



Microwave Assisted Hydrodistillation untuk Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Kulit Jeruk Bali Sebagai Lilin Aromaterapi

Megawati^{1✉}, dan Fitriya Murniyawati²

DOI 10.15294/jbat.v4i1.3769

Prodi Teknik Kimia D3, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Article Info

Sejarah Artikel:

Diterima April 2015

Disetujui Mei 2015

Dipublikasikan Juni 2015

Keywords:

Aromatherapy candle, essential oils, microwave assisted hydrodistillation, pomelo peel.

Abstrak

Ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk bali dilakukan menggunakan metode Microwave Assisted Hydrodistillation dengan variasi daya (800, 600, 450, 300, dan 100 W) dan massa bahan (150, 125, 100, 75, dan 50 g). Ekstraksi dengan variasi daya dilakukan pada massa 150 g dan didapat daya optimum yaitu 600 W, sedangkan ekstraksi dengan variasi massa bahan dilakukan pada daya 600 W. Minyak atsiri yang diperoleh dianalisis densitas, kelarutan dalam alkohol 95% dan senyawa kimia minyak atsiri kulit jeruk bali menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) dan minyak atsiri kulit jeruk bali yang didapat diaplikasikan untuk lilin aromaterapi. Hasil penelitian menunjukkan semakin besar daya yang digunakan maka volum minyak yang dihasilkan semakin besar dan waktu ekstraksinya lebih cepat. Variasi massa bahan menunjukkan semakin besar massa bahan yang digunakan maka volum minyak yang dihasilkan semakin besar. Densitas minyak atsiri kulit jeruk bali hasil penelitian yaitu 0,810 g/mL, larut pada alkohol 95% dengan perbandingan minyak-alkohol 1:6 dan terdapat tiga komponen senyawa kimia penyusun minyak atsiri kulit jeruk bali yaitu limonen (93,99%), β -pinene (3,20%), dan germakren-D (2,82%). Minyak atsiri kulit jeruk bali hasil ekstraksi yang diperoleh dapat diaplikasikan untuk lilin aromaterapi.

Abstract

Essential oils extracted from pomelo peel was performed using Microwave Assisted Hydrodistillation with variations of microwave oven power (800, 600, 450, 300, and 100 W) and material mass (150, 125, 100, 75, and 50 g). The extraction with power variation was conducted with 150 g of material and the optimum extraction power was obtained at 600 W. Therefore material mass variation was conducted with microwave oven power of 600 W. The essential oils produced were analyzed for its density, solubility in alcohol of 95% v/v, and chemical composition. The chemical composition analysis was conducted with Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). Afterward the essential oils was treated to produce aromatherapy candle. It is concluded that the greater power obtained the greater oil volume. Additionally the greater material mass resulted in the greater oil volume. The extracted pomelo peel essential oil density is about 0.810 g/mL. Beside that, essential oil solubility in alcohol is about 95% v/v (oil-alcohol ratio of 1:6). There are three oil components in pomelo peel essential oil, i.e. limonene (93.99%), β -pinene (3.20%), and germacrene-D (2.82%). Finally, obtained pomelo peel essential oil can be utilized as raw material to produce aromatherapy candle.

PENDAHULUAN

Lahan yang subur menunjang pertumbuhan berbagai macam tanaman di Indonesia. Tanaman jeruk merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Di Indonesia terdapat berbagai macam varietas tanaman jeruk seperti, jeruk manis, jeruk nipis, jeruk mandarin, jeruk keprok, jeruk bali, dan lain-lain. Tanaman jeruk yang ada di Indonesia adalah peninggalan orang Belanda. Sementara itu, yang mendatangkan jeruk manis dan keprok adalah Amerika dan Itali (Deptan, 2012). Jeruk bali merupakan salah satu jenis jeruk yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Namun pemanfaatan jeruk bali belum optimal, selama ini jeruk bali hanya dikonsumsi daging buahnya saja sementara kulitnya yang merupakan produk samping jeruk bali hanya terbuang sebagai sampah. Untuk itu perlu dilakukan pengkajian pemanfaatan kulit jeruk bali agar dapat menjadi produk unggulan

Kulit jeruk bali mengandung pektin yang dapat digunakan untuk pembuatan *gelling agent* dan *edible film* (Srivastava dan Malviya, 2011) dan mengandung komponen penyusun minyak atsiri (Fong, 2012). Pemanfaatan kulit jeruk bali untuk pektin dan minyak atsiri dapat meningkatkan komoditas atsiri dan nilai ekonomi jeruk bali. Pemanfaatan kulit jeruk bali yang akan dipelajari dalam percobaan ini adalah ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk bali. Minyak atsiri merupakan salah satu hasil akhir proses metabolisme sekunder dalam tumbuhan. Minyak atsiri dapat bersumber dari setiap bagian tanaman, yaitu dari daun, bunga, buah, biji, batang atau kulit dan akar (Keteren, 1985).

Senyawa kimia yang terdapat dalam kulit jeruk bali dapat dimanfaatkan karena memiliki gugus penyusun minyak atsiri (Fong, 2012). Komponen minyak atsiri dalam kulit jeruk bali terdiri dari α -pinen (0,45%); β -misren (3,2%); limonen (90,96%); sabinen (0,36%); trans- α -osimen (0,19%) dan germakren D (0,21%); α -terpinen (0,32%); linalol (0,61%); α -terpineol (0,46%); neral (0,29%); sitral (0,40%); geranil asetat (0,20%); isokariofilen (0,244%) (Astari-ni, 2010). Senyawa limonen yang terdapat dalam kulit jeruk bali inilah yang membuat minyak atsiri kulit jeruk bali mempunyai aroma yang khas.

Pemungutan minyak atsiri biasa dilakukan dengan metode konvensional, namun ekstraksi dengan metode ini memiliki beberapa kelemahan seperti penggunaan energi yang lebih besar, proses ekstraksi memakan waktu yang lebih lama, dan kehilangan banyak senyawa kimia yang

mudah menguap (Fong, 2012). Untuk itu perlu dikembangkan suatu metode ekstraksi alternatif yang ramah lingkungan, cepat, aman, dan efisien serta hemat energi. Metode baru yang diharapkan dapat meningkatkan rendemen minyak atsiri dengan cepat, aman, hemat energi dan ramah lingkungan adalah *supercritical extraction* (Sulaswatty dkk., 2003), *vacuum microwave-assisted extraction* (VMAE) (Wang dkk., 2008), dan *microwave assisted hydrodistillation* (MAHD) (Triana, 2013). Pada penelitian ini proses ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk bali dilakukan dengan metode *microwave assisted hydrodistillation*. Metode ini dipilih karena proses ekstraksi menggunakan MAHD tidak membutuhkan solvent yang memerlukan pemurnian lanjut, tekanan vakum yang memerlukan peralatan tambahan juga kondisi operasinya tidak perlu sampai kondisi kritis, sehingga lebih sederhana. Selain itu, metode MAHD menggunakan gelombang mikro sebagai sumber energi yang ramah lingkungan dan proses ekstraksinya cepat sehingga lebih ekonomis dan efisien (Fong, 2012), serta lebih sedikit menghasilkan limbah cair (Farhat, 2011).

Minyak atsiri banyak digunakan dalam parfum, kosmetik dan sebagai bahan pewangi sabun. Karenanya produksi dan konsumsi minyak ini juga cukup besar (Guenther, 1990). Minyak atsiri kulit jeruk bali memiliki potensi ekonomi yang cukup menjanjikan. Minyak atsiri yang diperoleh dari kulit jeruk bali dapat digunakan sebagai bahan pembuatan aromaterapi, sabun atau kosmetik, parfum, dan bahan penambah citarasa makanan. Salah satu potensi ekonomi minyak atsiri adalah sebagai aromaterapi. Minyak atsiri merupakan salah satu bahan pendukung dalam pembuatan aromaterapi. Ada berbagai macam bentuk aromaterapi yaitu, minyak esensial aromaterapi, dupa aromaterapi, lilin aromaterapi, minyak pijat aromaterapi, garam aromaterapi, dan sabun aromaterapi. Dalam penelitian ini minyak atsiri yang dihasilkan akan diaplikasikan sebagai lilin aromaterapi.

METODE

Pada penelitian ini ekstraksi dilakukan dengan metode *Microwave Assisted Hydrodistillation* (lihat Gambar 1) dengan variasi daya *microwave* dan massa bahan yang digunakan. Sebelum proses ekstraksi menggunakan *Microwave Assisted Hydrodistillation* dilakukan preparasi bahan baku. Preparasi bahan baku dilakukan dengan memotong kulit jeruk bali kecil-kecil dengan tujuan untuk memperluas area permukaan bahan agar kemampuan mengekstrak bahan semakin besar

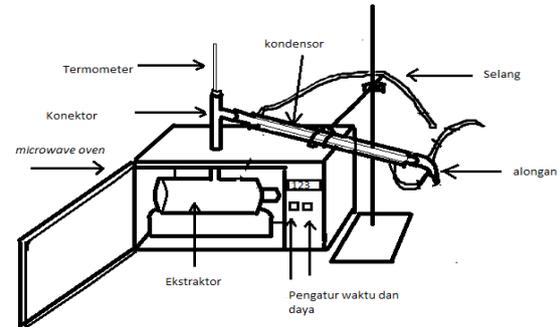
sehingga dapat meningkatkan rendemen minyak atsiri kulit jeruk bali. Untuk mengetahui kadar minyak atsiri dalam kulit jeruk bali maka dilakukan analisis kadar minyak atsiri kulit jeruk bali menggunakan metode analisis standar.

Analisis standar kadar minyak dilakukan untuk mengetahui kadar minyak atsiri dalam kulit jeruk bali, analisis standar kadar minyak atsiri kulit jeruk bali dilakukan menggunakan metode soxhlet dengan mengekstrak 5 g kulit jeruk bali menggunakan 100 mL n-heksan sebagai pelarut. Proses ekstraksi dilakukan hingga 20 siklus. Setelah proses ekstraksi selesai minyak atsiri yang didapat perlu dilakukan pemurnian pelarut dengan cara menguapkan n-heksan dengan cara diangin-anginkan pada lemari asam hingga berat minyak konstan dan dapat dihitung kadarnya dalam persen.

Ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk bali menggunakan metode *Microwave Assisted Hydrodistillation* dilakukan pada variasi daya *microwave oven* (800, 600, 450, 300, dan 100 W) dan massa bahan baku (150, 125, 100, 75, dan 50 g). Metode *Microwave Assisted Hydrodistillation* dipilih karena lebih hemat energi, ramah lingkungan, cepat, aman, dan hemat biaya dibandingkan proses ekstraksi menggunakan metode lain seperti *hydrodistillation*. Proses ekstraksi minyak atsiri menggunakan *microwave assisted hydrodistillation* memanfaatkan gelombang mikro yang dihasilkan oleh *microwave oven*. Molekul-molekul pada bahan bersifat dipol, jika sebuah molekul terkena radiasi gelombang mikro maka dipol mencoba untuk mensejajarkan dengan bentuk gelombang mikro. Jika gelombang terus dipancarkan secara cepat dipol akan terus menerus mengikuti gerak gelombang tersebut (Veera dkk., 2013). Pergantian molekul tersebut akan menyebabkan gesekan dan menimbulkan panas. Pada metode ekstraksi ini, gelombang mikro mempercepat minyak atsiri keluar dari bahan dan terbawa uap air yang kemudian mengembun, sehingga minyak atsiri yang tidak larut dalam air akan memisah (Fadel dkk., 2010). Minyak atsiri hasil ekstraksi kulit jeruk bali dilakukan uji sifat fisika-kimia yaitu uji densitas, kelarutan dalam alkohol 95% dan analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) untuk mengetahui senyawa kimia dalam minyak atsiri kulit jeruk bali.

Minyak atsiri yang didapat dari ekstraksi menggunakan *microwave assisted hydrodistillation* digunakan sebagai lilin aromaterapi. Pembuatan lilin aromaterapi dilakukan dengan melelehkan 5 g parafin dan ditambahkan 5 g stearin. Parafin dan stearin dilelehkan hingga tercampur merata. Setelah tercampur larutan dituangkan pada cetakan.

Sebelum lilin mengeras ditambahkan minyak atsiri kulit jeruk bali dan diaduk hingga merata dan didiamkan selama 2 jam. Kemudian setelah lilin mengeras, lilin dikeluarkan dari cetakan.



Gambar 1. Alat Ekstraksi *Microwave Assisted Hydrodistillation*

HASIL DAN PEMBAHASAN

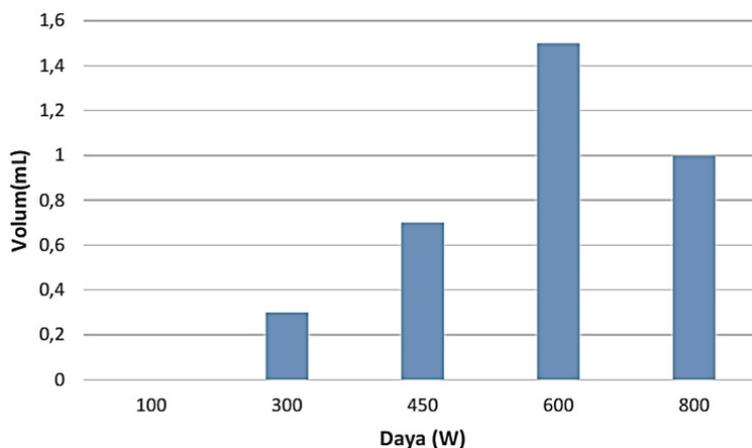
Sebelum proses ekstraksi dilakukan, bahan baku yang akan digunakan yaitu kulit jeruk bali dilakukan preparasi terlebih dahulu. Bahan baku yang digunakan berupa kulit jeruk bali yang masih segar supaya kadar minyak dalam kulit jeruk bali tetap terjaga. Kulit jeruk bali yang masih segar dipotong kecil-kecil dengan tujuan untuk memperluas area permukaan bahan agar kemampuan pelarut mengekstrak bahan semakin besar sehingga dapat meningkatkan rendemen minyak atsiri kulit jeruk bali.

Analisis Standar Kadar Minyak Atsiri Kulit Jeruk Bali

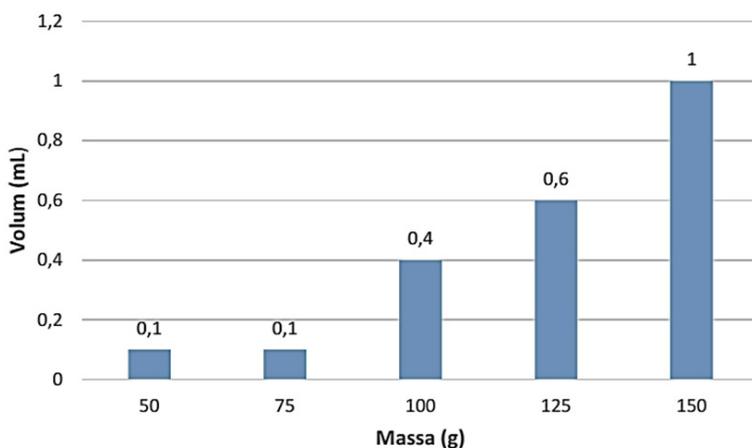
Analisa kadar minyak atsiri dalam kulit jeruk bali dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas kulit jeruk bali dan mengetahui efisiensi ekstraksi dengan *Microwave Assisted Hydrodistillation*. Analisis ini dilakukan menggunakan metode ekstraksi dengan n-heksana memakai ekstraktor soxhlet. Setelah ekstraksi, minyak atsiri yang didapatkan perlu dilakukan pemurnian pelarut dengan cara menguapkan n-heksan dengan cara diangin-anginkan dalam lemari asam sehingga didapatkan minyak atsiri kulit jeruk bali murni, selanjutnya dapat dihitung kadarnya dalam persen yaitu sebesar 4,4% (g/g) segar sedangkan kadar minyak atsiri pada kulit jeruk manis yaitu 3,2 % (g/g) (Kurniawan, 2014).

Ekstraksi Minyak Atsiri Menggunakan Metode *Microwave Assisted Hydrodistillation*

Ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk bali dengan MAHD dilakukan pada variasi antara lain massa bahan baku (50, 75, 100, 125,



Gambar 2. Pengaruh Daya Microwave Terhadap Volum Minyak Atsiri Kulit Jeruk Bali



Gambar 3. Pengaruh Massa Bahan Terhadap Volum Minyak

dan 150 g) dengan volum air 450 mL. Variasi massa bahan dilakukan untuk mencari rendemen minyak yang optimal. Proses ekstraksi dilakukan dengan daya microwave oven 600 W. Daya tersebut merupakan kondisi terbaik yang dipelajari dari pengaruh daya (800, 600, 450, 300, dan 100 W) terhadap volum dan waktu penyulingan minyak kulit jeruk bali. Semakin besar daya microwave oven maka volum minyak nilam semakin tinggi dan waktunya lebih singkat (Huda, 2014).

Penggunaan metode ekstraksi MAHD ini memanfaatkan gelombang mikro dari microwave oven dalam tekanan atmosfer. Ekstraksi dengan metode MAHD memerlukan kesempurnaan dalam operasionalnya, yaitu harus tertutup rapat agar tidak terjadi kebocoran sinar radiasi yang dapat menyebabkan ekstraksi tidak bekerja secara maksimal. Alat utama yang digunakan pada instalasi *microwave distillation* adalah *microwave oven*, sebagai sumber energi yang biasa diperoleh dari proses pemanasan

langsung. Selama ekstraksi, volum minyak yang tertampung pada lapisan atas di dalam buret diukur setiap 1 menit hingga distilat minyak berhenti menetes. Pada proses ekstraksi dengan *microwave assisted hydrodistillation* diperoleh rendemen minyak kulit jeruk bali sebesar 0,54% (g/g).

Pengaruh Daya Microwave Terhadap Volum Minyak Atsiri Kulit Jeruk Bali

Variasi daya microwave dipelajari dengan menggunakan data percobaan yang dilakukan pada ekstraksi menggunakan massa bahan 150 g dengan volum air 450 mL dan volum minyak yang terbentuk diamati. Data minyak yang diperoleh pada variasi daya microwave oven disajikan pada Gambar 2. Pada daya 100 W pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada daya tersebut tidak dihasilkan minyak dikarenakan pada daya tersebut larutan tidak mencapai kondisi didihnya pada tekanan 1 atm. Namun pada daya tinggi (800 W) volum minyak menurun dibandingkan daya 600 W. Hal ini disebabkan

daya yang tinggi menyebabkan kerusakan pada senyawa minyak (Anggia dkk., 2014).

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada daya 600 W didapat volum minyak kulit jeruk bali paling tinggi yaitu sebesar 1,5 mL. Volum minyak yang dihasilkan berturut turut dari daya 800, 600, 450, 300, 100 W adalah sebesar 1; 1,5; 0,7; 0,3 dan 0 mL.

Pengaruh Massa Bahan Terhadap Volum Minyak Atsiri Kulit Jeruk Bali

Dari data percobaan yang dilakukan pada ekstraksi menggunakan berat bahan 150, 125, 100, 75, dan 50 g dengan volum pelarut 450 mL pada daya 600 W dapat dipelajari pengaruh massa bahan terhadap volum minyak yang dihasilkan. Hasil percobaan dapat dilihat pada Gambar 3. Pada massa bahan 150 g didapat volum minyak paling banyak yaitu sebesar 1 mL. Volum minyak berturut turut massa bahan paling tinggi ke massa paling rendah 150, 125, 100, 75, dan 50 g adalah 1 ; 0,6; 0,4; 0,1; dan 0,1 mL. Dari data yang didapat terlihat bahwa semakin banyak bahan baku yang digunakan, maka hasil penyulingan minyak atsiri semakin banyak. Hal ini disebabkan karena semakin banyak bahan baku yang digunakan maka kandungan minyak dalam bahan semakin banyak (Sumarni dkk., 2008).

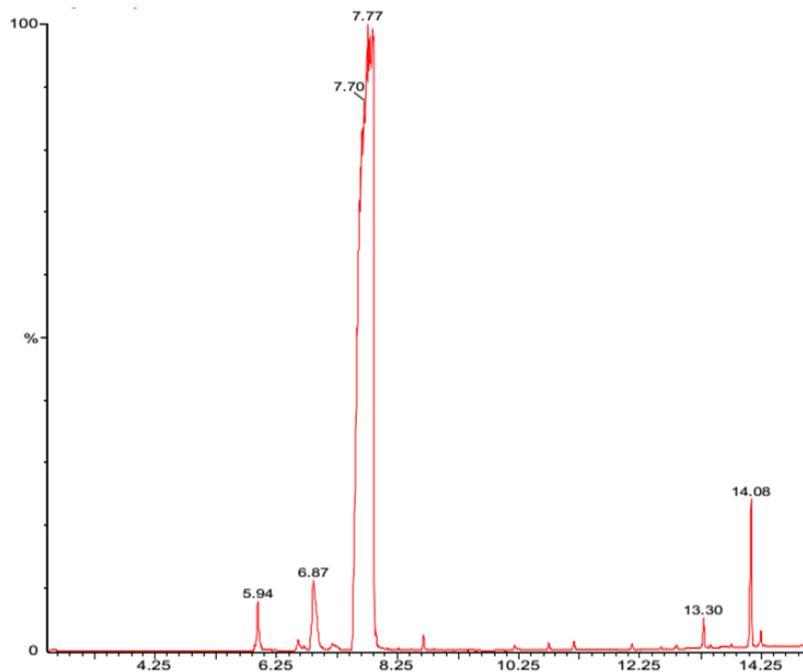
Minyak atsiri kulit jeruk bali yang didapat kemudian dilakukan uji sifat fisika-kimia yaitu densitas, kelarutan alkohol 95% dan analisis senyawa kimia dengan GC-MS. Minyak stsiri yang

didapat memiliki densitas 0,810 g/mL dan larut dalam alkohol 95% dengan perbandingan minyak-alkohol 1:6. Uji kelarutan ini penting untuk mengetahui kualitas minyak atsiri. Karena alkohol dapat larut dengan minyak atsiri maka pada komposisi minyak atsiri yang dihasilkan tersebut terdapat komponen-komponen terpen teroksigenasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Guenther (1990) yang menyatakan bahwa kelarutan minyak dalam alkohol ditentukan oleh jenis komponen kimia yang terkandung di dalamnya.

Tabel 1. Senyawa Kimia Minyak Atsiri Kulit Jeruk Bali

RT	Konsentrasi (%)	Senyawa Kimia
6,865	3,20	B-pinene
7,766	93,99	Limonene
14,083	2,82	Germacrene D

Pada umumnya minyak atsiri yang mengandung persenyawaan terpen teroksigenasi lebih mudah larut dibandingkan minyak atsiri yang mengandung terpen. Tujuan dari sifat kelarutan dalam alkohol ini adalah untuk mengetahui sebesar mana tingkat kemurnian sampel minyak berdasarkan kelarutannya dalam alkohol. Uji GC-MS digunakan untuk mengetahui kandungan senyawa kimia yang terdapat pada minyak atsiri kulit jeruk bali. Dari hasil uji GC-MS



Gambar 4. Kromatografi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Bali

Tabel 2. Perbandingan Kuantitatif Komponen Kimia Minyak Kulit Jeruk Bali Hasil Percobaan dan Referensi

Senyawa kimia	Hasil sampel	Referensi	
		(jeruk bali) (Astarini, 2010)	(jeruk manis) (Kurniawan, 2014)
β -pienen	3,2%	-	3,31%
Limonen	93,99%	90,96%	96,69%
Germakren-D	2,82%	0,21%	-

didapatkan minyak atsiri kulit jeruk bali hasil praktikum memiliki kandungan limonene dan β -pinene yang merupakan golongan monoterpen dan germacrene D. Hasil uji GC-MS sampel minyak atsiri kulit jeruk bali dengan metode *microwave assisted hydrodistillation* dapat dilihat pada Gambar 4 dan Tabel 1.

Hasil uji GC-MS pada minyak atsiri kulit jeruk bali hasil penelitian ini menunjukkan bahwa senyawa paling utama dalam minyak atsiri kulit jeruk bali adalah limonen (93,99%). Hasil ini memiliki kesamaan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Astarini (2010) pada minyak kulit jeruk bali diperoleh kandungan terbesar yaitu limonen (90,96%) dan Kurniawan (2014) pada kulit jeruk manis diperoleh kandungan terbesarnya yaitu limonen (96,69). Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa minyak atsiri kulit jeruk bali hasil percobaan memiliki persamaan pada kandungan terbesar dalam minyak atsiri kulit jeruk bali dengan referensi yaitu kandungan limonen.

Minyak atsiri hasil ekstraksi diaplikasikan untuk lilin yang digunakan untuk relaksasi. Pembuatan lilin aromaterapi yaitu dengan penambahan stearin, parafin dan pemberi aroma (minyak atsiri). Fungsi dari stearin ini adalah untuk memberi bentuk pada lilin yang dibuat, karena stearin akan menjadi padat setelah dingin. Parafin berfungsi sebagai bahan bakar untuk lilin agar dapat terbakar. Bersama stearin, parafin menjadi bahan dasar lilin batangan (Vickers, dkk., 1999). Lilin yang dihasilkan menghasilkan bau harum atsiri kulit jeruk bali. Namun ketika dinyalakan tidak mengeluarkan bau, hal tersebut dikarenakan minyak atsiri sebagai aromaterapi mudah menguap. Untuk mencegah penguapan komponen volatil minyak, maka perlu ditambahkan zat pengikat wangi yaitu minyak nilam (Raharja, dkk., 2006). Minyak nilam merupakan zat fiksatif yang mampumengikat aroma sehingga dapat bertahan lebih lama. Minyak nilam disini akan mengikat aroma dari minyak atsiri kulit jeruk bali yang dicampurkan sehingga walaupun lilin lama diletakkan dalam ruang terbu-

ka, aroma minyak atsiri kulit jeruk bali tidak cepat hilang.

SIMPULAN

1. Variabel percobaan yang dipelajari dari tugas akhir ini adalah massa bahan, dan daya microwave memberi pengaruh yang signifikan terhadap volum minyak atsiri kulit jeruk bali yang dihasilkan.
2. Hasil pengujian fisika-kimia minyak atsiri kulit jeruk bali diperoleh data antara lain rendemen minyak atsiri terbesar adalah 0,54%, densitas 0,810g/mL, serta larut jernih dalam alkohol 95% dengan perbandingan 1:6.
3. Hasil uji GC-MS diperoleh 2 komponen terbesar minyak atsiri kulit jeruk dengan metode *microwave-assisted hydrodistillation* yaitu Limonene (93,99%), β -Pinene (3,20%), dan Germacrene D (2,82%).
4. Minyak atsiri kulit jeruk bali dapat diaplikasikan sebagai lilin aromaterapi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggia, F. T., Yuharmen dan Nur B. 2014. Perbandingan Isolasi Minyak Atsiri dari Bunga Kenanga (*Canaga odobrata* (lam.) Hook.f & thoms) cara Konvensional dan Microwave serta Uji Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan. Pekanbaru: Kampus Bina Widya.
- Astarini, N., Perry, B. R.Y. dan Yulfi, Z. 2010. Minyak Atsiri Dari Kulit Buah Citrus grandis, Citrus aurantium (L.) dan Citrus Aurantifolia (Rutaceae) sebagai Senyawa Antibakteri dan Insektisid. Surabaya: Jurusan Kimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh November.
- Deptan. 2012. Prospek dan arah pengembangan agribisnis jeruk. www.deptan.go.id.
- Fadel, O. et al. 2010. Comparison of Microwave-Assisted Hydrodistillation and Traditional Hydrodistillation Methods for the Rosmarinus Ericalyx Essential Oils from Eastern Morocco. *J. Mater. Environ. Sci.* 2/2: 112-117.

- Farhat, A., Fabiano-Tixier, A-S., Maataoui, M. E., Maingonnat, J-F., Romdhane, M. Chemat, F. 2011. Microwave steam diffusion for extraction of essential oil from orange peel: Kinetic data, extract's global yield and mechanism. *Food Chemistry*. 125/1: 255–261.
- Fong, O. H. 2012. Extraction Of Essential Oil From Orange Peels. Thesis. Faculty of Chemical & Natural Resources Engineering, University Malaysia Pahang.
- Guenther, E. 1990. *The Essential Oils*, Diterjemahkan oleh Ketaren S. Minyak Atsiri. Jilid IV B. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia Press.
- Huda, I. M. 2014. Pengaruh daya microwave-assisted Hydrodistillation terhadap kebutuhan energi Ekstraksi dan rendemen minyak nilam. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ketaren, S. 1985. *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Kurniawan, R. 2014. Ekstraksi Minyak Atsiri Kulit Jeruk (*Citrus Sinensis*) dengan Metode Vakum Microwave-Assisted Hydrodistillation. Semarang: Fakultas Teknik.
- Raharja, S., Dwi, S. dan Doris, M. S. T. Pengaruh Perbedaan Komposisi Bahan, Konsentrasi dan Jenis Minyak Atsiri pada Pembutan Lilin Aromaterapi. Bogor: IPB
- Srivastava, P. and Malviya, R. 2011. Extraction, Characterization and Evaluation of Orange Peel Waste Derived Pectin as a Pharmaceutical Excipient. *The Natural Products Journal*. 1: 65-70.
- Sulaswatty, A., Wuryaningsih, dan Hartati, S. N. 2003. Pemurnian minyak Nilam (*Pogostemon Cablin Benth*) Menggunakan Teknik Ekstraksi Superkritis. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Sumarni, Aji, N. B. dan Solekan. 2008. Pengaruh Volume Air dan Berat Bahan pada Penyulingan Minyak Atsiri. Yogyakarta.
- Triana, A W. 20013. Ekstraksi Minyak Atsiri Biji Kemukus dengan Metode Microwave Assisted Hydrodistillation. Semarang: Fakultas Teknik.
- Veera, G. G., Prafulla, P., Edith, M. G., Shuguang, D., Nagamany, N. 2013. Microwave Energy Potential for Biodiesel Production. Civil and Environmental Engineering Department, Mississippi StateUniversity, Mississippi State,MS 39762,USA.
- Vickers, A dan Zollman. 1999. Pijat Therapies. *BMJ*. 319 (7219) :1254-1257.
- Wang, W. et al. 2010. Comparison of Microwave-Assisted and Conventional Hydrodistillation in the Extraction of Essential Oils from Mango (*Mangifera indica L.*) Flowers. *Molecules*. 15: 7715-7723.