

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

VERA WINDRIYANI



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



@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.

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 *Terpeneless* 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 manapun. 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

Vera Windriyani
F3401201078

ABSTRAK

VERA WINDRIYANI. Desain Proses dan Produk Minyak Pala *Terpeneless* Rendah Safrol dan Metil Eugenol Menggunakan Distilasi Fraksinasi Vakum. Dibimbing oleh Meika Syahbana Rusli.

Salah satu potensi terbesar minyak pala adalah sebagai *flavouring agent*. Produk *flavoring agent* pada pasar domestik maupun internasional memiliki persyaratan yang ketat pada batas safrol dan metil eugenol. Pengeliminasian kedua senyawa tersebut dapat dilakukan dengan teknologi fraksinasi vakum yang dirancang melalui simulasi Aspen HYSYS. Desain yang diperoleh dapat menghasilkan dua produk minyak pala *terpeneless* rendah safrol dan metil eugenol dengan *grade* yang berbeda sesuai dengan kemurniannya. Kondisi proses yang digunakan pada simulasi adalah tekanan sebesar 15 mbar dan rasio refluks 2:1. Suhu reboiler yang digunakan untuk menghasilkan produk *grade A* adalah 78,12-90,46 °C pada tahap fraksinasi 1, 125-138,2 °C pada tahap fraksinasi 2, dan 161-161,5 °C pada tahap fraksinasi 3. sedangkan *grade B* menggunakan suhu reboiler pada rentang 76,59-85,78 °C pada tahap fraksinasi 1, 126,6-139,9 °C pada tahap fraksinasi 2, dan 153,7-157 °C pada tahap fraksinasi 3. Validasi dilakukan menggunakan unit *spinning band distillation*

Kata kunci: desain proses, distilasi fraksinasi vakum, minyak pala *terpeneless* rendah safrol dan metil eugenol, simulasi Aspen HYSYS

ABSTRACT

Vera Windriyani. Process and Product Design of Nutmeg Oil Terpeneless With Less Safrole and Methyl Eugenol Content Using Vacuum Fractionation Distillation. Supervised by MEIKA SYAHBANA RUSLI

One of the greatest potentials of nutmeg oil is as a flavouring agent. Flavouring agent products in both domestic and international markets have strict requirements for safrole and methyl eugenol limits. The removal of these compounds can be achieved using vacuum fractionation technology, designed through Aspen HYSYS simulation. The resulting design can produce two grades of nutmeg oil with low levels of safrole and methyl eugenol, depending on their purity. The simulation process conditions include a pressure of 15 mbar and a reflux ratio of 2:1. The reboiler temperatures required to produce Grade A products are 78.12-90.46°C during Fractionation Stage 1, 125-138.2°C during Fractionation Stage 2, and 161-161.5°C during Fractionation Stage 3. For Grade B, the reboiler temperatures are 76.59-85.78°C during Fractionation Stage 1, 126.6-139.9°C during Fractionation Stage 2, and 153.7-157°C during Fractionation Stage 3. Validation is carried out using a spinning band distillation unit.

Keywords: process design, vacuum fractionation distillation, terpeneless nutmeg oil with less safrol and methyl eugenol, aspen HYSYS simulation.

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



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

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024¹
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 *TERPENLESS*
RENDAH SAFROL DAN METIL EUGENOL MENGGUNAKAN
DISTILASI FRAKSINASI VAKUM**

VERA WINDRIYANI

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 milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tugas Akhir:

- 1 Muhammad Arif Darmawan, S.TP., M.T.
- 2 Deasy Kartika Rahayu Kuncoro, S.T., M.T.

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

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Judul Tugas Akhir : Desain Proses dan Produk Minyak Pala *Terpeneless*
Rendah Safrol dan Metil Eugenol Menggunakan
Distilasi Fraksinasi Vakum
Nama : Vera Windriyani
NIM : F3401201078

Disetujui oleh

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



Diketahui oleh

Ketua Program Studi :
Prof. Dr. Ono Suparno, STP, MT
NIP 19721203 199702 1 001



Tanggal Ujian:
(2 Agustus 2024)

Tanggal Lulus:

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 *Terpeneless* 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. Bapak (Jody Suwondo) dan Ibu (Ari Murtini) atas setiap tetes keringat, dukungan dan doa yang kalian titipkan di setiap langkahku.
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. Yulinda dan Faiqah selaku rekan satu tim yang sudah berjuang dan bertahan bersama hingga kita mencapai pencapaian ini.
5. Rizqi Ika selaku kakak, teman dan sahabat yang setia serta segala dukungan, semangat, dan bantuan di setiap detik perjalanan ini.
6. Teman-teman Departemen TIN Angkatan 57 (Tintisari) dan teman-teman P3 yang telah kebersamai selama perkuliahan hingga proyek ini berakhir.
7. 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

Vera Windriyani

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
II TAHAPAN DESAIN	4
2.1 Tahap Eksplorasi	4
2.2 Tahap Pendefinisian Masalah	4
2.3 Tahap Ideasi	5
2.4 Tahap Pengembangan <i>Prototype</i>	5
2.5 Tahap Validasi	6
III HASIL DAN PEMBAHASAN	7
3.1 Hasil Eksplorasi	7
3.2 Hasil Pendefinisian Masalah	7
3.3 Hasil Ideasi	8
3.4 Pengembangan dan Uji Solusi Keteknikan Iterasi 1	12
3.4.1 Karakterisasi bahan baku	12
3.4.2 Simulasi Aspen HYSYS	12
3.4.3 Desain Produk	17
3.5 Pengembangan dan Uji Solusi Keteknikan Iterasi 2	18
3.5.1 Simulasi Aspen HYSYS menggunakan <i>Shortcut Distillation</i>	18
3.5.2 Desain Produk	35
3.6 Hasil Validasi	39
IV SIMPULAN DAN SARAN	43
4.1 Simpulan	43
4.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	46
RIWAYAT HIDUP	50

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



DAFTAR TABEL

1	Hasil analisa GCMS minyak pala Sumatera dan Sulawesi	9
2	Kelompok senyawa penyusun minyak pala Sulawesi dan Sumatera	10
3	Data spesifikasi kelompok senyawa penyusun minyak pala	10
4	Sifat fisiko-kimia minyak pala Sulawesi dan Sumatera	12
5	Kondisi proses fraksinasi iterasi 1	14
6	Komposisi produk hasil fraksinasi iterasi 1	14
7	Neraca massa komponen minyak pala Sulawesi iterasi 1	16
8	Neraca massa komponen minyak pala Sumatera iterasi 1	17
9	Spesifikasi Minyak Pala <i>Terpeneless</i> Standar Codex Stan 210-1999	17
10	Spesifikasi minyak pala <i>terpeneless</i> berdasarkan standar EP (<i>European Parmaque</i>) dan Firmenich	18
11	Sifat Fisiko-Kimia Produk Minyak Pala <i>Terpeneless</i> Standar Industri	18
12	Kondisi proses minyak pala <i>terpeneless</i> dengan bahan baku Sulawesi	31
13	Kondisi proses minyak pala <i>terpeneless</i> dengan bahan baku Sumatera	31
14	Hasil fraksinasi minyak pala <i>terpeneless</i> rendah safrol dan metil eugenol	31
15	Neraca massa komponen minyak pala Sulawesi grade A	32
16	Neraca massa komponen minyak pala Sulawesi grade B	33
17	Neraca massa komponen minyak pala Sumatera grade A	34
18	Neraca massa komponen minyak pala Sumatera grade B	35
19	Spesifikasi produk minyak pala <i>terpeneless</i> rendah safrol dan metil eugenol	36
20	Sifat fisik produk minyak pala <i>terpeneless</i> rendah safrol dan metil eugenol	37
21	<i>Material safety data sheet</i> produk minyak pala <i>terpeneless</i> rendah safrol dan metil eugenol	38
22	Kondisi proses minyak pala <i>terpeneless</i> rendah safrol dan metil eugenol percobaan 1	40
23	Hasil kondisi proses minyak pala <i>terpeneless</i> rendah safrol dan metil eugenol percobaan 2 (skenario 1)	40
24	Rincian komponen senyawa produk minyak pala <i>terpeneless</i> rendah safrol dan metil eugenol (skenario 1)	41
25	Kondisi proses minyak pala <i>terpeneless</i> rendah safrol dan metil eugenol percobaan 2 (skenario 2)	41
26	Rincian komponen senyawa produk minyak pala <i>terpeneless</i> rendah safrol dan metil eugenol (skenario 2)	42
27	Rancangan kondisi proses minyak pala <i>terpeneless</i> rendah safrol dan metil eugenol percobaan 3	42

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



DAFTAR GAMBAR

1	Daftar komponen simulasi Aspen HYSYS	11
2	Pemilihan model termodinamika simulasi Aspen HYSYS	11
3	Skema pemisahan simulasi Aspen HYSYS	13
4	Komponen senyawa minyak pala Sulawesi pada masing-masing tahap	14
5	Neraca massa proses fraksinasi pala Sulawesi iterasi 1	15
6	Neraca massa proses fraksinasi pala Sumatera iterasi 1	16
7	Skenario eliminasi kelompok senyawa terpen pada <i>shortcut distillation</i>	19
8	Skenario eliminasi senyawa safrol dan metil eugenol pada <i>shortcut distillation</i>	20
9	Hasil perhitungan suhu dan jumlah <i>tray</i> pada skenario penguapan kelompok senyawa terpen	20
10	Hasil perhitungan suhu dan jumlah <i>tray</i> pada skenario penguapan senyawa safrol dan metil eugenol	21
11	Pengaruh tekanan terhadap suhu reboiler fraksinasi minyak pala Sulawesi (termodinamika UNIQUAC)	22
12	Pengaruh tekanan terhadap suhu reboiler fraksinasi minyak pala Sumatera (termodinamika UNIQUAC)	22
13	Pengaruh tekanan terhadap suhu reboiler fraksinasi minyak pala Sulawesi (termodinamika Peng-Robinson)	23
14	Pengaruh tekanan terhadap suhu reboiler fraksinasi minyak pala Sumatera (termodinamika Peng-Robinson)	23
15	Konsentrasi komponen minyak pala Sulawesi pada tekanan yang berbeda	24
16	Konsentrasi komponen minyak pala Sumatera pada tekanan yang berbeda	24
17	Konsentrasi komponen minyak pala Sulawesi pada rasio refluks yang berbeda (termodinamika UNIQUAC)	26
18	Konsentrasi komponen minyak pala Sulawesi pada rasio refluks yang berbeda (termodinamika Peng-robinson)	26
19	Konsentrasi komponen minyak pala Sumatera pada rasio refluks yang berbeda (termodinamika UNIQUAC)	27
20	Konsentrasi komponen minyak pala Sumatera pada rasio refluks yang berbeda (termodinamika Peng-robinson)	27
21	Perbandingan suhu reboiler fraksinasi minyak pala Sulawesi dengan dua variasi termodinamika	29
22	Konsentrasi senyawa senyawa minyak pala Sulawesi dengan dua variasi termodinamika	29
23	Neraca massa keseluruhan minyak pala Sulawesi <i>grade A</i>	32
24	Neraca massa keseluruhan minyak pala Sulawesi <i>grade B</i>	33
25	Neraca massa keseluruhan minyak pala Sumatera <i>grade A</i>	34
26	Neraca massa keseluruhan minyak pala Sumatera <i>grade B</i>	35

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	Hasil GCMS minyak pala Sumatera dan Sulawesi	47
2	Spesifikasi produk hasil fraksinasi iterasi 1	47
3	Pengaruh tekanan terhadap total kebutuhan energi dan rendemen dengan termodinamika UNIQUAC	48
4	Pengaruh tekanan terhadap total kebutuhan energi dan rendemen dengan termodinamika Peng-robinson	48
5	Pengaruh rasio refluks terhadap total kebutuhan energi dan rendemen dengan termodinamika UNIQUAC	49
6	Pengaruh rasio refluks terhadap total kebutuhan energi dan rendemen dengan termodinamika Peng-robinson	49

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.