

Isolasi dan Identifikasi Komponen Kimia Minyak Asiri Daging Buah dan Fuli Berdasarkan Umur Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt)

Angreni B. Liunokas¹, Ferry F. Karwur²

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Soe, Kota Soe, Indonesia;

²Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Indonesia;

Riwayat artikel

Received : 11 Januari 2020

Revised : 18 Februari 2020

Accepted : 19 Februari 2020

Published : 24 Februari 2020

*Corresponding Author:

Angreni B. Liunokas,

STKIP Soe, Kota Soe,

Indonesia;

Email:

liunokasrenni@gmail.com

Abstrak: Pala (*Myristica fragrans* Houtt) sebagai bioreaktor hayati menghasilkan produk utama minyak asiri bernilai ekonomi tinggi yang tersebar pada bagian-bagian buahnya. Minyak asiri pala tersusun oleh kelompok besar terpenoid dan fenilpropanoid yang memiliki konsentrasi terkecil namun sebagai indikator mutu minyak pala. Penelitian tentang isolasi dan identifikasi komponen kimia minyak asiri daging buah dan fuli pala, telah dilaksanakan di Laboratorium CARC UKSW Salatiga dan Laboratorium Terpadu UII Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komponen kimia minyak asiri daging buah dan fuli pala berdasarkan tahapan perkembangan buah dan isolasi miristisin sebagai indikator dari kualitas minyak pala. Minyak asiri diperoleh dengan metode ekstraksi kemudian di analisis komponennya menggunakan Kromatografi Gas Spektrometri Massa (GC-MS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa komponen kimia terbesar dari minyak asiri daging buah pala secara berturut-turut yaitu tahap pertama miristisin 36.05% pada retensi 11.57 menit, tahap kedua dan keempat α -pinen 39.16%; 34.64% retensi 3.53 menit, tahap ketiga sabinen 33.88% pada retensi 3.99 menit. Sedangkan pada minyak fuli tahap pertama hingga keempat yaitu sabinen 38.72%; 37.51%; 36.24%; 28.93% pada waktu retensi 3.99. Berdasarkan analisis GC-MS menunjukkan bahwa komponen senyawa yang dominan pada daging buah dan fuli yaitu miristisin, sabinen, α -pinen, β -pinen yang berkontribusi bagi aroma khas pada pala. Hasil penelitian diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi penting dalam menghasilkan minyak asiri dengan kualitas baik dengan kandungan miristisin terbanyak.

Kata Kunci : *M. fragrans* Houtt; isolasi; daging buah, fuli, minyak asiri

Abstract: Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt) as a natural bioreactor produces the main product that is aetheric oil with a high economic value which is scattered on the parts of the fruit. Aetheric oil consists of a big group of terpenoid and phenylpropanoid which has the smallest concentration but functions as the indicator of nutmeg oil quality. The research about isolation and identification of chemical components of aetheric oil of pulp and mace has been conducted in CARC Laboratory of UKSW Salatiga and Integrated Laboratory of UII Yogyakarta. This current research aims at knowing the components of aetheric oil of nutmeg pulp and mace based on the development stages of the fruit and myristicin isolation as the indicator of the quality of nutmeg oil. Aetheric oil is formed by the extraction method. Then the components are analyzed by using Mass Spectrometry Gass Chromatography (GC-MS). The result of the research shows that respectively the biggest chemical component of aetheric oil consists of the first stage myristicin 36.05% on retention 11.57 minutes, second stage and fourth stage α -pinene 39.16%; 34.64% on retention 3.53 minutes, the third stage sabinene 33.88% on retention 3.99 minutes. Meanwhile on the mace oil, the first to the fourth stage is sabinene 38.72%; 37.51%; 36.24%; 28.93% on retention 3.99. Based on the analysis of GC-MS, it is shown that the most dominant compound components of pulp and mace are

myristicin, sabinene, α -pinene, and β -pinene which contribute to the typical scent of nutmeg. The result of the research is expected to be used as an important information source in resulting in aetheric oil with good quality with the most myristicin content.

Keywords: *Myristica fragrans* Houtt; isolation; pulp, mace, aetheric oil

Pendahuluan

Tanaman pala (*Myristica fragrans* Houtt) merupakan tanaman daerah tropis yang keras, dapat berumur hingga 100 tahun, tergolong dalam tanaman berumah dua (*dioecious*), namun ada yang berumah satu (*monoecious*), dan *hermaphodit* (Purseglove *et al.*, 1981; Soenarsih *et al.*, 2012). Pala termasuk familia *Myristicaceae* yang terdiri dari 18 genus dan 300 spesies (Krishnamoorthy dan Rema, 2000). Genus *Myristica* merupakan genus yang paling primitif dari familia *Myristicaceae* (Sinclair, 1958 dalam Arrijani, 2005).

Tanaman rempah asal Pulau Banda di Kepulauan Maluku ini telah terkenal mendunia selama berabad-abad karena memiliki sumber daya genetik terbesar selain Siau, Sangihe, Ternate, Ambon, Sulawesi Utara, dan Papua (Hadad, 1992; Arrijani, 2005; Dinar *et al.*, Balitro, 2015). Pala mengandung senyawa-senyawa umum (karbohidrat, protein, lemak struktural) dan mineral-mineral (kalium, potasium, magnesium dan fosfor), terutama minyak asiri yang bernilai ekonomis tinggi (Tainter dan Grenis, 1993; Al-Bataina *et al.*, 2003).

Kebutuhan minyak pala dunia hingga saat ini diperkirakan 85% berasal dari Indonesia yang dikenal minyak pala *East Indian* dan sisanya dipenuhi oleh negara lain seperti Grenada, India, Srilangka, Malaysia dan Papua New Guinea yang dikenal minyak pala *West Indian* (Sjahrul, 2008; Umasangaji *et al.*, 2012).

Sebagai 'bioreaktor hayati' semua bagian buah pala menghasilkan minyak asiri dengan konsentrasi berbeda, daging buah dapat menghasilkan rata-rata 7%, biji 16% dan fuli 15,30% (Gopalakrishnan, 1992). Daging buah pala sejauh ini dilaporkan hanya sebagian kecil yang dimanfaatkan sebagai bahan makanan tambahan seperti manisan pala, sirup dan selai, selain itu dibuang atau tidak dimanfaatkan (Djubaedah *et al.*, 1995; Suhirman *et al.*, Nurdjanah, 2007). Meskipun demikian daging buah berpotensi untuk menghasilkan minyak asiri skala industri. Fuli sebagai bagian penting dari pala yang menyelimuti biji berbentuk anyaman atau jala berwarna merah darah bernilai ekonomi tinggi yang menghasilkan minyak asiri dengan nama dagang *oil of mace*.

Minyak asiri pala umumnya dihasilkan dengan penyulingan uap dan ekstraksi superkritis, serta memiliki sifat yang tergantung pada umur buah, cuaca,

iklim dan tempat tumbuh (Guenther, 1952; Gopalakrishnan, 1992; Agusta, 2002). Minyak asiri bukanlah senyawa tunggal, tetapi tersusun dari beberapa komponen yang secara garis besar terdiri dari kelompok terpenoid dan fenilpropanoid, berdasarkan awal terjadinya minyak asiri dalam tanaman. Fenilpropanoid merupakan suatu kelompok penting dari metabolit sekunder tanaman dengan kerangka dasar terdiri dari cincin benzen (C6) yang terikat pada rantai samping propanoid (C3).

Fenilpropanoid diperlukan tanaman sebagai mekanisme pertahanan terhadap cekaman lingkungan biotik maupun abiotik dan bertugas sebagai pengatur berbagai proses fisiologis, seperti pigmentasi bunga dan buah, penyebaran benih melalui penyerbukan, transportasi auksin dan perlindungan UV B (Peer dan Murphy, 2007; Tanaka *et al.* 2008; Agati dan Tattini, 2010; Vogt, 2010). Senyawa ini penting bagi manusia karena memiliki aktivitas farmakologi, berperan dalam industri makanan dan minuman, sebagai bahan baku industri parfum, kosmetik dan aromaterapi (Wilfried *et al.*, 2008; Jaiswal *et al.*, 2009; Kyung *et al.*, 2012; Maorong *et al.*, 2013).

Golongan fenilpropanoid yang terdapat pada minyak asiri pala diantaranya miristisin, elemisin, safrol, eugenol, metil eugenol, dan *trans*-metil isoeugenol memiliki konsentrasi terendah bila dibandingkan dengan golongan senyawa monoterpen dan sesquiterpen dalam minyak asiri pala (Mallavarapu dan Ramesh, 1998; Leela, 2008).

Miristisin merupakan senyawa utama dalam minyak asiri yang menentukan mutu minyak. Konsentrasi miristisin dalam minyak pala bervariasi tergantung asal buah, teknik ekstraksi, dan bagian buah yang digunakan (Ehlers *et al.*, 1998; Maya *et al.*, 2004; Ansory *et al.*, 2015). Penelitian tentang komponen senyawa dengan konsentrasinya pada pala, minyak pala dan minyak fuli telah banyak dilakukan dikarenakan pemanfaatannya dalam bidang farmakologi (Purseglove *et al.*, 1981; Suprihatin *et al.*, 2002; Jaiswal *et al.*, 2009; Adjene *et al.*, 2010; Asgarpanah *et al.*, 2012), bahan baku industri kosmetik dan industri makanan serta minuman (Kapelle *et al.*, 2010), untuk karakteristik morfoekotipe dan analisis proksimatpun sudah dilakukan (Ilyas *et al.*, 2006). Sedangkan isolasi dan identifikasi komponen kimia minyak asiri berdasarkan tahapan perkembangan buah

belum dilakukan, sehingga peneliti melakukan penelitian tentang isolasi dan identifikasi komponen kimia minyak asiri daging buah dan fuli pala. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui komponen kimia minyak asiri daging buah dan fuli pala berdasarkan tahapan perkembangan buah dan isolasi miristisin sebagai indikator dari kualitas minyak pala.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai November 2017 di Laboratorium CARC Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga dan Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Penelitian dilakukan dalam empat tahap yaitu persiapan sampel, isolasi minyak asiri dan penentuan komponen kimia minyak asiri yang dihasilkan dan isolasi miristisin.

Persiapan sampel

Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt) diambil dari Kursus Pertanian Taman Tani (KPTT) salatiga, Jawa Tengah. Buah yang masih segar dicuci bersih, secara visual buah dikelompokkan berdasarkan warna kulit buah, dan diukur dengan menggunakan standar *Munsell color system* dan dalam setiap kelompok diukur diameternya menggunakan jangka sorong dan menentukan rata-rata diameter buah. Diameter yang diukur adalah mengambil jarak terpendek buah (bukan panjang buah). Setiap buah kemudian dibelah mengikuti alur pembelahan menjadi dua bagian tanpa melukai fuli dan biji. Setelah dibelah, buah dikelompokkan lagi berdasarkan warna kulit, diameter, warna fuli dan warna tempurung. Daging buah dan fuli kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk memperoleh berat basah biji dan kemudian daging buah dan fuli dimasukkan ke dalam oven untuk dikeringkan dengan suhu 105°C sesuai standar ISTA 2006 (ISTA, 2006; ISTA, 2010). Sampel-sampel ini kemudian ditimbang pada interval waktu selama 3 jam hingga mencapai berat konstan. Data pengukuran dibuat pemodelan dengan menggunakan Program Origin Pro 2016, dengan pola pertumbuhan sigmoid. Pada bagian lain buah pala segar yang sudah dipisahkan berdasarkan indikator pengelompokan dibelah dan dipisahkan antara daging buah, fuli dan biji. Kemudian bagian daging buah dikuliti, diris tipis dan digerus menggunakan mortal dan Nitrogen cair agar didapatkan serbuk yang tidak mengalami oksidasi, demikian pula dengan fuli.

Isolasi Minyak Asiri

Pada tahap Isolasi minyak asiri ini digunakan metode yang berbeda dari yang umumnya dilakukan,

metode ini diadopsi dari metode ekstraksi oleh Jingjing Jin, *et al.*, (2015) yang melakukan ekstraksi minyak asiri pada ylang-ylang (*Cananga odorata* Var. *frutiosa*) yang dimodifikasi sesuai kebutuhan.

Daging buah dari masing masing ukuran diameter dan warna kulit buah kemudian di ambil untuk dihaluskan dengan menggunakan mortal dan N₂ cair hingga mendapatkan serbuk atau simplisia dari daging buah pala dan fuli. Kemudian simplisia tadi ditimbang sebanyak 10mg dan disimpan didalam tabung eppendorf kemudian ditambahkan etil asetat sebanyak 20 ml dan ditambahkan kamper sebanyak 200µg. Larutan ini kemudian di vortex dan diinkubasi pada shaker horizontal dengan kecepatan 50 rpm selama 2 jam. Setelah di shaker, larutan ini di sentrifugasi selama 10 menit, suhu 4°C, pada 1300g/rcf. Hasil setrifugasi ini membentuk lapisan/layer etil asetat dan simplisia pada bagian bawah, dapat terlihat dengan jelas. Hasil ini kemudian diambil bagian atasnya dan dipindahkan ke tabung eppendorf yang baru lalu ditambahkan 3gr Na₂SO₄ anhidrat untuk menghilangkan air, kemudian di sentrifugasi. Minyak asiri yang dihasilkan kemudian diukur jumlah volumenya dan disimpan pada botol sampel minyak asiri untuk dianalisis komposisi kimianya.

Analisis Komponen Minyak Asiri

Komponen minyak asiri ditentukan menggunakan metode GC-MS (*Gas Chromatography –Mass Spectrometry*) dengan kondisi oprasional suhu 60-250°C, Tekanan 12.7 kPa, *Column Flow* 1.39 mL/min, dan Volume injek 0.10 µl.

Hasil dan Pembahasan

Penentuan Umur Buah Pala

Jangka waktu pertumbuhan buah pala dari mulai penyerbukan hingga masak panen tidak lebih dari 9 bulan (7-8 bulan). Penyerbukan dilakukan oleh serangga vector yang berukuran kecil dengan jarak terbang terjauh 15 m (Rismunandar, 1992; Purwiyanti *et al.*, 2018). Umur buah pala yang digunakan dalam penelitian ini tidak dilihat dari sejak penyerbukan dan pembentukan bunga pala namun dengan teknik pengelompokan awal secara fisik berdasarkan warna kulit buah paling muda hingga paling tua, pengukuran diameter, identifikasi warna, berat basah dan berat kering daging buah dan fuli, karena parameter inilah yang dapat dipakai untuk dapat menentukan umur buah dengan akurat. Dari parameter diperoleh rata-rata yang dibagi menjadi 9 kelompok yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata hasil pengukuran dan identifikasi warna daging buah dan fuli.

Kelompok	Diameter Buah (cm)	Rata-rata Hasil Pengukuran Daging Buah dan Fuli									
		Daging Buah					Fuli				
		Warna			Berat basah (gr)	Berat kering (gr)	Warna			Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)
		Hue	Chroma	Value			Hue	Chroma	Value		
I	2.81	5GY	8	6	13.51	12.52	5Y	2	8	0.86	0.52
II	3.18	5GY	10	7	26.47	25.44	5Y	3	8	1.12	0.82
III	3.90	2.5GY	10	7	33.03	32.13	2.5Y	4	8	1.45	0.97
IV	4.06	2.5GY	10	8	37.93	36.93	10YR	6	8	1.58	0.99
V	4.40	10Y	12	7	47.06	45.76	10YR	8	8	1.74	1.32
VI	4.44	10Y	12	8	48.05	46.75	7.5YR	7	6	1.99	1.44
VII	4.61	10Y	12	8.5	54.65	53.25	5YR	8	5	2.33	1.83
VIII	4.73	7.5Y	10	8	59.87	57.27	2.5YR	4	7	2.56	2.06
IX	4.83	7.5Y	12	8.5	63.09	61.19	10R	6	4	2.73	2.11

Hasil pengelompokan yang dilakukan berdasarkan pada ukuran diameter, warna daging dan fuli, berat basah, dan berat kering menunjukkan bahwa kelompok I merupakan kelompok yang memiliki ukuran diameter buah terkecil dengan rata-rata 2.81 cm, berat basah daging buah 13.51gr; berat kering 12.52gr; berat basah fuli 0.86gr; berat keringnya 0.52gr dan warna daging buah (*Hue* 5GY, *Chroma* 8, *Value* 6), warna fuli (*Hue* 5Y, *Chroma* 2, *Value* 8) kelompok ini dijadikan kelompok yang mewakili umur pala termuda karena sudah dapat dipisahkan bagian-bagian dari buah yaitu daging buah, fuli dan biji. Sedangkan kelompok II memiliki rata-rata diameter 3.18 cm, berat basah daging buah dan fuli berturut-turut 26.47gr, 1.12gr, berat kering 25.44gr, 0.82gr; warna sama *Hue* 5GY, *Chroma* 8/10, *Value* 6/7) dengan kelompok I sehingga dianggap sama dan dijadikan satu kelompok.

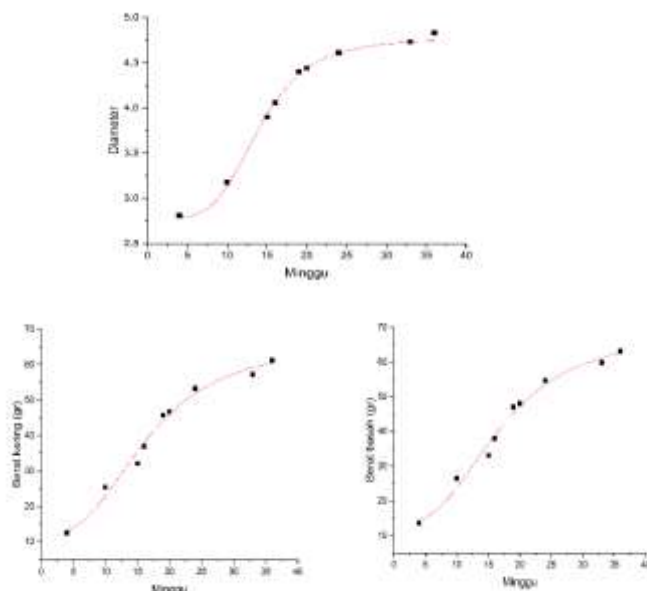
Pada kelompok III dan Kelompok IV rata-rata diameter tidak terlalu jauh berbeda yaitu 3.90gr dan 4.06gr, warna daging buah yang dihasilkan pun sama (*Hue* 2.5GY, *Chroma* 10, *Value* 7/8) sehingga dianggap sama dan dijadikan satu kelompok menjadi kelompok umur 2. Pada kelompok V dan VI rata-rata diameter, berat basah dan berat kering daging buah dan fuli tidak jauh berbeda 4.40gr dan 4.44gr; 47.06gr, 48.05gr; 1.74gr, 1.99gr sehingga dikelompokkan menjadi satu kelompok. Untuk kelompok VII merupakan kelompok yang berbeda

baik itu kelompok sebelum dan sesudahnya sehingga dijadikan kelompok tersendiri.

Kelompok VII dan IX dijadikan satu kelompok dengan melihat rata-rata diameter, berat basah dan berat kering yang hampir sama. Kelompok IX merupakan kelompok yang memiliki ukuran diameter terbesar dengan rata-rata 4.83 cm, berat basah daging buah 63.09gr; berat keringnya 61.19gr; berat basah fuli 2.73gr; berat kering 2.11gr dan warna daging buah (*Hue* 7.5GY, *Chroma* 12, *Value* 8.5), warna fuli (*Hue* 10R, *Chroma* 6, *Value* 4).

Dalam penentuan tingkat kemasakan buah berdasarkan warna buah, maka sifat pewarnaan dari buah muda sampai buah masak dari jenis yang ditangani harus dikenal. Pada umumnya perubahan warna buah terjadi dari warna hijau pada buah yang belum masak ke kuning dari warna hijau gelap dan bersamaan dengan ini terjadi pengerasan daging buah (Willan, 1985 dalam Naning *et al.*, 2006). Pada kasus ini kelompok IX sudah termasuk dalam kategori buah yang masak dengan warna kulit buah (*Hue* 10R, *Chroma* 6, *Value* 4) namun belum mengalami matang pohon, atau belum terbelah seperti pada umumnya terjadi pada buah pala yang matang.

Berdasarkan pengukuran diameter buah, berat kering dan berat basah dalam pengelompokkan ini dapat membentuk grafik pertumbuhan model Sigmoid Logistik dengan persamaan $y = A2 + (A1 - A2) / (1 + (\frac{x}{x0})^p)$ dimana y adalah diameter, berat basah dan berat kering $A1$ diameter; berat maksimum, $A2$ adalah waktu selama pertumbuhan, $x0$ waktu saat mencapai pertumbuhan maksimal atau masak, p konstanta yang menentukan kelengkungan pola pertumbuhan, disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Pertumbuhan buah pala berdasarkan pengukuran diameter, berat basah dan berat kering.

Persamaan matematis grafik diameter, berat basah dan berat kering:

$$y = 4.77 \pm 0.07 + (2.77 - 4.77 \pm 0.07) / (1 + (\frac{x}{14.00 \pm 0.55})^{4.43 \pm 0.74})$$

Berdasarkan persamaan ini, dapat dilihat bahwa pertumbuhan buah pala melalui pengukuran diameter buah, berat basah dan berat kering menunjukkan fase logaritmik, dimana ukuran buah bertambah secara eksponensial sejalan dengan waktu, dan laju pertumbuhan yang lambat pada awal namun terus mengalami peningkatan. Pertumbuhan buah pala memasuki fase linear pada minggu ke 25 hingga 35 yang ditunjukkan oleh kemiringan yang konstan pada kurva, sehingga dapat diartikan bahwa pada rentan waktu tersebut buah pala mengalami kematangan dan mulai menua. Berdasarkan pengukuran ini maka buah pala dikelompokkan menjadi empat tahapan perkembangannya yaitu buah pala yang berumur 4 minggu (tahap 1), 16 minggu (tahap 2), 25 minggu (tahap 3) dan 35 minggu (tahap 4). Pengelompokan ini juga berdasarkan pada warna fuli.

Minyak Daging Buah dan Fuli

Minyak asiri hasil isolasi daging buah dan fuli berdasarkan perkembangan buah secara visual menunjukkan bahwa minyak daging buah dari semua perlakuan tidak berwarna sampai berwarna kuning muda, sedangkan minyak fuli berwarna kuning hingga merah. Kedua jenis minyak asiri ini memiliki bau tajam khas minyak pala dan beraroma rempah, sehingga memenuhi salah satu syarat mutu minyak pala berdasarkan standar Badan Standarisasi Nasional (BSN) No. 2388-2006 (Gambar 2) yaitu berwarna jernih-kuning muda (BSN, 2006).



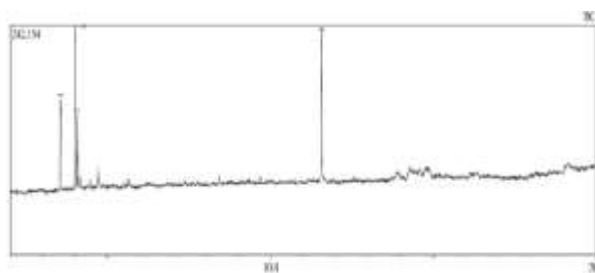
Gambar 2. Minyak asiri daging buah dan fuli hasil isolasi

Isolasi minyak asiri menggunakan metode ekstraksi ini menghasilkan minyak dengan konsentrasi banyak dan tidak lagi tercampur dengan air, berbeda dengan menggunakan distilasi uap yang menghasilkan minyak yang masih tercampur air. Hal ini dipertegas oleh Agusta (2000) yang menyatakan bahwa sifat minyak asiri

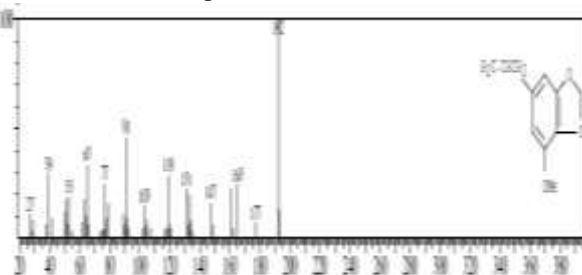
dan konsentrasinya dipengaruhi oleh jenis tanaman penghasil, umur buah, mutu biji dan fuli serta metode penyulingan.

Komponen Kimia Minyak Daging Buah dan Fuli

Komponen penyusun minyak daging buah dan fuli pala hampir sama namun berbeda persentasenya. Untuk mengetahui komponen kimia minyak daging buah dan fuli pala dilakukan analisis menggunakan metode GC-MS. Prinsip dari GC-MS adalah pemisahan komponen-komponen dalam campuran dengan kromatografi gas dan tiap komponen dapat dibuat spektrum massa dengan ketelitian yang lebih tinggi. Hasil pemisahan dengan kromatografi gas dihasilkan kromatogram sedangkan hasil pemeriksaan spektrometri massa masing-masing senyawa disebut spektrum. Hasil yang diperoleh untuk daging buah Pala tahap pertama ditunjukkan pada Gambar 3.

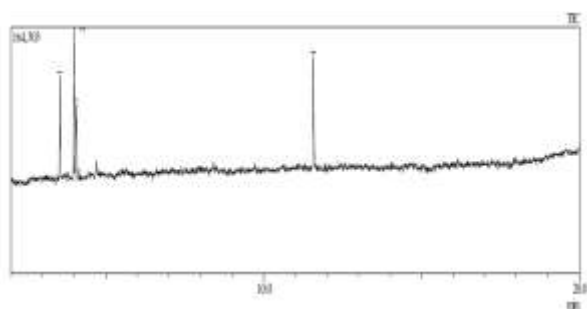


Gambar 3. Kromatogram GC minyak daging buah pala hasil isolasi tahap 1



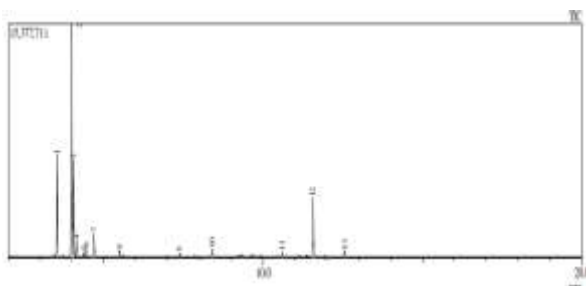
Gambar 4. Spektrum Massa Miristisin

Gambar 3 menunjukkan bahwa hasil analisis GC-MS minyak daging buah pala tahap 1 yang diperoleh melalui ekstraksi terlihat beberapa puncak yang dominan atau memiliki kadar cukup tinggi adalah puncak kedua diikuti keempat, pertama dan ketiga pada kromatogram GC gambar 2 yaitu miristisin dengan kadar 36.05% pada waktu retensi 11.574 menit, sabinen dengan kadar 31.82% retensi 3.997 menit, α -pinen dengan kadar 16.66% retensi 3.545 menit dan β -pinen dengan kadar 15.46% retensi 4.062 menit.



Gambar 5. Kromatogram GC minyak daging buah pala hasil isolasi tahap 3

Gambar 5 menunjukkan bahwa hasil analisis GC-MS minyak daging buah pala tahap 3 terlihat beberapa puncak dominan secara berturut-turut yaitu sabinen sebesar dengan kadar 33.88% pada waktu retensi 3.998 menit diikuti miristisin dengan kadar 26.40% pada waktu retensi 11.575 menit, α -Pinen, dengan kadar 21.37% retensi 3.546 menit dan β -Pinen 18.36% retensi 4.063 menit.



Gambar 6. Kromatogram GC minyak fuli hasil isolasi tahap 1 dan 3

Gambar ini menunjukkan bahwa hasil analisis GC-MS minyak fuli tahap 1 yang diperoleh terlihat 13 puncak dominan atau memiliki kadar cukup tinggi 38.72% sabinen, 16.46% α -Pinen, 15.81% β -Pinen dan 13.29% miristisin pada waktu retensi 11.57 menit, lebih lengkap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Senyawa-senyawa dalam minyak daging buah dan fuli yang teridentifikasi menggunakan GC-MS pada tahap 1 sampai tahap 4

Puncak Ke-	Nama Senyawa	Formula	CAS	Waktu retensi (menit)	Titik didih ($^{\circ}$ C) pada 760 mmHg	Berat molekul (g/mol)
1	α -pinen	$C_{10}H_{16}$	80-56-8	3.542	154-156	136
2	α -ocimen	$C_{10}H_{16}$	6874-10-8	3.583	176-178	136
3	β -phellandren	$C_{10}H_{16}$	555-10-2	3.992	171-172	136

4	Sabinen	$C_{10}H_{16}$	3387-41-5	3.998	171-172	136
5	β -pinen	$C_{10}H_{16}$	127-91-3	4.062	163-166	136
6	β -Mircen	$C_{10}H_{16}$	123-35-3	4.152	166	136
7	α -Phellandren	$C_{10}H_{16}$	99-83-2	4.373	171-172	136
8	β -Osimen	$C_{10}H_{16}$	3779-61-1	4.457	173	136
9	Limonen	$C_{10}H_{16}$	5989-54-8	4.694	176	136
10	α -Terpinolen	$C_{10}H_{16}$	586-62-9	5.512	220	136
11	Linalil asetat	$C_{12}H_{20}O_2$	115-95-7	4.067	220	196.29
12	4-Terpenil asetat	$C_{12}H_{18}O_2$	4821-04-9	7.383	220	196
13	Safrol	$C_{12}H_{10}O_2$	94-59-7	8.409	232	162
14	Isoeugenol	$C_{12}H_{12}O_2$	97-54-1	10.610	254	164
15	Croweasin	$C_{11}H_{12}O_3$	484-34-4	11.567	289	192.214
16	<i>t</i> -isomiristisin	$C_{11}H_{12}O_3$	18312-21-5	11.575	289,34	192.214
17	<i>c</i> -isomiristisin	$C_{11}H_{12}O_3$	18312-21-5	11.576	289,34	192.214
18	Miristisin	$C_{11}H_{12}O_3$	607-91-0	11.583	276.5	192

Kadar Miristisin Minyak Asiri Daging Buah dan Fuli

Miristisin merupakan senyawa organik yang ada dalam minyak asiri dari daging buah pala, yang termasuk golongan fenilpropanoid atau aromatik eter dan menjadi ciri khas minyak pala. Rumus molekul miristisin adalah $C_{11}H_{12}O_3$ dengan titik didih 276.5° C dan berat molekul 192 g/mol. Menurut standar Nasional Indonesia (SNI 06-2388-2006), syarat kadar miristisin dalam minyak pala minimum 10%. Dari hasil yang diperoleh untuk semua perlakuan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Kandungan miristisin pada daging buah dan fuli pala dari tiap tahapan perkembangan buah disajikan dalam Tabel 3. Dari keempat tahap umur buah kadar miristisin yang diperoleh dari daging buah lebih tinggi dari standar minimum miristisin.

Tabel 3. Kandungan Miristisin dalam minyak pala

Bagian Buah Pala	Kandungan Miristisin (%)			
	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
Daging Buah	36.05	32.29	26.40	22.30
Fuli	13.29	13.60	17.54	17.04

Berdasarkan hasil GC-MS sampel minyak pala dari penelitian ini diperoleh kadar miristisin tertinggi ada

pada daging buah, bila dibandingkan dengan fuli dan biji yaitu 36.05% pada tahap 1, 32.29% pada tahap 2, 26.40% tahap 3 dan 22.30% pada tahap 4, sehingga bila ingin mendapatkan kadar miristisin tertinggi dari minyak pala sebaiknya di ekstraksi dari daging buah pala yang masih muda atau yang diperkirakan sekitar berumur 2 hingga 3 bulan. Sedangkan untuk fuli yang masih muda kadar miristisin rendah namun akan terus mengalami peningkatan saat mulai menua, sehingga untuk memperoleh miristisin tertinggi dari fuli sebaiknya diisolasi dari buah yang sudah tua. Daging buah pala merupakan bagian terbanyak dari buah pala sehingga sangat berpotensi untuk menghasilkan minyak asiri terbaik.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil GC-MS terdapat 18 komponen senyawa yang teridentifikasi dalam minyak daging buah pala dan fuli dari hasil penelitian. Kadar Miristisin tertinggi ditemukan pada daging buah dengan komposisi adalah 36.05%; 32.29%; 26.40% dan 22.30%. Kadar miristisin minyak asiri daging buah lebih tinggi dibandingkan dengan minyak asiri fuli sebagai senyawa yang khas dan menjadi indikator dalam karakteristik aroma dari produk minyak yang bersumber dari pala.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Magister Biologi Universitas Kristen Satya Wacana yang telah memfasilitasi penelitian ini sehingga dapat dilaksanakan sesuai waktu dan tahapan kerja yang telah direncanakan.

Daftar Pustaka

- Adjene, J.O and Patrick S. Igbigbi. (2010). Effect of Chronic Consumption of Nutmeg on the Stomach of Adult Wistar Rats. *Fooyin Journal of Health Sciences*. 2 (2): 62-65. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877860710600173>
- Agati, G and Tattini, M. (2010). Multiple Functional Roles of Flavonoids in Photoprotection. *New Phytol*. 186: 786-793. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20569414>
- Agusta, A. (2002). Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia. ITB, Bandung. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=182441>
- Al-Bataina, B.A., Maslat, A.O., Al-Kofahi, M.M. (2003). Element analysis and Biological Studies on Ten Oriental Spices Using XRF and Ames Test. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 17(2):85-90. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14531636>
- Ansory, H.M., Hardjono, S., Bambang, P. (2015). Comparison of Essential Oils Quality from Parts of Nutmeg Based on Myristicin Level. *Jurnal Farmasi Indonesia*. 12(2):127-136. <http://farmasiindonesia.setiabudi.ac.id/>
- Arrijani. (2005). Biologi dan Konservasi Marga *Myristica* di Indonesia: Review. *Biodiversitas*. 6(2):147-151. <http://biodiversitas.mipa.uns.ac.id/D/D0602/D060216.pdf>
- Asgarpanah, J and Kazemivash, N. (2012). Phytochemistry and Pharmacologica Properties of *Myristica fragrans* Houtt: A Review. *African Journal of Biotechnology*. 11 (65):12787-12793. https://www.researchgate.net/publication/235672070_Phytochemistry_and_pharmacologic_properties_of_Myristica_fragrans_Hoyutt_A_review
- Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro). (2015). Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 26(1). <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/bulitro/issue/view/666>
- BSN. (2006). SNI Minyak Pala. Indonesia. Badan Standarisasi Nasional. <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/7177>
- Bustaman, S. (2008). Prospek Pengembangan Minyak pala Banda Sebagai Komoditas Ekspor Maluku Litbang Pertanian. 27 (3): 93-98. <http://203.190.37.42/publikasi/p3273083.pdf>
- Chairul & Sri Budi Sulianti. (2000). Minyak Asiri Pala Wegio (*Myristica fatua* L) dan Pala (*Myristica fragrans* L) dengan GC-MS. Proseding dalam Seminar Hari Cinta Puspa dan Satwa Nasional, 5 November 2000, Bogor. <http://lipi.go.id/publikasi/>
- Dinar L., Atris S & M, Affan Fajar F. (2013). Kajian Standar Nasional Indonesia Biji Pala (*Study on National Indonesian Standard of Nutmeg*). *Jurnal Standardisasi*. 15(2):83-90. <http://index.php/standardisasi/article/download/111/pdf+&cd=2&hl=id&ct=clnk&gl=id>
- Djubaedah E., T. d. (1995). Pengaruh Perlakuan Daging Buah Pala Tua (*Myristica fragrans* Houtt)

- Terhadap Mutu Sirup yang Dihasilkannya. *Warta IHP*, 12 (1-2): 25-29.
DOI: <http://dx.doi.org/10.32765/warta%20ihp.v12i1-2.2417>
- Ehlers, D., kirchhoff, J., Gerrard, D., and Quirin, K.W. (1998). High Performance Liquid Chromatography Analysis of Nutmeg and Mace Oils Produced by Super Critical CO₂ Extraction-Comparison With Steam Distilled Oils-Comparison of East India, West Indian and Papuan Oils. *International Journal of Food Science and Technology*. 33(3):215-223. doi: [10.1046/j.1365-2621.1998.00172.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.1998.00172.x)
- Guenther, E. (1952). *The Essential Oils Vol II, III and V*. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jps.3030410817>
- Gopalakrishnan, M. (1992). Chemical Composition of Nutmeg and Mace. *Journal of Spices and Aromatic Crops*. 1:49-54 (3).
<https://pdfs.semanticscholar.org/0792/e0987b2ad23d4da08c6a658e2bb281dac807.pdf>
- Hadad, E.A. (1991). Keragaman Pertanaman Cengkeh di Propinsi Sulawesi Utara. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 6(2): 61-68.
<http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/butro/article/view/6686>
- Ilyas M, MR Uluputty, Sandra AA, Memen S. (2008). Karakteristik Morfoekotipe dan Proksimat Pala Banda (*Myristica fragrans* Houtt). *Bul. Agron.*(36),2:146-152.
https://www.researchgate.net/publication/277827843_Karakterisasi_Morfoekotipe_dan_Proksimat_Pala_Banda_Myristica_fragrans_Houtt
- ISTA (International Seed Testing Association). (2006). *International Rules for Seed Testing, Rules Editionn 2006*. The International Seed Testing Association. Bassersdorf. SH-Switzerland.
- ISTA (International Seed Testing Association). (2010). *International Rules for Seed Testing, Rules Editionn 2006*. The International Seed Testing Association. Bassersdorf. SH-Switzerland.
- Jaiswal P., Pradeep Kumar., Vinay K. S., Dinesh K. S. (2009). Biological Effects of *Myristica fragrans*. *Annual Review of Bimedical Sciences*. 11, 21-29.
https://www.researchgate.net/publication/260386780_Biological_Effects_of_Myristica_fragrans
- Jingjin Jin, Mi J.K., Savitha D., J.G. Tjhang, Jun-Lin Y., L. Wong, R. Sarojam, Nam-Hai C., and In-Cheong J. (2015). The Floral transcriptome of ylang-ylang (*Cananga odorata* Var. *frutiosa*) uncovers biosynthetic pathways for volatile organic compounds and a multifunctional and novel sesquiterpene synthase. *Journal of Experimental Botany*. 66 (13) : 3959-3975.
<https://academic.oup.com/jxb/article/66/13/3959/515808>
- Kapelle, I. B. D. & Marsela S. L. (2014). Trymiristin Isolation from Nutmeg and Synthesis of Methylster Using Heterogen Catalyst. *J. Ind Chem Res.*, 2: 160-165.
<https://onesearch.id/Record/IOS4760.article-89>
- Krishnamoorthy, B & J. Rema. (2000). Nutmeg and Mace. *Handbook of Herbs and Spices*. Indian Institute of Spesies Research, Kerala. Woodhead Publishing Limited. Cambridge England. 238-248.
<https://books.google.co.id/books?id=>
- Latha, P.G., Sindhu, P.G., Suja, S.R., Geetha, B.S., Pushpangdan, P., and Rajasekharan, S. (2005). Pharmacology and Chemistry of *Myristica fragrans* Houtt. A Review. *Journal of Spesies and Aromatic Crops* 14(2), 94-101
<https://books.google.co.id/books?id=bGJIVrdqVTsC&pg=PA187&lpg=PA187&dq=nepage&q=Latha%2C%20P.G.>
- Leela, N.K. (2008). Nutmeg and Mace. CABI International. London, UK bby Biddles Ltd.
file:///C:/Users/DELL/Downloads/Documents/Chemistry_of_Spices.pdf
- Mallavarapu, G.R and Ramesh, S. (1998). Composition of essential oils of nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) accessions. *Journal of Spices and Aromatic Crops*. 13(2):135-139.
<file:///C:/Users/DELL/Downloads/Documents/Vol.-XIII-No.2-135-139.pdf>
- Maya, K.M., John Zachariah, T., and Krishnamurthy. (2004). Chemical Composition of Essential Oil of Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt) Accessions. *Journal of Spices and Aromatic Crops*.13(2):135-139.
<https://naturalingredient.org/wp/wp-content/uploads/Vol.-XIII-No.2-135-139.pdf>
- Naning Yuniarti, Rina K., Danu dan Nurmawati S. (2016). Mutu Fisik, Fisiologi dan Kandungan Biokimia Benih *Trema* Berdasarkan Tingkat

- Kemasakan Buah. *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan*. 4 (2): 53-65.
<http://oaji.net/articles/2017/5000-1496125157.pdf>
- Nurdjanah, N. (2007). *Teknologi Pengolahan Pala*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
http://pascapanen.litbang.pertanian.go.id/perpustakaan/repository/juknis_pala.pdf
- Peer, W.A and Murphy, A.S. (2007). Flavonoids and Auxin Transport: Modulator Regulator. *Trends Plant Sci*. 12: 556-563.
https://www.researchgate.net/publication/5652036_Peer_WA_Murphy_AS_Flavonoids_and_auxin_transport_modulators_or_regulators_Trends_Plant_Sci_12_556-563
- Purseglove, J.W., E.G. Brown, S.L. Green & S.R.J. Robbins. (1995). *Spices*. Longmans, New York, 175-228.
<https://www.google.com/search?ei=a01PXv6xA8Oa4->
- Purwiyanti, S., Sudarsono, Yudiwanti E. EK. & oti R. (2018). Posisi Pendorong Serbuk Sari dan Iklim yang berpengaruh Terhadap Produksi Buah Pala. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat* (29), 1:47-58.
<http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/buletin/article/download/9099/8202+&cd=1&hl=id&ct=clnk&gl=id>
- Rismunandar (1992). *Budidaya dan tata Niaga Pala*. Jakarta: Penebar Swadaya. ISBN : 979-803188-1.
<https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=651341>
- Sjahrul Bustaman. (2008). *Prospek Pengembangan Minyak Pala Banda Sebagai Komoditas Ekspor Maluku*. Litbang Pertanian. 27(3):93-98.
http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/databaseun/asset_databaseun/Penerbitan-20160906094523.pdf+&cd=2&hl=id&ct=clnk&gl=id
- Soenarsih S.DAS., Sudarsono S., H.M.H Bintoro D. & Yudiwanti W.E.K. (2012). Keragaman Spesies Pala (*Myristica* Spp.) Maluku Utara Berdasarkan Penanda Morfologi dan Agronomi. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*.18:1
<http://dx.doi.org/10.21082/littri.v18n1.2012.1%20-%209>
- Suhrman S., H.E. (2006). Pengaruh Penghilangan Tannin dari Jenis Pala Terhadap Sari Buah Pala. *Bul. Litro*., 17:39-52.
<http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/buletin/article/view/1950/5439>
- Suprihatin., S. Ketaren., S. Nyudiwaluyo & A. Friyadi. (2002). Isolasi Miristisin dari Minyak Pala (*Myristica fragrans*) dengan Metode Penyulingan Uap. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*.17(1):23-28.
<https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/4212/2863+&cd=1&hl=id&ct=clnk&gl=id>
- Tainter, R.D & Grenis, T.A. (1993). *Spices and Seasonings Food Science and Technology*. VCH Publishers, New York, p.226.
<https://books.google.co.id/books?id=bGJIVrdqVTsC&pg=PA341&lpg=PA341&dq=Spices>
- Tanaka Y., Sasaki, N & Akemi, O. (2008). Biosynthesis of Plant Pigments: Anthocyanins Betalains and Carotenoids. *Plant J*. 54: 733-749.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-3113X.2008.03447.x>
- Umasangaji, A., Johan A. Patty. & A.A. Rumakamar. (2012). Kerusakan Tanaman Pala Akibat Serangan Hama Penggerek Batang (*Batocera Hercules*). *Jurnal Agrologia*. 1(2): 163-169.
<http://dx.doi.org/10.30598/a.v1i2.292>
- Vogt, T. (2010). Phenylpropanoid Biosynthesis. *Mol. Plant*.3:2-20.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20035037>