



Profil Senyawa Kimia Minyak Atsiri Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus* L.) Hasil Hidrodistilasi dengan Optimasi Perlakuan Awal Sonikasi

Dede Sukandar^{a*}, Anny Sulaswatty^b, Imam Hamidi^a

^aProgram Studi Kimia, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta,

Jalan Ir. H. Juanda No. 95, Ciputat 15412 Indonesia Telp. (62-21) 7401925

^bPusat Riset Kimia Maju, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan 15343 Indonesia, Telp.(021)3169655

*Corresponding author: sukandarkimia@uinjkt.ac.id

DOI: 10.20961/alchemy.18.2.60007.221-233

Received 12 March 2022, Accepted 09 September 2022, Published 30 September 2022

Kata kunci:

hidrodistilasi;
minyak atsiri sereh
wangi;
sonikasi.

ABSTRAK. Telah dilakukan penelitian mengenai profil senyawa kimia minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.) hasil hidrodistilasi dengan optimasi perlakuan awal sonikasi, yang bertujuan mengetahui pengaruh perlakuan awal sonikasi terhadap karakteristik dan profil kimia minyak atsiri sereh wangi. Proses perlakuan awal sonikasi dilakukan menggunakan tiga jenis variabel yang berbeda, yaitu waktu sonikasi, *solvent feedstock* (SF) ratio, dan amplitudo. Hidrodistilasi minyak atsiri sereh wangi dilakukan pada temperatur 116 – 120 °C dan waktu distilasi 8 jam. Minyak sereh wangi hasil hidrodistilasi dilakukan uji indeks bias dengan refraktometer, berat jenis dengan piknometer, kelarutan dalam etanol 80% dan ditentukan profil kimianya menggunakan GC-MS. Minyak sereh wangi yang dihasilkan berat jenis 0,9136 g/mL, indeks bias 1,472 – 1,474 dan larut dalam etanol 80%, yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3593-1995. Rendemen minyak atsiri sereh wangi tertinggi 1,62% diperoleh pada waktu sonikasi 60 menit, SF Ratio 20:1(mL/g), dan amplitudo 90%. Perlakuan awal sonikasi telah mempersingkat waktu proses hidrodistilasi 47,54%. Berdasarkan hasil analisa GC-MS komponen kimia utama minyak atsiri sereh wangi yaitu *Citronella* (13,67%), *Citronellol* (21,18%), dan *Geraniol* (21,32%).

Keywords:

hydrodistillation;
citronella essential
oil;
sonication.

ABSTRACT. Chemical Compound Profile of Citronella Essential Oil (*Cymbopogon nardus* L.) as Hydrodistillation Result with Optimization of Sonication Pretreatment. The research optimization of hydrodistillation using ultrasonic pretreatment of Citronella oil (*Cymbopogon nardus* L.) has been carried out, which aims to determine the effect of pretreatment of sonication on the characteristics of citronella essential oils. The sonication pretreatment process was done using three different types of variables, including the sonication time variable, SF Ratio, and amplitude. Hydrodistillation was performed at a temperature of 116 – 120 °C and a processing time of 8 hours. Citronella oil was characterized by analyzing the results of the refractive index with refractometer, specific gravity with pycnometer, solubility in ethanol 80%, and their chemical components determined by GC-MS. Citronella oil produced has a specific gravity of 0.9136 g/mL, soluble in ethanol 80%, and the refractive index value of 1.472 to 1.474, which are in accordance with Indonesian National Standard (SNI) 06-3593-1995. The highest yield of citronella oil of 1.62% in this study was obtained at a sonication time of 60 minutes, SF ratio of 20:1, and amplitude of 90%. The ultrasonic treatment can shorten the processing time by 47.54%. Based on GC-MS analysis, the major components in citronella essential oil are *Citronella* (13.67%), *Citronellol* (21.18%), and *Geraniol* (21.32%).

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara yang mempunyai keanekaragaman hayati yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber minyak atsiri. Sementara kebutuhan minyak atsiri dunia terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya perkembangan produk industri modern seperti parfum, kosmetik, makanan, aroma terapi dan obat-obatan (Feriyanto *et al.*, 2013). Di bidang kesehatan minyak atsiri digunakan sebagai antiseptik, antiinflamasi, analgesik, dan sedatif (Satuhu, 2012). Selanjutnya menurut Ketaren (1995), minyak atsiri saat ini sudah dikembangkan dan menjadi komoditas ekspor Indonesia seperti minyak atsiri dari nilam, sereh wangi, pala, cengkeh, akar wangi, kenanga, kayu putih, cendana, lada, dan kayu manis.

Minyak atsiri sereh wangi merupakan salah satu minyak atsiri yang bernilai komersial bagi Indonesia yang

dihasilkan dengan cara penyulingan atau ekstraksi. Menurut Boelens (1994), Indonesia adalah penghasil minyak atsiri sereh wangi terbesar ketiga di dunia setelah Cina dan Vietnam. Namun demikian, dari minyak atsiri sereh wangi yang diperoleh hampir 75% diekspor berupa minyak kasar sedangkan sisanya digunakan untuk keperluan dalam negeri. Indonesia juga mengimpor minyak atsiri sereh wangi dalam bentuk *pure oil* dengan harga yang jauh lebih tinggi dari harga minyak kasar yang diekspor. Misalnya, sepanjang tahun 2004, ekspor minyak atsiri sereh wangi Indonesia mencapai nilai US\$ 469.726 dengan volume ekspor sebesar 115.673 kg, namun pada tahun yang sama jumlah impornya mencapai 2,8 kali nilai eksportnya (BPS, 2005).

Cara ekstraksi yang dipakai selama ini (hidrodistilasi, maserasi dan *soxhlet*) pada umumnya berdasarkan pada pemilihan dan penggunaan volume pelarut yang tepat dalam jumlah besar disertai dengan pemanfaatan panas atau pengadukan guna memperbaiki kelarutan komponen sehingga dapat meningkatkan laju perpindahan massanya. Cara tersebut memerlukan banyak waktu dan beresiko terjadinya penguraian termal terhadap sebagian atau sejumlah besar konstituen nabati yang terkandung di dalamnya serta pemanfaatan volume pelarut dalam jumlah besar yang berdampak pada penambahan biaya produksi, yaitu saat pengadaan maupun pembuangan limbah pelarut yang berbahaya bagi lingkungan. Pada dekade terakhir diperkenalkan beberapa cara ekstraksi alternatif untuk mengurangi keterbatasan tersebut, diantaranya perlakuan awal sonikasi dan fluida superkritis (Péres *et al.*, 2006).

Penelitian mengenai komponen minyak atsiri sereh wangi pernah dilakukan dengan menggunakan distilasi air (Dewi, 2015) dengan rendemen sebesar 0,72% dan distilasi uap (Feriyanto *et al.*, 2013) dengan rendemen sebesar 0,94%. Namun, rendemen minyak atsiri hasil ekstraksi daun sereh wangi masih tergolong rendah karena pengaruh penggunaan metode yang belum optimal sehingga diperlukan perlakuan tambahan untuk meningkatkan kualitasnya.

Penelitian ini melakukan optimasi proses hidrodistilasi minyak atsiri daun sereh wangi dengan perlakuan awal (*pre-treatment*) sonikasi sebagai metode perlakuan awal yang cukup sederhana dengan tingkat efisiensi yang tinggi dibandingkan dengan metode lain seperti pemanasan *microwave* dan *ohmic*. Pengaruh perlakuan awal sonikasi dalam distilasi dapat mengurangi waktu proses dan meningkatkan kualitas produk (Sawamura, 2010). Penelitian yang dilakukan oleh Balachandran *et al.* (2008) mengenai ekstraksi fluida superkritis jahe, penggunaan ultrasonik dapat meningkatkan perolehan ekstrak jahe sebanyak 30%. Pada penelitian yang dilakukan Morsy (2015), adanya teknik ultrasonik dapat meningkatkan rendemen minyak *cardamom* sebesar 4,96% dan mempersingkat waktu ekstraksi sebesar 83,33% – 93,06%.

Adapun yang menjadi tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan rendemen minyak atsiri sereh wangi tertinggi, dan karakteristik minyak atsiri sereh wangi sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Selanjutnya dilakukan validasi pada kondisi optimum yang diperoleh dan dianalisa kandungan senyawa dengan menggunakan GC-MS.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi daun sereh wangi yang diperoleh dari kebun dan tempat penyulingan sereh wangi di kampung Limus Badak Desa Cibunian Kecamatan Pamijahan, Bogor. Beberapa larutan yang digunakan adalah diklorometana p.a. (Aldrich), akuades (Merck) dan etanol 80% teknis (Merck).

Peralatan yang digunakan antara lain satu unit alat hidrodistilasi, satu unit *Sonicator Q Sonica tipe Q 500*, *Gas Chromatography-Mass Spectrum* (GC-MS) tipe Agilent/5977A Series, refraktometer digital merk ATAGO RX 50000, piknometer, dan timbangan analitik.

Preparasi Sampel

Daun sereh wangi yang digunakan telah berusia tiga bulan, yang diambil dengan cara memotong daun pada jarak 3 cm dari pangkal batang. Bahan baku daun sereh wangi dibersihkan untuk menghilangkan kotoran, tumbuhan lain, dan bahan organik asing yang menempel. Setelah bersih, daun sereh wangi tersebut disortir dan dirajang setebal 1,5 – 2 cm kemudian dikering-anginkan pada suhu kamar selama tiga hari hingga kering dan siap untuk dilakukan analisa.

Uji Karakteristik Minyak Atsiri Sereh Wangi

Pengujian indeks bias dilakukan menggunakan refraktometer pada suhu 25 °C (Hanifuddin, 2016), berat jenis menggunakan piknometer (B2P2TOOT, 2008), dan kelarutan dalam etanol 80% mengacu pada BSN (2006).

Perlakuan Awal Menggunakan Sonikasi (Hanifuddin, 2016)

Teknik sonikasi merupakan perlakuan awal pada proses penyulingan minyak atsiri sereh wangi. Alat yang digunakan yaitu *sonicator* bermerk Qsonica tipe Q500 frekuensi 20 kHz. Sebanyak 80 gram irisan daun sereh wangi hasil sonikasi dan sejumlah pelarut akuades untuk masing-masing ukuran SF rasio (perbandingan *solvent* yaitu air terhadap *feed*/sampel daun sereh wangi) dimasukkan ke dalam *beaker glass*. Kemudian dilakukan pengaturan waktu dan amplitudo pada alat sonikasi. Selanjutnya batang *probe* tempat keluarnya gelombang ultrasonik dicelupkan ke dalam *beaker glass* yang berisi larutan sampel lalu alat sonikasi dinyalakan untuk memulai proses sonikasi. Terdapat tiga jenis variabel dan sepuluh jenis kombinasi perlakuan yang digunakan seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan ultrasonik.

Perlakuan	Kode	Ultrasonik		
		Amplitudo (%)	Waktu Sonikasi (menit)	SF Rasio (mL/g)
Tanpa Sonikasi	TS	-	-	20:1
	A30	30	30	20:1
Amplitudo	A60	60	30	20:1
	A90	90	30	20:1
	W30	90	30	20:1
Waktu	W60	90	60	20:1
	W90	90	90	20:1
	S15	90	60	15:1
SF Ratio	S20	90	60	20:1
	S25	90	60	25:1

Ekstraksi Menggunakan Hidrodistilasi (Hanifuddin, 2016)

Sebanyak 80 gram daun sereh wangi dan pelarut akuades hasil sonikasi kemudian dimasukkan ke dalam labu bulat 3000 mL dan diletakkan di atas pemanas dengan media silikon oil untuk memaksimalkan proses pemanasan, kemudian dipasang *clavenger* dan kondensor, lalu air kran yang melalui kondensor dinyalakan dan dilakukan proses ekstraksi selama 8 jam dan dilakukan pengamatan terhadap suhu serta volume minyak atsiri yang dihasilkan per jam. Minyak atsiri sereh wangi yang dihasilkan akan terbawa bersama uap yang dihasilkan ke dalam labu hasil. Selanjutnya dilakukan pemisahan antara minyak sereh wangi dengan air. Minyak hasil hidrodistilasi nantinya dimasukkan ke dalam botol sampel.

Analisa Profil Kimia Minyak Atsiri Menggunakan GC-MS (Agusta, 2000)

Sebanyak 30 μ L sampel minyak atsiri sereh wangi dimasukkan pada botol sampel GC-MS dan ditambahkan 1000 μ L diklorometana. GC-MS digunakan pada kondisi sebagai berikut: merek: Agilent type 15977A Series, gas pembawa: Helium, jenis kolom: DB 1 (30 m \times 250 μ m \times 0.25 μ m), jenis pengion: EI (*electron impact*), kecepatan gas: 40 mL/menit, kenaikan suhu: 10 $^{\circ}$ C/menit, suhu akhir: 250 $^{\circ}$ C, suhu awal: 70 $^{\circ}$ C, suhu detektor: 250 $^{\circ}$ C, suhu injektor: 250 $^{\circ}$ C, tekanan kolom: 8.8085 psi, volume cuplikan: 1 μ L, dan waktu awal: 1 menit. Minyak atsiri sereh wangi yang telah dianalisa dengan GC-MS, dipilih komponen senyawa dominan yang secara konsisten muncul pada sampel yang digunakan dengan kadar tinggi, lalu dilakukan pendugaan strukturnya berdasarkan spektrum massa dengan kromatografi gas-spektrometer massa, dan dicocokkan dengan spektrum massa di bank data NIST Library yang memuat 74.282 jenis senyawa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sonikasi Daun Sereh Wangi

Proses sonikasi pada penelitian ini digunakan sebagai perlakuan awal (*pre-treatment*) sebelum dilakukan proses hidrodistilasi untuk meningkatkan mutu dan rendemen minyak atsiri sereh wangi yang dihasilkan. Model kombinasi perlakuan yang digunakan adalah model penelitian eksploratif dimana serangkaian proses penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menentukan kondisi maksimum dari variabel yang akan digunakan sebagai variabel tetap dalam

konsep atau pola yang diterapkan dalam penelitian.

Berdasarkan penelitian eksploratif yang dilakukan, telah diperoleh variabel amplitudo maksimum pada 90%, waktu sonikasi maksimum pada 60 menit, dan SF Ratio maksimum pada 20:1. Jenis perlakuan maksimum pada penelitian ini memiliki kondisi dimana setiap jenis variabel yang digunakan berada pada kondisi maksimum pada ketiga variabel tersebut yaitu dengan waktu sonikasi selama 60 menit, amplitudo sebesar 90%, dan SF Ratio sebanyak 20:1.

Pada proses sonikasi akan terbentuk gelembung-gelembung kavitasi. Gelembung kavitasi tersebut bersifat tidak stabil sehingga gelembung tersebut mudah pecah. Pecahnya gelembung kavitasi akan menghasilkan tekanan dan suhu yang tinggi yang bersifat destruktif. Tekanan dan suhu yang tinggi akan menyebabkan dinding sel dari daun sereh wangi rusak sehingga akan memudahkan proses ekstraksi minyak atsiri (Rizvi, 2010).

Pengaruh Sonikasi terhadap Hasil Hidrodistilasi

Proses penyulingan minyak atsiri sereh wangi dengan metode hidrodistilasi dilakukan setelah perlakuan awal berupa proses sonikasi. Pada rangkaian metode eksploratif dalam penelitian ini terdapat sepuluh jenis perlakuan dengan perolehan persentase (%) rendemen minyak atsiri yang berbeda-beda seperti tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Rendemen minyak atsiri sereh wangi.

Perlakuan	Rendemen (% v/b)	
	I	II
TS (Tanpa Sonikasi)	1,24	1,24
A30 (W= 30 menit, A= 30%, SF Ratio= 20:1)	1,37	1,37
A60 (W= 30 menit, A= 60%, SF Ratio= 20:1)	1,37	1,37
A90 (W= 30 menit, A= 90%, SF Ratio= 20:1)	1,49	1,49
W30 (W= 30 menit, A= 90%, SF Ratio= 20:1)	1,49	1,49
W60 (W= 60 menit, A= 90%, SF Ratio= 20:1)	1,62	1,62
W90 (W= 90 menit, A= 90%, SF Ratio= 20:1)	1,62	1,62
S15 (W= 60 menit, A= 90%, SF Ratio= 15:1)	1,37	1,37
S20 (W= 60 menit, A= 90%, SF Ratio= 20:1)	1,62	1,62
S25 (W= 60 menit, A= 90%, SF Ratio= 25:1)	1,49	1,49

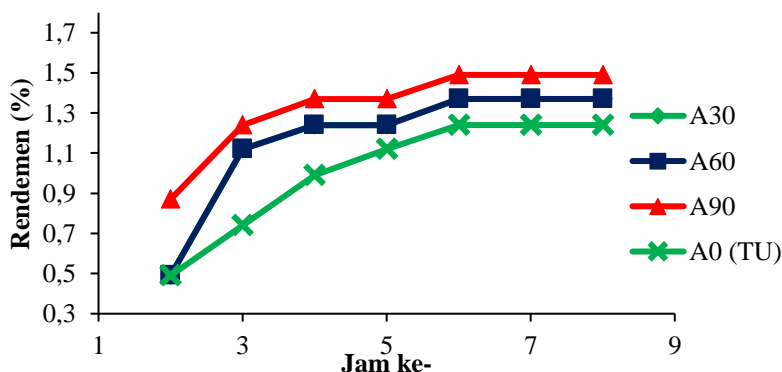
Masing-masing jenis perlakuan dalam penelitian ini dilakukan sebanyak dua kali (duplo) dan memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi dengan menunjukkan hasil rendemen yang sama seperti yang terlihat pada Tabel 2. Menurut Tabel 2, terlihat persentase (%) rendemen tertinggi yang didapat sebesar 1,62% v/b pada jenis perlakuan W60, W90, dan S20. Kondisi maksimum pada penelitian ini memiliki kondisi dimana waktu ultrasonikasi yang digunakan adalah selama 60 menit, amplitudo sebesar 90%, dan SF Ratio sebanyak 20:1.

Pada penelitian ini dihasilkan persentase (%) rendemen yang lebih besar dengan nilai 1,62% dibandingkan dengan rendemen minyak sereh wangi hasil hidrodistilasi tanpa perlakuan awal sonikasi yaitu sebesar 1,24%. Hasil penelitian ini juga menunjukkan persentase (%) rendemen yang lebih besar dibandingkan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan tanpa perlakuan awal sonikasi seperti yang telah dilakukan Ginting (2004) dengan persentase (%) rendemen yang dihasilkan sebesar 0,97% – 1,2% v/b selama 4,5 jam. Dalam waktu yang sama, Dewi (2015) memperoleh persentase (%) rendemen sebesar 0,72% v/b. Penelitian lain yang dilakukan oleh Arswendiyumna (2011) memperoleh rendemen minyak sereh wangi sebesar 1,14% v/b selama 6 – 7 jam.

Pengaruh Amplitudo terhadap Rendemen Minyak Atsiri

Faktor lain yang mempengaruhi perolehan rendemen minyak atsiri sereh wangi adalah besaran amplitudo yang digunakan selama proses sonikasi. Amplitudo pada ultrasonik menunjukkan besarnya daya yang digunakan *transducer* dalam satuan persen (%). *Transducer* yang digunakan memiliki daya 500 W. Pada variasi amplitudo, digunakan amplitudo 30%, 60%, dan 90% dengan variabel tetap yaitu waktu sonikasi sebesar 30 menit dan SF ratio sebesar 20:1 dengan 1,600 mL air dan 80 gram daun sereh wangi kering. Variasi amplitudo ini diambil pada tiga area yang berbeda pada *sonicator* yaitu amplitudo rendah pada 30%, menengah pada 60%, dan tinggi pada 90%. Grafik pengaruh SF

ratio terhadap rendemen hidrodistilasi dapat dilihat pada [Gambar 1](#).



Gambar 1. Pengaruh amplitudo dalam proses hidrodistilasi.

Berdasarkan [Gambar 1](#), dapat dilihat bahwa rendemen tertinggi hasil hidrodistilasi diperoleh pada amplitudo 90%. Hasil ini telah menunjukkan makin tinggi amplitudo yang diberikan pada proses ultrasonikasi maka rendemen minyak atsiri sereh wangi yang dihasilkan akan semakin meningkat. Tingginya amplitudo ultrasonik yang melewati media, menyebabkan semakin banyak gelembung yang terbentuk dan pecah. Suhu dan tekanan yang tinggi dalam gelembung dan gelembung pecah dalam waktu yang singkat menyebabkan terbentuknya gelombang yang bersifat merusak dan berkecepatan tinggi. Hal ini dapat meningkatkan penetrasi pelarut ke dalam jaringan sel dan mempercepat pengeluaran minyak dalam sel dengan menghancurkan dinding sel ([Zhang *et al.*, 2008](#)). Penentuan waktu optimum pada proses hidrodistilasi tanpa sonikasi tercantum pada [Tabel 3](#).

Tabel 3. Penentuan waktu optimum proses hidrodistilasi tanpa sonikasi

Fungsi	Nilai
y	$-0,03x^2 + 0,425x + 0,2464$
y'	$-0,06x + 0,425$
x ketika y'=0	7,08

y: rendemen proses hidrodistilasi (%)

x: waktu proses hidrodistilasi (jam)

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan waktu optimum proses hidrodistilasi minyak sereh wangi seperti yang terlihat pada [Tabel 3](#). Persamaan perlakuan tanpa sonikasi yang digunakan untuk menghitung waktu optimum proses diperoleh dari grafik yang telah dibuat pada [Gambar 1](#). Perhitungan waktu optimum proses hidrodistilasi tanpa perlakuan sonikasi diperoleh melalui turunan pertama persamaan dengan menghitung nilai x ketika turunan pertama persamaan bernilai 0. Perhitungan tersebut menghasilkan waktu optimum proses yaitu 7,08 jam.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, terlihat bahwa proses hidrodistilasi cenderung telah mencapai titik jenuh pada jam ke-6 sehingga tidak terjadi peningkatan rendemen yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan waktu optimum proses yang dibutuhkan untuk hidrodistilasi adalah 6 jam dengan rendemen 1,24%. Kemudian dilakukan perbandingan waktu optimum proses pada setiap variabel untuk bisa mencapai rendemen sebesar 1,24% sebagai standar perolehan rendemen maksimum hidrodistilasi tanpa perlakuan awal sonikasi. Waktu hidrodistilasi dengan rendemen 1,24% dan variasi amplitudo dapat dilihat dalam [Tabel 4](#).

Tabel 4. Waktu hidrodistilasi dengan rendemen 1,24% (variasi amplitudo).

Perlakuan	Persamaan	x ketika y=1,24
TS	$y = -0,03x^2 + 0,425x - 0,2464$	6,29
A30	$y = -0,0415x^2 + 0,5323x - 0,285$	4,32
A60	$y = -0,0415x^2 + 0,5323x - 0,285$	4,32
A90	$y = -0,0269x^2 + 0,3576x + 0,3236$	3,47

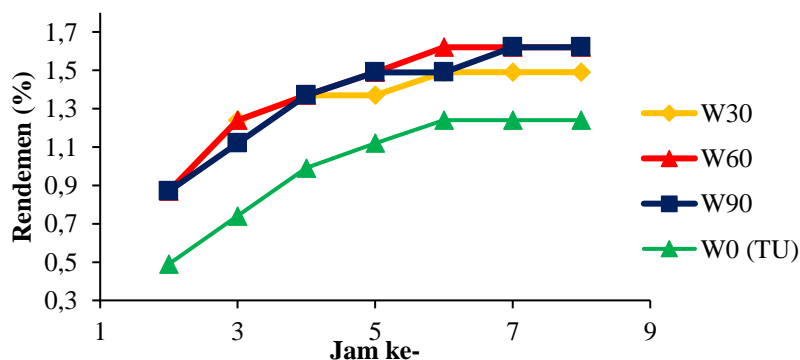
y: rendemen proses hidrodistilasi (%)

x: waktu proses hidrodistilasi (jam)

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa proses hidrodistilasi tanpa perlakuan awal sonikasi membutuhkan waktu 6,29 jam untuk memperoleh rendemen sebesar 1,24% dengan perbandingan *SF ratio* 20:1. Sedangkan, hidrodistilasi dengan perlakuan awal sonikasi membutuhkan waktu 4,32 jam, 4,32 jam, dan 3,47 jam untuk memperoleh rendemen 1,24% dengan amplitudo sebesar 30%, 60%, dan 90% menggunakan waktu sonikasi selama 60 menit dan perbandingan *SF Ratio* 20:1. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan awal sonikasi pada amplitudo maksimum dapat mempersingkat waktu proses sebesar 44,83%. Mengacu pada penelitian Hanifuddin (2016) menunjukkan bahwa waktu proses hidrodistilasi minyak jahe dengan perlakuan awal sonikasi dipersingkat sebesar 61,65%.

Pengaruh Waktu Sonikasi terhadap Rendemen Minyak Atsiri

Pada variasi waktu sonikasi, variabel tetap yang digunakan yaitu amplitudo 90% dan *SF ratio* 20:1 dimana pelarut akuades yang digunakan sebanyak 1.600 mL dan daun sereh wangi kering sebanyak 80 gram. Digunakan variasi waktu sonikasi yaitu 30, 60, dan 90 menit. Pengaruh waktu sonikasi terhadap rendemen hidrodistilasi tercantum pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh waktu sonikasi dalam proses hidrodistilasi.

Menurut Gambar 2, terdapat kecenderungan kenaikan persentase (%) rendemen minyak atsiri sereh wangi seiring penambahan waktu sonikasi. Oleh karena itu, semakin lama waktu sonikasi, rendemen minyak atsiri sereh wangi semakin meningkat. Lamanya proses sonikasi menyebabkan semakin banyaknya gelembung kavitas yang terbentuk, sehingga akan memiliki efek disrupti sel yang lebih tinggi. Selain itu, penetrasi pelarut terhadap jaringan sel akan semakin tinggi juga (Mason, 1996). Hal tersebut menyebabkan pelarut dapat mengambil minyak atsiri lebih banyak dan membantu pelepasan minyak atsiri dari bahan.

Namun, pada kondisi waktu sonikasi selama 60 menit, persentase (%) rendemen minyak atsiri yang diperoleh telah jenuh dan mencapai kadar yang maksimal serta tidak terjadi peningkatan lagi setelahnya. Kondisi perlakuan yang menghasilkan persentase (%) rendemen terbesar adalah pada variasi waktu sonikasi selama 60 menit.

Pada penelitian ini dilakukan penentuan waktu optimum proses hidrodistilasi yaitu selama 7,08 jam seperti yang terlihat pada Tabel 5. Namun, pada Gambar 2 terlihat bahwa rendemen minyak atsiri sereh wangi yang dihasilkan cenderung telah mencapai titik jenuh pada jam ke-6 dalam proses hidrodistilasi. Hal ini menunjukkan bahwa waktu optimum proses yang dibutuhkan dalam proses hidrodistilasi sebenarnya adalah selama enam jam.

Tabel 5. Waktu hidrodistilasi dengan rendemen 1,24% (variasi waktu sonikasi).

Perlakuan	Persamaan	x ketika $y=1,24\%$
TS	$y = -0,03x^2 + 0,425x + 0,2464$	6,29
W30	$y = -0,0269x^2 + 0,3576x + 0,3236$	3,47
W60	$y = -0,0295x^2 + 0,4117x + 0,2021$	3,30
W90	$y = -0,0249x^2 + 0,3692x + 0,2443$	3,54

y : rendemen proses hidrodistilasi (%)

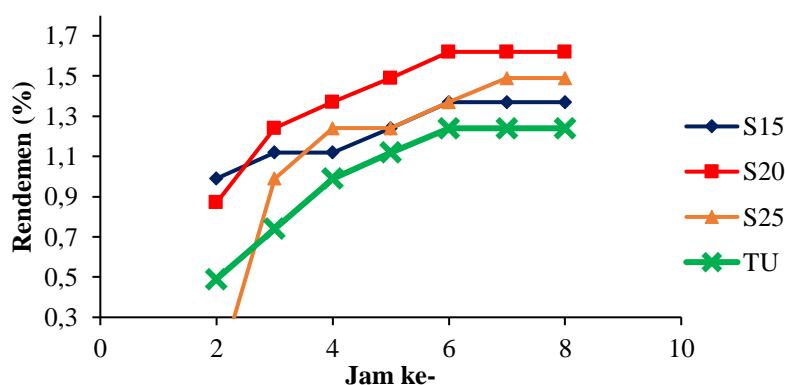
x : waktu proses hidrodistilasi (jam)

Berdasarkan Tabel 5, proses hidrodistilasi tanpa perlakuan awal sonikasi membutuhkan waktu 6,29 jam untuk

memperoleh rendemen sebesar 1,24% dengan perbandingan *SF ratio* 20:1. Sedangkan, hidrodistilasi dengan perlakuan awal sonikasi membutuhkan waktu 3,47 jam, 3,30 jam, dan 3,54 jam untuk memperoleh rendemen 1,24% dengan waktu sonikasi 30, 60, dan 90 menit menggunakan amplitudo 90% dan *SF Ratio* 20:1. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan awal sonikasi pada waktu sonikasi maksimum mempersingkat waktu proses sebesar 47,54%. Penelitian yang dilakukan oleh Hanifuddin (2016) menunjukkan bahwa perlakuan awal sonikasi dengan waktu sonikasi maksimum pada hidrodistilasi minyak jahe mempersingkat waktu proses sebesar 61,65%.

Pengaruh *SF Ratio* terhadap Rendemen Minyak Atsiri

Faktor lain yang mempengaruhi rendemen minyak atsiri sereh wangi yang dihasilkan adalah perbandingan antara pelarut dan bahan yang digunakan atau yang disebut dengan *SF ratio*. Pada variasi *SF ratio*, digunakan variabel tetap yaitu amplitudo sebesar 90% dan waktu sonikasi selama 60 menit. *SF ratio* yang digunakan yaitu 15:1, 20:1, dan 25:1. Grafik pengaruh *SF ratio* terhadap rendemen hidrodistilasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh *SF Ratio* dalam proses hidrodistilasi.

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa *SF Ratio* maksimum yang digunakan pada penelitian ini terletak pada perbandingan 20:1 dimana sebanyak 1.600 mL pelarut akuades yang digunakan untuk 80 gram sampel daun sereh wangi. Perbandingan *SF Ratio* tersebut yang kemudian digunakan sebagai variabel tetap pada penelitian ini. Hasil perolehan rendemen menunjukkan kenaikan pada *SF ratio* 15:1 (S15) hingga 20:1 (S20) namun, pada penggunaan rasio 25:1 (S25) terjadi penurunan rendemen minyak. Keadaan ini diakibatkan pelarut memiliki keterbatasan mengekstrak komponen-komponen minyak atsiri sereh wangi. Penambahan jumlah pelarut dapat meningkatkan kemampuan pelarut dalam mengekstrak komponen minyak jahe (Djafar *et al.*, 2010). Adanya keterbatasan pelarut dalam kemampuan mengekstrak komponen menyebabkan proses difusi antara bahan dan pelarut tidak terjadi lagi karena pada nilai *SF ratio* tertentu pelarut mengalami kejenuhan dalam mengekstrak komponen pada bahan (Djafar *et al.*, 2010). Rendemen tertinggi pada variasi *SF ratio* diperoleh pada *SF ratio* 20:1.

Tabel 6. Waktu hidrodistilasi dengan rendemen 1,24% (variasi *SF Ratio*).

Perlakuan	Persamaan	x ketika y=1,24%
TS	$y = -0,03x^2 + 0,425x + 0,2464$	6,29
S15	$y = -0,0075x^2 + 0,1425x + 0,7307$	4,77
S20	$y = -0,0295x^2 + 0,4117x + 0,2021$	3,30
S25	$y = -0,0636x^2 + 0,8357x - 1,2179$	4,44

y: rendemen proses hidrodistilasi (%)

x: waktu proses hidrodistilasi (jam)

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa proses hidrodistilasi tanpa perlakuan awal sonikasi membutuhkan waktu 6,29 jam untuk memperoleh rendemen sebesar 1,24% dengan perbandingan *SF ratio* 20:1. Sedangkan, hidrodistilasi dengan perlakuan awal sonikasi membutuhkan waktu 4,77 jam, 3,30 jam, dan 4,44 jam untuk memperoleh rendemen 1,24% dengan perbandingan *SF Ratio* sebanyak 15:1, 20:1, dan 25:1 menggunakan amplitudo 90% dan waktu sonikasi

selama 60 menit. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan awal sonikasi pada waktu *SF Ratio* maksimum dapat mempersingkat waktu proses sebesar 47,54%. Penelitian yang dilakukan oleh Hanifuddin (2016) menunjukkan bahwa perlakuan awal sonikasi pada hidrodilusi minyak jahe dapat mempersingkat waktu proses sebesar 61,65%.

Analisa Indeks Bias Minyak Atsiri Sereh Wangi

Indeks bias pada penelitian ini dianalisa untuk menentukan kemurnian minyak berdasarkan sifat fisiknya sesuai standar yang telah ditentukan. Hasil analisa indeks bias minyak atsiri sereh wangi terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil analisa indeks bias minyak atsiri sereh wangi.

Perlakuan	Nilai Indeks Bias	SNI 06-3593-1995
TS (Tanpa Sonikasi)	1,474	
A30 (W= 30 menit, A= 30%, SF Ratio= 20:1)	1,473	
A60 (W= 30 menit, A= 60%, SF Ratio= 20:1)	1,472	
A90 (W= 30 menit, A= 90%, SF Ratio= 20:1)	1,473	
W30 (W= 30 menit, A= 90%, SF Ratio= 20:1)	1,473	
W60 (W= 60 menit, A= 90%, SF Ratio= 20:1)	1,472	1,466 – 1,475
W90 (W= 90 menit, A= 90%, SF Ratio= 20:1)	1,473	
S15 (W= 60 menit, A= 90%, SF Ratio= 15:1)	1,473	
S20 (W= 60 menit, A= 90%, SF Ratio= 20:1)	1,472	
S25 (W= 60 menit, A= 90%, SF Ratio= 25:1)	1,472	
Rata-rata	1,473	

Berdasarkan data hasil analisa indeks bias pada Tabel 7, nilai indeks bias minyak atsiri sereh wangi yang dihasilkan adalah 1,472 – 1,474. Standar mutu minyak atsiri sereh wangi yang telah dijelaskan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3593-1995 (BSN, 1995) pada kondisi temperatur 25 °C adalah 1,466 – 1,475. Secara keseluruhan, masing-masing variabel penelitian menghasilkan minyak atsiri sereh wangi dengan indeks bias yang telah memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Keadaan ini menandakan bahwa minyak atsiri sereh wangi yang dihasilkan memiliki kemurnian yang baik. Semakin indeks bias yang teramati mendekati indeks bias pada literatur, maka semakin murni minyak atsiri sereh wangi tersebut. Besar kecilnya nilai indeks bias dapat dipengaruhi oleh pelarut yang tercampur pada minyak tersebut. Nilai indeks bias kecil diakibatkan oleh pelarut yang ikut membiaskan cahaya datang.

Menurut Guenther (1987), nilai indeks bias dipengaruhi adanya air dalam suatu minyak atsiri, semakin tinggi kandungan airnya, semakin kecil nilai indeks biasnya. Hal ini disebabkan sifat air mudah membiaskan cahaya yang datang. Jadi minyak atsiri yang indeks biasnya lebih besar lebih bagus dibandingkan minyak atsiri yang memiliki nilai indeks bias kecil.

Analisa Berat Jenis Minyak Atsiri Sereh Wangi

Berat jenis merupakan perbandingan massa bahan per satuan volume. Prinsip dari berat jenis adalah perbandingan antara berat cairan terhadap berat air pada volume dan suhu yang sama. Analisa berat jenis minyak sereh wangi menggunakan piknometer yang sebelumnya telah dikalibrasi dengan akuades untuk mengetahui volume piknometer dan selanjutnya untuk mengetahui berat jenis minyak sereh wangi. Minyak sereh wangi yang dianalisa merupakan campuran minyak sereh wangi dari seluruh perlakuan pada penelitian ini karena jumlah volume yang dihasilkan pada tiap perlakuan sangat kecil dan tidak mencukupi untuk dilakukan analisa berat jenis. Standar berat jenis minyak sereh wangi menurut SNI 06-3593-1995 (BSN, 1995) adalah 0,88 – 0,922 g/mL pada suhu 25 °C. Minyak sereh wangi yang dihasilkan memiliki berat jenis 0,9136 g/mL pada suhu 25 °C. Nilai ini telah memenuhi standar berat jenis yang telah ditetapkan.

Analisa Kelarutan Minyak Atsiri Sereh Wangi

Pengujian kelarutan minyak atsiri sereh wangi dalam etanol berdasarkan kelarutan minyak atsiri dalam etanol absolut atau etanol yang diencerkan, penentuannya berdasarkan kekeruhan dan dinyatakan sebagai larut sebagian atau

larut seluruhnya, minyak atsiri tersebut membentuk larutan bening dan cerah dalam perbandingan tertentu sesuai SNI 03-2105-2006, 2006 (BSN, 2006).

Minyak atsiri sereh wangi yang dihasilkan pada penelitian ini menunjukkan perubahan warna menjadi jernih pada penambahan etanol 80% sebanyak 2,3 mL. Hal ini menunjukkan bahwa minyak sereh wangi yang dihasilkan memiliki kelarutan dalam etanol 80% pada perbandingan 1:2 sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dalam SNI 06-3593-1995 (BSN, 1995).

Analisa GC-MS Minyak Atsiri Sereh Wangi

Tabel 8. Hasil analisa GC-MS minyak sereh wangi variasi amplitudo.

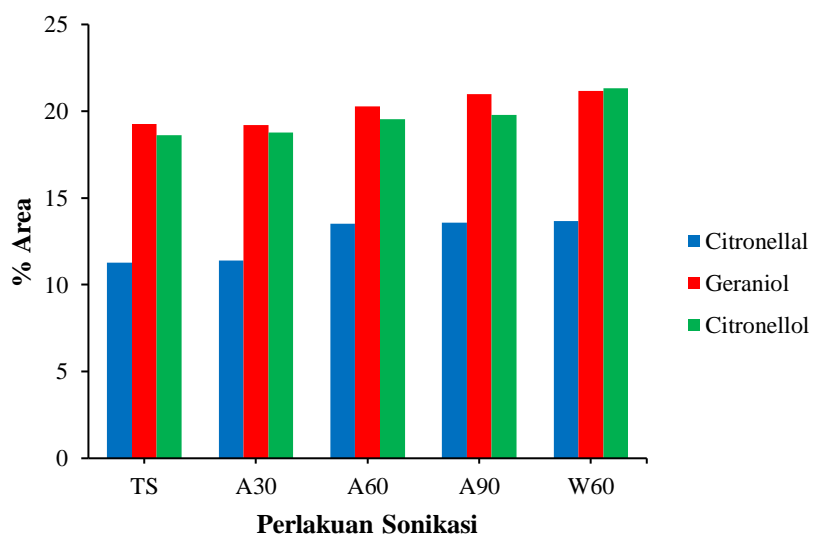
RT	Komponen	Area (%)				
		TS	A30	A60	A90	W60
7,116	<i>Metil heptenone</i>	0,12	0,12	0,11	0,1	0,12
7,217	<i>Beta myrcene</i>	0,39	0,4	0,4	0,48	0,49
7,885	<i>D limonene</i>	2,93	3,05	3,75	3,99	4,12
8,112	<i>Cis-ocimene</i>	0,11	0,14	0,15	0,17	0,19
8,225	<i>Melonol</i>	-	0,24	0,29	0,24	0,31
8,969	<i>Linalool</i>	1,03	1,15	1,02	0,95	1,12
9,397	<i>Melonol</i>	1,13	1,17	1,17	1,24	1,26
9,826	<i>Citronellal</i>	11,27	11,41	13,52	13,58	13,67
9,977	<i>Isopulegol</i>	0,42	0,42	0,45	0,54	0,37
10,998	<i>Citronellol</i>	19,25	19,2	20,27	20,99	21,18
11,111	<i>Beta citral</i>	0,12	0,15	0,14	0,39	0,41
11,388	<i>Geraniol</i>	18,62	18,78	19,55	19,78	21,32
11,540	<i>Citral</i>	0,38	0,44	0,45	0,88	0,89
12,006	<i>Citronellic acid</i>	0,1	0,12	0,14	0,61	0,64
12,573	<i>Citronellyl isobutirat</i>	0,3	0,31	0,37	0,76	0,77
12,649	<i>Alpha-cubebene</i>	0,33	0,4	0,39	0,94	0,96
13,002	<i>Isoledene</i>	0,78	0,73	0,62	0,97	1,2
13,065	<i>Alpha-copaene</i>	0,1	0,1	0,09	0,35	0,37
13,229	<i>Germacrene A</i>	-	2,12	1,98	1,79	2,15
13,468	<i>Isocaryophyllene</i>	0,06	0,09	0,08	0,58	0,69
13,707	<i>Caryophyllene</i>	4,21	4,11	4,34	4,67	4,75
13,783	<i>trans-alpha-Bergamotene</i>	1,16	1,15	0,95	1,2	1,21
14,048	<i>Hexahidronaftalene</i>	0,32	0,34	0,39	0,76	0,79
14,149	<i>Humulene</i>	0,63	0,69	0,63	0,72	0,7
14,212	<i>Bicyclosquiphellandrene</i>	0,16	0,17	0,18	0,59	0,62
14,338	<i>gamma- Muurolene</i>	0,43	0,45	0,47	0,98	1,13
14,451	<i>Germacrene D</i>	0,41	0,39	0,33	0,96	0,98
15,069	<i>Cubenene</i>	0,4	0,43	0,47	0,48	0,56
15,182	<i>alpha-Calacorene</i>	0,13	0,13	0,12	0,42	0,53
15,295	<i>Elemol</i>	4,67	4,53	4,3	2,99	2,14
15,447	<i>alpha-Calacorene</i>	-	0,07	0,1	0,56	0,61
15,674	<i>Germacrenol</i>	2,28	1,89	2,75	2,85	2,87
15,762	<i>Caryophyllene oxide</i>	2,22	2	2,34	2,47	2,52
16,064	<i>Humulene epoxide</i>	0,44	0,34	0,34	0,68	0,71
16,278	<i>gamma-Eudesmol</i>	0,14	0,15	0,14	0,25	0,30
16,404	<i>tau-Muurolol</i>	1,15	1,25	1,24	1,79	1,81
16,556	<i>Alpha cadinol</i>	1,66	1,7	1,61	1,79	1,80
17,110	<i>Farnesol</i>	0,39	0,36	0,36	0,39	0,40
17,425	<i>Oplopanone</i>	0,27	0,32	0,36	0,44	0,44
18,383	<i>Neophytadiene</i>	0,1	0,11	0,1	0,24	0,28
21,068	<i>Phytol</i>	0,07	0,07	0,1	0,15	0,18
Total Area (%)		78,68	81,19	86,56	94,71	97,56
Jumlah Komponen		38	41	41	41	41

Senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri sereh wangi dianalisa menggunakan *Gas Chromatography -Mass Spectroscopy* (GC-MS). Minyak atsiri sereh wangi hasil analisa GC-MS dilakukan tracing untuk komponen yang memiliki area di atas 0,1% dengan tingkat kesesuaian di atas 90% terhadap *library* GC-MS. Analisa dilakukan terhadap minyak atsiri sereh wangi pada kondisi maksimum proses sonikasi (W60) dan setiap perlakuan sonikasi dengan variasi amplitudo sebagai variabel yang paling mempengaruhi efek sonikasi daun sereh wangi (A30, A60, A90). Analisa GC-MS juga dilakukan terhadap blanko atau perlakuan tanpa sonikasi (TS) sebagai variabel pembandingan. Hasil analisa komponen kimia minyak sereh wangi dapat dilihat pada [Tabel 8](#).

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan awal sonikasi memberikan pengaruh berbeda terhadap komposisi dan persentase (%) area setiap komponen-komponen penyusun minyak atsiri sereh wangi. Mengacu pada [Tabel 8](#), rata-rata komponen senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri sereh wangi hasil hidrodistilasi dengan dan tanpa perlakuan awal sonikasi masing-masing sebanyak 41 dan 38. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh perlakuan awal sonikasi terhadap jumlah komponen senyawa yang dihasilkan. Jenis perlakuan dengan konsentrasi komponen senyawa tertinggi berada pada kondisi optimum pada penelitian ini yaitu pada perlakuan W60 dengan variabel waktu sonikasi selama 60 menit, amplitudo sebesar 90%, dan *SF Ratio* sebanyak 20:1.

Pada [Tabel 8](#), terlihat adanya pengaruh amplitudo sonikasi terhadap beberapa komponen kimia minyak sereh wangi. Seiring dengan meningkatnya amplitudo sonikasi yang digunakan, terjadi peningkatan konsentrasi pada komponen-komponen utama minyak sereh wangi dengan konsentrasi tertinggi pada kondisi amplitudo 90%. Namun terjadi penurunan konsentrasi pada komponen *elemol*. Pada komponen lainnya terlihat bahwa perubahan persentase (%) area yang diperoleh terjadi secara fluktuatif. [Utami \(2004\)](#) melaporkan bahwa adanya beberapa senyawa yang meningkat dan menurun disebabkan masing-masing senyawa tidak dapat terdifusi dengan sempurna akibat perbedaan kepolaran.

Berdasarkan [Gambar 4](#), Geraniol merupakan komponen utama minyak sereh wangi dengan luas area tertinggi, yaitu stabil di atas 18% pada setiap jenis perlakuan. Adapun peningkatan luas area pada tiap jenis perlakuan TS, A30, A60, A90, dan W60 berturut-turut adalah sebesar 18,62%, 18,78%, 19,55%, dan 21,32%. Senyawa sitronellol juga merupakan komponen utama dengan luas area tertinggi pada perlakuan W60, yaitu sebesar 21,18%. Sedangkan, luas area sitronellol pada perlakuan TS, A30, A60, dan A90 adalah sebesar 19,25%, 19,20%, 20,27%, dan 20,99%. Peningkatan luas area juga terlihat pada komponen sitronellal dengan konsentrasi tertinggi yang diperoleh adalah sebesar 13,67% pada kondisi perlakuan maksimum (W60).



Gambar 4. Diagram pengaruh perlakuan sonikasi terhadap persen (%) area *citronellal*, *geraniol* dan *citronellol*.

Berdasarkan SNI 06-3593-1995 ([BSN, 1995](#)), sitronellal dan geraniol merupakan komponen utama dalam

minyak atsiri sereh wangi yang dapat mempengaruhi kualitas minyak tersebut dengan kadar total sitronellal $\geq 35\%$ (b/b) sebesar dan geraniol sebesar $\geq 85\%$ (b/b). Kadar total tersebut merupakan persen massa yang diperoleh menggunakan metode gravimetri dengan terlebih dahulu menghitung bilangan ester setelah asetilasi. Kadar sitronellal dan geraniol pada penelitian ini menunjukkan komposisi komponen murni yang dominan dari kedua senyawa tersebut, karena perbedaan metode yang digunakan sehingga tidak dapat dibandingkan dengan standar SNI 06-3953-1995 (BSN, 1995).

Namun pada penelitian ini komponen senyawa penyusun minyak atsiri sereh wangi memiliki luas area yang lebih besar dari penelitian sebelumnya, diantaranya penelitian hidrodistilasi sereh wangi yang dilakukan oleh Pranata (2011) yang menghasilkan senyawa sitronellal dengan luas area sebesar 15,2%. Pada penelitian lain oleh Sastrohamidjojo (2007) dan Ketaren (1995) menghasilkan senyawa sitronellal dengan luas area sebesar 32% – 45%, geraniol sebesar 12% – 18% dan sitronellol sebesar 11% – 15%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar geraniol dan sitronellol pada penelitian ini lebih besar namun kadar sitronellal yang dihasilkan lebih rendah. Perbedaan kadar tersebut dapat disebabkan karena perbedaan tempat tumbuh dan lingkungan yang merupakan faktor luar yang mempengaruhi sereh wangi (Swastihayu, 2014). Selain itu, perbedaan tersebut juga dapat disebabkan oleh perbedaan jenis sereh wangi, kandungan mineral, dan kemurnian bahan yang digunakan (Zahro, 2013). Faktor penyebab lainnya adalah karena senyawa sitronellal dan geraniol sangat mudah menguap sehingga kemungkinan pada proses pemindahan, pengadukan, dan analisa terjadi kehilangan kandungan keduanya (Muyassaroh, 2015). Pada proses hidrodistilasi lebih dari 4 jam kadar sitronellal menjadi lebih rendah, keadaan ini disebabkan oleh bahan yang terlalu lama dipanaskan sehingga menyebabkan sitronellal mengalami dekomposisi menjadi senyawa isoterpen (Ketaren and Djatmiko, 1998). Sedangkan menurut Guenther (1987), suhu tinggi menyebabkan geraniol mudah terpolimerisasi sehingga mengurangi kadar geraniol, selain itu pada suhu tinggi geraniol mudah terdekomposisi.

Terdapatnya beberapa komponen tertinggi yang termasuk senyawa utama dari minyak atsiri sereh wangi, lebih lanjut dapat dikembangkan dalam berbagai bidang. Senyawa-senyawa tersebut merupakan bahan dasar yang digunakan dalam parfum, pewangi dan produk farmasi. Gabungan komponen utama tersebut (sitronellal, sitronellol, dan geraniol) dikenal sebagai total senyawa yang dapat diasetilasi. Ketiga komponen ini menentukan intensitas bau harum, nilai dan harga minyak sereh.

Kandungan sitronellol dalam minyak sereh atsiri wangi dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora*, sehingga penyakit busuk buah kakao dapat diminimalisir (Nurmansyah, 2010). Selain bersifat fungisida, minyak atsiri sereh wangi juga dimanfaatkan sebagai insektisida terhadap lalat rumah *Musca domestica* (Samarasekara *et al.*, 2006) dan juga dapat digunakan sebagai penolak gigitan nyamuk (Pinardi *et al.*, 2010).

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini memberikan kesimpulan bahwa perlakuan awal (*pre-treatment*) sonikasi telah memberikan pengaruh yang nyata dalam meningkatkan persentase (%) rendemen hingga 1,62%. Meningkatkan kadar komponen utama yang terkandung diantaranya sitronellal 13,67%, sitronellol 21,18%, dan geraniol 21,32% serta meningkatkan efisiensi waktu sebesar 47,54%, sehingga cara ini bisa dijadikan rujukan bagi pengembangan industri dalam meningkatkan produktivitas kualitas minyak atsiri sereh wangi. Minyak atsiri sereh wangi yang dihasilkan melalui proses hidrodistilasi dengan dan tanpa sonikasi memiliki rata-rata nilai indeks bias berturut-turut sebesar 1,474 dan 1,473. Minyak atsiri sereh wangi yang dihasilkan memiliki berat jenis sebesar 0,9136 g/mL serta kelarutan dalam etanol 80% dengan perbandingan 1:2. Hasil ini telah sesuai dengan standar mutu SNI 06-3593-1995 untuk minyak atsiri sereh wangi, yang berguna sebagai acuan dalam membedakan karakteristik minyak atsiri sereh hasil hidrodistilasi dengan dan tanpa sonikasi. Rendemen tertinggi pada penelitian ini adalah sebesar 1,62% yang diperoleh pada kondisi perlakuan waktu sonikasi 60 menit, *SF Ratio* 20:1, dan amplitudo 90% dengan waktu hidrodistilasi selama 8 jam, sehingga dapat dijadikan acuan bagi penelitian selanjutnya dalam menentukan kondisi optimum waktu sonikasi, *SF Ratio* dan amplitudo.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan (Puslitpen)-LP2M UIN Syarif Hidayatullah Jakarta yang telah memfasilitasi berupa dana hibah penelitian. Terima kasih kepada Kepala

Pusat Laboratorium Terpadu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Kepala Laboratorium Pusat Riset Kimia Maju, BRIN Kawasan Puspiptek Sepong dan semua pihak yang telah membantu hingga terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, 2000., *Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia*. ITB, Bandung.
- Arswendiyumna, R., 2011. *Minyak Atsiri dari Daun dan Batang Tanaman Dua Spesies Genus Cymbopogon, Famili Gramineae Sebagai Insektisida*. [Prosiding Skripsi Semester Genap] Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh November.
- Balachandran, S., Kentish, S. E., Mawson, R., dan Ashokkumar, M., 2008. Ultrasonic Enhancement of the Supercritical Extraction from Ginger. *Ultrasonics Sonochemistry*, 13(1), 471–479. doi: 10.1016/j.ultsonch.2005.11.006
- Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*, 2005. Biro Pusat Statistik Indonesia, Jakarta.
- Boelens, M. H., 1994. Sensory of Chemical Evaluation of Tropical Graas Oil. *Perfumer and Flavorist* 19 (March/April), 29–33.
- Standar Mutu Minyak Sereh Wangi SNI 06-3953-1995*, 1995. Badan Standar Nasional. Jakarta
- Kelarutan Minyak Atsiri Sereh Wangi SNI 03-2105-2006*, 2006. Badan Standarisasi Nasional. Indonesia.
- Dewi, I. K., 2015. Identifikasi Kualitatif dan Konrol Kualitas Minyak Atsiri pada Herba Kering Serai Wangi dengan Destilasi Air. *Jurnal Terpadu Ilmu Kesehatan*, 4 (1), 11–14.
- Djafar, F., Supardan, M.D., dan Gani, A., 2010. Pengaruh Ukuran Partikel, SF Rasio, dan Waktu Proses Terhadap Rendemen pada Hidrodistilasi Minyak Jahe. *Hasil Penelitian Industri*, 23(2), 47–54.
- Feriyanto, Y.E., Sipahutar, P.J., Mahfud, dan Prihatini, P., 2013. Pengembangan Minyak Atsiri dari Daun dan Batang Serai Wangi (*Cymbopogon Winterianus*) Menggunakan Metode Distilasi Uap dan Air dengan Pemanasan Microwave. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), 93–97.
- Ginting, S., 2004. Pengaruh Lama Penyulingan terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Atsiri Daun Sereh Wangi. *Skripsi Universitas Sumatera Utara*. Medan
- Guenther, E. 1987. *Minyak Atsiri Jilid I*. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Hanifuddin, M. N., 2016. Teknik Ultrasonik dalam Proses Hidrodistilasi Rimpang Jahe Emprit (*Zingiber officinale* var. *Amarum*). *Skripsi Departemen Teknologi Industri Pertanian*. Institut Pertanian Bogor.
- Ketaren, S., 1995. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan Cetakan Pertama*. UI Press. Jakarta.
- Ketaren, S., dan Djatmiko, B. 1998. Minyak atsiri bersumber dari daun. *Departemen Tekonologi Hasil Pertanian : Fatemeta Institut Pertanian Bogor*, Bogor.
- Mason, T. J., 1996. *Advances in Sonochemistry*. Volume 4. Connecticut JAI Press Inc.
- Morsy, N. F. S., 2015. A Short Extraction Time of High Quality Hydrodistilled Cardamom (*Elettaria Cardamomum* L. Maton) Essential Oil Using Ultrasound as a Pretreatment. *Industrial Crops and Products*, 65(1), 287–292. doi: 10.1016/j.indcrop.2014.12.012.
- Muyassaroh., 2015. Citronellal from Citronella Oil by Way of Varying The Mixing Velocities and The Additions of Sodium Bisulfite. *Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional*. Indonesia.
- Nurmansyah., 2010. Efektivitas Minyak Serai Wangi dan Fraksi Sitronellal terhadap Pertumbuhan Jamur *Phytophthora palmivora* Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao. *Litro*, 21(1), 43–52.
- Péres, V. L., Saffia, J., Melecchi, M. I. S., Abadc, F. C., Jacques, R. A., Martinez, M. M., Oliveira, E. C., dan Caramao, E. B., 2006. Comparison of Soxhlet, Ultrasound-Assisted and Pressurized Liquid Extraction of Terpenes, Fatty Acids and Vitamin E. *Journal of Chromatography A*, 1105(1), 115–118. doi: 10.1016/j.chroma.2005.07.113.
- Pinardi, T., Hery, K., dan Yulianto, M., 2010. Pengaruh Larutan Sereh Wangi dan Daun Tembelean Terhadap Daya Tolak Gigitan Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 1(1), 2086–3098.
- Pranata, E., 2011. Pengendalian Mutu Minyak Atsiri Sereh Wangi (*Citronella oil*) di UKM Sari Murni. *Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret*. Surakarta.
- Rizvi, S. S. H., Benado, A. L., Zollweg, J. A., dan Daniels, J. A., 2010. Supercritical Fluid Extraction: Fundamental Principles and Modeling Methods. *Food Technology*, 6 (1), 55–65.
- Samarasekara, R., Kalhari, K. S., dan Weerasinghe, I. S., 2006. Insecticidal Activity of Essential Oil of Ceylon *Cinnamomum* and *Cymbopogon* Species *Musca Domestica*. *Journal of Essential Oil Research*, 18(1), 352–354.

doi: 10.1080/10412905.2006.969110.

- Sastrohamidjojo, H., 2007. *Kimia Minyak Atsiri*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Satuhu, Y., dan Sri, Y., 2012. *Panduan Lengkap Minyak Atsiri*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sawamura, M., 2010. *Citrus Essential Oils: Flavor and Fragrance*. John Wiley and Sons Inc., New Jersey.
- Swastihayu, D. P., 2014. Kualitas Permen Keras dengan Kombinasi Ekstrak Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus* (L.) Rendle) dan Sari Buah Lemon (*Citrus Limon* (L.) Burm.F). *Skripsi Universitas Atma Jaya Yogyakarta*. Yogyakarta.
- Utami, P.D., 2004. *Kajian Proses Pemisahan Fraksi Minyak Akar Wangi Garut (Java Vetiver Oil) dengan Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik*. IPB Bogor. Bogor.
- Zahro., 2013. Analisis Mutu Pangan dan Hasil Pertanian. *Universitas Jember*. Jawa Timur.
- Zhang, Z., Wang, L., Li, D., Jiao, S., Chen, X. D., Mao, Z., 2008. Ultrasound-Assisted Extraction of Oil From Flaxseed. *Separation and Purification Technology*, 62(1), 192–198. doi: 10.1016/j.seppur.2008.01.014.