

# **PENGARUH LAMA WAKTU PENYULINGAN TERHADAP MUTU MINYAK ASIRI PALA (*Myristica fragrans* Houtt.) PADA BAGIAN FULI DAN BIJI**

## **THE EFFECT OF REFINING TIME ON THE QUALITY OF NUTMEG ESSENTIAL OIL (*Myristica fragrans* Houtt.) ON MACE AND SEED**

**Muhamad Riqo Al-Ghifari<sup>1</sup>, Fransisca Meyla Aryawati<sup>2</sup>, Surip<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian (INTAN) Yogyakarta, Jogjakarta,  
55284

\*Email : [riqogh99@gmail.com](mailto:riqogh99@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Nutmeg seeds and mace as raw materials in the manufacture of Nutmeg essential oil produced through the process of steam and water distillation. Quality is influenced by the time factor of distillation. The purpose of the study was to determine the effect of the quality of nutmeg essential oil (*Myristica fragrans* Houtt.) on seeds and mace on the length of refining time according to SNI No.06-2388-2006 and EOA NO.182. Quantitative analysis research methods Complete Random Design (RAL) Factorial and descriptive qualitative. The parameters tested are seed nutmeg (A1), mace (A2), length of distillation time 3 hours (T1), 6 hours (T2) and 9 hours (T3). The ANOVA results show that density does not show diversity (NS). The results of Duncan's further tests on the density of essential oils, nutmeg, mace and seeds showed the best average in the treatment of seed ingredients (notation a) with a rank of 1. The results of Duncan's advanced test density of distillation time received the best treatment time (rank 1) of 3 hours. The results of the ANOVA refractive index show the diversity between test treatments (ingredients, refining time, material interactions and length of refining time) at the level of 1% means that it has a very real effect (\*\*). Duncan's advanced test results of the best refractive index of seed ingredients received a notation with a rank of 1. The results of Duncan's further test of the refractive index of distillation time get the best results of 9-hour treatment time (rank 1).*

*Descriptive qualitative essential oil seeds and mace nutmeg in accordance with SNI No.06-2388-2006 and EOA No.182. The yield produced by 5 (kg) seed material of 11% has a clear color and a distinctive aroma of nutmeg seeds and 5 (kg) mace material of 19% has a clear color and a distinctive aroma of nutmeg mace. The density and best time, essential oil seeds in 6 hours (T2) amounted to 0,880-0,881 (g) and in the 9th hour (T3) amounted to 0,900-0,901 (g), mace essential oil in 9 hours (T3) amounted to 0,881-0,882 (g). Properties The refractive index of essential oils in 3-9 hours distillation is 1,470-1,481 (nD20) all the best refining times according to the fixed range, mace essential oils get the best distillation time in 6 hours of 1,475 (nD20), 9 hours get 1,477 (nD20). The solubility of nutmeg essential oil in technical ethanol is 90% refining time is 3 hours, 6 hours 9 hours from seed parts is 1:20, 1:18 and 1:14, mace parts are 1:20, 1:19 and 1:17. The solubility of Nutmeg essential oil in PA ethanol is 90% distillation time of 3 hours, 6 hours 9 hours of seed parts of 1:6, 1:4 and 1:1, mace parts of 1:3, 1:3 and 1:2. The solubility of nutmeg essential oil in technical ethanol 96% refining time is 3 hours, 6 hours, 9 hours the seed parts are 1:7, 1:5 and 1:3, the mace parts are 1:6, 1:5 and 1:4. The solubility of Nutmeg essential oil in PA ethanol 96% distillation time is 3 hours, 6 hours, 9 hours seed parts are 1:2, 1:1 and 1:1, mace parts are 1:1, 1:1 and 1:1.*

*Keywords: Essential oil; Mace nutmeg; Seed nutmeg; Distillation time*

## INTISARI

*Biji dan fuli Pala sebagai bahan baku dalam pembuatan minyak asiri Pala yang dihasilkan melalui proses penyulingan uap dan air. Mutu dipengaruhi faktor waktu penyulingan. Tujuan penelitian mengetahui pengaruh mutu minyak asiri Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) pada biji dan fuli terhadap lama waktu penyulingan sesuai SNI No.06-2388-2006 dan EOA NO.182. Metode penelitian analisis kuantitatif Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dan deskriptif kualitatif. Parameter yang diuji adalah biji (A1), Fuli (A2), lama waktu penyulingan 3 jam (T1), 6 jam (T2) dan 9 jam (T3). Hasil ANOVA menunjukkan berat jenis tidak menunjukkan keberagaman (NS). Hasil uji lanjut Duncan berat jenis minyak asiri Pala bahan fuli dan biji menunjukkan rata-rata terbaik pada perlakuan bahan biji (notasi a) dengan ranking 1. Hasil uji lanjut Duncan berat jenis lama waktu penyulingan mendapatkan perlakuan waktu terbaik (ranking 1) waktu 3 jam. Hasil ANOVA Indeks Bias menunjukkan keberagaman antara perlakuan uji (bahan, waktu penyulingan, interaksi bahan serta lama waktu penyulingan) pada taraf 1% artinya berpengaruh sangat nyata (\*\*). Hasil uji lanjut Duncan indeks bias terbaik bahan biji mendapatkan notasi a dengan ranking 1. Hasil uji lanjut Duncan indeks bias lama waktu penyulingan mendapatkan hasil terbaik perlakuan waktu 9 jam (ranking 1).*

*Deskriptif kualitatif minyak asiri biji dan fuli Pala sesuai SNI No,06-2388-2006 dan EOA No.182. Rendemen yang dihasilkan bahan biji 5 (kg) sebesar 11% memiliki warna jernih serta aroma khas biji Pala dan bahan fuli 5 (kg) sebesar 19% memiliki warna jernih serta aroma khas fuli Pala. Sifat berat jenis bahan dan waktu terbaik, minyak asiri biji di 6 jam (T2) sebesar 0,880-0,881 (g) dan di jam ke 9 (T3) sebesar 0,900-0,901 (g), minyak asiri fuli di 9 jam (T3) sebesar 0,881-0,882 (g). Sifat Indeks bias minyak asiri biji di penyulingan 3-9 jam sebesar 1,470-1,481 (nD20) semua waktu penyulingan terbaik sesuai range ketetapan, minyak asiri fuli mendapatkan waktu penyulingan terbaik di 6 jam sebesar 1,475 (nD20), 9 jam mendapatkan sebesar 1,477 (nD20). Kelarutan minyak asiri Pala pada etanol teknis 90% waktu penyulingan 3 jam, 6 jam 9 jam dari bagian biji adalah 1:20, 1:18 dan 1:14, bagian fuli sebesar 1:20, 1:19 dan 1:17. Kelarutan minyak asiri Pala pada etanol PA 90% waktu penyulingan 3 jam, 6 jam 9 jam dari bagian biji sebesar 1:6, 1:4 dan 1:1, bagian fuli sebesar 1:3, 1:3 dan 1:2. Kelarutan minyak asiri Pala pada etanol teknis 96% waktu penyulingan 3 jam, 6 jam, 9 jam bagian biji sebesar 1:7, 1:5 dan 1:3, bagian fuli adalah 1:6, 1:5 dan 1:4. Kelarutan minyak asiri Pala pada etanol PA 96% waktu penyulingan 3 jam, 6 jam, 9 jam bagian biji sebesar 1:2, 1:1 dan 1:1, bagian fuli sebesar 1:1, 1:1 dan 1:1.*

*Kata kunci: Minyak asiri; Fuli Pala; Biji Pala; Waktu penyulingan*

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis kaya akan sumber daya alam dan memiliki keragaman keanekaragaman hayati baik flora maupun fauna yang cukup melimpah. Banyak jenis tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai diantaranya adalah untuk obat, rempah bahkan untuk minyak asiri (*Essential Oil*) yang sangat beragam jenis. Minyak asiri pada umumnya dimanfaatkan untuk aroma terapi, obat herbal maupun bidang industry farmasi dan saat ini banyak dibutuhkan oleh kehidupan manusia. Banyak tanaman penghasil asiri

yang saat ini diperkirakan berjumlah 150 – 200 spesies yang tumbuh baik di Indonesia, tanaman asiri tersebut termasuk dalam famili *Pinaceae*, *Labiataeae*, *Compositae*, *Lauranceae*, *Myrtaceae*, dan *Umbelliferaceae* (Rahmi, 2018). Minyak asiri dapat bersumber pada setiap bagian tanaman yaitu daun, bunga, buah, biji, batang, kulit dan akar atau *rhizome*. Minyak asiri adalah zat berbau yang terkandung dalam tanaman. Minyak ini disebut juga minyak menguap, minyak eteris, minyak *esensial* karena pada suhu kamar mudah menguap (Ketaren, 1985).

Istilah esensial dipakai karena minyak asiri mewakili bau dari tanaman asalnya. Minyak atsiri secara umum digunakan sebagai bahan pengikat (*fixatif*) dalam pembuatan parfum, pewangi, kosmetika, farmasi, bahan penyedap (*Flavoring agent*) dalam industri makanan dan minuman. Hampir semua minyak asiri bersifat antibakteri. Beberapa minyak asiri dapat digunakan sebagai antiseptol juga punya fungsi yang lebih spesifik seperti minyak serih terkenal dengan fungsi anti nyamuknya, jahe sebagai stimulant, analgesik, anti radang, minyak jeruk purut sebagai anti depresi dan gaharu sebagai anti rematik (Rahmi, 2018).

Tanaman Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) adalah tanaman asli Indonesia yang berasal dari pulau Banda di Maluku dan Fakfak di Papua. Pala dikenal (*Myristica fragrans* Houtt.) dikenal sebagai tanaman rempah yang memiliki nilai ekonomis dan multiguna karena setiap bagian tanaman dapat dimanfaatkan dalam berbagai industri. Biji, fuli dan minyak Pala merupakan komoditas ekspor dan digunakan dalam industri makanan dan minuman. Minyak Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) yang berasal dari biji, fuli dan daun banyak digunakan untuk industri obat-obatan, parfum dan kosmetik (Nurdjanah, 2007). Minyak asiri umumnya merupakan komponen pemberi bau khas atau disebut minyak eteris, minyak menguap atau *essential oil* yaitu bahan aromatis alam yang berasal dari tumbuhan. Ciri minyak asiri antara lain mudah menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi, mempunyai rasa getir, berbau wangi sesuai tanaman penghasilnya dan bersifat larut dalam

pelarut organik dan tidak larut dalam air (Guenther, 1987).

Pala memiliki nama latin *Myristica fragrans* Houtt., merupakan tanaman yang dapat diambil minyak asirinya dari beberapa bagian tanaman, yaitu daun, fuli dan biji. Minyak asiri Pala (*Myristica fragrans* Houtt) dalam perdagangan internasional disebut *nutmeg oil*. Ditinjau dari sisi pemasaran, minyak asiri Pala sangat potensial untuk dikembangkan dan diusahakan Sejauh ini informasi tentang rendemen kandungan minyak asiri pada bagian tanaman Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) belum banyak dilaporkan. Untuk itu, penelitian ini dilakukan untuk menggali informasi rendemen dan kualitas minyak asiri *nutmeg oil* yang dihasilkan pada bagian yang berbeda dari tanaman tersebut.

Dalam penelitian ini mencoba meneliti pengaruh mutu minyak asiri Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) terhadap lama waktu penyulingan dengan menggunakan destilasi uap dan air (*water and steam distillation*) pada bagian biji dan fuli Pala. Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perbedaan mutu minyak asiri Pala (*Myristica fragrans* Houtt) pada fuli dan biji terhadap lama waktu penyulingan
2. Mengetahui perbedaan mutu minyak asiri Pala (*Myristica fragrans* Houtt) pada bagian fuli dan biji.

#### **TINJUAN UMUM TANAMAN PALA**

Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) merupakan tanaman asli Indonesia yang berasal dari Kepulauan Maluku. Pala termasuk ke dalam famili *Myristicaceae* (Ditjen Perkebunan, 2011). Tanaman Pala

merupakan tanaman keras, dapat berumur Panjang hingga lebih dari 100 tahun. mempunyai ukuran pohon mencapai ketinggian 18-20 m. Pala mempunyai buah bentuk lonjong, berwarna hijau saat muda dan kuning menjelang matang. Buah berdaging. Pada saat matang, kulit buah terbelah dan akan terlihat biji fuli berwarna merah. Daging buah menghasilkan aroma yang khas karena mengandung minyak atsiri (Hakim, 2015). Daun nya berbentuk bulat telur/elips, warna bagian bawah hijau kebiru-biruan muda dan bagian atasnya hijau tua . Pohon Pala dapat tumbuh dengan baik dan dalam kondisi produktifitas optimal pada iklim tropis lembab hangat. Iklim kering dengan lahan basah/tergenang tidak cocok untuk budidaya Pala. pertumbuhan dan produk optimal dilaporkan terjadi pada populasi tanaman pada ketinggian 500-700 mdpl. Di atas ketinggian tersebut, produktifitasnya akan rendah. Populasi Pala dengan produktifitas tinggi tumbuh pada suhu lingkungan 20-30 C°. Pala tumbuh bagus terutama pada tanah subur daerah vulkanik dataran rendah hutan tropis. Tanaman Pala dilaporkan tahan terhadap kekeringan beberapa saat, namun demikian tanaman akan tumbuh bagus pada lokasi dengan curah hujan yang tinggi dan agak merata sepanjang tahun (Rismunandar, 1987).

### **MINYAK ASIRI PALA**

Pada buah Pala terdapat biji Pala (nutmeg) dan pembungkus biji (fuli atau mace). Biji dan fuli berukuran kecil dan dijadikan serbuk untuk disuling, dikempa, atau dijadikan oleoresin (Haris, 1987). Dari daging biji Pala terdapat pula lemak dan minyak atsiri. Rata-rata kandungan lemak

biji Pala sekitar 30-40% 42 dan minyak atsiri rata-rata 12%. Perbedaan komponen tersebut bervariasi tergantung pada letak geografis dan tempat tumbuhannya. Pada hakekatnya minyak atsiri dalam biji Pala dibentuk terlebih dahulu dari pada lemaknya. Oleh sebab itu biji Pala yang akan disuling, hendaknya dipetik pada saat menjelang terbentuk tempurung yaitu kira-kira sudah mencapai umur 4-5 bulan. Buah yang masih muda memiliki kadar minyak atsiri yang tinggi. Biji Pala yang masih muda tersebut dapat menghasilkan 8-17% minyak atsiri (Rismunandar, 1987). Tinggi rendahnya minyak atsiri tergantung pada tua mudanya buah. Pada hakekatnya minyak atsiri dalam biji dibentuk terlebih dahulu daripada lemaknya, hendaknya dipetik pada saat menjelang terbentuk tempurung yaitu, kira-kira buah sudah mencapai umur 4-5 bulan. Buah yang masih muda itulah yang tinggi kadar minyak asirinya. Pada fuli, warna fulinya masih keputih-putihan dan daging buahnya pun masih lunak. Fuli yang tua dan sudah merah warnanya, kandungan minyak asirinya sudah relatif dan dimanfaatkan untuk diekspor. Biji Pala yang masih muda tersebut dapat menghasilkan 8-17% minyak atsiri. Pada fuli muda kadar minyak atsiri 8,0 % - 17,0 % (tinggi) dibandingkan dengan fuli tua berkadar minyak atsiri 6,5 % - 11,9 % (Kataren, 1985).

Tabel 1. Standar Nasional Indonesia (SNI) No.06-2388-2006.

Karakteristik	Persyaratan
Warna	Tidak berwarna/jernih-kuning pucat
Bau	Khas minyak Pala
Bobot jenis (20°C/20°C)	0,880-0,910
Indeks bias (nD20)	1,470-1497
Kelarutan dalam etanol 90% pada suhu 20°C	1:3 jernih, seterusnya jernih
Putaran optik	(+)8°-(+)25°
Sisi penguapan	Maksimum 2,0 %
Miristisin	Minimum 10 %

Tabel 2. Essential Oil Association of USA (EOA) No.182

Karakteristik	Persyaratan
Warna	Tidak berwarna/jernih-kuning pucat
Bobot jenis (25°C/25°C)	0,880-0,930
Indeks bias (nD20)	1,474-1,488
Kelarutan dalam etanol 90% pada suhu 25°C	Larut, 1:3
Putaran optik	(+)2°-30°
Warna	Tidak berwarna/jernih-kuning pucat
Bobot jenis (25°C/25°C)	0,880-0,930
Indeks bias (nD20)	1,474-1,488

## BAHAN DAN METODOLOGI

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah fuli Pala, biji Pala, minyak asiri fuli Pala (*mace oil*), minyak asiri biji Pala (*nutmeg oil*), Natrium sulfat

anhidrat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), alkohol 90% & 96% (teknis) serta alkohol 90% & 96% (*pro analisis*).

Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis data kuantitatif dan analisis deskriptif kualitatif. Pada analisis kuantitatif dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Terdapat dari 2 faktor, faktor I adalah bahan terdiri dari biji Pala dan fuli Pala. Faktor II adalah waktu terdiri dari 3 jam, 6 jam, 9 jam serta total ada 6 perlakuan, setiap pengujian mutu diulang sebanyak 3 kali. Sehingga total sampel berjumlah 18 unit. Parameter yang diuji adalah mutu berat jenis dan indeks bias. Pada analisis deskriptif kualitatif, mendeskripsikan perlakuan dan fokus penelitian serta berdasarkan bukti kualitatif atas dasar spesifikasi SNI No.06-2388-2006 (minyak asiri biji Pala) dan EOA No.182 (minyak asiri fuli Pala serta rendemen yang dihasilkan dari bahan fuli dan biji).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. RENDEMEN

Pada penelitian ini telah dilakukan penyulingan biji Pala dengan berat 5 kg dan fuli Pala dengan berat 5 setiap perlakuan dan pengamatan rendemen dilakukan pada waktu proses penyulingan berlangsung 3 jam, 6 jam dan 9 jam. Hasil pengamatan rendemen minyak biji dan fuli Pala tercantum pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Hasil Rendemen minyak asiri biji dan fuli Pala

Bahan	Berat Bahan (kg)	Hasil (kg)			Total Hasil Minyak (kg)	Rendemen (%)		Total Rendemen (T3) (%)
		T1	T2	T3		T1	T2	
Biji(A1)	5,24	0,42	0,1	0,07	0,59	8%	10%	11%
Fuli(A2)	5,79	0,73	0,24	0,15	1,12	13%	17%	19%

Keterangan :  
 T1 : Waktu penyulingan 3 Jam  
 T2 : Waktu penyulingan 6 Jam  
 T3 : Waktu penyulingan 9 Jam

Pengamatan rendemen pada pemanenan 3 jam mendapatkan hasil minyak biji sebesar 8% dan minyak fuli sebesar 13%, pada pemanenan 6 jam mendapatkan hasil minyak biji sebesar 10% dan minyak fuli sebesar 17%. Rendemen total minyak Pala yang diperoleh dari penyulingan biji dan fuli Pala dengan metode penyulingan air dan uap selama 9 jam menghasilkan rendemen total pada minyak biji Pala sebesar 11 % dan minyak fuli Pala sebesar 19%. Dari data diatas menunjukkan semakin lama proses penyulingan, maka rendemen minyak Pala semakin besar. Naiknya rendemen minyak pada dengan bertambahnya waktu penyulingan disebabkan oleh beberapa faktor yang antara lain ialah tekanan proses hidrodifusi pada biji dan fuli Pala tergantung pada besar kecilnya ukuran cacahan (kominusi) biji Pala serta fuli Pala, semakin besar ukuran cacahan (kominusi) biji Pala yang disuling, maka penetrasi uap kedalam biji semakin lama untuk menekan keluar minyak Pala sehingga minyak Pala (biji dan fuli) akan meningkat rendemennya dengan semakin lama proses penyulingan. Faktor lain ialah jumlah bahan dalam ketel

suling semakin banyak jumlah bahan dalam ketel suling, maka semakin lama waktu yang diperlukan uap untuk masuk ke dalam bahan terutama yang ada pada bagian tengah dari tumpukan bahan biji dan fuli sehingga peningkatan rendemen akan seiring dengan lamanya proses penyulingan (Polli, 2016).

Rendemen minyak biji Pala berkisar antara 8-11 % dan minyak fuli Pala berkisar antara 13-19 %, maka hasil penelitian berada pada kisaran tersebut. Pada penelitian ini bahan biji dan fuli Pala yang digunakan adalah campuran tua dan muda serta dalam keadaan kering angin. Namun selain umur bahan (biji dan fuli), ada beberapa faktor mempengaruhi rendemen minyak asiri Pala, antara lain: lama penyulingan, lama bahan sejak dipetik lalu disuling, proses perajangan (kominusi) sebelum disuling dan daerah asal tanaman Pala (Polli, 2016).

## 2. BERAT JENIS

Hasil pengukuran sifat berat jenis minyak asiri biji Pala dan fuli Pala dapat disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 4. Hasil Berat Jenis minyak asiri biji Pala dan fuli Pala

Bahan	Kode Bahan	Berat Jenis (gram)			SNI & EOA
		I	II	III	
Minyak Asiri Biji Pala	A1T1	0,854	0,849	0,855	0,876-0,919
	A1T2	0,881	0,88	0,88	
	A1T3	0,9	0,901	0,9	
Minyak Asiri Fuli Pala	A2T1	0,856	0,856	0,855	0,880-0,940
	A2T2	0,874	0,875	0,874	
	A2T3	0,881	0,881	0,882	

Berat jenis (densitas) minyak asiri biji Pala hasil penelitian, nilai berat jenis minyak asiri biji dan fuli (tabel 10) yang diperoleh dari hasil penyulingan pada jam ke 9 menunjukkan angka yang lebih tinggi dibandingkan hasil yang lainnya. Berat jenis pada minyak asiri biji dan fuli yang dihasilkan pada jam ke 9 menunjukkan angka yang lebih tinggi dibandingkan hasil yang lainnya. Berat jenis yang dihasilkan minyak asiri pada jam ke 9, bahan biji Pala menghasilkan sebesar 0,901 gram sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) No.06-2388-2006 dan pada bahan fuli Pala menghasilkan sebesar 0,881 gram sesuai dengan *Essential Oil Association of USA* (EOA) No.182. Sedangkan yang paling rendah terdapat pada jam ke 3 dengan nilai 0,849 gram pada bahan biji Pala dan nilai 0,856 gram pada bahan fuli Pala.

Berdasarkan hasil uji statistik *Anova* (tabel 5) nilai berat jenis pada perlakuan yang diuji belum menunjukkan adanya perbedaan yang nyata atau keberagaman antar bahan minyak asiri Pala untuk bahan biji, fuli, lama waktu penyulingan (3 jam, 6 jam, 9 jam) maupun interaksi antar bahan dan lama waktu perlakuan. Untuk membuktikan ketidak keberagaman tersebut dilakukan uji lanjut *Duncan* (tabel 6 dan

tabel 7) untuk melihat rata-rata dari bahan minyak asiri biji dan fuli, hasil tersebut menunjukkan bahwa minyak asiri dari biji Pala memberikan hasil yang terbaik yaitu sebesar 0,875 gram dan dilanjutkan dengan bahan minyak asiri fuli Pala dengan hasil 0,872 gram. Untuk kedua bahan tersebut, bahwa bahan dari biji buah untuk sifat berat jenis dan kandungan minyaknya akan lebih baik daripada bahan dari fuli buah. Sedangkan untuk lama waktu penyulingan terbaik ditunjukkan pada lama waktu penyulingan 9 jam (0,874) dan 6 jam (0,874) dan hasil terendah ditunjukkan waktu 3 jam (0,873). Akan tetapi untuk hasil uji lanjut interaksi antara bahan dan lama waktu penyulingan terbaik ditunjukkan oleh biji waktu 9 jam (0,876) dan terendah ditunjukkan antara fuli waktu 3,6, 9 jam (0,872). Hal ini membuktikan bahwa kandungan minyak asiri pada biji sebesar 2-15% dengan kandungan lemak sebesar 25-40%, sedangkan pada fuli mengandung minyak sebesar 7-18% dengan kandungan lemak sebesar 20-30%, kemungkinan besar ini yang menyebabkan berat jenis pada biji Pala lebih besar dibandingkan fuli Pala.

Data tabel 4 menunjukkan lama proses penyulingan, pada berat jenis Pala jenis

minyak Pala (minyak asiri biji dan fuli) juga meningkat. Begitu juga dengan penelitian Fahri F.Polli (2016) pada penelitiannya, memaparkan penyulingan Pala diatas waktu 6 jam, dalam waktu 14 jam dengan pemanenan minyak asiri di jam ke 7 dan jam ke 14 mendapatkan hasil kenaikan berat jenis Pala selama proses penyulingan disebabkan terdapat adanya komponen/senyawa *monoterpene oxygenated* (terpen-o) (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O) dalam biji Pala yang mempunyai berat jenis atau fraksi berat, senyawa ini akan tersuling jika waktu proses penyulingan diperpanjang. Senyawa *monoterpene oxygenated* (fraksi berat) ini memiliki berat molekul dan titik didih lebih tinggi dari *monoterpene hydrocarbon* (fraksi ringan) (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>) sehingga total bobot molekul semakin tinggi akibatnya kerapatan minyak semakin tinggi sehingga berat jenis minyak semakin tinggi. Menurut Nur Hidayati dkk (2015) pada pemanenan minyak asiri dalam waktu 3 jam, densitas rendah disebabkan oleh besarnya jumlah komponen fraksi ringan yang terdapat dalam minyak asiri Pala serta proses hidrodifusi minyak dalam bahan yang kurang merata dan penguapan yang tidak sempurna dapat menyebabkan banyaknya komponen fraksi berat yang masih tertinggal dalam bahan.

Spesifikasi mutu minyak asiri Pala harus sesuai dengan spesifikasi pelaku agroindustri atau setidaknya mengacu kepada SNI 06-2388-2006. Rachman (2018), menyatakan terdapat faktor resiko pada minyak Pala terdapat pada pemenuhan mutu produk minyak Pala berdasarkan SNI 06-2388-2006. Faktor penghambat (*barrier*) dari produk pertanian adalah karena sifat produk pertanian yang mudah rusak (*perishable*), musiman (*seasonal*), kamba (*bulky*), lokasi produksi terpencar dengan kualifikasi mutu beragam. Berat jenis merupakan salah satu kriteria penting dalam menentukan kualitas mutu minyak asiri. Menurut Randu (2021), pada umumnya berat jenis minyak asiri pada suhu 25°C berkisar antara 0,696 - 1,188 g/ml. dan umumnya berat jenis minyak asiri lebih kecil dari berat jenis air (1,00). Nilai berat jenis sering dihubungkan dengan berat komponen yang terkandung didalam minyak asiri.

Berikut disampaikan hasil analisis varians berat jenis terhadap perlakuan yang dilakukan belum menunjukkan keberagaman terhadap perlakuan baik pada taraf level 5% (\*) maupun pada taraf level 1% (\*\*), untuk membuktikan adanya keberagaman maupun tidak dilakukan uji lanjut *Duncan* terhadap perlakuan yang diuji.

Tabel 5. Hasil analisis varians Berat Jenis

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Sig.
Bahan	1	0,00005000	0,00005000	0,727 <sup>ns</sup>
Waktu	2	0,00000178	0,00000089	0,997 <sup>ns</sup>
BahanXwaktu	2	0,00000133	0,00000089	0,998 <sup>ns</sup>
Error	12	0,00470667	0,00039222	
Total	17	0,00475978		



Sifat yang diukur berat jenis (BJ) tidak menunjukkan keberagaman antar perlakuan untuk bahan minyak Pala dari bahan biji dan fuli. Hal ini kemungkinan karena berat jenis minyak Pala termasuk minyak asiri pada berkisar yang cukup pendek antara 0,696 – 1,188 g/ml dan nilai berat jenis untuk minyak asiri lebih kecil dari berat jenis untuk air.

Tabel 6 Hasil uji lanjut duncan Berat Jenis minyak asiri bahan biji dan fuli Pala

Perlakuan bahan	Notasi	Rata-rata	Ranking
Biji	a	0,875	1
Fuli	b	0,872	2

Tabel 8 Hasil Indeks Bias minyak asiri biji Pala dan fuli Pala

Bahan	Kode Bahan	Indeks Bias (nD20)			SNI & EOA
		I	II	III	
Minyak Asiri Biji Pala	A1T1	1,470	1,470	1,470	1,470-1,497
	A1T2	1,476	1,476	1,476	
	A1T3	1,481	1,481	1,481	
Minyak Asiri Fuli Pala	A2T1	1,470	1,470	1,470	1,474-1,488
	A2T2	1,475	1,475	1,475	
	A2T3	1,477	1,477	1,477	

Berdasarkan ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI) No.06-2388-2006 pada mutu minyak asiri Pala adalah 1.470-1.497 (nD20) dan ketentuan *Essential Oil Association of USA* (EOA) No.182 pada minyak asiri fuli Pala adalah 1.474-1.488 (nD20). Dapat dilihat data tabel 8 bahwa nilai indeks bias minyak asiri biji Pala yang memenuhi mutu SNI terdapat di semua perlakuan waktu penyulingan yaitu 3 jam, 6 jam dan 9 jam. Pada minyak asiri fuli Pala, nilai indeks bias sesuai dengan nilai yang memenuhi ketentuan mutu EOA terdapat di semua

Tabel 7 Hasil uji lanjut duncan Berat Jenis lama waktu penyulingan

Perlakuan Waktu	Notasi	Rata-rata	Ranking
3	a	0,874	1
9	a	0,874	2
6	a	0,873	3

## 2. INDEKS BIAS

Indeks bias merupakan perbandingan antara kecepatan cahaya di dalam udara dengan kecepatan cahaya di dalam zat tersebut pada suhu tertentu menggunakan alat refraktometer. Hasil pengukuran indeks bias disampaikan pada tabel berikut:

perlakuan waktu penyulingan yaitu 6 jam dan 9 jam. Nilai indeks berbeda-beda disetiap waktu pemanenan dipengaruhi oleh komponen penyusunnya sama halnya dengan berat jenis. Menurut Fahri F.Polli (2016), jika indeks bias minyak Pala tidak memenuhi persyaratan yang berlaku, dapat diduga bahwa minyak Pala dalam proses penyulingan kurang optimal atau adanya komponen bukan minyak Pala yang tercampur. Indeks bias dalam minyak Pala sangat dipengaruhi banyaknya senyawa baik fraksi berat maupun ringan dalam minyak Pala. Jika senyawa fraksi berat

banyak terkandung dalam minyak Pala, maka semakin sulit sinar dibiaskan dalam medium minyak Pala dengan sendirinya indeks bias semakin tinggi. Hasil analisis sifat fisikokimia pada pemisahan komponen minyak Pala menunjukkan fraksi berat mempunyai nilai viskositas, berat jenis dan indeks bias yang lebih besar dari fraksi ringan.

Berdasarkan hasil uji statistik *Anova* (tabel 9) menunjukkan bahwa berpengaruh nyata pada taraf 1% (\*\*) antara bahan minyak asiri (biji Pala, fuli Pala) dan waktu penyulingan (3 jam, 6 jam, 9 jam) dengan nilai signifikan pada taraf 1% ( $p < 0,0001$ ) dilanjutkan dengan metode uji *Duncan* (tabel 10) menunjukkan adanya perbedaan signifikan bahan minyak asiri biji dan fuli, dengan hasil rata-rata menunjukkan bahan dari minyak asiri biji Pala memberikan hasil 1,476 (nD20) dan bahan minyak asiri fuli Pala dengan hasil yaitu 1,474 (nD20). Pada hasil uji lanjut *Duncan* indeks bias lama waktu penyulingan (tabel 11), dari hasil penyulingan terhadap indeks bias minyak asiri Pala (biji dan fuli) menunjukkan perlakuan waktu penyulingan 9 jam mendapat hasil terbaik dengan rata-rata 1,479 (nD20), selanjutnya penyulingan waktu 6 jam mendapatkan rata-rata nilai sebesar 1,476 (nD20) dan nilai terendah didapatkan pada perlakuan lama penyulingan 3 jam mendapatkan rata-rata 1,470 (nD20).

Nilai indeks bias minyak asiri biji Pala hasil penelitian berada pada kisaran nilai 1,470-1,481 (nD20) dan nilai indeks bias minyak fuli Pala hasil penelitian berada pada kisaran nilai 1,470-1,476

(nD20), nilai indeks bias dipengaruhi oleh komponen penyusunnya sama halnya dengan berat jenis, jadi dapat disimpulkan bahwa semakin rendah nilai indeks bias maka semakin kecilnya fraksi berat yang terkandung di dalam minyak Pala tersebut. Hal ini disebabkan oleh sifat air yang mudah membiaskan cahaya yang datang. Sehingga minyak atsiri dengan indeks bias yang lebih tinggi dianggap lebih baik dibandingkan minyak atsiri yang memiliki indeks bias yang lebih rendah. Indeks bias minyak atsiri dipengaruhi oleh suhu pemanasan selama proses penyulingan. Ketika dipanaskan pada tekanan tinggi, senyawa bertitik didih tinggi tertentu seperti parafin, lilin, dan resin juga dapat disuling bersama dengan minyak (Anisa, dkk., 2023).

Hasil analisis varians menunjukkan keberagaman antar perlakuan yang diuji (tabel 9) pada taraf level 1% artinya berbeda sangat nyata (\*\*), hal ini membuktikan bahwa perlakuan yang diuji berbeda nyata antara bahan dari biji, fuli, lama waktu penyulingan dan interaksi antara bahan dan lama waktu penyulingan. Untuk membuktikan hasil keberagaman antara perlakuan yang diuji dilakukan uji lanjut *Duncan*. Uji lanjut akan memunculkan kode notasi yang menunjukkan perbedaan antar perlakuan yang diamati, dengan notasi bahan menunjukkan tidak berpengaruh nyata dan sebaliknya notasi yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata.

Tabel 9 Hasil analisis varians Indeks Bias

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Sig.
Bahan	1	0,00001250	0,00001250	0,000**
Waktu	2	0,00024700	0,00012350	0,000**
BahanXwaktu	2	0,00001300	0,00000650	0,000**
Error	12	0,00000	0,00000	
Total	17	0,00027250		

Keterangan :

(\*) : Berpengaruh nyata pada taraf 5%

(\*\*) : Berpengaruh nyata pada taraf 1%

NS : Tidak signifikan

Tabel 10. Hasil uji lanjut duncan Indeks Bias bahan

Perlakuan Bahan	Notasi	Rata-rata	Ranking
Biji	a	1,476	1
Fuli	b	1,474	2

Tabel 11. Hasil uji lanjut duncan Indeks Bias lama waktu penyulingan

Perlakuan Waktu	Rata-rata	Ranking
9	1,479	1
6	1,476	2
3	1,470	3

### 3. KELARUTAN DALAM ALKOHOL (SOLUBILITAS)

Kelarutan dalam alkohol (solubilitas) penelitian ini menggunakan alkohol teknis dan *pro analys* dengan kandungan 90% dan 96%. Kelarutan minyak asiri biji dan fuli Pala menunjukkan bahwa perbandingan

tingkat kelarutan dalam alkohol (etanol) teknis dan *pro analys* 90% dan 96% sangat berpengaruh dan mendapatkan hasil yang beragam. Pada pengujian kelarutan dalam alkohol 90% dan perbandingan 1:3 sesuai dengan ketetapan mutu minyak asiri biji Pala (*nutmeg oil*) Standar Nasional Indonesia (SNI) No.06-2388-2006 dan ketetapan mutu minyak asiri fuli Pala (*mace oil*) *Essential Oil Association of USA* (EOA) No.182, alkohol yang dipakai alkohol (etanol) teknis dan *pro analys* dengan kandungan alkohol 96%, diturunkan kandungannya menjadi 90% dengan pencampuran bahan di labu ukur 100 ml dengan perbandingan alkohol 93,75 ml dan aquadest 6,25 ml (Khopkar, 1990). Hasil yang didapatkan ditabel sebagai berikut:

Tabel 12 Perbandingan kelarutan dalam alkohol (solubilitas) minyak asiri biji Pala

Waktu (Jam)	Kelarutan alkohol (teknis) 90%	Kelarutan alkohol (teknis) 96%	Kelarutan alkohol ( <i>pro analis</i> ) 90%	Kelarutan alkohol ( <i>pro analis</i> ) 96%	SNI No.06-2388-2006
3 Jam (T1)	1:20	1:7	1:6	1:2	1:3
	1:20	1:7	1:6	1:2	
	1:20	1:7	1:6	1:2	

6 Jam (T2)	1:18	1:5	1:4	1:1
	1:18	1:5	1:4	1:1
	1:18	1:5	1:4	1:1
9 Jam (T3)	1:14	1:3	1:1	1:1
	1:14	1:3	1:1	1:1
	1:14	1:3	1:1	1:1

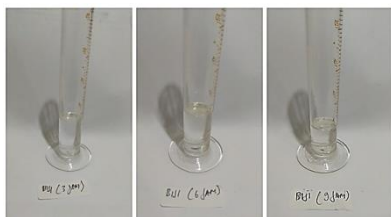
Tabel 13 Perbandingan kelarutan dalam alkohol (solubilitas) minyak asiri fuli Pala

Waktu (Jam)	Kelarutan alkohol (teknis) 90%	Kelarutan alkohol (teknis) 96%	Kelarutan alkohol ( <i>pro analisis</i> ) 90%	Kelarutan alkohol ( <i>pro analisis</i> ) 96%	EOA No.182
3 Jam (T1)	1:20	1:6	1:3	1:1	1:3
	1:20	1:6	1:3	1:1	
	1:20	1:6	1:3	1:1	
6 Jam (T2)	1:19	1:5	1:3	1:1	
	1:19	1:5	1:3	1:1	
	1:19	1:5	1:3	1:1	
9 Jam (T3)	1:17	1:4	1:2	1:1	
	1:17	1:4	1:2	1:1	
	1:17	1:4	1:2	1:1	

Kelarutan alkohol dalam minyak asiri (solubilitas) pada bahan biji Pala dan fuli Pala mendapatkan perbedaan perbandingan dengan menggunakan kandungan alkohol (etanol) 90% dan 96% pada alkohol teknis dan *pro analys*, menurut Atiqiya dkk (2020) etanol pro analisis (EPA) memiliki kandungan kemurnian sangat tinggi mencapai angka 99,9%, sedangkan etanol teknis tidak memiliki kemurnian setinggi etanol pro analisis (EPA). Kelarutan dalam alkohol merupakan nilai perbandingan banyaknya minyak asiri yang larut sempurna dengan pelarut sempurna dengan pelarut alkohol. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin kecil kelarutan minyak asiri pada alkohol maka kualitas minyak asirinya semakin baik (Sastrohamidjojo, 2004).

#### 4. WARNA DAN AROMA

Hasil pengujian warna, pada minyak biji Pala menunjukkan warna jernih kuning pucat dan pada minyak fuli Pala menunjukkan warna jernih kuning pucat. Menurut Yulian,i dkk. (2012), warna minyak asiri biji Pala dan fuli dikarenakan mempunyai susunan kimiawi yang menjadikan warna minyak asiri nya jernih tidak berwarna hingga kuning pucat, kandungan senyawa *myirictisin* di dalam minyak fuli kadarnya lebih tinggi dibandingkan dengan minyak biji. Menurut Lutony, dkk. (2002) memaparkan juga, minyak Pala merupakan cairan jernih (hampir tidak berwarna) sampai kuning muda. Sifat-sifat minyak dari biji ternyata tidak berbeda dengan minyak fuli Pala. Hasil pengamatan minyak asiri biji Pala dan fuli Pala pada gambar dan tabel sebagai berikut:



Gambar 2. Sampel Minyak asiri biji Pala pada lama penyulingan 3, 6 dan 9 jam.

Tabel 14 Hasil Warna dan Aroma minyak asiri biji Pala pada lama penyulingan 3, 6, dan 9 jam

Perlakuan	Gambar	Warna	Aroma
A1T1		Jernih	Khas biji Pala
A1T2		Jernih	Khas biji Pala
A1T3		Jernih	Khas biji Pala

Sedangkan hasil pengujian aroma minyak biji Pala dan minyak fuli Pala menunjukkan bahwa aroma dari minyak biji Pala serta minyak fuli Pala memiliki aroma sesuai dengan bahan-bahan sebelum dilakukan penyulingan. Aroma segar dan khas Pala dari minyak yang berasal dari biji Pala dan fuli Pala memiliki karakteristik masing-masing. Menurut Agus (2007) komponen kimia minyak asiri sangat kompleks, tetapi biasanya tidak melebihi 300 senyawa, yang menentukan aroma minyak asiri biasanya komponen

presentasinya tertinggi. Meskipun begitu, kehilangan satu komponen yang presentasinya sangat kecil memungkinkan terjadinya perubahan aroma yang berarti. Aroma khas minyak biji Pala maupun fuli, merupakan akibat dari kandungan beberapa komponen-komponen kimiawi yaitu *monoterpene hidrokarbon* ± 88 % dengan komponen-komponen utamanya *camphene* dan *pinene*, *myristicin*, *monoterpene alkohol* (diantaranya *geraniol*, *linalool*, *terpineol*), *eugenol*, *methyleugenol*. Minyak biji dan fuli Pala mempunyai komposisi kimia yang hampir sama, akan tetapi pada minyak fuli, terkandung kadar lebih tinggi senyawa *myristicin* (Yuliani dkk, 2012).

## KESIMPULAN

1. Hasil rendemen terbesar pada minyak asiri biji pala didapatkan pada penyulingan 9 jam sebesar 11%, pada perlakuan 6 jam menghasilkan rendemen 10 %, sedangkan yang terendah pada lama penyulingan biji pala 3 jam sebesar 8 %. Rendemen terbesar pada minyak asiri fuli pala didapatkan pada lama penyulingan 9 jam dengan hasil 19 %, pada perlakuan 6 jam memberikan hasil 17% dan terendah saat lama penyulingan 3 jam dengan hasil 13 %. Sehingga minyak asiri pada bagian fuli pala memberikan hasil terbanyak untuk rendemen minyak asiri pala untuk semua perlakuan lama penyulingan.
2. Berat jenis minyak asiri pala pada bagian biji memberikan hasil yang terbaik pada lama penyulingan 9 jam dengan hasil sebesar 0.900-0.901

gram, sedangkan nilai terendah berat jenis minyak asiri pala pada bagian biji saat lama penyulingan 3 jam dengan hasil sebesar 0.849 - 0.854 gram. Berat jenis minyak asiri fuli pala didapatkan hasil terbesar pada lama penyulingan 9 jam 0.881 - 0.882 gram, sedangkan hasil terendah pada lama penyulingan 3 jam dengan hasil 0.855 - 0.856 gram. Sehingga minyak asiri biji pala memberikan hasil yang lebih tinggi dari minyak asiri fuli pala untuk semua perlakuan lama penyulingan.

3. Hasil Indeks bias minyak asiri Pala pada bagian biji terbesar pada saat lama penyulingan 9 jam sebesar 1.481 (nD20), pada perlakuan 6 jam hasilnya 1.476 (nD20), hasil terendah pada lama penyulingan 3 jam yaitu 1.470 (nD20). Sedangkan indeks bias minyak asiri pala pada bagian fuli hasil terbesar pada lama penyulingan 9 jam yaitu 1.477 (nD20), perlakuan 6 jam hasilnya sebesar 1.475 (nD20), hasil terendah pada lama penyulingan 3 jam yaitu 1.470 (nD20). Sehingga didapatkan minyak asiri biji pala memberikan hasil indeks bias yang lebih tinggi dibandingkan minyak asiri fuli pala.
4. Nilai kelarutan dalam alkohol yang sesuai standar SNI No.06-2388-2006 tentang minyak asiri pala yaitu menggunakan alkohol pro analis 90 % perbandingan minyak asiri dan alkohol sebesar 1:3, sehingga didapatkan hasil minyak asiri yang sesuai dengan standar SNI No.06-2388-2006 terdapat pada minyak asiri

fuli pala pada lama penyulingan 3 jam.

5. Warna dan aroma minyak asiri biji pala dan fuli pala dengan perlakuan lama penyulingan 3, 6 dan 9 jam sudah sesuai dengan ketentuan mutu minyak asiri biji Pala (*nutmeg oil*) Standar Nasional Indonesia (SNI) No.06-2388-2006 dan (*mace oil*) *Essential Oil Association of USA* (EOA) No.182

### SARAN

1. Perlu dilakukan pengujian *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) untuk mengukur jenis dan kandungan senyawa dari bahan penelitian minyak asiri biji dan fuli Pala yang didapatkan dari daerah kebun Pala Mentosari, Desa Kalialang, Kecamatan Kalibawang, Kabupaten Wonosobo (Jawa Tengah).
2. Perlu dilakukan pengujian sisa penguapan (%), pengujian putaran optik dan pengujian kandungan Miristisin (%) sesuai dengan ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI) No.06-2388-2006 minyak biji Pala (*nutmeg oil*) dan ketentuan *Essential Oil Association of USA* (EOA) No.182 minyak asiri fuli Pala (*mace oil*).

### DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, Goeswin. H. 2007. *Teknologi Bahan Alam*. ITB. Bandung
- AOAC, (Association of Official Analytic Chemist). 2007. *Official Method Of Analysis of the association*. Washington DC. USA: Association Official Analysis Chemist.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. *SNI Minyak Pala*. BSN Jakarta.
- Ditjen Perkebunan. 2011. *Budidaya Tanaman Pala (Myristica fragrans Houtt)*. Direktorat Jenderal Perkebunan. Kementrian Pertanian.

- <https://ppid.pertanian.go.id/doc/1/Budidaya%20Pala.pdf> diakses tanggal 15 Desember 2022
- F Polli, Fahri. 2016. Penelitian Penyulingan Minyak Pala “SIAUW” Metode Uap Bertekanan dan Karakteristik Mutu Minyak Pala. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri* Vol 8 No.1. Balai Riset dan Standarisasi Industri Manado. Manado
- Guenther, Ernest. 1987. *Minyak Asiri* Jilid I. UI-Press. Jakarta
- Hakim, Luchman. 2015. *Rempah dan Herba Kebun Pekarangan Rumah Masyarakat: Keragaman, Sumber Fitofarmaka dan Wisata Kesehatan-Kebugaran*. Diandra Creative. Yogyakarta.
- Hidayati, Nur. Ilmawati, Hanifia. Sara, Efani. 2015. Penyulingan Minyak Biji Pala: Pengaruh Ukuran Bahan, Waktu dan Tekanan Penyulingan Terhadap Kualitas dan Rendemen Minyak. *Simposium Nasional RAPI XIV*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Jaya, Rachman. Ismail, M. Yusriana. Mirza, Iskandar. Mehran. Asis. A.Bakar, Basri. 2018. Analisis dan Mitigasi Risiko rantai Pasok Minyak Pala Kabupaten Aceh Selatan Menggunakan FMECA. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 29 (1). Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Kataren, S. 1985. *Pengantar Teknologi Minyak Asiri*. Balai Pustaka. Jakarta.
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kmia Analitik*. Universitas Indonesia. Jakarta
- Larasati, Anisa Gifita. Purba, Farida Fitriani. Kusuma, Irawan Wijaya. Kuspradini, R.R Harlinda. 2023. Sifat Fisiko-Kimia dan Aktivitas Antimikroba Minyak Atsiri Tumbuhan *Actinodaphne glomerata*. *Jurnal TEKNOTAN*. Vol 17, No. 2. Universitas Mulawarman Samarinda
- Lutony, T.L, dan Yeyet Rahmayati. 2002. *Produksi dan Perdagangan Minyak Atsiri*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nurdjanah, Nanan, 2007. *Teknologi Pengolahan Pala*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen. Departemen Pertanian
- Nur’assyfa, Atiqiya. Cahyono, Hari. Arbayanti, Rahma Dini. Sahaba, Muh Alsere Bardian. Wulandari, Nurviana. Wicaksono, Arie. Nurjanah. Asadatun, Abdullah. 2020. Karakterisasi Komponen Kimia dan Skrining Senyawa Fitokimia *Sargassum sp.* Dari Perairan Banten. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*.  
<https://www.researchgate.net/publication/359893475> diakses pada tanggal 5 oktober 2023
- Nugroho, Randu P, 2021. Variasi Bahan (Daun, Ranting, dan Kulit Buah) Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC.) Terhadap Rendemen Minyak Asiri Menggunakan Metode Destilasi Uap dan Air. Skripsi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian (INTAN) Yogyakarta. Yogyakarta
- Rahmi, Dwinnna, 2018. *Minyak Asiri Indonesia dan Peluang Pengembangannya*.  
<http://bbkk.kemenperin.go.id/page/bacaartikel.php?id=OSCDT7v3kbo42NmtwHDAEGAxVG96ARtA072jn2iwylQ> diakses tanggal 3 Desember 2022
- Rismunandar, 1987. *Budidaya dan Tata Niaga Pala*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Yuliani, Sri. Satuhu, Suyanti. 2012. *Panduan Lengkap Minyak Asiri*. Penebar Swadaya. Jakarta.