



Kinerja Ekstraksi Minyak Akar Wangi dengan Metode Ultrasonikasi dan Soxhletasi

Haryono^{*)}, E. Evy Ernawati, dan Adella Hayu Erliana

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Jatinangor, 45363, Telp: (022) 7797712, Fax: (022) 7794545

^{*)} Penulis korespondensi : haryono@unpad.ac.id

Abstract

This study aims to extract vetiver oil by alternative extraction methods, namely ultrasonic extraction and soxhlet extraction. The performance of both extraction methods is compared based on the effect of extraction operation conditions with yield and quality parameters of vetiver oil produced. The quality of vetiver oil was determined and compared with SNI 06-2386-2006. The specified quality parameters are color, odor, density, refractive index, and solubility in 95% ethanol. The composition of compounds in vetiver oil was identified by GC-MS method (Gas Chromatography-Mass Spectrometry). The results showed that ultrasonic extraction performed more effectively than soxhlet extraction. The ultrasonic extraction and soxhlet extraction gave an oil yield of $3.98 \pm 0.58\%$ and $3.95 \pm 0.81\%$. In the extraction with ultrasonic aid performed in extraction time about 3/10 times shorter and solvent consumption about 2/3 times less compared with soxhlet extraction. In terms of quality, vetiver oil from ultrasonic extraction has eligible with the quality standard according to SNI 06-2386-2006 based on the test parameter. The GC-MS showed that vetiver oil from ultrasonic extraction composed of the mayor compounds of khusenic acid (36.40%), zierone (13.89%), nootkatone (1.92%), γ -selinene (1.57%), α -vetivone (1.43%), isolongifolene (1.32%), δ -cadinene (0.86%), and khusimene (0.64%).

Keywords: extraction; ultrasonication; soxhletation; vetiver oil

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengekstraksi minyak akar wangi dengan metode ekstraksi alternatif, yaitu ekstraksi ultrasonik dan ekstraksi soxhletasi. Kinerja kedua metode ekstraksi tersebut dibandingkan berdasarkan pengaruh kondisi operasi ekstraksi terhadap yield dan parameter mutu minyak akar wangi yang dihasilkan. Mutu minyak akar wangi ditentukan dan dibandingkan dengan SNI 06-2386-2006. Parameter mutu yang ditentukan berupa warna, bau, bobot jenis, indeks bias, dan kelarutan dalam etanol 95%. Sedangkan komposisi senyawa dalam minyak akar wangi diidentifikasi dengan metode GC-MS (Gas Chromatography–Mass Spectrometry). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstraksi ultrasonik memiliki kinerja lebih efektif dibandingkan ekstraksi soxhletasi. Ekstraksi ultrasonik dan soxhletasi memberikan yield minyak masing-masing sebesar $3,98 \pm 0,58\%$ dan $3,95 \pm 0,81\%$. Dengan memberikan yield yang sama, ekstraksi ultrasonik dilakukan dalam waktu 3/10 kali lebih singkat dan konsumsi pelarut 2/3 kali lebih hemat dibandingkan dengan ekstraksi soxhletasi. Dalam hal mutu, minyak akar wangi dari ekstraksi ultrasonik telah memenuhi standar mutu menurut SNI 06-2386-2006 berdasarkan parameter pengujian. Hasil GC-MS menunjukkan minyak akar wangi hasil ekstraksi ultrasonik tersusun dari senyawa-senyawa utama berupa asam khusenat (36,40%), zierone (13,89%), nootkatone (1,92%), γ -selinene (1,57%), α -vetivone (1,43%), isolongifolene (1,32%), δ -cadinene (0,86%), dan khusimene (0,64%).

Kata kunci: ekstraksi; ultrasonikasi; soxhletasi; minyak akar wangi

PENDAHULUAN

Minyak akar wangi (*vetiver oil*) sebagai salah satu jenis minyak atsiri yang diekstrak dari bagian akar tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) memiliki manfaat yang luas, seperti digunakan dalam parfum, kosmetik, sabun wangi, anti inflamasi, pencegah serangga, anti bakteri, dan bahan pembuatan insektisida (Baser dan Buchbauer, 2010). Selain karena beragam manfaat yang dapat diambil dari minyak akar wangi, ketersediaan komoditas akar wangi relatif melimpah di beberapa daerah di Indonesia, salah satunya Jawa Barat. Di Jawa Barat, sentra budidaya tanaman dan produksi minyak akar wangi tersebut adalah Kabupaten Garut. Data dari tahun 2010-2015 menunjukkan bahwa total luas perkebunan akar wangi bertambah dari 2,325 menjadi 2,355 Ha, dengan hasil panen akar wangi rata-rata sebesar 73,17 ton/tahun atau 31,27 kg/Ha (Disbun Kabupaten Garut, 2016).

Pemungutan minyak akar wangi rakyat atau konvensional umumnya dilakukan dengan metode distilasi uap (penyulingan). Metode tersebut berpotensi menurunkan mutu minyak akar wangi yang dihasilkan sebagai akibat pemanasan tinggi atau *burning* selama proses penyulingan yang menyebabkan aroma gosong dan warna gelap pada minyak, sehingga nilai ekonominya relatif rendah karena tidak memenuhi standar mutu ekspor (Putrawan dan Farda, 2015). Selain itu *yield* yang dihasilkan rendah, hanya sekitar 1,2% (Suwarda, 2009).

Metode ekstraksi alternatif yang potensial diterapkan adalah metode ekstraksi dengan bantuan ultrasonik dan soxhletasi. Ekstraksi minyak akar wangi dengan metode distilasi selama 8 jam pada suhu 100°C dan tekanan ruang menghasilkan *yield* sebesar 0,198%, sedangkan ekstraksi menggunakan pelarut heksana selama 8 jam dengan soxhletasi dihasilkan *yield* minyak sebesar 1,66% (Leite, 2012). Sedangkan ekstraksi dengan bantuan gelombang ultrasonik memiliki keunggulan dibandingkan dengan metode distilasi, yaitu mampu menghasilkan minyak dalam waktu lebih singkat, *yield* lebih tinggi, dan mengurangi konsumsi pelarut (Baghdikian dkk., 2016).

Pada ekstraksi dengan gelombang ultrasonik, hancurnya gelembung kavitasi yang dihasilkan selama ultrasonikasi menimbulkan partikel-partikel mikro dari pelarut berkecepatan tinggi yang menghancurkan kelenjar minyak atsiri sehingga memudahkan transfer massa dan pelepasan minyak atsiri dari tanaman. Efek kavitasi ini sangat tergantung pada parameter operasi (misalnya frekuensi ultrasonik dan intensitas, suhu, waktu perlakuan, dan lain-lain) yang penting dalam desain yang efisien dan operasi sonikator. Selain itu, minyak atsiri yang diperoleh dari ekstraksi dengan bantuan gelombang ultrasonik juga terbukti memberikan kualitas yang tinggi. Namun, pilihan *sonotrode* harus hati-hati, dengan mempertimbangkan dampak kontaminasi logam terhadap minyak atsiri

yang dapat mempercepat oksidasi, sehingga mengurangi stabilitas minyak atsiri tersebut. (Li dkk., 2016). Ekstraksi dengan batuan ultrasonik tersebut telah berhasil meningkatkan *yield* minyak atsiri dari jeruk Jepang sebesar 44% dibandingkan metode-metode ekstraksi konvensional (Mason dkk., 2011), dan dihasilkan minyak atsiri dengan kualitas tinggi dan aroma lebih baik (Da Porto dkk., 2014; Asfaw dkk., 2005).

Sebagai komoditas perdagangan, minyak akar wangi harus memenuhi syarat tertentu, misalnya SNI 06-2386-2006 tentang Standar Mutu Minyak Akar Wangi. Selain itu, secara jenis dan komposisi kimia, minyak akar wangi tersusun dari beberapa senyawa utama sebagai penciri dari aroma khas minyak akar wangi, yaitu *khusimene*, *vetivone*, *cyclo-isolongifolene*, α -*amorphene*, *aromadendrene-dehydro*, dan *cadinene* (Kadarohman dkk., 2014; Zhu dkk., 2001).

Penelitian ini bertujuan: (1) mempelajari pengaruh kondisi operasi ekstraksi terhadap *yield* pada ekstraksi minyak akar wangi dengan metode ekstraksi soxhletasi dan ekstraksi ultrasonik, (2) menentukan mutu minyak akar wangi hasil dari metode ekstraksi soxhletasi dan ekstraksi ultrasonik berdasarkan standar mutu SNI Minyak Akar Wangi (SNI 06-2386-2006) berdasarkan parameter warna, aroma, bobot jenis, indeks bias, dan kelarutan dalam etanol 95%, dan (3) mengidentifikasi komponen minyak akar wangi yang dihasilkan dari metode ekstraksi terbaik menggunakan GC-MS (*Gas chromatography-mass spectrometry*).

METODE PENULISAN

Alat dan Bahan

Ekstraksi dengan gelombang ultrasonik dilakukan dalam sonikator *bath* Elmasonic S 60H dan ekstraksi dengan metode soxhletasi dilaksanakan dalam rangkaian alat soxhletasi dari bahan gelas. Alat-alat ukur dan uji sifat fisika kimia yang digunakan adalah alat-alat gelas yang umum digunakan di laboratorium, refraktometer ATAGO model NAR-1T, dan instrumen GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectroscopy*) SHIMADZU QP Ultra 2010.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa bahan baku dan bahan pembantu. Bahan baku yang digunakan adalah akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) dan heksana teknis. Akar wangi diambil dari perkebunan akar wangi rakyat di Kecamatan Samarang, Kabupaten Garut, Jawa Barat. Sedangkan bahan kimia yang digunakan untuk pengujian sifat fisika kimia minyak akar wangi berupa etanol (Merck Co., 95%) dan akuades.

Ekstraksi Minyak Akar Wangi dengan Metode Ultrasonikasi (Li dkk., 2016)

Sebelum diekstraksi, akar wangi dicuci dengan air hingga bersih lalu dikeringkan di suhu ruang sampai diperoleh akar wangi kering. Ekstraksi minyak akar wangi dengan bantuan gelombang ultrasonik

dilakukan dalam *bath* sonikator. Sonikator dioperasikan pada frekuensi 60 kHz.

Sampel akar wangi sebanyak 10 g kering disonikasi dalam 200 mL pelarut heksana selama 90 menit. Setelah perlakuan ultrasonik, difiltrasi untuk mengambil filtratnya. Kemudian filtrat diuapkan menggunakan evaporator putar pada suhu 40°C sampai tidak ada lagi pelarut yang menetes ke labu penampung. Perolehan minyak akar wangi dihitung sebagai *yield* berdasarkan persamaan (1).

Ekstraksi Minyak Akar Wangi dengan Metode Soxhletasi (Dan dkk., 2009)

Sekitar 18 g kering akar wangi dan sudah dibersihkan berukuran panjang sekitar 1 cm dimasukkan ke dalam tempat sampel pada alat soxhlet. Pelarut heksana sebanyak 300 mL dimasukkan ke dalam labu didih. Setelah alat soxhlet dan labu didih dirangkai, kemudian dilakukan ekstraksi selama 5 jam pada suhu didih heksana (60°C).

Larutan hasil ekstraksi kemudian dievaporasi dengan evaporator putar pada suhu 40°C sampai tidak ada lagi pelarut yang menetes ke labu penampung. Perolehan minyak akar wangi dihitung sebagai *yield* berdasarkan persamaan (1).

$$\text{Yield minyak} = \frac{\text{massa minyak setelah pemurnian}}{\text{massa akar wangi kering}} \quad (1)$$

Pengujian Sifat Kimia Fisik Minyak Akar Wangi

Pengujian sifat kimia fisik terhadap minyak akar wangi meliputi: warna dan aroma, bobot jenis, indeks bias, dan kelarutan dalam etanol 95%. Parameter-parameter uji kualitas minyak akar wangi tersebut dilakukan dengan prosedur sesuai SNI 06-2386-2006.

Identifikasi Komponen Kimia Penyusun Minyak Akar Wangi

Identifikasi komponen penyusun minyak akar wangi dilakukan dengan alat GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*). Kromatografi gas yang digunakan adalah kromatografi gas cair SHIMADZU QP Ultra 2010. Adapun kondisi GC-MS yang digunakan adalah suhu kolom 60°C, suhu injektor 280°C, volume injeksi 0,2 µL, tekanan 80,2 kPa, gas pembawa helium, kolom yang digunakan adalah kolom DB-5MS dengan panjang kolom 30 m dan diameter kolom 0,25 mm. Waktu analisis dilakukan selama 29 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Kondisi Ekstraksi terhadap *Yield* Minyak Akar Wangi

Hubungan antara kondisi operasi ekstraksi dan *yield* minyak akar wangi dari metode ekstraksi yang diterapkan (ekstraksi ultrasonik dan soxhletasi) ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan kondisi ekstraksi dan *yield* minyak akar wangi pada kedua metode

Metode Ekstraksi	Rasio ¹⁾ / g:mL	Waktu / Menit	Suhu / °C	Yield ²⁾ / %
Ultrasonik	10 : 200	90	60	3,98±0,58
Soxhletasi	18 : 300	300	60	3,95±0,81

¹⁾ Rasio berat akar wangi terhadap volume pelarut (n-heksana)

²⁾ Hasil perata-rataan dari 7-16 kali ekstraksi

Hasil penelitian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa *yield* minyak akar wangi dari metode ultrasonik dan soxhletasi bernilai relatif sama, masing-masing sebanyak 3,98±0,58% dan 3,95±0,81%. Namun bahan baku yang digunakan pada ekstraksi ultrasonik lebih sedikit (10 g akar wangi dan 200 mL heksana) daripada ekstraksi soxhletasi (18 g akar wangi dan 300 mL heksana). Selain itu, metode ekstraksi ultrasonikasi membutuhkan waktu ekstraksi 1/3 kali lebih singkat dibandingkan ekstraksi soxhletasi. Hal ini dapat terjadi karena pada ekstraksi ultrasonik terdapat kavitasi berenergi besar di pelarut yang dapat menumbuk dinding sel akar wangi dan memperbesar diameter porinya. Kavitasi pada pelarut juga akan menimbulkan tumbukan antar molekul pelarut berkecepatan tinggi dengan akar wangi dan gangguan terhadap struktur mikropori dari jaringan akar wangi. Hal tersebut menyebabkan pecahnya partikel penyusun jaringan akar wangi dan mempercepat keluarnya senyawa bioaktif dari dalam matriks biologi akar wangi ke permukaan melalui mekanisme osmosis, dan mempercepat difusi minyak akar wangi ke pelarut meninggalkan matriks biologi akar wangi, sehingga minyak hasil ekstraksi menjadi lebih banyak (Vilkhu dkk., 2011).

Pemakaian suhu ekstraksi yang sama antara kedua metode tersebut, kemudian dikaitkan dengan konsumsi waktu, berdampak pada konsumsi energi panas. Oleh karena dalam hal konsumsi panas, metode ekstraksi ultrasonikasi lebih efisien dalam hal konsumsi energi jika dibandingkan dengan metode soxhletasi.

Berdasarkan pertimbangan konsumsi bahan baku, waktu ekstraksi, dan energi termal yang lebih sedikit, serta dikaitkan dengan dampaknya terhadap *yield* minyak yang relatif sama, maka dapat dinyatakan bahwa metode ekstraksi ultrasonik yang lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan metode soxhletasi. Pada tinjauan lebih luas tentang metode-metode ekstraksi minyak akar wangi yang telah dilakukan, metode ekstraksi ultrasonik juga merupakan metode paling unggul, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan *yield* minyak akar wangi dari beberapa metode ekstraksi pada kondisi optimum

Metode Ekstraksi	Waktu/ jam	Kondisi Ekstraksi	Yield/ %	Referensi
Ultrasonik	1,5	60°C, 60 Hz	3,98	Penelitian ini
Soxhletasi	5	60°C	3,95	
Soxhletasi	5	70°C	1,9	Danh dkk., 2009
Hidrodistilasi	25	$V_{uap} = 1,2$ L/jam	1,6	Inggrid dkk., 2010
Distilasi uap	15	P = 3 atm	1,124	Suryatmi, 2006

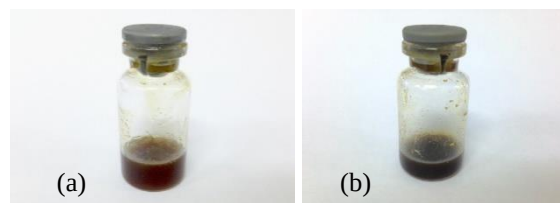
Analisis Sifat Fisik dan Kimia Minyak Akar Wangi

Data hasil analisis sifat fisik dan kimia minyak akar wangi dibandingkan dengan standar mutu SNI Minyak Akar Wangi (SNI 06-2386-2006) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa minyak akar wangi dari ekstraksi dengan metode ultrasonikasi lebih memenuhi standar mutu berdasarkan SNI 06-2386-2006. Setiap jenis minyak atsiri mempunyai sifat khas tersendiri. Sifat ini tergantung dari komponen senyawa penyusunnya. Sifat-sifat khas dan mutu minyak dapat berubah mulai dari minyak yang masih berada dalam bahan, ataupun selama proses ekstraksi, penyimpanan dan pemasaran (Sani, 2011). Sedangkan secara penampilan fisik (warna), minyak akar wangi yang dihasilkan dari metode ekstraksi ultrasonik berwarna coklat kekuningan, dan dari metode ekstraksi soxhletasi berwarna coklat tua (Gambar 1). Aroma minyak yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki bau khas akar wangi.

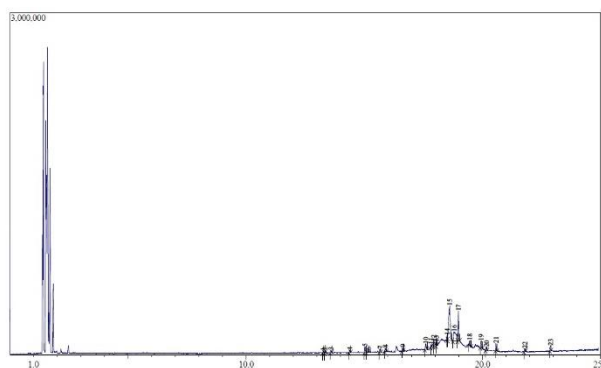
Tabel 3. Perbandingan mutu minyak akar wangi hasil penelitian dan SNI 06-2386-2006

Parameter Mutu / Satuan	Nilai dan Hasil Pengujian		
	SNI	Ultrasonik	Soxhletasi
Warna	Kuning muda sampai coklat kemerahan	Coklat kekuningan	Coklat tua
Aroma	Khas akar wangi	Khas akar wangi	Khas akar wangi
Bobot jenis pada 20°C / g/mL	0,980 - 1,003	0,998	0,896
Indeks bias pada 20°C	1,520 - 1,530	1,526	1,597
Kelarutan dalam etanol 95%	1:1 jernih, seterusnya jernih	1:1 jernih, seterusnya jernih	1:1 jernih, seterusnya jernih

**Gambar 1.** Penampilan warna minyak akar wangi dari (a) metode ultrasonikasi dan (b) metode soxhletasi

Identifikasi Komponen Penyusun Minyak Akar Wangi dengan GC-MS

Kromatogram GC-MS komponen penyusun minyak akar wangi hasil ekstraksi ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 2 dan komposisi minyak akar wangi disajikan pada Tabel 4. Minyak akar wangi hasil dari metode soxhletasi tidak diidentifikasi komponen penyusun minyak menggunakan GC-MS karena minyak tersebut tidak memenuhi standar mutu SNI Minyak Akar Wangi.

**Gambar 2.** Kromatogram GC-MS minyak akar wangi dari ekstraksi dengan ultrasonikasi

Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat 23 puncak pada kromatogram hasil analisis GC-MS. Hal ini berarti minyak akar wangi hasil ekstraksi ultrasonik teridentifikasi mengandung 23 senyawa (Tabel 4), dimana senyawa-senyawa utamanya yaitu asam khusenat (36,40%), α -vetivone (13,89%), β -eudesmol (3,12%), *nootkatone* (1,92%), γ -selinene (1,57%), *isolongifolene* (1,32%), δ -cadinene (0,86%), dan *khusimene* (0,64%). α -vetivone diketahui merupakan senyawa kimia pemberi bau khas akar wangi (Hanief dkk., 2013).

Hasil analisis GC-MS (Tabel 4) juga menunjukkan bahwa kadar seskuiterpen alkohol (*vetiverol* total) sebesar 20,38%, terdiri dari *valerenol* (13,92%), 4-bromo-1-naftalenamin (3,88%), dan β -eudesmol (2,58%). Sedangkan kadar seskuiterpen keton (*vetivon* total) sebesar 15,81%, terdiri dari α -vetivon (13,89%) dan *nootkatone* (1,92%). Jika dijumlahkan antara *vetiverol* total dan *vetivon* total yang kedua golongan merupakan seskuiterpen-O, maka minyak akar wangi hasil ekstraksi ultrasonik mengandung seskuiterpen-O sebesar 36,19%. Dalam hal kadar *vetiverol* total, jika dibandingkan dengan

persyaratan dalam SNI minyak akar wangi (minimal 50%), minyak akar wangi hasil penelitian ini belum memenuhi persyaratan. Tetapi, jika dibandingkan dengan kadar vetiverol total minyak akar wangi hasil penyulingan rakyat Garut yaitu 4,4-6,31% (Mulyono dkk., 2012), kadar vetiverol minyak akar wangi hasil ekstraksi ultrasonik relatif lebih tinggi.

Tabel 4. Komposisi senyawa kimia dalam minyak akar wangi dari ekstraksi dengan metode ultrasonikasi (analisis dengan GC-MS)

Puncak	Waktu Retensi / menit	Nama Senyawa	% Area
1	13,259	bicyclo[5.2.0]nonane, 2-methylene-4,8,8-trimethyl-4-vinyl	0,55
2	13,337	khusimene	0,64
3	13,585	bicyclo[4.3.0]nonan-2-on, 8-isopropyliden-	0,87
4	14,386	δ -cadinene	0,86
5	15,026	β -eudesmol	3,12
6	15,17	vanillin	1,24
7	15,668	isolongifolene	1,32
8	15,894	γ -selinene	1,57
9	16,624	2h-2,4a-ethanonaphthalene, 1,3,4,5,6,7-hexahydro-2,5,5-trimethyl-	1,28
10	17,6	linalyl acetate	3,09
11	17,825	3-isopropylidene-5-methyl-hex-4-en-2-one	2,62
12	17,94	4-bromo-1-naphthalenamine	3,88
13	18,052	bacteriochlorophyll-c-stearyl	1,01
14	18,51	Nootkatone	1,92
15	18,612	khusenik acid	36,4
16	18,799	Valerenol	13,92
17	18,98	α -vetivone	13,89
18	19,46	4-phenyldecan-ol	2,23
19	19,941	4,8a-dimethyl-6-(2-methyl-2-oxiranyl)-4a,5,6,7,8,8a-hexahydro-2(1h)-naphthalenone	3,07
20	20,17	ainigmaptilone A	1,43
21	20,575	1,2-dimethyl-3-pentyl-4-propylcyclohexane	2,38
22	21,794	1(10),4-aromedenedradien	1,00
23	22,884	1-eicosanol	1,71

Jenis-jenis senyawa dalam minyak akar wangi dari hasil penelitian ini relatif bersesuaian dengan hasil analisis komposisi minyak akar wangi oleh Kadarohman dkk. (2014) dan Rahmawati dkk. (2010). Kedua penelitian tersebut sama-sama menggunakan sampel akar wangi dari Garut, Jawa Barat.

Kadarohman dkk. (2014) melaporkan bahwa senyawa utama yang terkandung dalam minyak akar wangi adalah *cyclo-isolongifolene* (5,89%), *aromadendrene-dehydro* (3,00%), *isolongifolene*, 4,5-dehydro (4,29%), *khusimene* (2,38%), *α -amorphene* (2,09%), dan *zierone* (2,00%). Sedangkan Rahmawati dkk. (2010) menyatakan bahwa senyawa utama yang terkandung dalam minyak akar wangi adalah *cycloisolongifolene* (20,59 %), *nootkatone* (11,82 %), *spathulenol* (8,50%), *vellerdiol* (8,04%), *juniper camphor* (6,12%), *aromadendreneepoxide* (6,90%), *vallencene* (5,48%), *γ -guaiene* (5,02%), *β -eudesmol* (2,47%), *γ -selinene* (2,32%), *α -muurolene* (1,55 %), dan *khusimene* (1,89 %). Perbedaan komposisi senyawa dalam minyak akar wangi, disebabkan karena adanya perlakuan terhadap tumbuhan akar wangi yang berbeda pada masa pemanenan, lama penyimpanan, metode pengeringan, dan metode ekstraksi (Sani, 2011).

KESIMPULAN

Metode ekstraksi ultrasonikasi merupakan metode yang lebih efektif dan efisien dalam mengekstrak minyak akar wangi dibandingkan metode soxhletasi. Ekstraksi dengan ultrasonikasi memerlukan bahan baku (akar wangi dan pelarut) lebih sedikit, waktu ekstraksi lebih singkat, dan energi termal yang lebih rendah dibandingkan dengan metode soxhletasi untuk menghasilkan yield yang relatif sama.

Mutu minyak akar wangi hasil dari metode ekstraksi ultrasonik telah memenuhi syarat standar mutu SNI Minyak Akar Wangi (SNI 06-2386-2006). Berdasarkan hasil analisis dengan GC-MS, minyak akar wangi dari ekstraksi dengan metode ultrasonikasi tersusun dari komponen-komponen utama berupa asam khusenat (36,40%), *α -vetivone* (13,89%), *β -eudesmol* (3,12%), *nootkatone* (1,92%), *γ -selinene* (1,57%), *isolongifolene* (1,32%), *δ -cadinene* (0,86%), dan *khusimene* (0,64%).

DAFTAR PUSTAKA

- Asfaw, N., Peter, L., Alexander, A. N., and Martyn, P., (2005). Green Chemistry in Ethiopia: The Cleaner Extraction of Essential Oils from *Artemisia afra*: a Comparison of clean technology with conventional methodology. *Green Chemistry*, 7, 352-356.
- Baghdikian, B., Aurore, F., Anne-Sylvie, F., Emmanuel, P., Fathi, M., Farid, C., Evelyne, O., (2016). Extraction by Solvent Using Microwave and Ultrasoundassisted Techniques Followed by HPLC Analysis of Harpagoside from *Harpagophytum procumbens* and Comparison with Conventional Solvent Extraction Methods. *Comptes Rendus Chimie*, 19, 692-698.
- Baser, K. H. C. dan Buchbauer, G., (2010). *Hand Book of Essentials Oil Science, Technology, and Application*. United States of America: CRC Press.

- Da Porto, C., Decorti, D., and Natolino, A., (2014). Ultrasound-Assisted Extraction of Volatile Compounds from Industrial *Cannabis sativa* L. Inflorescences. *International Journal of Applied Research in Natural Products*, 7(1), 8-14.
- Danh, L.T., Mammucari, R., Truong, P., and Foster, N., (2009). Response Surface Method Applied to Supercritical Carbon Dioxide Extraction of *Vetiveria zizanioides* Essential Oil. *Chemical Engineering Journal*, 155(3), 617-626.
- Disbun-Dinas Perkebunan Kabupaten Garut Jawa Barat, (2016). Akar Wangi.
- Hanief, M. M, Halim, A. M. W, dan Mahfud., (2013). Ekstraksi Minyak Atsiri dari Akar Wangi Menggunakan Metode *Steam-Hydro distillation* dan *Hydro distillation* dengan Pemanas *Microwave*. *Jurnal Teknik POMITS*, 2(2), 219-223.
- Inggrid, M., Levana, I., dan Djojosebroto, H., (2010). Perolehan dan Karakteristik Minyak Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*) Hasil Hidrodistilasi. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*, Semarang, 4-5 Agustus 2010, Semarang: Universitas Diponegoro.
- Kadarohman, A., Eko, R., Dwiyantri, G., Lailatul, L., Kadarusman, E., and Nur, A., (2014). Quality And Chemical Composition Of Organic And Non-Organic Vetiver Oil. *Indonesian Journal of Chemistry*, 14(1), 43-50.
- Leite, B., (2012). Extraction Of Essential Oils From Vetiver (*Vetiveria Zizanioides*) Grass. *Thesis*. University of KwaZulu, Afrika Selatan.
- Li, Z., Yang, F., Yang, L., Zhu, Y., (2016). Ultrasonic Extraction of Oil from *Caesalpinia spinosa* (Tara) Seeds. *Journal of Chemistry*, 1-6.
- Mason, T., Chemat, F., Vinatoru, M., (2011). The Extraction of Natural Products Using Ultrasound and Microwaves. *Current Organic Chemistry*, 15, 237-247.
- Mulyono E, Djajeng, S., Tatang, H., (2012). Peningkatan Mutu dan Efisiensi Produksi Minyak Akar Wangi Melalui Teknologi Penyulingan dengan Tekanan Uap Bertahap. *Buletin Teknologi Pascatanen Pertanian*, 8(1), 35-47.
- Putrawan, I.D.G.A. dan Farda, E., (2015). Simple Vacuum Distillation of Vetiver Oil from Smallholders for Quality Improvement. *Global Journal of Researches in Engineering*, 15(3), 1-7.
- Rahmawati, N., Zetra, Y., Burhan, R. Y. P., (2010). Pemanfaatan Minyak Atsiri Akar Wangi (*Vetiveria Zizanioides*) dari Famili Poaceae Sebagai Senyawa Antimikroba dan Insektisida Alami. *Prosiding Skripsi Semester Genap 2009/2010*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Sani. (2011). *Minyak dari Tumbuhan Akar Wangi*. Surabaya: Unesa University Press.
- SNI (Standar Nasional Indonesia) 06-2386-2006. Minyak Akar Wangi.
- Suryatmi, R.D., (2006). Kajian Variasi Tekanan pada Penyulingan Minyak Akar Wangi Skala Laboratorium. Di dalam: Menuju IKM Minyak Atsiri Berdaya Saing Tinggi. *Prosiding Konferensi Nasional Minyak Atsiri 2006*, Solo, 18 – 20 Sept 2006, Jakarta : Direktorat Industri Kimia dan Bahan Bangunan Dirjen IKM Departemen Perindustrian RI.
- Suwarda, R., (2009). Analisis Energi Proses Penyulingan Minyak Akar Wangi Dengan Peningkatan Tekanan Dan Laju Alir Uap Air secara Bertahap. *Tesis Magister, Institut Pertanian Bogor, Bogor*.
- Vilkhu, K., Manasseh, R., Mawson, R., Ashokkumar, M., (2011). Ultrasonic Recovery and Modification of Food Ingerdients dalam *Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing*, Editor Feng, H., Barbosa-Canovas, G., Weiss, J. New York: Springer.
- Zhu, B.C.R., Gregg, H., Feng, C., Huixin, F., Roger, A.L.. (2001). Evaluation of Vetiver Oil and Seven Insect-Active Essential Oils Against The Formosan Subterranean Termite. *Journal of Chemical Ecology*, 27(8), 1617-1625.