

## Optimasi Destilasi Minyak Pala dari Daging Buahnya dengan Metode Respon Permukaan

### *Optimization of Destillation of Nutmeg Oil from The Flesh using Response Surface Methodology (RSM)*

Dwi Eva Nirmagustina<sup>1\*</sup>, Mutia Merry Putri Andini<sup>2</sup>, dan Yeni Ria Wulandari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan / Politeknik Negeri Lampung

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri / Politeknik Negeri Lampung

\*E-mail: [dwievan94@polinela.ac.id](mailto:dwievan94@polinela.ac.id)

#### ABSTRACT

*Nutmeg flesh is the largest part of the nutmeg (77.8%) and can be used to produce nutmeg oil. The purpose of study is to determine the appropriate distillation temperature and time to produce optimal yield of nutmeg flesh oil, to determine variations in temperature and distillation time based on Response Surface Methodology (RSM) with the optimal percentage of nutmeg flesh oil yield and requirement SNI nutmeg oil and to determine the content chemical compound in nutmeg flesh oil. The study was conducted in two stages. The first stage, optimizing the distillation process using RSM with a Central Composite Design (CCD) design. The second stage, making nutmeg flesh oil. The best sample of nutmeg flesh oil is the distillation temperature and time (95°C, 4.5 hours) with yield (0.73%), specific gravity (0.91 g/ml), refractive index (1.4932), and solubility in ethanol 90% (20.00%). The results of GC-MS analysis of nutmeg flesh oil showed that the myristicin content require the SNI (35.30%). The variations of distillation temperature and distillation time suggested by CCD Design is 95°C for 5.5 hours with results, yield (0.71%), specific gravity (0.882 g/ml), refractive index (1.485), and solubility in ethanol 90% (16.67%). The results of the analysis require the quality standards of nutmeg oil (SNI 06-2388-2006).*

**Keywords:** *nutmeg flesh; nutmeg oil; response surface methodology.*

**Disubmit:** 12 Januari 2024, **Diterima:** 17 Maret 2024, **Disetujui:** 28 Mei 2024

#### PENDAHULUAN

Pala (*Myristica fragans* Houtt) merupakan tanaman yang dapat tumbuh dengan baik di daerah tropis (Jose *et al.*, 2016). Pala adalah salah satu jenis rempah yang banyak diperdagangkan. Indonesia adalah negara eksportir biji pala dan minyak pala terbesar di dunia. Produksi pala Indonesia pada tahun 2021 sebesar 40.639 ton per tahun (Dirjen Perkebunan, 2020). Provinsi Lampung merupakan salah satu daerah penghasil pala di pulau Sumatera. Produksi pala Lampung sekitar 669 ton per tahun (Dirjen Perkebunan, 2020).

Daging buah pala adalah bagian terbesar buah pala (80 – 85%) dan biasanya dibuang setelah biji dan kulit diambil (Suwarda *et al.*, 2021). Menurut (Zhanga *et al.*, 2015), daging buah pala mengandung komponen bioaktif yang memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi. Nurhasanah (2014) menyatakan bahwa daging buah pala memiliki aktivitas antimikroba terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Salah satu cara pemanfaatan daging buah pala adalah dengan menghasilkan minyak daging buah pala. Minyak daging buah pala adalah minyak yang diperoleh melalui proses penyulingan. Mutu minyak dari biji pala atau daging



**Lisensi**

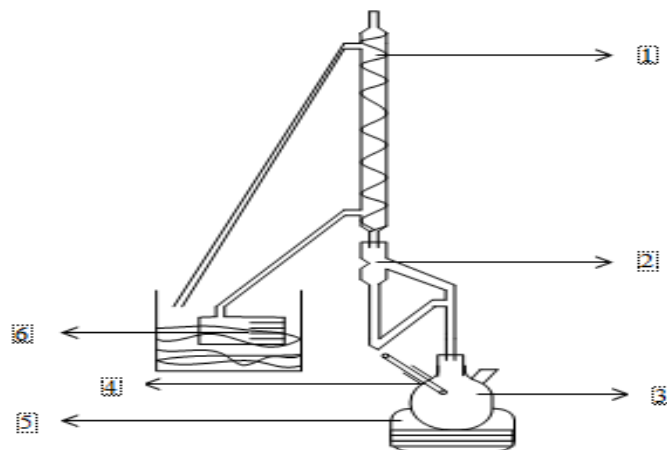
Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

buah pala dipengaruhi beberapa faktor, diantaranya keadaan daging buah pala, basah atau kering (Sipahelut *et al.*, 2020); (Sari *et al.*, 2018), ukuran bahan (Saranaung *et al.*, 2018); (Hidayati *et al.*, 2015), metode destilasi (Rangkuti *et al.*, 2019); (Sari *et al.*, 2018); (Sipahelut and Telussa, 2011), waktu destilasi (Astuti, 2019); (Hidayati, Ilmawati and Sara, 2015), dan tekanan operasi (Hidayati *et al.*, 2015). Menurut (Taharuddin *et al.*, 2020), rendemen minyak daging buah pala dengan perlakuan pretreatment menggunakan daya 450 watt selama 2,5 menit dan laju alir 250ml/jam mencapai 0,11%. Berdasarkan (Sari *et al.*, 2018), daging buah pala yang dikeringkan dengan oven dengan destilasi air pada suhu 100°C menghasilkan kandungan minyak daging buah pala sebesar 0,34%.

Hal ini menunjukkan bahwa rendemen yang dihasilkan belum optimal maka dilakukan penelitian optimasi terhadap proses destilasi. Variabel yang dioptimasi dibutuhkan untuk mendapatkan hasil rendemen minyak daging buah pala yang optimal dan untuk tujuan tersebut digunakan *Response Surface Methodology* (RSM). RSM merupakan suatu strategi percobaan yang berguna apabila respon dipengaruhi oleh beberapa faktor dan tujuannya adalah untuk menemukan respon yang optimal (Berger *et al.*, 2017). Variabel yang dijadikan parameter optimasi, yaitu variasi suhu dan waktu destilasi. Optimasi suhu dan waktu destilasi air menggunakan metode RSM diharapkan menghasilkan rendemen minyak pala yang memenuhi SNI, yaitu sebesar 0,880-0,910 g/ml (BSN, 2006). Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi penentuan suhu dan waktu destilasi yang tepat sehingga dihasilkan rendemen minyak daging buah pala yang optimal menggunakan *Software Design Expert 13*.

## METODE PENELITIAN

**Bahan dan Alat.** Bahan yang digunakan dalam pembuatan minyak pala adalah daging buah pala yang dipanen setelah berumur berumur 3 bulan dari masa pembungaan dengan karakteristik daging buah berwarna coklat muda kehijauan yang didapatkan dari Kec. Kemiling, Kota Bandar Lampung dan Kec. Katibung, Kab. Lampung Selatan, Prov. Lampung, etanol 90%, dan aquadest. Alat yang digunakan dalam pembuatan minyak pala adalah seperangkat alat destilasi, neraca analitik (Uni Bloc Tipe AUW 220 Shimadzu), beaker glass (Iwaki CTE33), spatula, pipet tetes, pipet ukur 1 ml (Iwaki CTE33), botol penampung kaca, tabung reaksi (Iwaki CTE33 Code TST SCR 20-150), labu didih, oven (Memmert GmbH-Co. KG German D-91126 Schwabach FRG), desikator, cawan porselen, corong pisah, grinder, ayakan 20 mesh, abbe refraktometer B&C 32400, seperangkat alat GC-MS (Thermo GC Trace1310 - MS Quadropole ISQ7000), dan termometer.



Gambar 1. Destilasi Air

Keterangan:

1. Kondensor
2. Kolom destilasi

3. Labu didih
4. Termometer
5. Heater
6. Pompa air

**Metode.** Penelitian terdiri dari dua tahap, yaitu optimasi proses destilasi dengan *Response Surface Method (RSM)* dan pembuatan minyak daging buah pala. Optimasi proses destilasi dengan RSM menggunakan *Software Design Expert 13* dengan kombinasi dari variasi suhu (90 - 100°C) dan waktu (3 jam, 4,5 jam, dan 6 jam). Minyak daging buah pala dibuat dengan tahapan, yaitu persiapan bahan baku (pengecilan ukuran daging buah pala), pengeringan (oven), penghalusan (20 mesh), proses destilasi, pemisahan minyak pala dengan air. Pengujian dilakukan terhadap minyak daging buah pala yang dihasilkan, yaitu rendemen, berat jenis, indeks bias, dan kelarutan dalam etanol 90% (Rangkuti *et al.*, 2019), dan komponen kimia (analisis GC-MS). Penetapan susunan variasi faktor dilakukan dengan metode *Central Composite Design (CCD)* dan diperoleh 13 satuan percobaan (Tabel 1).

Tabel 1. Rancangan percobaan dengan desain *Central Composite Design (CCD)*

Percobaan	Suhu destilasi (°C)	Waktu destilasi (jam)
1	100	3,0
2	95	3,0
3	95	4,5
4	95	4,5
5	100	6,0
6	95	4,5
7	95	4,5
8	90	3,0
9	95	6,0
10	90	6,0
11	90	4,5
12	95	4,5
13	100	4,5

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Minyak daging buah pala dibuat sesuai rancangan percobaan berdasarkan *Central Composite Design (CCD)* yang disajikan pada Tabel 1. Minyak daging buah pala dianalisa untuk mengetahui respon perlakuan, yaitu kombinasi dari variasi suhu dan waktu destilasi. Respon minyak daging buah pala yang diamati, yaitu rendemen, berat jenis, indeks bias, dan kelarutan dalam etanol.

Tabel 2. Kombinasi perlakuan dan respon minyak daging buah pala

No	Suhu Destilasi (°C)	Waktu Destilasi (Jam)	Volume Minyak (ml)	Rendemen(%)	Berat Jenis (g/ml)	Indeks Bias	Kelarutan dlm Etanol 90% (%)
1	100	3,0	0,9	0,53	0,886	1,4956	33,33 (1:3)
2	95	3,0	1,2	0,73	0,894	1,3924	25,00 (1:4)
3	95	4,5	1,1	0,65	0,889	1,4722	16,67 (1:6)
4	95	4,5	1,2	0,73	0,910	1,4932	20,00 (1:5)
5	100	6,0	1,2	0,65	0,820	1,5083	12,50 (1:8)
6	95	4,5	1,2	0,73	0,909	1,4743	7,69 (1:13)
7	95	4,5	1,0	0,60	0,897	1,4841	16,67 (1:6)

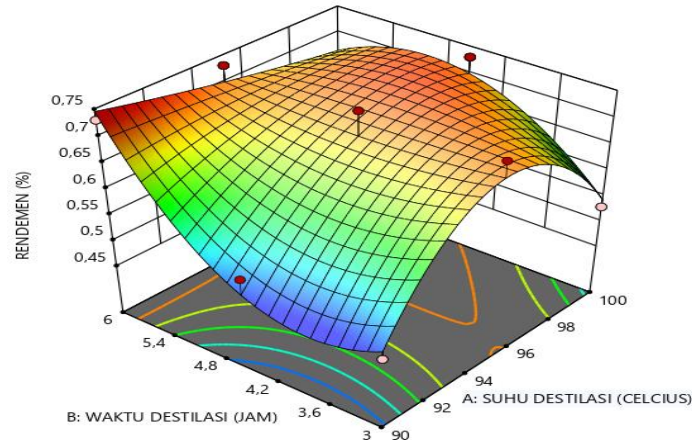
8	90	3,0	0,8	0,49	0,910	1,4492	20,00 (1:5)
9	95	6,0	1,2	0,73	0,910	1,5000	25,00 (1:4)
10	90	6,0	1,2	0,73	0,900	1,4634	12,50 (1:8)
11	90	4,5	0,9	0,53	0,888	1,4303	16,67 (1:6)
12	95	4,5	1,1	0,65	0,880	1,4475	33,33 (1:3)
13	100	4,5	1,2	0,73	0,906	1,4953	20,00 (1:5)

Hasil Anova menunjukkan bahwa model yang dihasilkan tidak signifikan untuk respon minyak daging buah pala (rendemen, berat jenis, indeks bias, dan kelarutan dalam etanol), dengan nilai p-value <0,05 masing-masing yaitu 0,1210, 0,0687, 0,1259, dan 0,6939 (Tabel 3). Nilai ketidaktepatan model yang dihasilkan tidak signifikan dengan nilai p-value <0,05 masing-masing, yaitu 0,2672; 0,2170; 0,0980; dan 0,6851 (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa model matematika adalah model yang baik, karena menunjukkan kesesuaian respon dengan model.

Tabel 3. ANOVA respon minyak daging buah pala

Respon	Model	Signifikansi model (p<0.05)	Ketidaktepatan model p>0,05)	Nilai R <sup>2</sup>	Rerata	Standar Deviasi
Rendemen (% Yield)	0,6841 + 0,1000*A + 0,0000*B - 0,0300*AB - 0,0845*A <sup>2</sup> + 0,0155*B <sup>2</sup> + 0,0900*A <sup>2</sup> B - 0,1100*AB <sup>2</sup> + 0,0000*A <sup>3</sup> + 0,0000*B <sup>3</sup>	0,1210 <sup>ns</sup>	0,2672 <sup>ns</sup>	0,8087	0,6523	0,0604
Berat jenis	0,9001 + 0,0093*A + 0,0080*B - 0,0140*AB - 0,0112*A <sup>2</sup> - 0,0060*B <sup>2</sup> - 0,0270*A <sup>2</sup> B - 0,0353*AB <sup>2</sup> + 0,0000*A <sup>3</sup> + 0,0000*B <sup>3</sup>	0,0687 <sup>ns</sup>	0,2170 <sup>ns</sup>	0,8527	0,8922	0,0143
Indeks bias	1,47 + 0,0325*A + 0,0538*B - 0,0004*AB + 0,0100*A <sup>2</sup> - 0,0066*B <sup>2</sup> - 0,0471*A <sup>2</sup> B - 0,0097*AB <sup>2</sup> + 0,0000*A <sup>3</sup> + 0,0000*B <sup>3</sup>	0,1259 <sup>ns</sup>	0,0980 <sup>ns</sup>	0,8051	1,47	0,0225
Kelarutan dalam etanol 90%	19,55 + 1,66*A + 0,0000*B - 3,33*AB - 2,89*A <sup>2</sup> + 3,77*B <sup>2</sup> - 7,08*A <sup>2</sup> B + 1,67*AB <sup>2</sup> + 0,0000*A <sup>3</sup> + 0,0000*B <sup>3</sup>	0,6939 <sup>ns</sup>	0,6851 <sup>ns</sup>	0,4856	19,95	8,50

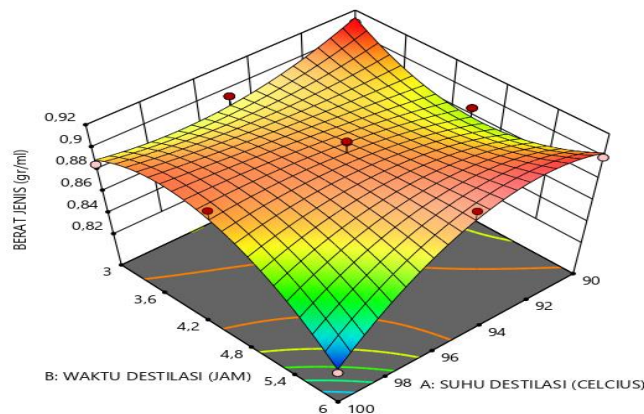
**Rendemen (% Yield).** Pengukuran rendemen bertujuan untuk mengetahui persentase minyak dalam daging buah pala yang diberi perlakuan pada kondisi tertentu, dalam hal ini adalah suhu dan waktu destilasi. Rentang nilai respon rendemen minyak daging buah pala yang dihasilkan adalah 0,49 – 0,73% (Tabel 2). Rendemen minyak daging buah pala tertinggi adalah 0,73% terdapat pada beberapa kombinasi suhu dan waktu destilasi, yaitu 90°C, 6 jam; 95°C, 3 jam; 95°C, 4,5 jam; dan 95°C selama 6 jam, dan 100°C selama 4,5 jam. Hal ini ditunjukkan pada *surface plot* pada respon rendemen minyak daging buah pala (Gambar 2).



Gambar 2. Respon rendemen minyak daging buah pala pada variasi suhu dan waktu destilasi

Suhu destilasi 95°C selama 3 jam merupakan kombinasi yang baik untuk menghasilkan rendemen minyak daging buah pala yang tinggi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi suhu dan waktu destilasi yang lebih rendah menghasilkan rendemen minyak daging buah pala lebih tinggi daripada hasil yang dilaporkan oleh Sari *et al.* (2018) sebesar 0,34% dengan suhu dan waktu destilasi (100°C, 5 jam).

**Berat Jenis.** Berat jenis merupakan salah satu cara untuk mengetahui kemurnian dan kualitas minyak daging buah pala. Nilai berat jenis juga didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air dan minyak pada suhu dan volume yang sama (Rangkuti, 2019). Berat jenis minyak daging buah pala tertinggi yang dihasilkan adalah 0,910 g/ml yang terdapat pada beberapa kombinasi suhu dan waktu destilasi, yaitu 95°C, 4,5 jam; dan 90°C selama 3 jam, dan 100°C selama 4,5 jam. Hal ini ditunjukkan pada *surface plot* respon berat jenis minyak daging buah pala (Gambar 3), yaitu semakin rendah suhu destilasi dan semakin pendek waktu destilasi maka nilai berat jenis minyak daging buah pala yang dihasilkan akan semakin tinggi dan sebaliknya.

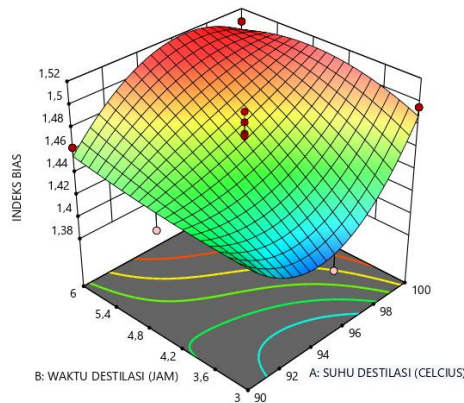


Gambar 3. Respon berat jenis minyak daging buah pala pada variasi suhu destilasi dan waktu destilasi

Berdasarkan ketetapan standar mutu minyak pala (SNI 06-2388-2006), nilai berat jenis untuk minyak pala sebesar 0,880–0,910 g/ml. Suhu dan waktu destilasi (90°C, 3 jam) memberikan berat jenis tertinggi, yaitu 0,910 g/ml dan masuk ke dalam standar SNI. Rangkuti (2019) menyatakan bahwa nilai berat jenis sering dikaitkan dengan berat komponen yang terkandung dalam minyak pala, sehingga berat jenis yang rendah menunjukkan persentase berat yang lebih rendah dalam minyak pala. Menurut Hidayati (2015), berat jenis minyak pala dipengaruhi oleh fraksi ringan (monoterpen hidrokarbon) dan fraksi berat (monoterpen teroksigenasi dan hidrokarbon sesquiterpena) sehingga semakin tinggi fraksi berat minyak, maka berat jenis minyak pala semakin besar.

**Indeks Bias.** Indeks bias minyak daging buah pala yang dihasilkan berkisar 1,3924 – 1,5083 (Tabel 2). SNI indeks bias minyak daging buah pala berkisar 1,470 – 1,497. Indeks bias minyak daging buah pala yang

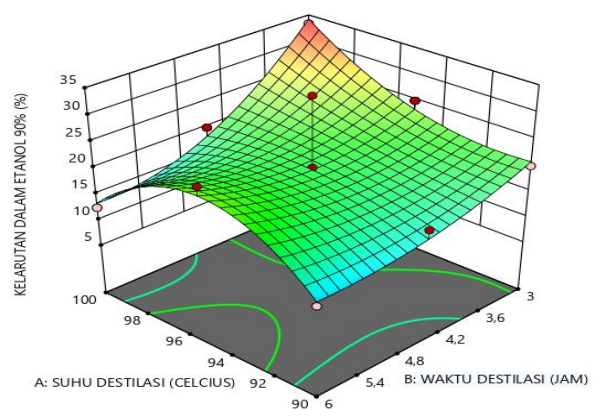
masuk dalam SNI adalah pada perlakuan suhu 95°C, waktu 4,5 jam dengan kisaran nilai 1,4722 - 1,4841. Berdasarkan *surface plot* respon indeks bias minyak daging buah pala (Gambar 4), semakin tinggi suhu destilasi dan semakin lama waktu destilasi maka nilai indeks bias minyak daging buah pala semakin tinggi dan sebaliknya.



Gambar 4. Respon indeks bias minyak pala pada variasi suhu destilasi dan waktu destilasi

Rangkuti *et al.* (2019) menyatakan bahwa nilai indeks bias dipengaruhi oleh komponen penyusun minyak daging buah pala, sama seperti nilai berat jenis. (Sipahelut and Telussa, 2011) menyatakan bahwa nilai indeks bias yang tinggi dengan destilasi air karena mengandung lebih banyak komponen monoterpen teroksigenasi yang diekstraksi, sehingga lebih banyak komponen rantai panjang seperti sesquiterpen atau komponen bergugus oksigen ikut terdestilasi, maka komponen medium minyak daging buah pala akan bertambah sehingga cahaya yang datang akan lebih sukar untuk dibiaskan. Menurut (Hidayati, Ilmawati dan Sara, 2015), indeks bias minyak daging buah pala dipengaruhi oleh fraksi ringan (hidrokarbon monoterpena) dan fraksi berat (monoterpena teroksigenasi dan hidrokarbon sesquiterpena), sehingga semakin banyak komposisi fraksi berat, maka kerapatan minyak daging buah pala tinggi dan indeks bias minyak daging buah pala semakin tinggi karena cahaya yang masuk ke minyak daging buah pala dibiaskan mendekati garis normal.

**Kelarutan dalam Etanol 90%.** Kelarutan dalam etanol 90% merupakan cara pengujian berdasarkan sifat kimia minyak pala (Rangkuti, 2019). Berdasarkan ketentuan standar mutu minyak pala (SNI 06-2388-2006) nilai kelarutan dalam etanol 90% untuk minyak pala adalah dengan perbandingan 1:3 (33,33%) dan seterusnya dengan indikator jernih. minyak pala yang memiliki kadar kelarutan yang tinggi atau mudah larut maka kualitas minyak pala semakin baik. Kelarutan dalam etanol 90% minyak daging buah pala yang dihasilkan berkisar 1 : 13 (7,69%) - 1 : 3 (33,33%). Kelarutan dalam etanol 90% minyak daging buah pala tertinggi pada suhu dan waktu destilasi (100°C, 3 jam dan 95°C, 4,5 jam), yaitu 33,33%. Sedangkan kelarutan dalam etanol 90% minyak daging buah pala terendah pada suhu dan waktu destilasi (95°C, 4,5 jam), yaitu 1:13 (7,69%). Berdasarkan *surface plot* kelarutan dalam etanol 90% minyak daging buah pala (Gambar 4), semakin rendah suhu destilasi dan semakin lama waktu destilasi maka minyak daging buah pala yang dihasilkan semakin sukar larut dalam etanol 90% begitu sebaliknya. Hal tersebut dapat dilihat pada suhu dan waktu destilasi (90°C, 6 jam) memiliki daya kelarutan lebih tinggi (sukar larut), yaitu 33,33% dibandingkan dengan suhu dan waktu destilasi (100°C, 3 jam) yang memiliki daya kelarutan lebih rendah (mudah larut), yaitu 12,50%



Gambar 5. Respon kelarutan dalam etanol 90% pada variasi suhu destilasi dan waktu destilasi

Menurut (Rangkuti *et al.*, 2019) kelarutan dalam etanol 90% merupakan nilai perbandingan dengan banyaknya minyak daging buah pala yang larut sempurna dalam etanol 90% dan ditentukan oleh jenis komponen kimia yang terkandung dalam minyak daging buah pala sehingga dengan itu kemurnian minyak daging buah pala dapat ditentukan. Minyak daging buah pala yang mengandung terpen teroksidasi lebih mudah larut daripada yang mengandung terpen. Semakin tinggi kandungan terpen maka kelarutannya semakin rendah atau semakin sukar larut karena senyawa terpen tak teroksidasi merupakan senyawa non polar yang tidak memiliki gugus fungsi, sehingga minyak daging buah pala yang mudah larut dalam etanol 90% memiliki kualitas yang baik.

**Solusi dan Validasi Suhu dan Waktu Destilasi.** Berdasarkan hasil penelitian menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) diperoleh nilai optimum suhu dan waktu destilasi. Solusi nilai optimum variasi suhu dan waktu destilasi dengan menggunakan desain CCD disajikan pada Tabel 4. Suhu dan waktu destilasi (95, 5,5 jam menghasilkan rendemen, berat jenis, indeks bias, dan kelarutan dalam etanol 90% berturut-turut, yaitu 0,731%, 1,485g/ml, 0,885, dan 16,8%

Tabel 4. Solusi nilai optimum variasi suhu dan waktu destilasi

Suhu destilasi (°C)	Waktu destilasi (jam)	Rendemen (%)	Berat jenis (g/ml)	Indeks bias	Kelarutan dalam etanol 90% (%)
95,069	5,500	0,731	1,485	0,885	16,8

Berdasarkan solusi nilai optimum yang merupakan nilai prediksi dan uji di laboratorium maka didapat nilai validasi. Hasil validasi variasi suhu dan waktu destilasi (95°C, 5,5 jam) dapat dilihat pada Tabel 5. Nilai validasi untuk rendemen, berat jenis, indeks bias, dan kelarutan dalam 90% etanol yang diperoleh pada suhu dan waktu destilasi (95°C, 5,5 jam), yaitu 0,710%, 0,882g/ml, 1,486, dan 16,67%.

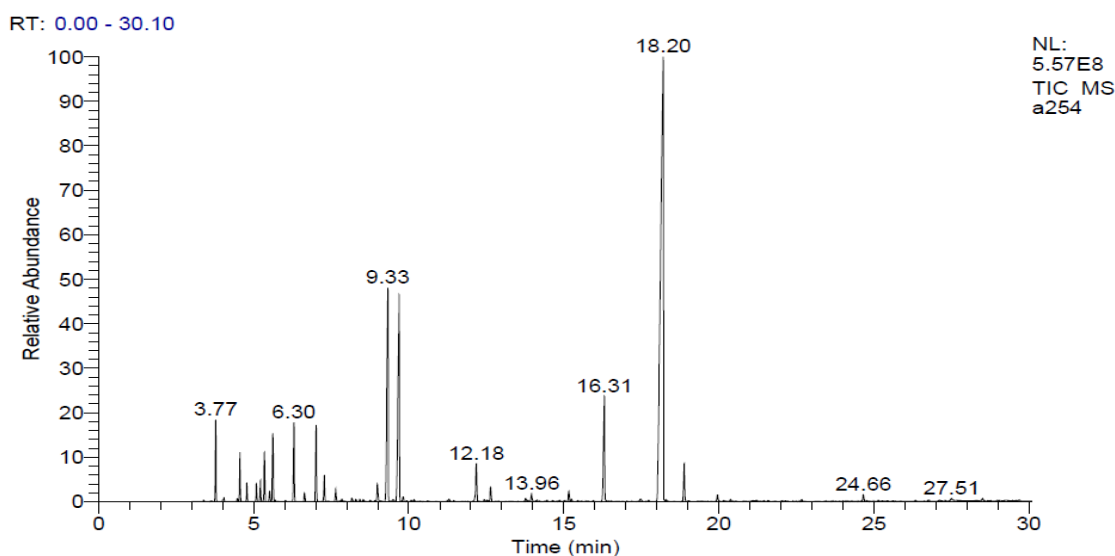
Tabel 5. Validasi variasi suhu destilasi dan waktu destilasi

Respon	Prediksi	Verifikasi
Suhu destilasi (°C)	95,069	95,000
Waktu destilasi (jam)	5,500	5,500
Rendemen (%)	0,731	0,710.
Berat jenis (g/ml)	0,885	0,882
Indeks bias	1,485	1,485
Kelarutan dalam etanol 90% (%)	16,8	16,67

Berdasarkan Tabel 5, nilai respon dari validasi memiliki selisih terhadap nilai respon dari prediksi menggunakan desain CCD. Selisih antara nilai validasi dan prediksi pada respon, yaitu rendemen (0,021%), berat jenis (0,003 g/ml), indeks bias (0), dan kelarutan dalam etanol 90% (0,12%). Hasil perbandingan

menunjukkan bahwa selisih nilai validasi dan prediksi kecil maka hasil validasi dari respon sudah sesuai dengan hasil prediksi respon dari desain CCD.

**Analisis GC-MS.** Analisis menggunakan metode Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) dilakukan untuk mengetahui komponen senyawa kimia pada suhu dan waktu destilasi (95°C, 4,5 jam) yang memiliki karakteristik hasil analisa yang memenuhi ketentuan standar mutu (SNI 06-2388-2006) minyak daging buah pala, yaitu rendemen (0,73%); berat jenis (0,910 g/ml); indeks bias (1,4932); dan kelarutan dalam etanol 90% dengan perbandingan 1:5 (20,00%). Gambar 6 menunjukkan bahwa minyak pala pada suhu dan waktu destilasi (95°C, 4,5 jam) terdapat 7 senyawa aktif tertinggi, yaitu Myristicin (18,20); Terpinen-4-ol (9,33);  $\alpha$ -Terpineol (9,69); Isoeugenol (16,31);  $\alpha$ -Pinene (3,77);  $\zeta$ -Terpinene (6,30); dan  $\alpha$ -Terpinolene (7,01). Senyawa Myristicin merupakan komponen utama pada minyak pala. (Sipahelut, Kastanja and Patty, 2020) menyatakan bahwa senyawa aktif minyak daging buah pala adalah  $\alpha$ -pinene (18.0%), myristicin (14.1%),  $\alpha$ -terpineol (9.4%),  $\beta$ -pinene (8.9%), limonene (8.5%), terpinene-4-ol (8.4%),  $\delta$ terpinene (5.9%),  $\alpha$ -terpinolene (5.2%), and  $\alpha$ -terpinene (4.3%).



Gambar 6. Hasil analisis GC-MS minyak daging buah pala pada suhu & lama destilasi (95°C, 4,5 jam)

Berdasarkan SNI minyak daging buah pala kadar Myristicin adalah minimum 10% dan hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Myristicin minyak daging buah pala sebesar 35,30% (Tabel 4) dan menunjukkan bahwa kadar Myristicin minyak pala masuk dalam SNI minyak daging buah pala. Sipahelut (2019) menyatakan bahwa kadar myristicin minyak pala dengan suhu dan waktu destilasi (96°C, 6 jam) adalah 15,6%, sedangkan (Taharuddin, Yusuf and Dewi, 2020), menghasilkan kadar myristicin minyak daging buah pala sebesar 3,76%.

Tabel 4. Kandungan senyawa yang teridentifikasi dalam minyak daging buah pala

No	Waktu Retensi (menit)	Nama Senyawa	Nama Trivial	Formula	Peak Area (%)
1	18,20	1,3-Benzodioxole, 4-methoxy-6-(2-propenyl)-	<i>Myristicin</i>	C <sub>11</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	35,30
2	9,33	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethy)-	Terpinen-4-ol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	11,86
3	9,69	3-Cyclohexene-1-methanol, $\alpha$ , $\alpha$ 4-trimethyl-	$\alpha$ -Terpineol	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	14,91
4	16,31	Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-	Isoeugenol	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	6,36
5	3,77	Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-	$\alpha$ -Pinene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	3,74



6	6,30	1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	ç-Terpinene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	4,03
7	7,01	Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	α-Terpinolene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	3,99

## KESIMPULAN

Suhu dan waktu destilasi optimal daging buah pala adalah 95°C selama 4,5 jam dengan rendemen 0,73%, berat jenis 0,91 g/ml, indeks bias 1,49, kelarutan dalam etanol 90% (20,00%) Hasil Analisa GC-MS minyak daging buah pala menunjukkan kadar myristicin sebesar 35,30%. Suhu dan waktu destilasi yang disarankan *Desain CCD* adalah 95°C selama 5,5 jam dengan rendemen 0,710%, berat jenis 0,88 g/ml, indeks bias 1,49, dan kelarutan dalam etanol 90% (16,67%). Hasil analisa yang didapatkan telah memenuhi standar mutu SNI minyak daging buah pala (SNI 06-2388-2006).

## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, R. (2019) 'Komposisi Kimia Minyak Atsiri Pala Wegio {*Myristica fatua* Houtt.)', *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(2), pp. 36–40.
- Direktorat Jenderal Perkebunan (2020) 'Perkebunan Pembangunan 2020', *Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia*, (3), pp. 1–92.
- Hidayati, N., Ilmawati, H. and Sara, E. (2015) 'Penyulingan Minyak Biji Pala: Pengaruh Ukuran Bahan, Waktu Dan Tekanan Penyulingan Terhadap Kualitas Dan Rendemen Minyak', *Simposium Nasional RAPI XIV-FT UMSFT UMS*, pp. 220–226.
- Jose, H. *et al.* (2016) 'A Descriptive Review on *Myristica fragrans* Houtt', *Hygeia.J.D.Med*, 8(1), p. 3590. Available at: <https://doi.org/10.15254/H.J.D.Med.8.2016.155>.
- Nurhasanah, N. (2014) 'Antimicrobial Activity Of Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt) Fruit Methanol Extract Againts Growth *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*', *Jurnal Bioedukasi*, 3(1), pp. 277–286.
- Rangkuti, F.R. *et al.* (2019) 'Pengaruh Lama Penyulingan Terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Atsiri Pada Biji Pala (*Myristica fragrans* Houtt) Effect Of Old Distillation On Rendemen And Quality Of Essential Oils On Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt)', *Rona Teknik Pertanian*, 11(01), pp. 51–58.
- Saranaung, A., Sangi, M.S. and Katja, D.G. (2018) 'Pengaruh Ukuran Bahan terhadap Rendemen dan Kualitas Minyak Biji Pala (*Myristica Fragrans* Houtt) dengan Metode Soxhletasi', *Jurnal MIPA*, 7(1), p. 39. Available at: <https://doi.org/10.35799/jm.7.1.2018.19282>.
- Sari, L., Lesmana, D. and Taharuddin (2018) 'Ekstraksi Minyak Atsiri dari Daging Buah Pala (Tinjauan Pengaruh Metode Destilasi dan Kadar Air Bahan)', *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2018*, 919, pp. 1–6.
- Sipahelut, S.G., Kastanja, A.Y. and Patty, Z. (2020) 'Antioxidant activity of nutmeg fruit flesh-derived essential oil obtained through multiple drying methods', *EurAsian Journal of BioSciences*, 14(1), pp. 21–26.
- Sipahelut, S.G. and Telussa, I. (2011) 'Karakteristik Kimia Minyak Daging Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) Melalui Beberapa Cara Pengeringan dan Destilasi', *Teknologi Hasil Pertanian*, IV(2), pp. 126–134.
- Suwarda, R. *et al.* (2021) 'Potential and opportunities of nutmeg pericarp as functional foods', *E3S Web of Conferences*, 306, pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130604007>.

- Taharuddin, T., Yusuf, M. and Dewi, K.F. (2020) 'Pengaruh Penggunaan Microwave Sebagai Pretreatment Daging Buah Pala Pada Penyulingan Minyak Atsiri Dengan Metode Distilasi Uap Air', *Journal of Chemical Process Engineering*, 5(1), pp. 69–75. Available at: <https://doi.org/10.33536/jcpe.v5i1.367>.
- Zhanga, C.R. *et al.* (2015) 'Antioxidant and antiinflammatory compounds in nutmeg (*myristica fragrans*) pericarp as determined by in vitro assays', *Natural Product Communications*, 10(8), pp. 1399–1402. Available at: <https://doi.org/10.1177/1934578x1501000822>.