

ANALYSIS OF THE LEVELS OF EUGENOL IN CLOVE LEAF OIL (*Syzigium aromaticum*) AFTER WATER WAS DISTILLED USING GAS CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETRY METHOD

Lilis Tuslinah, Ade Yeni Aprillia*, Lusi Nurdianti, Indra, Devita Septiani

Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas BTH Tasikmalaya
Jl. Cilolohan No. 36, Kec. Tawang, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat 46115 Indonesia

*Corresponding author: Ade Yeni Aprillia (adeyeni@universitas-bth.ac.id)

ARTICLE HISTORY

Received: 22 May 2023

Revised: 24 July 2023

Accepted: 28 July 2023

Abstract

Because clove leaves contain eugenol, a substance that has a medicinal impact on health, their use has not been optimal. This study uses the GC-MS technique to compare the essential oil components of young and old clove (*Syzigium aromaticum*) leaves. The extraction of essential oil from young and old clove leaves was carried out using steam distillation. The essential oil yield in young leaves yielded 0.575%, and old leaves lost 0.625%. The levels of eugenol compounds in young leaves were 79.98%, while they were 84.86% in old leaves, and the levels of caryophyllene compounds in young leaves were 14.18%, while they were 13.18% in old leaves. Examine young and old leaves, which are yellow and have a characteristic clove odor, to determine the purity of the essential oils. Young and old leaves have the same refractive index value, 1.534, and essential oils are 70% and 1:2 solubilized in ethanol, respectively. Oil had a specific gravity of 1.037 g/mL in young leaves and 1.035 g/mL in mature leaves. The standards of SNI 06-2387-2006 are met by the quality test of the essential oil quality in young and old clove leaves (*Syzigium aromaticum*).

Keywords: clove leaves, essential oil, eugenol, GC-MS

ANALISIS KADAR EUGENOL DAUN CENGKEH (*Syzigium aromaticum*) HASIL DESTILASI UAP AIR MENGGUNAKAN METODE KROMATOGRAFI GAS-SPEKTROMETRI MASSA

Abstrak

Pemanfaatan daun cengkeh belum digunakan secara optimal karena pada daun cengkeh mengandung Eugenol, senyawa ini yang memiliki efek farmakologis bagi kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kandungan eugenol dari daun muda dan daun tua cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dengan menggunakan metode GC-MS. Pengambilan minyak atsiri daun muda dan daun tua cengkeh dilakukan dengan menggunakan destilasi uap air. Rendemen minyak atsiri pada daun muda menghasilkan 0,575% dan daun tua menghasilkan 0,625%. Kadar senyawa *eugenol* pada daun muda 79,98% sedangkan pada daun tua 84,86% dan kadar senyawa *caryophyllene* pada daun muda 14,18% dan pada daun tua 13,18%. Uji mutu minyak atsiri pada pemeriksaan organoleptik daun muda dan daun tua berwarna kuning dan bau khas cengkeh, kelarutan minyak atsiri dalam etanol 70% dengan perbandingan 1:2, nilai indeks bias daun muda dan daun tua memiliki nilai yang sama yaitu 1,534. Bobot jenis

minyak pada daun muda 1,037 g/mL sedangkan daun tua 1,035 g/mL. Uji Kualitas mutu minyak atsiri pada daun muda dan daun tua cengkeh (*Syzigium aromaticum*) telah memenuhi syarat SNI 06-2387-2006.

Kata kunci: daun cengkeh, eugenol, GC-MS, minyak atsiri

Pendahuluan

Indonesia, sebagai pusat biodiversitas, telah memposisikan dirinya sebagai pemimpin global dalam perdagangan minyak esensial.¹ Permintaan global untuk komoditas minyak esensial ini tumbuh sekitar 8-10% per tahun, digunakan terutama dalam industri kosmetik dan farmasi. Berbagai jenis tanaman asli Indonesia, seperti cengkeh, sereh wangi, jahe, pala, dan akar wangi, telah mencapai pasar global. Melihat perkembangan pasar internasional ini, pengusaha dan industri minyak esensial di Indonesia memiliki peluang untuk meningkatkan ekspor dan menghasilkan produk dengan nilai ekonomi tinggi.²

Minyak esensial, juga dikenal sebagai minyak eteris atau *volatile*, mudah menguap pada suhu kamar. Bagian tanaman yang dapat menjadi sumber minyak esensial meliputi bunga, biji, daun, kulit, akar dan rhizome.³ Salah satu tanaman yang menghasilkan minyak esensial dan memiliki potensi untuk dikembangkan adalah cengkeh (*Syzigium aromaticum*).⁴ Bagian tanaman cengkeh yang paling bernilai adalah bunganya, yang digunakan dalam industri rokok dan makanan. Meskipun di Indonesia, penggunaan tanaman cengkeh biasanya terbatas pada bunganya, daun cengkeh juga memiliki kandungan minyak esensial yang dapat dimanfaatkan, menambah nilai guna tanaman ini.⁵ Komponen utama minyak esensial daun cengkeh (*Syzigium aromaticum*) adalah eugenol dan kariofilen.⁶ Eugenol adalah senyawa yang ditemukan dalam cengkeh. Eugenol, yang memiliki aroma yang khas, mempunyai gugus fungsional yang sama dengan anggota keluarga fenol lainnya, seperti *chavicol*, *estragol*, dan *osmorhizol*.⁷

Penelitian sebelumnya telah menggunakan teknik destilasi air, destilasi uap-air, dan destilasi uap langsung untuk mengekstraksi minyak esensial. Destilasi uap air adalah teknik yang umum digunakan karena berhubungan dengan titik didih. Dalam proses ini, uap yang dihasilkan oleh air tidak berhubungan langsung dengan sampel yang menghasilkan minyak esensial. Uap yang dihasilkan menuju sampel dan kemudian dikondensasi menjadi dua cairan yaitu air dan minyak cengkeh.⁸

Komponen senyawa dalam minyak esensial dapat diidentifikasi menggunakan metode *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS), metode yang sangat akurat untuk identifikasi komponen minyak esensial, karena memberikan informasi jumlah senyawa yang terdeteksi. Hasil dari kromatografi gas menghasilkan kromatogram sedangkan hasil spektrometri massa menghasilkan spektrum.⁹ Untuk memaksimalkan manfaat pohon cengkeh sebagai sumber eugenol, penelitian tentang potensi eugenol dari daun muda dan daun tua pohon cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dengan metode GC-MS sangat diperlukan.⁵

Metode

Alat

Alat destilasi uap air, piknometer, Refraktometer (Kruss DR 6000), Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (QP2010 Shimadzu, Jepang) kolom kapiler RTX-5 sebagai fase diam dan gas helium sebagai fase gerak.

Bahan

Daun muda dan daun tua cengkeh (*Syzigium aromaticum*), Etanol (Quadrant), Vanillin, H₂SO₄ (Quadrant) dan Natrium sulfat (Na₂SO₄) Anhidrat.

Pengolahan Daun Cengkeh

Daun muda dan daun tua cengkeh (*Syzigium aromaticum*) segar yang diperoleh dari Percobaan Perkebunan Manoko Lembang Bandung, Jawa Barat. Tanaman diidentifikasi di laboratorium Taksonomi Tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA UNPAD No.15/HB/01/2022, dari hasil determinasi diperoleh bahwa tanaman tersebut yaitu Cengkeh (*Syzigium aromaticum*). Bahan yang telah dikumpulkan langsung dilakukan sortasi basah untuk dapat menghilangkan kotoran dan bahan lain yang melekat pada sampel. Lalu dilakukan pencucian untuk menghilangkan pengotor yang melekat pada daun. Daun segar cengkeh ini yang akan digunakan untuk proses isolasi minyak atsiri menggunakan metode destilasi uap.¹⁰

Isolasi Minyak Atsiri

Daun muda dan daun tua cengkeh (*Syzigium aromaticum*) diisolasi dengan metode destilasi uap air. Proses isolasi dilakukan dengan durasi 4-8 jam untuk 1x penyulingan dengan cara memasukan 4 Kg daun muda dan 4 Kg daun tua Cengkeh (*Syzigium aromaticum*) secara bergantian. Destilat yang diambil yaitu fase minyaknya yang sudah dibebaskan airnya menggunakan Na₂SO₄ anhidrat. Kemudian simpan ke dalam vial berwarna coklat untuk dianalisis menggunakan GC-MS.⁴

Rumus Rendemen Minyak Atsiri¹¹:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{volume minyak atsiri (mL)}}{\text{berat simplisia}} \times 100\%$$

Analisis dengan GC-MS

Minyak atsiri hasil isolasi selanjutnya dilakukan analisis senyawa komponen daun muda dan daun tua cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dengan menggunakan GC-MS. Minyak atsiri disuntikan sebanyak 2 µL ke alat GC-MS, injektor akan otomatis mengambil sampel dan menginjeksi langsung pada alat GC-MS yang menggunakan kolom kapiler RTx-5. Kolom memisahkan komponen minyak atsiri dengan oven 80°C ditahan selama 5 menit sebagai suhu awal, setelah ditahan suhu akan mengalami kenaikan 5°C/menit hingga suhu 270°C dan akan ditahan selama 2 menit. Gas helium digunakan sebagai fase gerak. Kemudian hasil komponen tersebut akan langsung dideteksi oleh spektroskopi massa, sehingga menghasilkan data berupa spektrum.^{12,13}

Penapisan Skrining Fitokimia Monoterpen dan Seskuitерpen

- 1g sampel uji ditambahkan eter, lalu digerus dan disaring. Filtrat tersebut diuapkan dan ditambahkan pereaksi vanillin-asam sulfat pekat. Terbentuknya warna-warna menunjukkan adanya kandungan senyawa monoterpen dan seskuitерpen.¹⁴
- 2 g serbuk simplisia dimasukan kedalam tabung reaksi kemudian 10 mL petroleum eter ditambahkan dan 20 menit dipanaskan dengan penangas air dan dinginkan. Lalu saring kemudian filtrat disimpan di cawan penguap untuk diuapkan kemudian melarutkan residu dengan 5 mL pelarut alkohol lalu saring. Jika filtrat menguap dan residu berbau aromatik hal ini menunjukkan adanya senyawa golongan minyak atsiri.¹⁴

Uji kualitas Mutu Minyak Atsiri

1. Pemeriksaan Organoleptik

pengujian organoleptik yang dilakukan berupa warna, bau dan kejernihan minyak atsiri pada daun muda dan daun tua cengkeh (*Syzygium aromaticum*).¹⁵

2. Kelarutan Pada Pelarut Etanol

Dengan teliti, ukur 1 mL minyak atsiri dalam gelas ukur berukuran 10 mL, lalu tambahkan etanol secara perlahan, satu tetes pada satu waktu. Setiap penambahan dilakukan pengocokan sampai larutan menjadi jernih atau bening. Hasil akan dilihat dari perbandingan volume etanol yang digunakan untuk melarutkan minyak atsiri.¹⁵

3. Analisis Indeks Bias

Pengukuran indeks bias dilakukan dengan mengukur langsung sudut sinar yang dibiaskan, dalam hal ini adalah minyak atsiri dari daun muda dan tua cengkeh (*Syzygium aromaticum*), menggunakan refraktometer. Awalnya, penutup refraktometer dibuka dan permukaan prisma dibersihkan dengan tisu yang dibasahi alkohol. Minyak atsiri diteteskan pada permukaan prisma dan penutup ditutup kembali. Pengujian dilakukan pada suhu 25°C, sesuai Standar Nasional Indonesia.¹⁵

4. Bobot Jenis

Piknometer digunakan untuk pengujian bobot jenis sampel. Pertama piknometer dibersihkan dan dibilas dengan etanol kemudian keringkan bagian dalam dan tutup lalu timbang (m). Piknometer diisi dengan aquadest dan menghindari adanya gelembung udara lalu tutup dengan penutupnya dan keringkan, kemudian timbang (m_2). Piknometer dikosongkan kembali dan cuci dengan etanol kemudian keringkan. Isi piknometer dengan sampel dan pastikan gelembung udara tidak ada lalu sisipkan penutup dan ditimbang (m_3).¹⁵

Rumus¹⁵:

$$\text{Rumus Perhitungan} = \frac{(m_3 - m)}{(m_2 - m)}$$

Keterangan :

m = piknometer kosong

m_2 = piknometer + air

m_3 = piknometer + sampel

Hasil

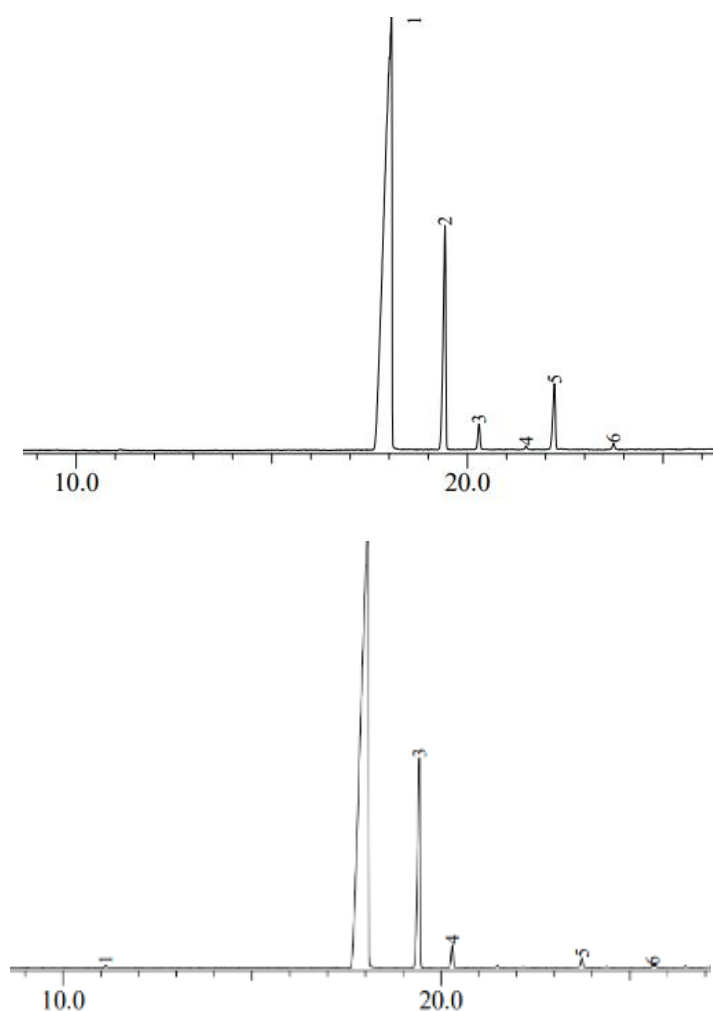
Uji skrining fitokimia merupakan tahapan yang digunakan untuk mengidentifikasi adanya metabolit sekunder pada daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*).¹² Berikut hasil dari skrining fitokimia daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*).

Tabel 1. Data Hasil Skrining Fitokimia

No	Golongan Senyawa Monoterpen dan Sesquiterpen	Hasil
1	Daun muda	+
2	Daun tua	+

Keterangan : (+) Terdeteksi

Berikut merupakan hasil kromatogram dari minyak atsiri daun muda dan daun tua cengkeh (*Syzygium aromaticum*) menggunakan metode Kromatografi Gas – Spektrometri Massa:



Gambar 1. Spektrum kromatogram GC-MS minyak atsiri (a) daun muda dan (b) daun tua cengkeh

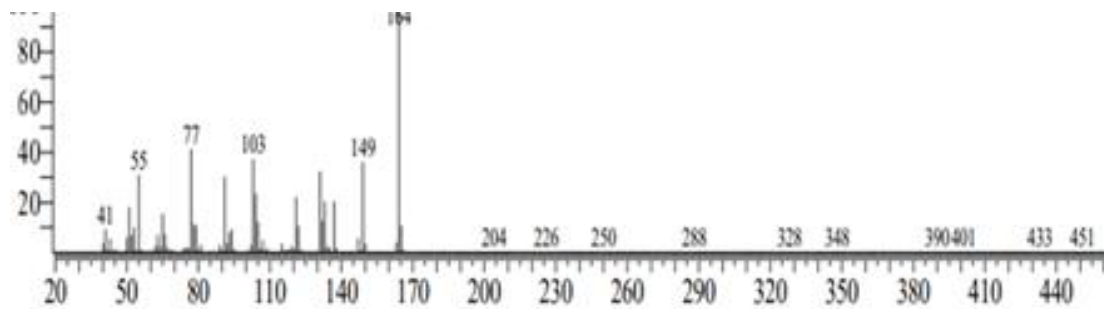
Tabel 2. Hasil Analisis Kromatogram Minyak Atsiri Daun Muda dan Daun Tua Cengkeh menggunakan GC-MS

Sampel	Peak	Waktu Retensi (menit)	Luas Area (%)	Nama Senyawa
Daun Muda	1	18,058	79,98	Eugenol
	2	19,427	14,18	Trans-caryophyllene
	3	20,297	1,32	Alpha-humulene
	4	21,489	0,16	Farnesene
	5	22,227	4,06	Acetyeugenol
	6	23,736	0,30	Caryophyllene oxide

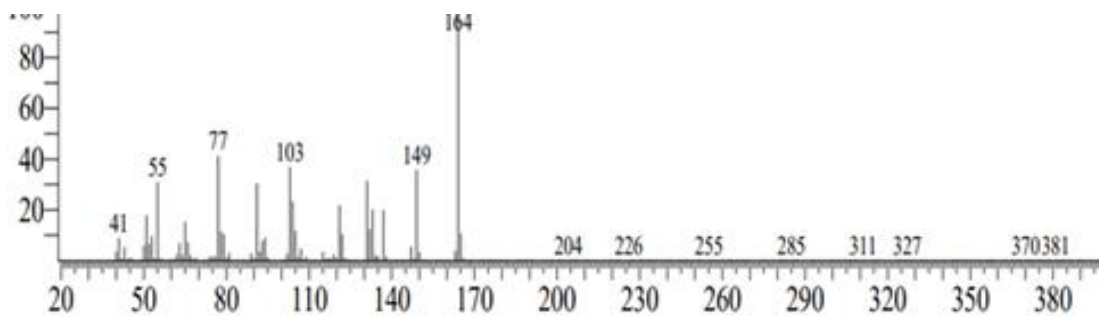
Tabel 2. (Lanjutan)

Sampel	Peak	Waktu Retensi (menit)	Luas Area (%)	Nama Senyawa
Daun Tua	1	11,129	0,13	Citronella
	2	18,069	84,86	Eugenol
	3	19,430	13,18	Trans-caryophyllene
	4	20,298	1,22	Alpha-humulene
	5	23,733	0,51	Caryophyllene oxide
	6	25,600	0,10	Beta-tumerone

Data hasil spektrofotometri massa senyawa eugenol pada daun muda dan daun tua cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

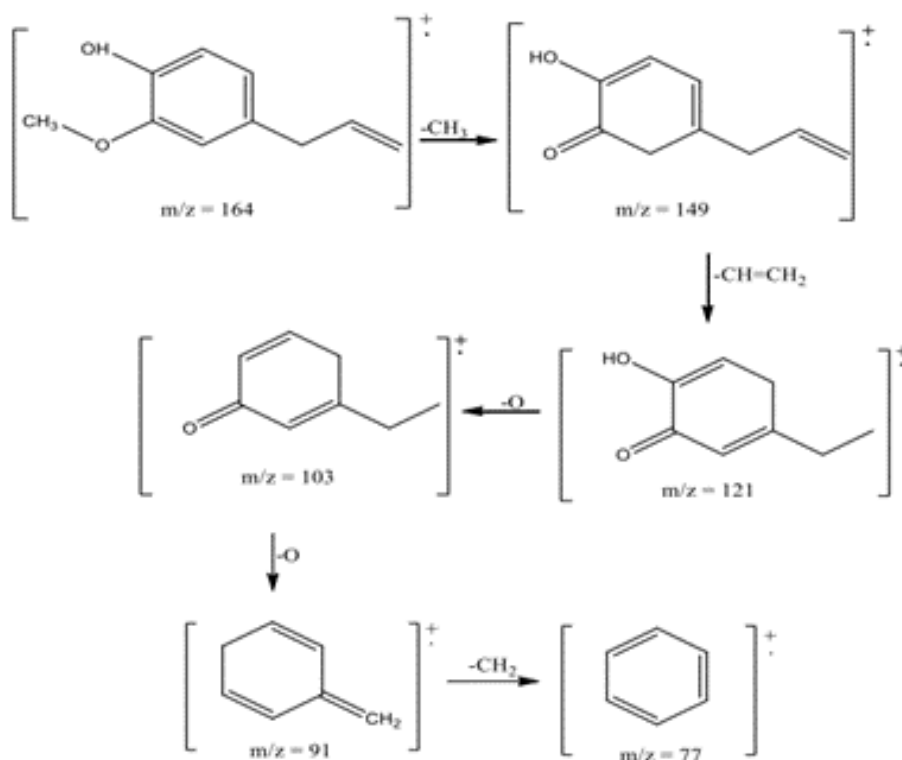


(a)



(b)

Gambar 2. Spektrum massa eugenol (a) daun muda, (b) daun tua



Gambar 3. Pola fragmentasi spektroskopi massa eugenol¹⁶

Pada pemeriksaan organoleptik minyak atsiri daun muda dan daun tua cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terlampir di bawah ini.

Tabel 3. Data Hasil Pengamatan Organoleptik Minyak Cengkeh

No	Sampel	Jenis Uji	Hasil
1	Daun muda	Warna	Kuning
		Bau	Khas minyak cengkeh
2	Daun tua	Warna	Kuning
		Bau	Khas minyak cengkeh

Berat jenis merupakan kriteria penting terhadap kualitas dan tingkat kemurnian minyak atsiri.¹⁷

Tabel 4. Hasil Bobot Jenis Minyak Atsiri Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum*)

No	Sampel	BJ (g/mL)
1	Daun muda	1,037
2	Daun tua	1,035

Pembahasan

Hasil pengujian skrining fitokimia pada Tabel 1 dengan penambahan vanilin asam sulfat pekat memberikan hasil positif dengan terbentuknya warna ungu dan filtrat menguap berbau aromatik khas cengkeh (*Syzygium aromaticum*) hal ini karena titik uap minyak atsiri sangat rendah dan menandakan bahwa adanya senyawa golongan monoterpen dan seskuiterpen yang merupakan indikator terdapatnya kandungan minyak atsiri.¹⁸ Komponen senyawa seperti minyak atsiri, triterpenoid, polifenol, dan

flavonoid menampilkan variasi aktivitas biologis. Minyak atsiri merupakan gabungan dari banyak senyawa kimia. Biasanya, minyak atsiri meliputi komponen terpenoid seperti monoterpen dan sesquiterpen.¹⁹

Rendemen minyak atsiri daun muda cengkeh adalah 0,575% sedangkan pada daun tua cengkeh (*Syzigium aromaticum*) rendemen 0,625%. minyak atsiri dilakukan isolasi melalui destilasi uap air. Cara destilasi uap air menghasilkan penguapannya lebih cepat sehingga pada saat proses penyulingan akan memiliki waktu yang lebih singkat. Hasil destilat dipisahkan menggunakan corong pisah dan menambahkan Na₂SO₄ Anhidrat supaya dapat mengikat sisa air yang masih ada dalam minyak atsiri. Kandungan minyak atsiri dalam daun cengkeh itu sekitar 1-4%.¹ Minyak yang dihasilkan dengan metode destilasi uap cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan metode destilasi air. Hal ini disebabkan oleh uap dari ketel yang memiliki tekanan dan suhu lebih tinggi, yang mampu mempercepat proses difusi dan osmosis minyak atsiri.²⁰

Nilai rendemen minyak atsiri pada penelitian ini menurun disebabkan adanya beberapa faktor yaitu umur tanaman, tempat tumbuh, metode pemisahan, kondisi iklim, kondisi alat dan perbedaan metode penyulingan.^{12,21}

Analisis senyawa minyak atsiri dapat diidentifikasi menggunakan alat GC-MS karena dapat menganalisis senyawa komponen pada sampel yang sifatnya volatil seperti minyak atsiri dan dapat mengetahui komponen senyawa minyak atsiri serta persentase kandungan senyawa minyak atsiri. Hasil kromatogram pada gambar. 1 yang menunjukkan bahwa minyak atsiri daun muda dan daun tua cengkeh (*Syzigium aromaticum*) masing-masing memiliki 6 puncak yang artinya terdapat 6 senyawa dengan persentase yang berbeda-beda. Tinggi atau rendahnya waktu retensi pada senyawa yang keluar dari detektor dapat dipengaruhi oleh adanya perbedaan titik didih, tekanan, suhu dan kecepatan alir eluen.²²

Peningkatan konsentrasi pada daun tua dapat dilihat pada Tabel 2. Hal ini disebabkan karena daun merupakan tempat berlangsungnya fotosintesis yang menghasilkan fotosintat yang lebih banyak. Fotosintat tersebut sebagai substrat dalam pembentukan minyak atsiri. Pada proses fotosintesis menghasilkan fotosintat berupa karbohidrat yang akan berperan sebagai substrat biosintesis minyak atsiri. Selama periode pertumbuhan, tanaman mensintesis metabolit sekunder dan senyawa bioaktif dengan jumlah yang berbeda yang dipengaruhi oleh morfologi dan bertambahnya usia daun.²³

Kandungan senyawa minyak atsiri cengkeh pada daun muda dan daun tua memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh SNI 06-2387-2006 tentang minyak cengkeh (*Syzigium aromaticum*) yaitu eugenol 78-95% dan caryophyllene maksimum 17%.¹⁵

Hasil spektrum massa pada daun muda dengan waktu retensi 18,058 dan daun tua cengkeh dengan waktu retensi 18,069 dengan nilai similarity indeks 95% yang merupakan senyawa eugenol dan memiliki rumus molekul C₁₀H₁₂O₂. Hasil ini membuktikan adanya pola fragmentasi eugenol pada gambar 2 yang menunjukkan bahwa puncak ion molekul pada m/e = 164 yang merupakan berat molekul dari senyawa eugenol dan terlihat jelas sebagai puncak dasar. Senyawa dengan berat molekul 164 dan terfragmen menjadi m/e 149 dengan melepaskan -CH₃ kemudian terfragmen menjadi m/e 121 dengan melepaskan adalah -CH=CH₂. Kemudian m/e 121 terfragmen menjadi m/e 103 dengan melepaskan -O dan terfragmen menjadi m/e 91 dengan melepaskan -O dan menjadi m/e 77 dengan melepaskan -CH₂.¹⁶

Untuk menjamin kualitas minyak atsiri yang dihasilkan dari daun tua dan daun muda cengkeh (*Syzigium aromaticum*) maka dilakukan uji mutu minyak atsiri meliputi pemeriksaan organoleptik, kelarutan dalam etanol, indeks bias dan bobot jenis.¹⁵

Hasil pada Tabel 3 penentuan keadaan warna dan bau cengkeh (*Syzigium aromaticum*) pada minyak atsiri daun muda adalah berwarna kuning, bau khas cengkeh dan untuk daun tua berwarna kuning, bau khas cengkeh menunjukkan bahwa

pemeriksaan organoleptik pada minyak atsiri cengkeh (*Syzygium aromaticum*) telah memenuhi persyaratan SNI 06-2387-2006 minyak cengkeh.^{15,24}

Kelarutan minyak atsiri dalam etanol pada daun muda dan daun tua adalah larut dalam etanol 70% dengan perbandingan 1: 2 jernih artinya sampel minyak telah memenuhi persyaratan SNI 06-2387-2006 tentang minyak cengkeh. Evaluasi ini dapat mengidentifikasi adanya pemalsuan pada minyak atsiri, jika bahan tambahan yang digunakan tidak larut dalam etanol. Minyak atsiri yang disimpan dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan polimerisasi sehingga dapat menurunkan kelarutannya dalam etanol^{24,25}

Hasil dari pengujian indeks bias minyak atsiri cengkeh (*Syzygium aromaticum*) pada daun muda dan daun tua memiliki hasil yang sama yaitu 1,534. Hal ini menunjukkan bahwa minyak daun cengkeh daun muda dan daun tua memiliki kualitas yang baik karena memenuhi syarat SNI 06-2387-2006 tentang minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) yaitu dengan nilai pada rentang 1,528 – 1,535. Dalam komponen-komponen minyak atsiri yang tersusun dan dihasilkan akan berhubungan dengan indeks bias. Semakin banyak komponen berantai panjang, maka kerapatan medium pada minyak atsiri akan bertambah dan mengakibatkan makin sukar membiaskan cahaya, sehingga indeks bias menjadi lebih besar. Apabila nilai indeks bias pada minyak atsiri besar, maka akan memiliki kualitas yang baik daripada minyak atsiri yang mempunyai nilai indeks bias yang kecil.^{1,17}

Hasil penentuan bobot jenis minyak cengkeh pada Tabel 4 pada daun muda yaitu 1,037 dan pada daun tua yaitu 1,035. Hal ini menunjukkan bobot jenis minyak daun cengkeh telah memenuhi persyaratan SNI 06-2387-2006 tentang minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) yaitu berada pada rentang 1,025 – 1,049.

Komponen-komponen penyusun minyak atsiri akan mempengaruhi bobot jenis karena apabila semakin banyak komponen penyusun minyak atsiri, maka senyawa polimer dalam minyak akan meningkatkan bobot jenis minyak.¹⁷

Kesimpulan

Hasil isolasi minyak atsiri daun cengkeh muda dan tua menggunakan destilasi uap air pada daun muda menghasilkan rendemen daun tua lebih besar dari daun muda. Hasil GC-MS terdapat adanya perbedaan kadar eugenol pada minyak atsiri. Kadar eugenol daun tua lebih besar dari daun muda. Berdasarkan hasil uji mutu minyak atsiri daun muda dan daun tua cengkeh meliputi warna, bau, kelarutan dalam etanol, bobot jenis dan indeks bias, memenuhi syarat SNI 06-2387-2006 tentang minyak cengkeh.

Daftar Pustaka

1. Sastrohamidjojo H. Kimia minyak atsiri. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press; 2017.
2. Julianto TS. Minyak atsiri bunga Indonesia. Yogyakarta: Deepublish; 2016.
3. Anto. Rempah-rempah dan minyak atsiri. Andriyanto, editor. Klaten: Penerbit Lakeisha; 2020.
4. Nirwana CH, Zamrud W. Studi literatur karakteristik minyak cengkeh (clove oil) dari beberapa metode distilasi. DISTILAT J Teknol Separasi. 2023;7(2):561–9.
5. Aryawati F meyla, Nyuwito. Pengaruh perlakuan bahan dan massa daun cengkeh terhadap rendemen dan kualitas minyak dengan metode air dan uap. In: Prosiding Seminar Nasional Seri 7: menuju masyarakat madani dan lestari - diseminasi penelitian. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia; 2017. p. 142–55.
6. Setia Budi JJ, Yuli Damayanti NL, Dhani YR, Antari Dewi NP. Ekstraksi dan karakterisasi minyak atsiri bunga kenanga (*Cananga odorata*) dan aplikasinya sebagai penolak nyamuk pada lotion dan parfum. J Kim. 2018;12(1):19–24.
7. Hamri S, Rhazri K, Hafid A, Ouchetto H, Hajbi Y, Khouili M. Clove (*Eugenia*

- Caryophyllata) extraction and synthesis of new pyrazole derivatives from eugenol. *Glob J Sci Front Res Chem*. 2013;13(7).
8. Jayanudin J. Komposisi kimia minyak atsiri daun cengkeh dari proses penyulingan uap. *J Tek Kim Indones*. 2018;10(1):37–42.
 9. Nurhaen N, Winarsii D, Ridhay A. Isolasi dan identifikasi komponen kimia minyak atsiri dari daun, batang dan bunga tumbuhan salembangu (*Melissa sp.*). *Nat Sci J Sci Technol*. 2016;5(2).
 10. Santoso J, Mardhi Hutama F, Anesya Lystyoarti F, Linda Nilatari L. Ekstraksi minyak atsiri dari daun dan batang cengkeh dengan metode hydro-distillation dan steam-hydro distillation untuk meningkatkan nilai tanaman cengkeh dan menentukan proses ekstraksi terbaik. *Pekan Ilm Mhs Nas Progr Kreat Mhs Penelit*. 2014;
 11. Aisyah Y, Haryani S, Maulidya R. Pengaruh jenis bunga dan waktu pemetikan terhadap sifat fisikokimia dan aktivitas antibakteri minyak atsiri bunga kenanga (*Cananga odorata*). *J Teknol dan Ind Pertan Indones*. 2016;8(2).
 12. Kurniasari F. Penetapan kadar eugenol dan profil GC-MS daun cengkeh. In: *Prosiding "Simposium Nasional Peluang dan Tantangan Obat Tradisional dalam Pelayanan Kesehatan Formal."* 2013. p. 188–91.
 13. Kurniawan A, sri rahayu W, Wahyuningrum R. Perbandingan kadar eugenol minyak atsiri daun cengkeh (*syzygium aromaticum* (l) merr & perry) yang tumbuh di dataran tinggi dan dataran rendah. *J Farm*. 2019;06(03).
 14. Endang Hanani. Analisis fitokimia. Jakarta: EGC; 2015.
 15. Badan Standardisasi Nasional. Minyak daun cengkeh: SNI No.06-2387-1998. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional; 2006.
 16. Ekasari SR. Pengaruh metode pengambilan minyak atsiri dari daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) terhadap kandungan geraniol dan sitronelal. *J Inov Tek Kim*. 2020;5(1).
 17. Putri IA, Fatimura M, Bakrie M. Pembuatan minyak atsiri kemangi (*Ocimum Basilicum L.*) dengan metode distilasi uap langsung. *J Progr Stud Tek Kim Univ PGRI Palembang*. 2021;6(2).
 18. Ruwindya Y. Optimasi metode analisis minyak atsiri sereh wangi secara kromatografi gas. *IJCA (Indonesian J Chem Anal*. 2019;2(2).
 19. Abdulaziz R, Suedy SWA, Izzati M. Pertambahan biomassa dan produksi minyak atsiri tanaman selasih (*Ocimum basilicum L.*) pada usia panen yang berbeda. *Bul Anat dan Fisiol*. 2021;6(2).
 20. Lerrick RI, Pake KI. Pengaruh metode pengambilan minyak atsiri dari daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) terhadap kandungan geraniol dan sitronelal. *Chem Notes*. 2020;1(2):70–93.
 21. Loppies JE, Wahyudi R, Sri Rejeki E, Winaldi A. Kualitas minyak atsiri daun cengkih yang dihasilkan dari berbagai waktu penyulingan. *J Ind Has Perkeb*. 2021;16(2).
 22. Irvan, Manday PB, Sasmitra J. Ekstraksi 1,8-cineole dari minyak daun eucalyptus urophylla dengan metode soxhletasi. *J Tek Kim USU*. 2015;4(3).
 23. Omarta O, Jayuska A, Silalahi IH. Karakterisasi komponen destilat minyak sereh wangi (*Cymbopogon nardus* l. Rendle) dari Kecamatan Kuala Behe Kabupaten Landak. *Indones J Pure Appl Chem*. 2021;3(3).
 24. Muyassaroh. Microwave assisted extraction (mae) process of red ginger rhizome with variation of material treatment and operating power. *Atmosphere (Basel)*. 2021;2(2):33–8.
 25. Ma'sum Z, Proborini WD. Optimasi proses destilasi uap essential oil. *J Reka Buana*. 2016;1(2):105–9.