

## Pengaruh Waktu Ekstraksi dan Rasio Pelarut Terhadap Perolehan Minyak Biji Pala Menggunakan Metode Hidrodistilasi

Dennis Farina Nury<sup>1\*</sup>, Reni Yuniarti<sup>1</sup>, Aldilla Septiana<sup>1</sup>, Mega Mutiara Sari<sup>1</sup>, Muhammad Habibi Wasi Narendra<sup>1</sup>, Muhammad Zulfikar Luthfi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Teknik Kimia, Institut Teknologi Sumatera, Jalan Terusan Ryacudu, Way Huwi, Lampung Selatan, 35365

<sup>2</sup> Teknik Kimia Bahan Nabati, Politeknik ATI Padang, Jalan Bungo Pasang, Tabing, Padang, Sumatera Barat, 25171

dennis.nury@tk.itera.ac.id, reni.yuniarti@tk.itera.ac.id,  
aldilla.120280119@student.itera.ac.id, mega.120280021@student.itera.ac.id,  
muhammad.120280027@student.itera.ac.id, zulfikar@poltekatipdg.ac.id

\*corresponding author: dennis.nury@tk.itera.ac.id

### INFORMASI ARTIKEL

Diterima 2 September 2023  
Direvisi 20 September 2023  
Diterbitkan 27 Desember 2023

#### Kata kunci:

**Hidrodistilasi, rasio, minyak biji pala, miristirin, GC-MS**

### ABSTRAK

Tanaman asli Maluku, biji pala, sangat berharga bagi produksi minyak atsiri Indonesia. Industri farmasi dan wewangian memanfaatkan minyak atsiri secara ekstensif, dengan ciri khas tidak berwarna atau berwarna kuning muda dan digunakan sebagai penyedap makanan alami dan memiliki sejumlah komponen yang menarik bagi industri oleokimia. Konsentrasi miristin dari minyak pala yang diperoleh melalui pengumpulan industri merupakan salah satu indikator kualitas karena miristin membantu memberikan aroma yang sangat harum pada pala. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memproduksi minyak pala menggunakan metode hidrodistilasi. Rendemen hidrodistilasi dan kualitas produk dipengaruhi oleh parameter bahan baku yang akan diekstraksi. Sebanyak 50 g pala dimasukkan ke dalam labu didih 1 L dan diberi akuades dengan perbandingan bahan baku dan volume masing-masing 1:10, 1:15 dan 1:20. Hidrodistilasi dilakukan pada temperatur 100°C dengan variasi lama penyulingan 1, 2, 3 dan 4 jam. Analisis fisikokimia minyak atsiri biji pala dilakukan sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) 06-2388-2006. Komposisi minyak biji pala menggunakan GC-MS. Di antara 21 senyawa yang diselidiki, 13 adalah monoterpen dan 8 adalah senyawa teroksigenasi (monoterpenol dan senyawa turunan fenilpropanoid teroksigenasi).

## Effects Of Extraction Time And Solvent Ratio On The Nutmeg Seed Oil Using Hydrodistillation Method

### ARTICLE INFO

Received September 2, 2023  
Revised September 20, 2023  
Published December 27, 2023

#### Keyword:

**Hydrodistillation, ratio, nutmeg oil, myristirine, GC-MS.**

### ABSTRACT

The Moluccas-native tree that produces nutmeg seeds is very valuable for Indonesia's manufacturing of essential oils. The pharmaceutical and perfumery industries both make extensive use of the essential oil (EO), which has colorless or light yellow and utilized as a natural food flavoring and has a number of components that the oleochemical industry finds interesting. The myristin concentration of nutmeg oil obtained through industrial collection is one of the quality indicators since myristicin helps give nutmeg its very fragrant aroma. The objective of this research is to produce nutmeg oil using the hydrodistillation method. Distillation yield and product quality are influenced by the parameters of the source material to be extracted. 50 g of nutmeg was placed in a 1 L boiling flask and given distilled water with a ratio of raw material and volume of 1:10, 1:15 and 1:20., respectively. Hydrodistillation was carried out at 100°C with variations in hydrodistillation duration of 1, 2, 3 and 4 h. Physicochemical analysis of nutmeg essential oil was conducted in accordance with SNI (Standard Nasional Indonesia) 06-2388-2006. Composition of nutmeg seed oil using GC-MS. Among the 21 compounds investigated, 13 were monoterpenes and 8 were

---

*oxygenated compounds (monoterpenols and oxygenated phenylpropanoid-derived compounds).*

---

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



## 1. PENDAHULUAN

*Myristica fragrans* Houtt., umumnya dikenal sebagai pala, adalah pohon cemara *dioecious* yang berasal dari Kepulauan Maluku, Indonesia [1]. Tanaman pala merupakan salah satu komoditas tanaman rempah yang dihasilkan dari biji atau fuli dengan peluang besar untuk dikembangkan sehingga dapat berpengaruh terhadap produksi pala dengan perolehan kandungan 5-15% minyak atsiri [2], [3]. Minyak pala telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, penggunaan terbesarnya sebagai bahan penting dalam masakan karena rasa yang tajam. Minyak pala juga sangat berguna dalam membantu meningkatkan sirkulasi darah [1]. Selain itu, terdapat penelitian tentang aktivitas antioksidan biji pala dibandingkan dengan antioksidan BHT, asam askorbat, dan  $\alpha$ -tokoferol, dimana dari hasil tersebut menunjukkan bahwa minyak atsiri pala memiliki antioksidan yang sangat kuat [4]. Salah satu parameter kualitas minyak biji pala adalah penentuan kandungan miristisin, yang berkontribusi pada aroma harum khas pada minyak biji pala [5].

Pada perkembangan metode atau teknologi minyak atsiri masih terdapat beberapa kendala salah satunya adalah kualitas minyak yang dihasilkan belum mencapai standar ketentuan dikarenakan masih terdapat komponen fraksi berat dalam minyak atsiri yang bersifat volatil (mudah menguap) [6]. Minyak pala biasanya diperoleh dengan metode distilasi uap sederhana atau hidrodistilasi. Distilasi minyak biji pala biasanya berasal dari biji yang lebih muda karena kandungan minyaknya akan lebih tinggi daripada biji yang lebih tua, sangat mudah menguap dan mengeluarkan aroma yang sangat berbeda. Selain metode distilasi, terdapat metode lain seperti distilasi dengan uap/air atau kombinasi antara metode distilasi dengan uap dan air. Minyak atsiri yang berkualitas baik dihasilkan melalui metode distilasi air dan uap [7].

Hidrodistilasi merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mengekstraksi minyak atsiri dari biji pala. Kelebihan dari metode ini adalah bahan pelarut yang ekonomis karena sebagian besar menggunakan air sebagai pelarut. Pada proses ekstraksi hidrodistilasi, jumlah bahan yang diekstraksi yaitu biji pala tidak akan rusak akibat proses ekstraksi karena uap akan berdifusi secara merata dan temperatur kondisi operasi dapat dipertahankan pada laju yang konstan (tidak melebihi 100°C), sehingga minyak atsiri yang diperoleh tidak mengalami denaturasi akibat proses ekstraksi [7], [8]. Kelemahan dari penggunaan hidrodistilasi adalah proses ekstraksi yang lambat. Selain itu, biasanya membutuhkan empat jam untuk mengekstrak minyak atsiri karena membutuhkan waktu lama untuk mendapatkan persentase *yield* yang tinggi [1], [5]. Proses ekstraksi dapat berjalan lebih cepat pada temperatur tinggi, namun pada ekstraksi minyak biji pala komponen penting dalam komposisi rempah-rempah biji pala akan mengalami kerusakan [1], [3].

Parameter hidrodistilasi perlu diperhatikan sehingga komponen penting dalam minyak atsiri tidak rusak. Perolehan *yield* bergantung pada berbagai parameter seperti: bahan baku, volume air, lama ekstraksi dan rasio padatan:pelarut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi parameter lama ekstraksi dan rasio padatan:pelarut serta mengetahui pengaruhnya terhadap komposisi kualitatif minyak biji pala.

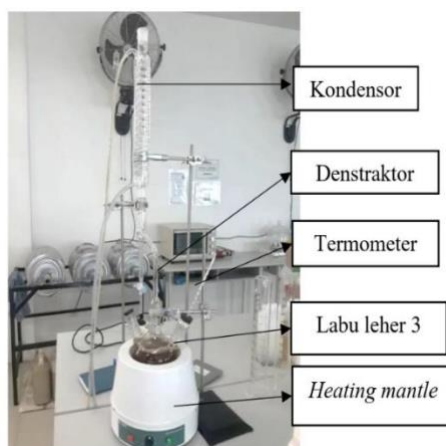
## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu biji pala yang didapatkan dari lokapasar Bandar Lampung, akuades, *aluminium foil*. Biji pala dicuci bersih dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 3 hari terlebih dahulu hingga didapatkan kadar air sebesar 12%. Kemudian dilakukan pengecilan ukuran 50 mesh.

### 2.2. Alat

Penelitian ini menggunakan metode hidrodistilasi yang disajikan pada Gambar 1, *vacuum rotary evaporator Type RV8*, refraktometer, piknometer, *screener* 50 mesh. Sampel diekstrak menggunakan metode hidrodistilasi



**Gambar 1.** Skema alat hidrodistilasi

### 2.3. Hidrodistilasi Minyak Biji Pala

Sebanyak 50 gram pala ditempatkan dalam labu didih 1 L dan diberi *aquadest* dengan variasi bahan baku dan volume sebanyak 1:10, 1:15 dan 1:20. Hidrodistilasi dilakukan pada kondisi 100°C dengan variasi lama hidrodistilasi 1, 2, 3 dan 4 jam. Yield minyak dihitung sebagai proporsi minyak biji pala dalam volume sampel, dengan rumus sebagai berikut:

$$Y = \frac{\text{volume minyak biji pala}}{\text{volume sampel}} \times 100\% \quad (1)$$

Fase kaya minyak akan dievaporasi untuk memisahkan uap yang masih terdapat dalam minyak. Analisis minyak biji pala lainnya diantaranya indeks bias, massa jenis, dan komposisi minyak biji pala menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) tipe QP-2010 SE Shimadzu.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Sifat fisikokimia minyak biji pala

Analisis fisikokimia minyak atsiri biji pala dimulai dari rendemen minyak, penampakan visual, massa jenis, dan indeks bias, yang dilakukan sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) 06-2388-2006. Analisis warna minyak dilakukan secara empiris, dengan mengamati kenampakan fisik minyak yang diperoleh dari hasil hidrodistilasi.



**Gambar 2.** Perolehan minyak biji pala

Warna ekstraksi biji pala berwarna jernih kekuningan ditunjukkan oleh gambar 2. Warna minyak pala dari biji yang dihasilkan pada umumnya berwarna jernih kekuningan, dan sesuai dengan standar SNI No. 06-2388-2006 (Standar Nasional Indonesia) yang menetapkan bahwa warna minyak pala adalah kuning pucat sampai jernih kekuningan dengan aroma khas pala [3].

Warna kuning pucat menunjukkan adanya lebih banyak pigmen dan komponen residu yang terkumpul bersama minyak selama proses penyulingan, yang dalam hal ini warna kekuningan kemungkinan besar adalah flavonoid dan warna yang lebih gelap kecoklatan-kemerahan kemungkinan besar adalah terpenoid. Warna jernih kekuningan pada minyak pala juga dapat menjadi indikasi bahwa minyak masih dalam kondisi baik,

tidak terpengaruh oleh udara maupun sinar matahari, sedangkan kecenderungan warna yang lebih gelap dapat menjadi indikasi bahwa minyak telah teroksidasi dan menyerap oksigen dari udara ke dalam minyak [9].

Selain warna, proses oksidasi juga akan berdampak pada aroma, proses ini akan mengubah aroma wangi yang harum dan ringan menjadi aroma yang lebih kental dan lebih berat, sementara minyak itu sendiri juga akan mengental dan akhirnya membentuk resin [1], [3]. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa aroma pala terutama disebabkan oleh adanya senyawa dalam minyak yang  $\pm 88\%$  terdiri dari monoterpen hidrokarbon, dengan komponen utama miristin, dan monoterpenal yang sebagian besar terdiri dari: eugenol dan metil eugenol [10].

**Tabel 1.** Sifat fisikokimia minyak biji pala

Parameter	Nilai
Densitas (g/mL)	0,93
Indeks bias (20°C)	1,32
pH	5,5
Kelarutan dalam alkohol	1:15
Aroma	Khas pala

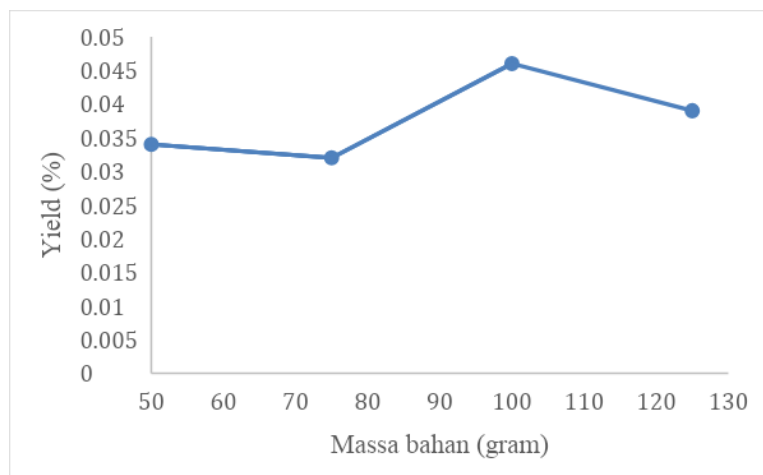
Kepadatan minyak terutama disebabkan oleh kumpulan molekul berat yang menjadi konstituen minyak. Komponen utama minyak pala terdiri dari monoterpen teroksidasi (terpene-o) ( $C_{10}H_{16}O$ ) atau fraksi berat lainnya, sedangkan di sisi lain jika minyak terdiri dari lebih banyak hidrokarbon monoterpen (terpene) ( $C_{10}H_{16}$ ) atau senyawa dengan berat molekul yang lebih ringan maka massa jenisnya akan jauh lebih kecil. Monoterpen teroksidasi memiliki massa molekul dan titik didih yang lebih tinggi daripada hidrokarbon monoterpen sehingga massa molekul total akan lebih tinggi [9].

Indeks bias adalah perbandingan kecepatan cahaya di udara dan dalam suatu bahan pada temperatur tertentu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa indeks bias minyak biji pala mendekati standar SNI (1475-1485). Indeks bias minyak terutama dipengaruhi oleh senyawa penyusun struktur utama minyak. Semakin tinggi jumlah rantai karbon dan ikatan rangkap maka indeks biasanya akan semakin tinggi [11]. Myristicin dianggap sebagai komponen minyak pala yang memiliki kecenderungan untuk meningkatkan indeks bias seiring dengan meningkatnya konsentrasi myristicin. Senyawa-senyawa tersebut diketahui memiliki rantai molekul yang panjang dan memiliki gugus hidroksil yang lebih banyak, sementara itu, semakin banyak komponen yang berantai panjang seperti seskuiterpen atau komponen dengan gugus oksidasi yang terdestilasi, maka keberadaan komponen yang berukuran sedang juga akan lebih banyak dan dengan demikian akan semakin sulit membiaskan cahaya sehingga menyebabkan indeks bias yang lebih tinggi [5], [11].

Kelarutan dalam etanol merupakan sifat fisik yang sesuai dengan polaritas dan kemurnian minyak atsiri. Minyak atsiri yang mengandung lebih banyak komponen polar akan lebih mudah larut dalam pelarut polar. Kelarutan yang sempurna dalam etanol menunjukkan bahwa minyak memiliki polaritas yang sama dengan etanol, sehingga juga menunjukkan kemampuan sampel untuk larut sempurna dalam etanol. Kelarutan dalam etanol sangat dipengaruhi oleh polaritas komponen yang terkandung dalam sampel, semakin banyak komponen yang lebih besar dengan polaritas yang sama dengan etanol, semakin cepat sampel larut dalam etanol. Sementara jika sebaliknya menunjukkan semakin banyak konsentrasi etanol yang dibutuhkan untuk melarutkan minyak pala maka semakin sulit bagi minyak untuk larut dalam etanol.

### 3.2. Pengaruh massa bahan terhadap yield minyak biji pala

Biji pala yang telah dikeringkan hingga mencapai kadar air 12%, hal ini sesuai dengan (Standar Nasional Indonesia) 06-2388-2006 kadar air yang diperbolehkan untuk minyak atsiri pala adalah 10-15%. Pengaruh massa bahan baku biji pala terhadap perolehan yield minyak biji pala ditunjukkan Gambar 1, terlihat bahwa pada massa 75 gram mengalami penurunan, kemudian pada massa 125 gram mengalami penurunan % yield minyak biji pala tertentu. Perolehan yield minyak pada massa 100 gram merupakan perolehan tertinggi yaitu 0.0424% jika dibandingkan dengan massa bahan baku 50, 75 dan 125 gram sebesar 0.034%, 0.032% dan 0.039% secara berurutan. Dapat disimpulkan bahwa massa bahan baku biji pala 100 gram merupakan massa yang optimum untuk proses hidrodistilasi.

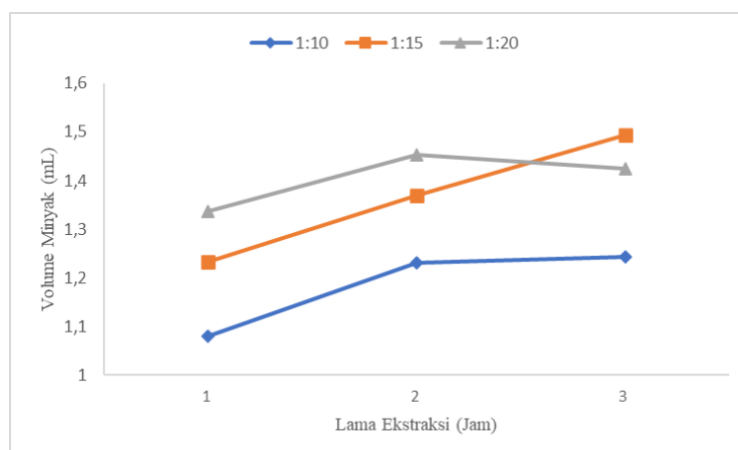


**Gambar 3.** Pengaruh massa bahan terhadap % yield

Adapun penurunan yield minyak biji pala pada massa bahan baku tertentu dapat disebabkan faktor kondisi bahan baku biji pala yang tidak seragam pada saat penyeragaman ukuran dan kemungkinan umur dari biji pala yang digunakan terlalu lama, sehingga menghambat laju ekstraksi [12]. Penurunan yield pada massa bahan baku 125 gram disebabkan massa bahan baku yang terlalu besar sehingga memenuhi volume labu distilat sehingga uap selama ekstraksi menjadi terhambat. Semakin besar massa bahan baku yang digunakan, mengakibatkan kontak massa bahan baku terhadap perolehan minyak sedikit terhambat menuju kondensor, sehingga yield dan efisiensi ekstraksi menurun [13]. Secara teoritis, intensitas kontak fisik antara bahan baku dan pelarut akan mempengaruhi hasil minyak.

### 3.3. Pengaruh rasio pelarut:bahan baku, lama hidrodistilasi terhadap yield minyak biji pala

Pengaruh rasio pelarut:bahan baku terhadap hasil minyak disajikan pada Gambar 4. Selama hidrodistilasi, perolehan volume minyak semakin meningkat seiring dengan bertambahnya rasio pelarut:bahan baku. Pada saat yang sama, rasio pelarut:bahan baku (1:20) mengalami penurunan volume minyak pada waktu ke-3 jam. Penggunaan bahan baku yang berlebihan akan mempersulit laju ekstraksi dan menghalangi pemisahan minyak - air. Penggunaan air yang terlalu banyak juga terbukti mengurangi efisiensi ekstraksi karena peningkatan konsumsi energi dan waktu ekstraksi yang lebih lama [7], [8], [14].



**Gambar 4.** Pengaruh waktu ekstraksi terhadap perolehan volume minyak biji pala

Pada rasio pelarut:bahan baku (1:15) terus mengalami peningkatan seiring lama waktu ekstraksi yang dilakukan. Lama waktu ekstraksi dapat ditingkatkan secara efektif hingga waktu optimum tercapai, dimana terdapat keseimbangan zat terlarut yang masuk dan keluar. Minyak yang diekstraksi biasanya meningkat seiring waktu, hal ini dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan linier antara waktu dan volume minyak yang diperoleh selama hidrodistilasi berlangsung. Bertambahnya waktu ekstraksi akan meningkatkan rendemen minyak hingga mencapai titik optimum. Setelah titik optimum tercapai, seiring meningkatnya lama

waktu ekstraksi, maka ekstrak minyak yang dihasilkan jumlahnya menurun hingga sampel benar-benar habis di dalam labu. Biasanya peningkatan rendemen minyak yang stabil dalam selang waktu 2-5 jam, dalam hal ini ekstraksi pelarut dipengaruhi oleh sifat pelarut, ukuran partikel bahan, rasio pelarut-padatan, temperatur ekstraksi dan waktu ekstraksi [15].

Penurunan volume minyak yang diperoleh pada rasio pelarut:bahan baku (1:20) sesuai dengan pernyataan bahwa pada umumnya pabrik penyulingan atsiri menggunakan sistem hidrodistilasi membutuhkan waktu 120 menit. Jika waktu distilasi diperpanjang hingga 150 menit, lebih banyak minyak dapat diproduksi. Namun, memperpanjang waktu penyulingan dari 120 menit menjadi 150 menit tidak ekonomis karena peningkatan biaya energi dan tenaga kerja. Ditemukan bahwa minyak mulai menurun bersamaan disebabkan oleh peningkatan temperatur sistem hidrodistilasi yang mengakibatkan penghilangan yang signifikan zat yang mudah menguap dalam bahan baku [16].

Selain itu, paparan yang terlalu lama dengan panas dapat menyebabkan beberapa zat terdenaturasi yang pada gilirannya dapat merusak kualitas minyak yang dihasilkan. Semakin lama waktu ekstraksi, semakin banyak minyak yang diperoleh. Namun, ketika memperpanjang waktu ekstraksi hingga batas tertentu, jumlah minyak yang diperoleh tidak meningkat lebih lanjut dan dapat mempengaruhi kualitas produk karena beberapa zat dapat terdenaturasi karena paparan temperatur yang terlalu lama. Sangat penting juga untuk menentukan waktu ekstraksi yang optimal karena menyangkut konsumsi energi dan biaya produksi. Dengan demikian, ketika diekstraksi tingkat penguapan minyak atsiri dari bahan menjadi lebih cepat [13], [15].

### 3.4. Analisis komponen minyak biji pala menggunakan GC-MS

Karena minyak atsiri adalah salah satu komponen kimia utama dalam biji pala, GC-MS telah digunakan untuk menganalisis senyawa-senyawa tersebut, yang bertujuan untuk mengklasifikasi komposisi berbagai bahan dasar minyak atsiri dalam sampel pala selama proses hidrodistilasi.

Di antara 21 senyawa yang diselidiki, 13 adalah monoterpen dan 8 adalah senyawa teroksigenasi (monoterpenol dan senyawa turunan fenilpropanoid teroksigenasi). Monoterpen utama adalah sabinene (6-36.08%),  $\alpha$ -pinene (13.18-22.8%) dan  $\beta$ -pinene (7.91-15.19%). Senyawa teroksigenasi utama adalah miristisin (1.74-12.92%), metil eugenol (0,27-17,70%), terpinen-4-ol (2.36-12.17%), safrol (0.79-3.36%) dan  $\alpha$ -terpineol (0.44-1.27%).

**Tabel 2.** Komposisi GC-MS minyak biji pala

Komponen	Retention time (RT) (menit)
<i>Sabinene</i>	15.40
<i>Pinene</i>	12.50
<i>Miristisin</i>	51.80
<i>Metil Eugenol</i>	44.80
<i>Terpinen-4-ol</i>	29.70
<i>Safrol</i>	37.15
<i>Terpinen</i>	18.04

## 4. KESIMPULAN

Pada perkembangan metode atau teknologi minyak atsiri dari biji pala terdapat beberapa kendala salah satunya adalah kualitas minyak yang dihasilkan belum mencapai standar ketentuan dikarenakan masih terdapat komponen fraksi berat dalam minyak atsiri yang bersifat volatile (mudah menguap). Hidrodistilasi merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mengekstraksi minyak atsiri dari biji pala. Rendemen hidrodistilasi dan kualitas produk dipengaruhi oleh parameter bahan baku yang akan diekstraksi, salah satunya adalah waktu ekstraksi dan rasio pelarut:bahan baku. minyak mulai menurun dalam waktu 150 menit bersamaan bertambahnya rasio pelarut:bahan baku yang digunakan disebabkan oleh peningkatan temperatur sistem hidrodistilasi yang mengakibatkan penghilangan yang signifikan zat yang mudah menguap dalam bahan baku. Perolehan minyak biji pala terbaik pada kondisi 100 gram massa, rasio pelarut:bahan baku (1:15) dan komposisi minyak biji pala diidentifikasi menggunakan GC-MS tersusun 13 monoterpen. serta 8 merupakan senyawa teroksigenasi (monoterpenol dan senyawa turunan fenilpropanoid teroksigenasi).

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] K. Ashokkumar, J. Simal-Gandara, M. Murugan, M. K. Dhanya, and A. Pandian, "Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) essential oil: A review on its composition, biological, and pharmacological activities," *Phyther. Res.*, vol. 36, no. 7, pp. 2839–2851, 2022, doi: 10.1002/ptr.7491.
- [2] J. Pelupessy, "Jurnal maneksi vol 11, no. 2, desember 2022," vol. 11, no. 2, pp. 540–545, 2022.
- [3] D. Rahardiyan, M. Poluakan, and E. M. Moko, "Physico-chemical Properties of Nutmeg (*Myristica fragrans* houtt) of North Sulawesi Nutmeg," *Fuller. J. Chem.*, vol. 5, no. 1, p. 23, 2020, doi: 10.37033/fjc.v5i1.146.
- [4] H. M. Ansory, E. N. Sari, A. Nilawati, S. Handayani, and N. Aznam, "Sunscreen and Antioxidant Potential of Myristicin in Nutmeg Essential Oils (*Myristica fragrans*)," 2020, doi: 10.2991/ahsr.k.200523.034.
- [5] Suprihatin, S. Ketaren, S. Ngudiwaluyo, dan A. Friyadi, and B. Pengkajian dan Penerapan Teknologi, "Isolasi Miristisin Dari Minyak Pala (*Myristica fragrans*) Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian-IPB 2)," *J. Tek. Ind. Pert.*, vol. 17, no. 1, pp. 23–28, 2007.
- [6] M. Z. Luthfi and J. Jerry, "Ekstraksi Minyak Gaharu dengan Pelarut Etanol secara Maserasi," *React. J. Res. Chem. Eng.*, vol. 2, no. 2, p. 36, 2021, doi: 10.52759/reactor.v2i2.39.
- [7] C. Boutekedjiret, F. Bentahar, R. Belabbes, and J. M. Bessiere, "Extraction of rosemary essential oil by steam distillation and hydrodistillation," *Flavour Fragr. J.*, vol. 18, no. 6, pp. 481–484, 2003, doi: 10.1002/ffj.1226.
- [8] I. Oktavianawati, "Essential Oil Extraction of Cananga odorata Flowers using Hydrodistillation and Steam-Water Distillation Processes," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 833, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/833/1/012032.
- [9] J. R. Assa, S. B. Widjanarko, J. Kusnadi, and S. Berhimpon, "Antioxidant potential of flesh, seed and mace of nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt)," *Int. J. ChemTech Res.*, vol. 6, no. 4, pp. 2460–2468, 2014.
- [10] S. Idrus, M. Kaimudin, R. F. Torry, and R. Biantoro, "Isolasi Trimiristin Minyak Pala Banda Serta Pemanfaatannya Sebagai Bahan Aktif Sabun the Isolation of Trimyristin From Banda Nutmeg Oil and Its Utilization As Active Ingredients of Soap," *J. Ris. Indusri (Journal Ind. Res.*, vol. 8, no. 1, pp. 23–31, 2014.
- [11] V. Adiani, S. Gupta, S. Chatterjee, P. S. Variyar, and A. Sharma, "Activity guided characterization of antioxidant components from essential oil of Nutmeg (*Myristica fragrans*)," *J. Food Sci. Technol.*, vol. 52, no. 1, pp. 221–230, 2015, doi: 10.1007/s13197-013-1034-7.
- [12] Y. Variyana, M. Mahfud, Z. Ma'Sum, B. I. Ardianto, L. P. Syahbana, and D. S. Bhuana, "Optimization of microwave hydro-distillation of lemongrass leaves (*Cymbopogon nardus*) by response surface methodology," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 673, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/673/1/012006.
- [13] F. Fachrudin, A. I. Velayas, M. Mahfud, and L. Qadaryah, "Ekstraksi Minyak Bunga Cempaka dengan Metode Hidrodistilasi dan Hidrodistilasi dengan Aliran Udara," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 232–235, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16788.
- [14] H. S. Kusuma and M. Mahfud, "Microwave hydrodistillation for extraction of essential oil from Pogostemon cablin Benth: Analysis and modelling of extraction kinetics," *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants*, vol. 4, pp. 46–54, 2017, doi: 10.1016/j.jarmap.2016.08.001.
- [15] H. M. Ansory, P. K. K. Putri, and A. Nilawati, "Analisis Senyawa Minyak Atsiri Biji Pala Secara Gc-MS Dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap *Escherichia Coli*," *Pros. SNST*, no. 4, pp. 19–25, 2018.
- [16] V. P. Katekar, A. B. Rao, and V. R. Sardeshpande, "Review of the rose essential oil extraction by hydrodistillation: An investigation for the optimum operating condition for maximum yield," *Sustain. Chem. Pharm.*, vol. 29, 2022, doi: 10.1016/j.scp.2022.100783.