Komponen Atsiri Varian Cengkih "Tuni" dan "Afo" Sebagai Varietas Cengkih Lokal Unggul Asal Kepulauan Maluku

Abdul Karim Kilkoda[1,2*)], Asri Subkhan Mahulette[1,2)], Muhammad Fajri Aditthia Lating[2)]

[1)]Program Studi Agroteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon 97233
[2)]Program Studi Ilmu Pertanian, Program Pascasarjan, Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon 97233

* Korespondensi: boimkilkoda@gmail.com

ABSTRAK

Cengkih Tuni dan Afo asal Kepulauan Maluku merupakan dua varietas cengkih lokal unggul yang dikenal luas dalam perdagangan rempah di pasar global. Kedua varietas cengkih tersebut umumnya diperdagangkan dalam bentuk bunga cengkih kering (*dry flower bud*), sedangkan perdagangan dalam bentuk minyak atsiri (*essential oil*) masih terbatas dilakukan. Cengkih Tuni hasil penelitian sebelumnya telah dilaporkan memiliki 2 varian yaitu, Tuni-klp. I-a dan Tuni-klp. I-b, begitupun juga dengan cengkih Afo yang teridentifikasi memiliki 2 varian, yaitu Afo-klp. II-a dan Afo-klp. II-b. Hingga saat ini kandungan komponen atsiri keseluruhan varian kedua varietas cengkih tersebut belum banyak diinformasikan. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan komponen atsiri varian cengkih Tuni dan Afo. Destilasi minyak atsiri keseluruhan sampel menggunakan metode *steam-hydro destillation*, sedangkan minyak hasil destilasi dianalisis kandungan komponen atsirinya menggunakan analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) berupa Agilent Technologies 7890. Data komponen hasil analisis GC-MS ditampilkan secara deskriptif, sedangkan profil heatmap pengelompokan komponen minyak atsiri dianalisis menggunakan *software* R Stat 3.1.0. Hasil analisis didapatkan 6 komponen atsiri pada cengkih Tuni-klp. I-a, 9 komponen pada cengkih Tuni-klp. I-b, 6 komponen pada cengkih Afo-klp. II-a, dan 6 komponen pada cengkih Afo-klp. II-b. Eugenol dari fraksi phenilpropanoid teridentifikasi sebagai komponen dengan konsentrasi tertinggi pada keseluruhan sampel, kemudian diikuti oleh caryophyllene dari fraksi sesquiterpenoid, dan Phenol,2-mthoxy-4-(2-propenyl)-,acetate (eugenol acetate) dari fraksi phenylpropanoid.

Kata Kunci : Ambon, eugenol, minyak atsiri, Ternate, visualisasi warna

Essential Oil Components of "Tuni" and "Afo" Cloves as Superior Local Clove Varieties Originating from the Maluku Islands

ABSTRACT

Tuni and Afo cloves from the Maluku Islands are two superior local clove varieties widely known in the global spice trade. Both clove varieties are generally traded in the form of dried flower buds, while trade in the form of essential oil is still limited. Previous research has reported that Tuni cloves have two variants, namely, Tuni-cluster I-a and Tuni-cluster I-b, as well as Afo cloves, which have been identified as having two variants, namely Afo-cluster II-a and Afo-cluster II-b. Until now, the content of all essential components of these two clove varieties has not been widely reported. This study aims to identify the content of critical components in the Tuni and Afo clove variants. The essential oil distillation of all samples used the steam-hydro distillation method, while the distillation oil was analyzed for its essential oil component content using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) analysis in the form of Agilent Technologies 7890. The component data from the GC-MS analysis were displayed descriptively, while the heatmap profile of the essential oil component grouping was analyzed using R Stat 3.1.0 software. The analysis results obtained six critical oil components in Tuni-group I-a cloves, nine in Tuni-group I-b cloves, six in Afo-group II-a cloves, and six in Afo-group II-b cloves. Eugenol from the phenylpropanoid fraction was identified as the component with the highest concentration in all samples, followed by caryophyllene from the sesquiterpenoid fraction, and Phenol,2-mthoxy-4-(2-propenyl)-, acetate (eugenol acetate) from the phenylpropanoid fraction.

Keywords : Ambon, essential oil, eugenol, heatmap, Ternate

PENDAHULUAN

Cengkih Tuni dan Afo merupakan dua varietas cengkih unggul asal Kepulauan Maluku [1–4]. Kepulauan Maluku mencakup Provinsi Maluku dan Provinsi Maluku Utara telah dikenal sejak zaman penjajahan sebagai pusat asal sebaran (*the center of origin*) cengkih di dunia [5,6]. Cengkih Tuni merupakan varietas cengkih unggul asal Provinsi Maluku yang telah dilepas sebagai varietas unggul sejak Tahun 2013 berdasarkan SK Kementerian Pertanian No. 4964/Kpts/SR.120/12/2013 [7], sedangkan cengkih Afo merupakan cengkih unggul asal Provinsi Maluku Utara yang telah dilepas sebagai varietas unggul sejak Tahun 2010 berdasarkan SK Menteri Pertanian No. 3680/Kpts/SR.120/11/2010 [8]. Kedua varietas cengkih tersebut merupakan varietas cengkih unggul yang banyak dibudidayakan oleh petani cengkih di Kepulauan Maluku yang hidup di sektor perkebunan [3,4].

Cengkih Tuni dan Afo merupakan cengkih tipe budidaya (*cultivated type*) dari golongan aromatik yang dicirikan dengan kadar eugenol yang tinggi [9,10]. Komponen lain yang juga dikandung cengkih aromatik pada umumnya berupa caryophyllene, dan eugenol acetate, akan tetapi nilai jual cengkih ditentukan oleh kadar eugenolnya [11,12]. Eugenol banyak dimanfaatkan dalam agroindustri minyak atsiri selain sebagai rempah dan bahan baku rokok kretek juga sebagai pengawet makanan dan minuman, pestisida nabati, kosmetik, parfum, aromateraphy, dan beragam produk agroindustri lainnya [13,14]. Penggunaan cengkih yang luas adalah dalam industri obat-obatan (biofarmaka) karena dianggap memiliki aktivitas biologi sebagai antiviral, anti bakteri, antifungal, antioksidan, analgesik, antikanker, dan lainnya [15–17].

Minyak atsiri cengkih merupakan produk metabolit sekunder yang diproduksi melalui jalur metabolit sekunder. Minyak atsiri cengkih dapat didestilasi dari bagian bunga (*bud oil*), tangkai bunga/gagang (*stem oil*), dan daun (*leaf oil*). Distilasi minyak cengkih dapat dilakukan dengan metode *hydrodestilation*, *steam destilation*, dan *steam-hydrodestilation* [18,19]. Destilasi minyak cengkih dari bagian bunga dapat dihasilkan rendemen minyak sekitar 10-20%, dari bagian tangkai bunga/gagang sekitar 5-1-%, dan dari daun sekitar 1-4% [20]. Kandungan komponen atsiri yang dihasilkan cengkih cukup beragam tergantung tipe tanaman, lingkungan tumbuh, dan bagian tanaman yang dianalisis [21,22]. Genetik tanaman dan faktor geografis merupakan faktor yang cukup menentukan perbedaan komponen dan konsentrasi minyak atsri yang dihasilkan [23,24]. Perbedaan varietas tanaman merupakan salah satu faktor yang penting karena sangat menentukan konsentrasi dan kandungan komponen atsiri yang dikandung tanaman cengkih [25].

Perdagangan cengkih Tuni dan Afo asal Kepulauan Maluku dalam bentuk minyak atsiri (*essential oil*) sejauh ini masih dalam skala yang terbatas. Perdagangan kedua varietas umumnya hanya dalam bentuk bunga cengkih kering (*dry flower bud*) [26,27]. Padahal perdagangan cengkih dalam bentuk minyak atsiri (*essential oil*) di pasar global minyak atsiri sejauh ini lebih komersil dibandingkan dengan perdagangan cengkih dalam bentuk bunga cengkih kering (*dry flower bud*) [24,28]. Cengkih Tuni dan Afo sejauh ini dianggap memiliki potensi kandungan komponen atsiri yang potesial karena telah dikenal luas dalam perdagangan rempah di pasar global [3,4].

Hasil identifikasi morfologi cengkih Tuni dan Afo sebelumnya telah didapatkan 2 varian cengkih Tuni yaitu Tuni-klp. I-a dan Tuni-klp. I-b, begitupun juga dengan cengkih Afo yang teridentifikasi memiliki 2 varian, yaitu Afo-klp. II-a dan Afo-klp. II-b [29]. Tuni-klp. I-a dicirikan dengan panjang daun 9.83 cm, lebar daun 3.99 cm, luas daun 46.59 cm^2, panjang tangkai bunga 3.91 cm, bunga masak petik (*flower bud*) 1.95 cm, diameter bunga 5.14 mm, bobot bunga 0.37 g, dan jumlah bunga tiap rangkaian 14.87 bunga. Tuni-klp. I-

b memiliki daun dengan panjang 8.88 cm, lebar daun 3.69 cm, luas daun 40.42 cm^2, panjang tangkai bunga 3.57 cm, panjang bunga masak petik (*flower bud*) 1.67 cm, diameter bunga 4.84 mm, bobot bunga 0.28 g, dan jumlah bunga tiap rangkaian 18.73 bunga. Afo-klp. II-a memiliki panjang daun 13.42 cm, lebar daun 6.36 cm, luas daun 50.21 cm^2, panjang tangkai bunga 2.60 cm, panjang bunga masak petik (*flower bud*) 1.68 cm, diameter bunga 3.62 mm, bobot bunga 0.26 g, dan jumlah bunga tiap rangkaian 19.00 bunga. Afo-klp. II-b memiliki panjang daun 13.13 cm, lebar daun 6.24 cm, luas daun 38.71 cm^2, panjang tangkai bunga 2.81 cm, panjang bunga masak petik (*flower bud*) 1.73 cm, diameter bunga 3.96 mm, bobot bunga 0.28 g, dan jumlah bunga tiap rangkaian 18.00 bunga [29].

Cengkih Tuni dan Afo pada lokasi sebarannya telah dibudidayakan dalam jangka waktu yang lama, sehingga dimungkinkan ditemukan adanya keragaman dalam populasinya. Keragaman pada tingkat spesies dianggap turut mempengaruhi kandungan dan konsentrasi komponen atsiri yang dikandung tanaman [9,30]. Hingga saat ini perbedaan komponen atsiri di antara varian cengkih Tuni dan Afo belum banyak diinformasikan. Penelitian bertujuan untuk memberikan informasi komponen atsiri cengkih Tuni dan Afo asal Kepulauan Maluku. Informasi kandungan komponen atsiri kedua varietas cengkih tersebut penting didapatkan dalam rangka pengembangan kedua varietas cengkih tersebut pada masa mendatang ke arah agroindustri minyak atsiri cengkih.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Distilasi minyak atsiri cengkih Tuni dan Afo asal Kepulauan Maluku dilakukan di Laboratorium Kimia Unpatti, sedangkan analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) komponen atsiri dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Daerah (Labkesda) Provinsi DKI Jakarta.

Bahan dan Alat

Bahan tanaman untuk distilasi minyak atsiri diambil dari sampel bunga kering (*dry flower bud*) berdasarkan hasil pengelompokan yang didapatkan pada penelitian sebelumnya [29]. Bahan tanaman yang didestilasi tersebut terdiri atas 2 sampel bunga kering cengkih Tuni, yaitu Tuni-klp. I-a dan Tuni-klp. I-b dan 2 sampel bunga kering cengkih Afo, yaitu Afo-klp. II-a dan Afo-klp. II-b, sehingga keseluruhan terdapat 4 sampel bunga cengkih kering untuk didestilasi. Sampel bunga untuk kebutuhan destilasi dari masing-masing sampel terdiri atas 1 kg bunga cengkih kering yang telah dikompositkan. Peralatan untuk distilasi minyak cengkih berupa ketel suling yang menggunakan metode *steam-hydro destillation*, sedangkan peralatan untuk analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) berupa Agilent Technologies 7890.

Metode Penelitian

Distilasi minyak atsiri cengkih Tuni dan Afo dilakukan menggunakan metode *steam-hydro destillation*, di mana ketel yang digunakan terbagi menjadi 2 bagian yang dibatasi saringan pembatas. Bagian bawah tempat air yang akan diuapkan dan bagian atas tempat meletakkan sampel bunga cengkih. Analisis komponen atsiri cengkih menggunakan teknik *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS), dimana puncak kromatogram yang muncul dari hasil GC-MS dibandingkan dengan spektrum massa dari pustaka NIST 2005 v.2.0 dan Wiley 7 library 2003 pada alat untuk mengidentifikasi komponen atsiri berdasarkan indeks kesamaan, bobot molekul, dan nama senyawa [31,32].

Pelaksanaan Penelitian

Destilasi minyak atsiri

Distilasi minyak atrisi cengkih Tuni dan Afo diawali dengan penanganan bahan yang akan didistilasi mengikuti prosedur sebagai berikut [33]:

a. Bunga cengkih yang akan didistilasi dikeringkan di bawah sinar matahari selama 3-4 hari hingga kadar air 14%.
b. Sampel bunga cengkih kering digiling (digrinder) menggunakan grinder hingga melewati *mess* 0.5 cm^2 sebelum didistilasi.

Proses distilasi diawali dengan memasukan sampel bunga yang telah digrinder ke dalam ketel distilasi untuk dilakukan proses distilasi. Sampel bunga cengkih diletakan di atas saringan pembatas, dan air diisi sampai pembatas saringan sehingga sampel tidak langsung terendam air. Ketel distilasi kemudian dipanaskan hingga suhu mencapai titik didih air (100 °C). Proses distilasi dilakukan selama 8 jam.

Minyak yang terbentuk kemudian ditampung di dalam separator, kemudian dipisahkan dari air. Minyak yang dihasilkan kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur lalu dibaca volumenya, kemudian tambahkan Na_2SO_4 untuk menyerap air di dalam minyak sebanyak 2% dari volume minyak. Minyak kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring, sehingga diperoleh minyak cengkih murni. Minyak cengkih kemudian dipindahkan ke botol yang berwarna gelap dan diberi label kemudian disimpan pada suhu kamar untuk dianalisis.

Analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS)

Analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) menggunakan Agilent Technologies 7890 Gas Chromatograph dengan Auto Sampler yang dilengkapi dengan 5975 detektor selektif massa dan *chemistation data system*. Analisis GC-MS menggunakan kolom berupa HP Ultra 2 dengan panjang capilarry column 30 x 0.25 (mm) I.D x 0.25 (µm) filmthickhness. Minyak cengkih diinjeksi ke dalam kolom menggunakan *syringe* GC-MS sebanyak 0.1 µl dan dibawa oleh gas helium. Suhu kolom ditingkatkan dari 80 °C (ditahan 0 menit) hingga150 °C (ditahan 1 menit) dan berakhir pada 280 °C (ditahan 26 menit). Laju aliran fase gerak diatur 1.2 µ/menit, temperatur injector 250 °C, tekanan 12 kPa, dan *split ratio* injektor diatur 8:1.

Puncak kromatogram yang muncul dari hasil GC-MS merupakan representasi dari senyawa atsiri yang identitasnya diketahui dengan membandingkannya dengan pustaka senyawa atsiri (*library*). Komponen senyawa atsiri dinyatakan dalam persentase terhadap total luas daerah puncak kromatogram. Kromatogram hasil analisis GC-MS meliputi nomor puncak (PKNO), waktu retensi (R) dalam time, waktu awal (I) dalam time, waktu akhir (F) dalam time, luas kurva (area), tinggi kurva (height), kurva (m/z), dan luas setiap kurva (%T). Luas setiap kurva menyatakan persentase kandungan komponen atsiri dalam minyak cengkih.

Analisis Data

Data komponen atsiri yang didapatkan dianalisis dengan menggunakan *software* R Stat 3.1.0 untuk menghasilkan profil *heatmap* pengelompokan komponen minyak atsiri cengkih Tuni dan Afo. Data hasil analisis komponen atsiri cengkih Tuni dan Afo kemudian ditampilkan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen Atsiri Minyak Bunga Cengkih Tuni dan Afo (*flower bud*) Berdasarkan Analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS)

Analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) komponen minyak atsiri cengkih Tuni dan Afo dilakukan terhadap sampel minyak hasil pengelompokan yang telah didapatkan pada penelitian sebelumnya [29], yaitu 2 sampel minyak cengkih klp. I, yaitu Tuni-klp. I-a dan Tuni-klp. I-b dan 2 sampel minyak bunga cengkih klp. II, yaitu Afo-klp. II-a dan Afo-klp. II-b. Hasil analisis GC-MS pada keseluruhan sampel minyak atsiri disajikan pada Tabel 1.

Hasil analisis komponen atsiri cengkih Tuni-klp. I-a teridentifikasi 6 komponen, dimana setelah dibandingkan dengan pustaka *library* pada alat, didapatkan konsentrasi

tertinggi pada komponen eugenol (54.92%) kemudian diikuti oleh phenol,2-mthoxy-4-(2-propenyl)-,acetate (23.92%). Komponen lain dengan konsentrasi rendah teridentifikasi benzamide (8.96%); caryophyllene (5.84%); Ethanone, 1,2-diphenyl- (2.09%); Phenol, 4-(2-propenyl)- (1.55%). Komponen atsiri cengkih Tuni-klp. I-b hasil analisis teridentifikasi 9 komponen, dimana konsentrasi tertinggi terdapat pada komponen eugenol (40.55%) kemudian diikuti oleh Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-,acetate (24.76%), dan Caryophyllene (22.64%). Komponen lain dengan konsentrasi rendah teridentifikasi berupa humulene (2.64%); copaene (2.02%); .alpha.-Cubebene (1.90%); Caryophyllene oxide (1.55%); delta, -Cadinene (1.30%); Phenol, 4-(2-propenyl)- (1.23%).

Hasil identifikasi komponen atsiri cengkih Afo-klp. II-a teridentifikasi 6 komponen, dimana setelah dibandingkan dengan pustaka *library* pada alat, didapatkan konsentrasi tertinggi pada komponen eugenol (68.82%) kemudian diikuti oleh caryophyllene (16.18%) dan Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-, acetate (8.27%). Komponen lain dengan konsentrasi rendah teridentifikasi berupa humulene (1.97%); Phenol, 4-(2-propenyl)- (1.61%) dan Caryophyllene oxide (1.47%). Cengkih Afo-klp. II-b hasil analisis teridentifikasi 6 komponen, dimana konsentrasi tertinggi terdapat pada komponen eugenol (68.84%) kemudian diikuti oleh caryophyllene (16.14%) dan Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-, acetate (8.25%). Komponen lain dengan konsentrasi rendah teridentifikasi berupa humulene (1.97%); Phenol, 4-(2-propenyl)- (1.60%) dan Caryophyllene oxide (1.47%).

Tabel 1. Komponen Atsiri Minyak Bunga (*flower bud*) Cengkih Tuni dan Afo Berdasarkan Hasil Analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS)

Genotipe		***Komponen Atsiri***	***Kelas***	***RT***	***Q***	**Kons. (%)**
----------*Klp. I (Cengkih Tuni)*----------						
Klp. I-a	1	Eugenol	PP	48.865	98	54.92
	2	Phenol,2-mthoxy-4-(2-propenyl)-,acetate	PP	50.051	98	23.92
	3	Benzamide	A	58.033	95	8.96
	4	Carryophyllene	S	23.273	99	5.84
	5	Ethanone, 1,2-diphenyl-	PP	57.498	90	2.09
	6	Phenol, 4-(2-propenyl)-	PP	51.121	94	1.55
Klp. I-b	1	Eugenol	PP	48.873	98	40.55
	2	Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-,acetate	PP	50.051	97	24.76
	3	Caryophyllene	S	23.340	99	22.64
	4	Humulene	S	27.034	97	2.64
	5	Copaene	S	18.083	98	2.02
	6	.alpha.-Cubebene	S	16.487	97	1.90
	7	Caryophyllene oxide	S	42.549	91	1.55
	8	.delta,-Cadinene	S	31.982	97	1.30
	9	Phenol, 4-(2-propenyl)-	PP	51.121	94	1.23
----------*Klp. II (Cengkih Afo)*----------						
Klp. II-a	1	Eugenol	PP	48.864	97	68.82
	2	Caryophyllene	S	23.315	99	16.18
	3	Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-,acetate	PP	50.043	98	8.27
	4	Humulene	S	27.026	97	1.97
	5	Phenol, 4-(2-propenyl)-	PP	51.121	94	1.61
	6	Caryophyllene oxide	S	42.554	91	1.47
Klp. II-b	1	Eugenol	PP	48.865	97	68.84

2	Caryophyllene	S	23.315	99	16.14
3	Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-,acetate	PP	50.043	98	8.25
4	Humulene	S	27.034	97	1.97
5	Phenol, 4-(2-propenyl)-	PP	51.121	94	1.60
6	Caryophyllene oxide	S	42.555	91	1.47

Keterangan: RT = retention time, Q = quality, PP = *phenilpropanoid*, S = *sesquiterpenoid*, A = *aliphatic*

Hasil analisis komponen atsiri keseluruhan sampel minyak cengkih yang dianalisis menunjukkan bahwa eugenol dari fraksi *phenilpropanoid* berada pada konsentrasi tertinggi. Phenol,2-mthoxy-4-(2-propenyl)-,acetate (eugenol acetate) dari fraksi *phenylpropanoid* merupakan fraksi tertinggi kedua pada cengkih Tuni-klp. I-a dan Tuni-klp. I-b, sedangkan pada Afo-klp. II-a dan Afo-klp. II-b merupakan komponen tertinggi ketiga. Caryophyllene dari fraksi *sesquiterpenoid* merupakan komponen tertinggi kedua pada cengkih Afo-klp. II-a dan Afo-klp. II-b, sedangkan Caryophyllen tersebut merupakan komponen tertinggi keempat pada cengkih Tuni-klp. I-a dan ketiga pada cengkih Tuni-klp. I-b. Hasil tersebut menunjukan bahwa eugenol merupakan komponen tertinggi yang dikandung kedua varietas cengkih tersebut kemudian diikuti oleh caryophyllene dan eugenol acetate.

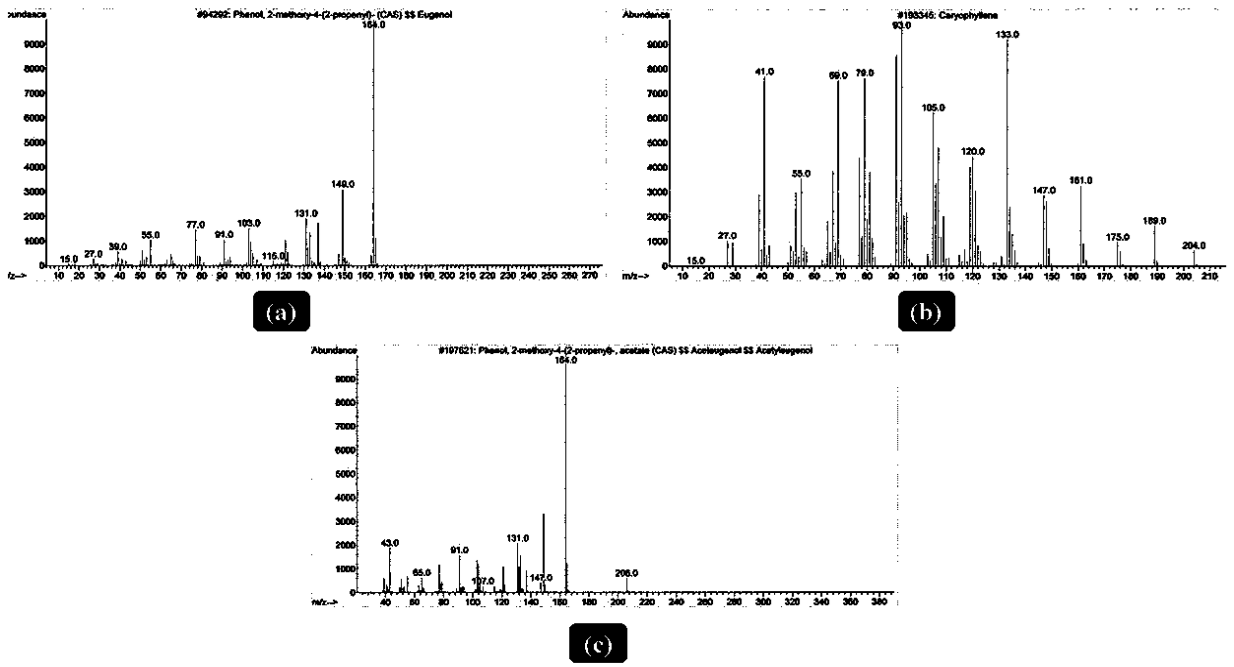
Kesamaan komponen yang dikandung pada kedua varietas yang didapatkan dalam penelitian lebih disebabkan karena kedua varietas tersebut sama-sama merupakan cengkih tipe budidaya (*cultivated type*) yang dicirikan dengan tingginya kadar eugenol [3,4,26]. Cengkih tipe budidaya umumnya tersusun atas komponen utama dengan kadar tertinggi yaitu eugenol dari fraksi *phenylpropanoid* kemudian diikuti oleh caryophyllene dari fraksi *sesquiterpenoid* dan eugenol acetate dari fraksi *phenylpropanoid* [9,24]. Eugenol merupakan senyawa metabolit sekunder utama cengkih tipe budidaya yang dibentuk melalui lintasan *fenilpropanoid*. Eugenol memiliki berat molekul 164.2 g/mol, larut dalam pelarut organik, berwarna kuning pucat (*pale yellow*) dan beraroma pedas [14,34]. Eugenol banyak dimanfaatkan dalam industri biofarmaka sebagai obat-obatan, sebagai perisai pada makanan, pengawet makanan, kosmetik, serta beragam produk agroindustri lainnya [35,36].

Komponen atsiri cengkih Tuni dan Afo hasil GC-MS yang didapatkan dalam penelitian memperlihatkan bahwa eugenol, caryophyllene, dan phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-,acetate (eugenol acetate) yang dihasilkan merupakan komponen yang berada pada konsentrasi tertinggi pada keseluruhan sampel cengkih yang dianalisis.

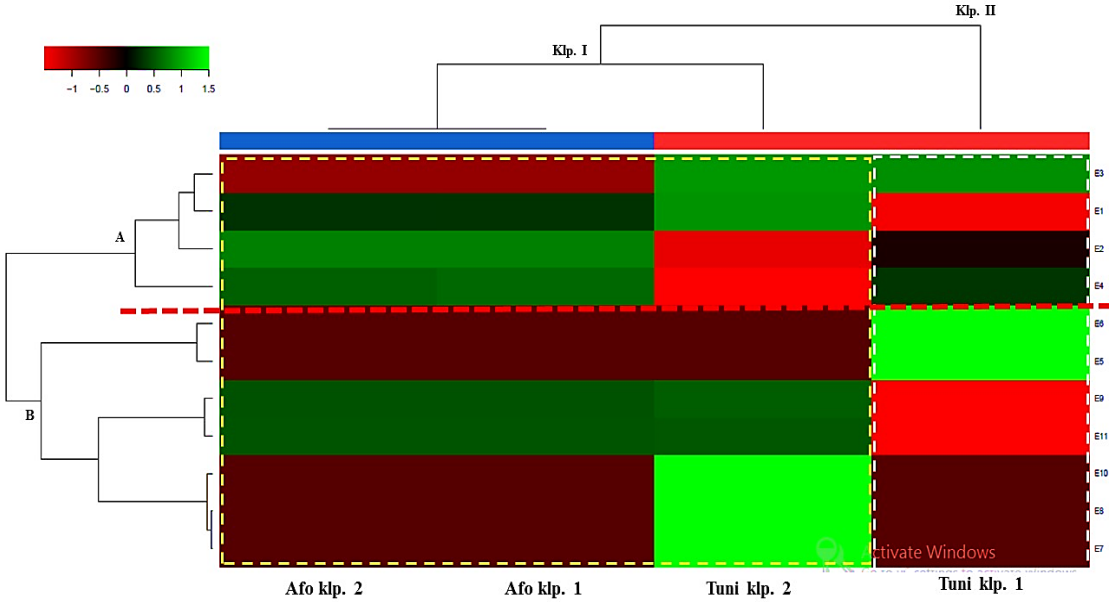
Puncak kromatogram hasil GC-MS (Gambar 1), memperlihatkan bahwa eugenol memiliki peak pada m/z yaitu 164.1 (M^+) (Gambar 1a); caryophyllene pada m/z yaitu 204.2 (M^+) (Gambar 1b); phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-,acetate (eugenol acetate) pada 206.0 (M^+) (Gambar 1c). Perbedaan komponen atsiri di antara suatu tanaman lebih disebabkan karena adanya perbedaan genetik, lingkungan maupun interaksi di antara keduanya [35,37]. Perbedaan varietas tanaman merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan perbedaan komponen yang dikandung tanaman [9]. Selain itu, faktor lain yang turut mempengaruhi berupa kondisi iklim dan tanah tempat tumbuh tanaman [30].

Profil *Heatmap* Pengelompokan Komponen Atsiri Minyak Bunga (*bud oil*) Cengkih Tuni dan Afo

Profil *heatmap* komponen atsiri cengkih Tuni dan Afo memperlihatkan adanya pengelompokan genotipe cengkih berdasarkan kandungan komponen atsirinya. Pengelompokan dilakukan terhadap hasil analisis 4 sampel minyak cengkih hasil penelitian sebelumnya [29], yaitu Tuni-klp. I-a, Tuni-klp. I-b, Afo-klp. II-a, dan Afo-klp. II-b. Profil *heatmap* pengelompokan cengkih berdasarkan komponen atsiri yang dikandung disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Kromatogram Komponen Atsiri Cengkih Tuni dan Afo Asal Kepulauan Maluku; eugenol (a), caryophyllene (b), dan phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-,acetate (eugenol acetate) (c).



Keterangan: Data primer hasil analisis pada cengkih Tuni dan Afo; komponen utama (main components) (A), komponen pendukung (minor components) (B); kode komponen atsiri (E1-E11), caryophyllene (E1), eugenol (E2), phenol,2-mthoxy-4-(20propenyl)-,acetate (E3), dan phenol, 4-(2-propenyl)- (E4), ethanone, 1,2-diphenyl- (E5), benzamide (E6), .alpha.-cubebene (E7), copaene (E8), humulene (E9), .delta,-cadinene (E10), caryophyllene oxide (E11).

Gambar 2. Profil Heatmap Pengelompokan Cengkih Berdasarkan Kandungan Komponen Atsiri.

Profil *heatmap* memperlihatkan bahwa berdasarkan kandungan komponen atsiri yang dikandung terhadap keseluruhan sampel yang dianalisis memperlihatkan adanya 2 kelompok berdasarkan kandungan komponen atsirinya, dimana kelompok I terdiri cengkih Afo-klp. II-a, cengkih Afo-klp. II-b, dan cengkih Tuni-klp. I-b. Kelompok II terdiri atas Tuni-klp. I-a. Pengelompokan yang terjadi pada kelompok I yang terdiri atas cengkih Afo-klp. II-a, Afo-klp. II-b, dan Tuni-klp. I -b disebabkan karena kelompok tersebut mengandung komponen atsiri berupa humulene (E9) dan caryophyllene oxide (E11), dimana komponen tersebut tidak dimiliki oleh kelompok II yang merupakan cengkih Tuni-klp. I-a. Selain itu kelompok II yang merupakan kelompok cengkih Tuni-klp. I-a memiliki komponen berupa ethanone, 1,2-diphenyl- (E5) dan benzamide (E6), dimana komponen tersebut tidak dimiliki kelompok I yang terdiri atas cengkih Afo-klp. II-a, Afo-klp. II-b, dan Tuni-klp. I-a. Perbedaan komponen atsiri yang dikandung lebih disebabkan faktor genetik tanaman [9]. Perbedaan varietas dapat merupakan penyebab perbedaan komponen atsiri yang dikandung meskipun berada dalam spesies yang sama [9,24].

Profil *heatmap* juga memperlihatkan adanya komponen penciri pada keseluruhan sampel yang dianalisis. Komponen penciri ditunjukan oleh skala warna hijau terang pada penampang profil *heatmap*. Komponen penciri merupakan komponen penciri khusus untuk suatu kelompok tanaman yang dapat membedakannya dengan kelompok lainnya dalam populasi [9]. Komponen penciri yang berbeda di antara tanaman lebih disebabkan karena perbedaan genetik [24]. Komponen penciri juga dapat berbeda pada bagian tanaman yang dianalisis meskipun berasal dari individu tanaman yang sama [38]. Tipe tanaman merupakan faktor yang sangat menentukan komponen penciri suatu individu tanaman, dimana kelompok tanaman dengan tipe yang sama cenderung memperlihatkan komponen penciri yang sama dibanding dengan kelompok tanaman dengan tipe yang berbeda [9,38].

Komponen penciri cengkih Afo-klp. II-a dan Afo-klp. II-b pada penampang profil terlihat berupa eugenol (E2), sedangkan pada cengkih Tuni-klp. I-b berupa .alpha.-cubebene (E7). copaene (E8), .delta,-cadinene (E10), sedangkan Tuni-klp. I-a berupa ethanone, 1,2-diphenyl- (E5) dan benzamide (E6). Profil *heatmap* juga memperlihatkan bahwa keseluruhan cengkih yang dianalisis komponennya memiliki komponen utama (*mayor components*) berupa Eugenol (E2), caryophyllene (E1), phenol,2-mthoxy-4-(20propenyl)-,acetate (E3), dan phenol, 4-(2-propenyl)- (E4). Komponen pendukung (*minor components*) yang terlihat berupa ethanone, 1,2-diphenyl- (E5), benzamide (E6), .alpha.-cubebene (E7), copaene (E8), humulene (E9), .delta,-cadinene (E10), caryophyllene oxide (E11).

KESIMPULAN

Cengkih Tuni dan Afo asal Kepulauan Maluku merupakan cengkih tipe budidaya (*cultivated type*), sehingga memiliki kemiripan komponen atsiri utama (*main components*) yang dikandung. Eugenol dari fraksi *phenilpropanoid* teridentifikasi sebagai komponen utama dengan konsentrasi tertinggi pada keseluruhan sampel, kemudian diikuti oleh caryophyllene dari fraksi *sesquiterpenoid*, dan Phenol,2-mthoxy-4-(2-propenyl)-,acetate (eugenol acetate) dari fraksi *phenylpropanoid*. Komponen pendukung (*minor components*) yang didapatkan berupa ethanone, 1,2-diphenyl-, benzamide, .alpha.-cubebene, copaene, humulene, .delta,-cadinene, caryophyllene oxide.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Sundari, Nurhasanah, A. Mas'ud, M. Amin, E. L. Arumingtyas, and R. Azrianingsih, "Update phylogenetic

information of the local varieties of cloves (*Syzygium aromaticum*) from North Maluku, Indonesia based on ITS sequences," *Biodiversitas*, vol. 20, no. 6, pp. 1510–1515, 2019.

[2] M. Y. Namakule, A. S. Mahulette, and A. J. Matatula, "Keragaman morfologi cengkih Tuni (*Syzygium aromaticum* L.) di Kecamatan Tehoru, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku," *Agrowiralodra*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2024.

[3] A. S. Mahulette, A. Alfian, J. Situmorang, A.J. Matatula, A. K. Kilkoda, J. I. Nendissa, and A. Y. Wattimena, "Type and morphological character of local clove (*Syzygium aromaticum*) from Maluku, Indonesia," *Biodiversitas*, vol. 23, no. 3, pp. 1301–1309, 2022.

[4] Suparman, Bahtiar, Nurhasanah, and S. S. Das, "Diversity And Mapping Clove Varieties (*Syzygium aromaticum*) on Hiri Island , In Ternate Municipality," *IOSR-JAVS*, vol. 11, no. 8, pp. 11–16, 2018.

[5] A. Alfian, A. S. Mahulette, M. Zainal, Hardin, and A. H. Bahrun, "Morphological character of raja clove (*Syzygium aromaticum* L. Merr & Perry.) native from Ambon Island," *The First International Conference of Interdisiplinary Research on Green Environment Approach for Sustainable Development (ICROEST 2019)*, vol. 343, no. 012150, pp. 1–4, 2019.

[6] A. S. Mahulette, Hariyadi, S. Yahya, A. Wachjar, and I. Marzuki, "Morpho-agronomical diversity of forest clove in Moluccas, Indonesia," *Hayati Journal of Biosciences*, vol. 26, no. 4, pp. 156–162, 2019.

[7] Kementan, "SK Kementan Nomor 4964/Kpts/SR.120/12/2013. Tentang Pelepasan Cengkih Tuni Bursel, Sebagai Varietas Unggul.," Jakarta (ID), 2013.

[8] A. S. Lumbessy, "Kajian penyusunan masterplant pengembangan hulu – hilir produk turunan cengkeh varietas Afo Maluku Utara," *Prosiding Seminar Nasional Pertanian*, vol. 3, no. 1, pp. 75–87, 2023.

[9] Hariyadi, A. S. Mahulette, S. Yahya, and A. Wachjar, "Morphological characters and essential oil constituents extracted of two clove varieties (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry.) from Ambon Island, Indonesia," *Plant Archives*, vol. 20, no. 1, pp. 2208–2214, 2020.

[10] Suparman, Nurhasanah, and N. Papuangan, "Pemetaan populasi dan tipe varietas lokal tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) di Kecamatan Pulau Ternate," in *Seminar Nasional Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi 2017*, 2017, pp. 239–244.

[11] A. S. Mahulette, Hariyadi, S. Yahya, A. Wachjar, and A. Alfian, "Morphological traits of Maluku native forest clove (*Syzygium aromaticum* L. Merr & Perry.)," *Journal of Tropical Crop Science*, vol. 6, no. 2, pp. 105–111, 2019.

[12] A. Gengatharan, M. Hafiz, and A. Rahim, "The application of clove extracts as a potential functional component in active food packaging materials and model food systems : A mini-review," *Applied Food Research*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2023.

[13] A. H. A. Aziz, D. N. Rizkiyah, L. Qomariyah, I. Irianto, M. A. C. Yunus, and N. R. Putra, "Unlocking the full potential of clove (*Syzygium aromaticum*) spice: an overview of extraction techniques, bioactivity, and future opportunities in the food and beverage industry," *Processes*, vol. 11, no. 2453, pp. 1–17, 2023.

[14] J. Towaha, "The benefits of cloves eugenol in various industries in Indonesia," *Jurnal Perspektif*, vol. 11, no. 2, pp. 79–90, 2012.

[15] L. Xu, X. Li, H. Chen, H. Li, Q. Zhou, P. Tong, and X. Liu, "Antibacterial and antioxidant properties of clove extract applied in the production of dry-cured duck," *LWT*, vol. 185, no. 115153, pp. 1–8, 2023.

[16] J. Bai, J. Li, Z. Chen, X. Bai, Z. Yang, and Z. Wang, "Antibacterial activity and mechanism of clove essential oil against foodborne pathogens," *LWT*, vol. 173, no. 114249, pp. 1–9, 2023.

[17] M. Ulanowska and B. Olas, "Biological Properties and Prospects for the Application of Eugenol—A Review," *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 22, no. 3671, pp. 1–13, 2021.

[18] P. J. Ratri, M. Ayurini, K. Khumaini, and A. Rohbiya, "Clove oil extraction by steam distillation and utilization of clove buds waste as potential candidate for eco-friendly packaging," *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, vol. 9, no. 1, pp. 47–54, 2020.

[19] I. Rajendra, I. A. Arsani, I. Sudana, and I. S. Waisnawa, "Enhancing essential oil yield: utilizing internal chopper in steam distillation," *Journal of Engineering Design and Technology*, vol. 24, no. 1, pp. 31–38, 2024.

[20] I. B. D. Kapelle, H. J. Sohilait, and M. L. Haluruk, "Analisis minyak atsiri dari bunga dan gagang cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) asal Pulau Saparua Maluku," *Teknotan*, vol. 17, no. 2, pp. 131–136, 2023.

[21] M. Kayoumu, X. Li, A. Iqbal, X. Wang, H. Gui,Q. Qi, S. Ruan, R. Guo, Q. Dong, X. Zhang, "Genetic variation in morphological traits in cotton and their roles in increasing phosphorus-use-efficiency in response to low phosphorus availability," *Frontiers in Plant Science*, vol. 13, no. 1051080., pp. 1–16, 2022.

[22] I. Suliansyah, F. Ekawati, and D. Hariandi, "Identification and morphological characterization of local red chilies from West Sumatra," *2nd Agrifood System International Conference (ASIC-2022)*, vol. 1160, no. 012013, pp. 1–11, 2023.

[23] J. Vishal, S. Ranjani, R. J. Karunya, and S. Hemalatha, "Synthesis, characterization and evaluation of antioxidant, anticancer and toxicity properties of silver nanoparticles synthesized from *Syzygium aromaticum*," *Arch Breast Cancer*, vol. 10, no. 3, pp. 291–300, 2023.

[24] Hariyadi, A. S. Mahulette, S. Yahya, and A. Wachjar, "Agro-morphologies and physicochemical properties of flower bud , stem and leaf oils in two clove varieties (*Syzygium aromaticum* L . Merr . and Perry .) originated from Ambon island," *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*, vol. 19, no. 3, pp. 516–530, 2020.

[25] Q. Qiao, M. Ye, C. Wu, J. Wang, Q. Liu, J. Tao, L. Zhang, and Z. Feng, "Analysis of leaf morphology variation and genetic diversity via SRAP markers for near-threatened plant Acer truncatum," *Global Ecology and Conservation*, vol. 33, no. 1, pp. 1–14, 2022.

[26] Y. Ulath, A. S. Mahulette, and S. H. T. Raharjo, "Diversity of morphology and reproduction phenology of clove germplasm on Manipa Island, Western Seram, Maluku," *Jurnal Budidaya Pertanian*, vol. 19, no. 2, pp. 149–157, 2023.

[27] S. M. Polpoke, A. S. Mahulette, and M. K. Lesilolo, "Karakterisasi morfologi cengkih lokal Jinten (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry) di Negeri Wakasihu, Kecamatan Leihitu Barat, Kabupaten Maluku Tengah," *Jurnal Agrohut*, vol. 15, no. 1, pp. 38–46, 2024.

[28] P. Suttiarporn, T. Seangwattana, T. Srisurat, K. Kongitthinon, N. Chumnanvej, and S. Luangkamin,

"Enhanced extraction of clove essential oil by ultrasound and microwave assisted hydrodistillation and their comparison in antioxidant activity," *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, vol. 8, no. 1, p. 100411, 2024.

[29] M. F. A. Lating, A. S. Mahulette, and A. K. Kilkoda, "Morphological diversity of 'Tuni' and 'Afo' Cloves, endemic to the Maluku Islands, Indonesia," *Journal of Tropical Crop Science*, vol. 11, no. 3, pp. 335–345, 2024.

[30] A. S. Mahulette *et al.*, "Essential oil components of forest clove variants from Ambon Island, Maluku," *International Seminar on Agriculture, Biodiversity, Food Security and Health*, vol. 883, no. 012002, pp. 1–8, 2021.

[31] G. Wenqiang, L. Shufen, Y. Ruixiang, T. Shaokun, and Q. Can, "Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods," *Food Chemistry*, vol. 101, pp. 1558–1564, 2007.

[32] M. A. Hossain, R. A. Al-Hashmi, A. M. Weli, Q. Al-Riyami, J. N. Al-, and Sabahib, "Constituents of the essential oil from different brands of *Syzigium caryophyllatum* L by gas chromatography-mass spectrometry," *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, vol. 2, no. 3, pp. 1446–1449, 2012.

[33] S. Kataren, *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Jakarta (ID): Balai Pustaka, 1985.

[34] S. Chand and R. Pandey, "Analysis of major constituents present in clove oil extract by GC- MS analysis," *European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, vol. 11, no. 2, pp. 335–338, 2024.

[35] J. N. Haro-González, C.-H. Adolfo, M. M.-V. Gustavo, Espinosa-Andrews, and Hugo, "Clove essential oil (*Syzygium aromaticum* L.) (Myrtaceae): extraction, chemical composition, food applications, and essential bioactivity for human health," *Molecules*, vol. 26, no. 6387, pp. 1–25, 2021.

[36] J. B. Sharmeen, F. M. Mahomoodally, G. Zengin, and F. Magg, "Essential oils as natural sources of fragrance compounds for cosmetics and cosmeceuticals," *Molecules*, vol. 26, no. 666, pp. 1–24, 2021.

[37] A. S. Mahulette, S. Yahya, and A. Wachjar, "The physicochemical components and characteristic from essential oils of forest cloves *Syzygium aromaticum* (Myrtaceae) in Maluku Province, Indonesia," *Plant Archives*, vol. 19, no. 2, pp. 466–472, 2019.

[38] A. S. Mahulette, Hariyadi, S. Yahya, and A. Wachjar, "Physico-chemical properties of clove oil from three forest clove accession groups in Maluku," *1st International Conference on Sustainable Plantation (1st ICSP 2019)*, vol. 418, no. 012028, pp. 1–8, 2020.