisi senyawa minyak pala bebas safrol dari produsen Ventos, Payan Bertrand, dan Bontoux	18
11	Kondisi proses minyak pala Sulawesi <i>grade A</i>	26
12	Hasil fraksinasi minyak pala Sulawesi <i>grade A</i>	27
13	Neraca massa komponen fraksinasi minyak pala asal Sulawesi <i>grade A</i>	27
14	Kondisi proses minyak pala Sumatera <i>grade A</i>	27
15	Hasil fraksinasi minyak pala Sumatera <i>grade A</i>	28
16	Neraca massa komponen fraksinasi minyak pala asal Sumatera <i>grade A</i>	28
17	Kondisi proses minyak pala Sulawesi	29
18	Hasil fraksinasi minyak pala Sulawesi	29
19	Neraca massa komponen fraksinasi minyak pala asal Sulawesi <i>grade B</i>	30
20	Kondisi proses minyak pala Sumatera	30
21	Hasil fraksinasi minyak pala Sumatera	30
22	Neraca massa komponen fraksinasi minyak pala asal Sumatera <i>grade B</i>	31
23	Data spesifikasi produk minyak pala rendah safrol dan metil eugenol yang dirancang	32
24	Spesifikasi sifat fisiko kimia minyak pala rendah safrol dan metil eugenol	33
25	Material Safety Data Sheet (MSDS) minyak pala rendah safrol dan metil eugenol	33
26	Kondisi proses aktual iterasi 1	35
27	Hasil fraksinasi iterasi 1	35
28	Kondisi proses aktual iterasi 2 skenario 1	36
29	Hasil fraksinasi iterasi 2 skenario 1	36
30	Kondisi proses aktual iterasi 2 skenario 2	36
31	Hasil fraksinasi iterasi 2 skenario 2	37

@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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## DAFTAR GAMBAR

1	Daftar komponen senyawa pada simulasi Aspen Hysys	9
2	Pilihan alat pada bagian <i>Palette Models and Stream</i>	11
3	Skema penyusunan alat	12
4	Contoh kondisi masukan bahan baku	13
5	Contoh fraksi massa komponen senyawa bahan baku	13
6	Contoh kondisi proses pada kolom distilasi iterasi 1	14
7	Contoh hasil perhitungan jumlah distilat dan residu pada kolom	14
8	Contoh hasil komposisi produk yang dihasilkan	15
9	Neraca massa proses fraksinasi minyak pala asal Sulawesi iterasi 1	16
10	Neraca massa proses fraksinasi minyak pala asal Sumatera iterasi 1	17
11	Skema proses model <i>shortcut distillation</i>	19
12	Contoh kondisi proses model <i>shortcut distillation</i>	19
13	Contoh keluaran model <i>shortcut distillation</i>	20
14	Grafik pengaruh tekanan proses terhadap suhu <i>reboiler</i> minyak pala asal Sulawesi model termodinamika UNIQUAC	20
15	Grafik pengaruh tekanan proses terhadap suhu <i>reboiler</i> minyak pala asal Sulawesi model termodinamika Peng-Robinson	21
16	Grafik pengaruh tekanan proses terhadap suhu <i>reboiler</i> minyak pala asal Sumatera model termodinamika UNIQUAC	21
17	Grafik pengaruh tekanan proses terhadap suhu <i>reboiler</i> minyak pala asal Sumatera model termodinamika Peng-Robinson	21
18	Grafik perbandingan refluks dengan kemurnian dan konsumsi energi	22
19	Model termodinamika UNIQUAC	23
20	Model termodinamika Peng-Robinson	24
21	Grafik perbandingan termodinamika UNIQUAC dan Peng-Robinson pada minyak pala Sulawesi	25
22	Grafik perbandingan termodinamika UNIQUAC dan Peng-Robinson pada minyak pala Sumatera	25
23	Grafik pengaruh model termodinamika terhadap suhu <i>reboiler</i> minyak pala asal Sulawesi	25
24	Grafik pengaruh model termodinamika terhadap suhu <i>reboiler</i> minyak pala asal Sumatera	26
25	Neraca massa proses fraksinasi minyak pala asal Sulawesi <i>grade A</i>	27
26	Neraca massa proses fraksinasi minyak pala asal Sumatera <i>grade A</i>	28
27	Neraca massa proses fraksinasi minyak pala asal Sulawesi <i>grade B</i>	29
28	Neraca massa proses fraksinasi minyak pala asal Sumatera <i>grade B</i>	31

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Kondisi proses distilasi minyak pala Sulawesi dengan model termodinamika UNIQUAC	43
2	Kondisi proses distilasi minyak pala Sumatera dengan model termodinamika UNIQUAC	43
3	Kondisi proses distilasi minyak pala Sulawesi dengan model termodinamika Peng-Robinson	43
4	Kondisi proses distilasi minyak pala Sumatera dengan model termodinamika Peng-Robinson	43
5	Komposisi target senyawa pada produk <i>grade</i> A berdasarkan perbedaan model termodinamika dan tekanan minyak pala asal Sulawesi	44
6	Komposisi target senyawa pada produk <i>grade</i> A berdasarkan perbedaan model termodinamika dan tekanan minyak pala asal Sumatera	44
7	Perbandingan rasio refluks terhadap kemurnian dan konsumsi energi pada minyak pala Sulawesi tekanan 13 mbar dan UNIQUAC tahap 1	45

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.