

## TEKNOLOGI EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI KULIT JERUK MENGUNAKAN METODE MICROWAVE HYDRODIFFUSION AND GRAVITY

Ayu Chandra K. F.<sup>1)</sup>, Fikka Kartika W.<sup>2)</sup>

<sup>1),2)</sup>Teknik Kimia, Universitas Tribhuwana Tungga Dewi Malang  
Jl. Telagawarna, Tlogomas Malang  
Email : [ayu.chandra21@gmail.com](mailto:ayu.chandra21@gmail.com)

**Abstrak** . Salah satu sumber minyak atsiri yang telah lama populer adalah buah jeruk (*Citrus Aurantium*). Hasil limbah kulit jeruk sekitar 500.000 ton per tahun. Sehingga prospek pemanfaatan limbah kulit jeruk cukup besar dengan mengekstrak minyak atsirinya. Namun metode ekstraksi konvensional memiliki kelemahan dalam hal kualitas produk, sehingga untuk mencari solusi terhadap kelemahan tersebut, perlu digunakan metode ekstraksi dengan Microwave Hydrodiffusion and Gravity (MHG). Metode ini mengkombinasikan pemanasan microwave, hydrodiffusi dan gravitasi bumi pada tekanan atmosferik, tanpa penambahan pelarut organik ataupun air. Pada penelitian ini digunakan bahan kulit jeruk segar 400 gram, dua variabel daya microwave 100 dan 300 Watt serta waktu ekstraksi selama 60 menit. % yield yang diperoleh dari metode MHD 0,3% selama 50 menit proses ekstraksi, sebanding dengan %yield dari metode MHG sebesar 0,293% selama 35 menit proses. Dari perbandingan energi yang dikonsumsi, metode MHG lebih hemat energy 30 % dibandingkan dengan metode MHD. Penggunaan microwave tidak memberikan perubahan pada property fisik minyak. Minyak yang dihasilkan dari metode MHG memiliki mutu yang baik karena memiliki nilai specific gravity dan indeks bias yang memenuhi standar mutu EOA dan memiliki kandungan senyawa teroksigenasi (*oxygenated compounds*) yang lebih besar, daripada metode MHD.

**Kata kunci:** kulit jeruk, Microwave Hydrodiffusion and Gravity, minyak atsiri

### 1. Pendahuluan

Tanaman jeruk telah lama populer menjadi sumber minyak atsiri, karena mulai dari buah, kulit dan daunnya bisa diekstrak minyaknya. Diantaranya yang paling populer adalah jeruk manis-keprok (*Citrus Aurantium*). Rasanya manis, segar, harga relatif murah, dan mudah didapat dimana saja, kapan saja karena ketersediannya hampir sepanjang tahun. Buah jeruk menjadi salah satu buah yang sangat diminati oleh masyarakat, karena aromanya menyegarkan dan menjadi sumber vitamin C. Hal ini ditandai dengan semakin meningkatnya konsumsi jeruk di Indonesia sebesar 12,15% per tahun. Bahkan produksi buah jeruk di Indonesia menempati peringkat ke-3 dari total produksi buah-buahan di Indonesia. Menurut data BPS pada tahun 2011, produksi buah jeruk sekitar 2,5 juta ton dengan luas pertanaman diperkirakan lebih dari 100.000 hektar dan terus meningkat dari tahun ke tahun. Hasil limbah kulit jeruk sekitar 500.000 ton per tahun. (Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, 2012). Sehingga prospek pemanfaatan limbah buah jeruk yang berupa kulit jeruk diambil minyak atsirinya cukup besar, apalagi manfaatnya luas di berbagai bidang.

Minyak atsiri atau essential oil adalah istilah untuk minyak yang mudah menguap dan dapat diperoleh dari tanaman (daun, bunga, buah, kulit, batang dan akar) dengan cara ekstraksi maupun destilasi. Minyak atsiri merupakan campuran lebih dari 25 senyawa aromatik (Guenther, 1987). Senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri jeruk (*citrus oil*) seperti *limonene*,  $\alpha$ -*pinene*,  $\beta$ -*pinene*, *citronellal* dan *geraniol* (*rhodionol*) bermanfaat dalam bidang kesehatan yaitu menghambat pertumbuhan sel kanker (*chemoprevention*), sebagai antioksidan, antimikroba, antiaging, dan menghindarkan dari radikal bebas. Senyawa tersebut juga memiliki bau yang harum, sehingga dapat digunakan dalam industri aromatik hilir seperti untuk pewangi sabun, kosmetik, *flavoring agent* untuk aneka makanan minuman, industri parfum dan aromaterapi. (Sawamura et al. 2010).

Isolasi beberapa senyawa dalam minyak atsiri jeruk juga dapat diterapkan untuk mengembangkan "industri antara" (*intermediate*) minyak atsiri yaitu industri yang menghasilkan barang setengah jadi yang dibutuhkan industri aromatik hilir. Karena sebagian besar Industri minyak atsiri di Indonesia masih merupakan industri aromatik hulu (hanya menyediakan minyak atsiri mentah yang langsung

diekspor). Berbagai metode konvensional telah digunakan untuk mengekstrak minyak atsiri jeruk, seperti metode *hydrodistillation*, *steam distillation*, *cold pressing*, dan *solvent extraction*. Namun metode konvensional tersebut memiliki kelemahan terutama dalam kualitas produk, diantaranya hilangnya beberapa senyawa penting yang volatil, rendahnya efisiensi ekstraksi, konsumsi energi yang besar, waktu proses yang terlalu lama, degradasi senyawa penting dalam minyak karena efek pemanasan dan hidrolisis, dan adanya residu pelarut beracun yang tertinggal dalam ekstrak. (Sawamura et al. 2010)

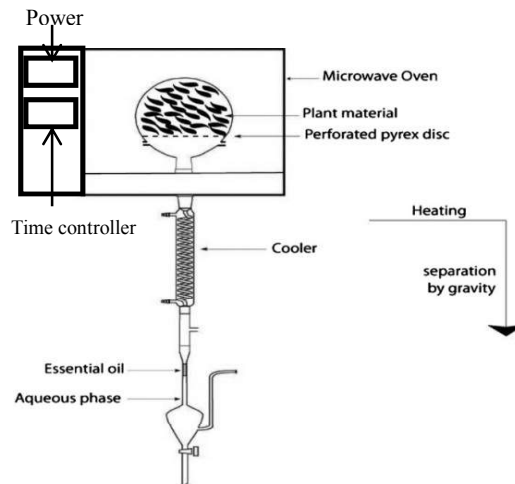
Untuk mencari solusi terhadap kelemahan tersebut, perlu digunakan “*green technique*” baru dalam ekstraksi minyak atsiri, yaitu dengan menggunakan pemanasan *microwave* (metode *microwave extraction*). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa ekstraksi dengan *microwave* lebih efektif, karena dapat dihasilkan kadar kemurnian produk dan yield yang tinggi, waktu proses yang singkat, dan minimnya pemakaian solvent/pelarut (Ferhat, 2006). Metode yang berhasil dikembangkan antara lain metode *microwave hydrodistillation* (MHD) yang merupakan kombinasi antara penyulingan air dengan pemanasan *microwave* (Golmakani, 2008). Selanjutnya dikembangkan juga metode *Microwave Hydrodiffusion and Gravity* (MHG) yang mengkombinasikan pemanasan *microwave* dan pemanfaatan gravitasi bumi pada tekanan atmosferik, tanpa penambahan pelarut organik ataupun air. Sehingga cukup memanfaatkan fenomena fisik, hydrodiffusi tanpa destilasi dan evaporasi. (Chemat et al., 2008). Metode ini lebih hemat dalam konsumsi energi dan penggunaan pelarut dibandingkan metode *microwave hydrodistillation* (MHD) dan *microwave steam distillation* (MSD). Minyak atsiri yang dihasilkan dari metode ini juga memiliki mutu yang lebih baik karena jumlah fraksi senyawa teroksigenasi yang diperoleh lebih banyak. Senyawa teroksigenasi ini berperan dalam meningkatkan aroma minyak menjadi lebih harum. Alat *microwave* juga sudah tersedia di banyak tempat dan mudah didapatkan. Sehingga masyarakatpun bisa mengembangkan teknologi ini untuk mengekstrak minyak jeruk dengan jumlah yield dan mutu yang lebih baik daripada metode konvensional.

Penelitian ini menggunakan kulit jeruk manis (*Citrus Aurantium*) yang diperoleh di daerah Dau Kabupaten Malang, untuk diekstrak minyaknya. Jeruk dikupas kulitnya secara manual dengan tangan, yang mengandung yield sejumlah 20% (w/w) dari kulit jeruk terhadap keseluruhan yield buah jeruk.

Alat utama yang digunakan yaitu *Microwave* merk Panasonic model NN-ST651M (multimode), dengan daya maksimum 1000 Watt, Frekuensi Magnetron 2,45 GHz, dengan dimensi:  $p=36,5$  cm,  $l=35,5$  cm,  $t=25$  cm. Kapasitas 32 liter. Dilengkapi dengan reaktor vessel round bottom flask berkapasitas 2 liter dari bahan kaca pyrex serta dilengkapi dengan pengatur/ controller waktu dan daya, kondensor dan corong pemisah (Florentine flask). Skema alat diilustrasikan pada gambar 1.

Peralatan untuk analisa minyak atsiri menggunakan piknometer (mengukur densitas dan specific gravity minyak), refraktometer (untuk mengukur indeks bias), dan peralatan pendukung berupa gelas ukur, beaker glass, corong pisah, dan thermometer. Sedangkan alat analisa yang digunakan adalah Gas Chromatography and Mass Spectrometri (GCMS) merk Hewlett Packard GC 6890 MSD 5973 yang dilengkapi data base system Chemstation. Menggunakan kolom non polar HP5MS (30 m x 0.25 mm x 0.25  $\mu$ m film thickness). Gas pembawa (Helium), volume injeksi 1 $\mu$ l, suhu injeksi 300°C.

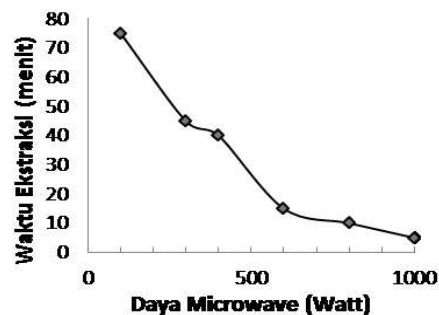
Pada penelitian ini digunakan massa kulit jeruk segar 400 gram, dua variabel daya microwave 100 dan 300 Watt. Sebelum diekstrak, sample kulit jeruk dianalisis terlebih dahulu kadar airnya dan kadar yield minyak hasil soxhlet extraction. Dalam metode ini, digunakan reaktor berkapasitas 2 liter untuk mengekstrak minyak dari kulit jeruk. Gambar instalasi alat (lihat Gambar 1). Pemanas yang digunakan adalah *microwave* yang dilengkapi dengan pengatur waktu dan daya. Waktu ekstraksi untuk metode ini selama 60 menit dan dilakukan penampungan hasil ekstraksi dalam corong pemisah serta mengukur volume minyak yang didapat. Minyak yang diperoleh dipisahkan dari air dengan menggunakan corong pemisah, kemudian menampung minyak tersebut pada tabung reaksi. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhydrous ditambahkan ke dalam tabung reaksi yang berisi minyak untuk mengikat (menyerap) kadar airnya. Minyak kemudian dipindahkan ke dalam botol sample dan disimpan di dalam freezer (suhu 4°C) sampai analisa dilakukan. Lalu minyak dianalisa komposisinya dengan GCMS untuk mengetahui jumlah fraksi senyawa yang teroksigenasi. Parameter kuantitas dan kualitas pada minyak atsiri yaitu meliputi yield, indeks bias, specific gravity dan jumlah komponen senyawa teroksigenasi.



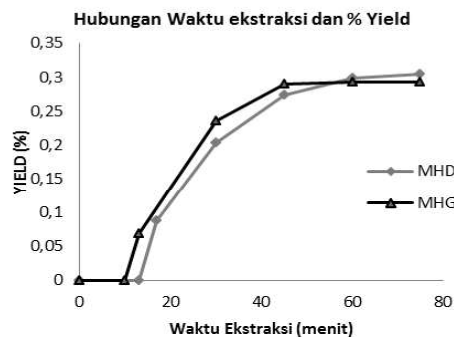
Gambar 1. Skema Peralatan Metode *Microwave Hydrodiffusion and Gravity*

## 2. Pembahasan

*Microwave Hydrodiffusion and Gravity* (MHG) dan *Microwave hydrodistillation* (MHD) merupakan alternative metode yang digunakan dalam ekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk. Keduanya dibandingkan dalam hal lama waktu ekstraksi, kuantitas yield dan kualitasnya berdasar standard EOA. Besarnya daya microwave sangat mempengaruhi kecepatan proses ekstraksi. Namun demikian, besarnya daya tidak boleh terlalu tinggi karena dapat menghilangkan senyawa volatile penting yang terkandung dalam bahan. Gambar 2 menunjukkan hubungan antara daya microwave dengan lamanya waktu ekstraksi. Daya microwave 100 W dan 300 W dipilih sebagai daya untuk penelitian karena tidak merusak dan menghilangkan senyawa volatile penting disebabkan suhu yang terlalu tinggi.

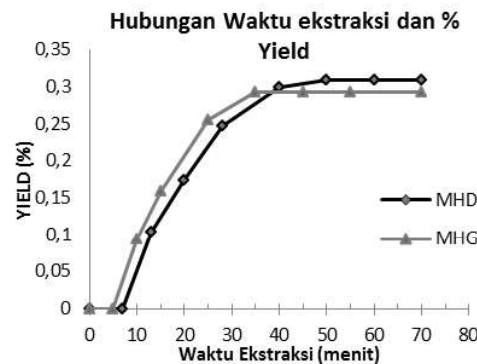


Gambar 2. Hubungan Antara Daya Microwave Dengan Lamanya Waktu Ekstraksi



Gambar 3. Hubungan Antara Waktu Ekstraksi dan % Yield Minyak Atsiri pada daya 100 W

Pada variable daya microwave 100 W, laju alir destilat lebih lambat daripada pada daya 300 W. Ini disebabkan daya yang besar memberikan energy dan suhu proses destilasi yang semakin tinggi, sehingga laju alir penguapan/destilasi lebih cepat. Hal ini dapat dilihat bahwa untuk daya 300 W hanya membutuhkan waktu selama maksimal 40 menit didapatkan nilai yield 0,308% sedangkan untuk daya 100 W didapatkan yield 0,29% dalam waktu 75 menit. Daya microwave dan suhu saling berhubungan, karena daya yang tinggi dapat menaikkan suhu operasi di atas titik didih pelarut dan menghasilkan peningkatan % yield hasil ekstraksi. Daya microwave berperan sebagai *driving force* untuk memecah struktur membran sel tanaman, sehingga minyak dapat terdifusi keluar dan larut dalam pelarut. Jadi penambahan daya secara umum akan meningkatkan % yield dan mempercepat waktu ekstraksi. Dari Gambar 3 dan 4 terlihat bahwa secara umum daya yang paling baik untuk menghasilkan % yield tertinggi dan waktu ekstraksi yang lebih singkat adalah 300 W.



Gambar 4. Hubungan Antara Waktu Ekstraksi dan % Yield Minyak Atsiri pada daya 300 W

Dari hasil percobaan dapat dilihat bahwa semakin besar daya yang digunakan, semakin tinggi juga suhu operasi. Kenaikan suhu adalah akibat dari kemampuan bahan & pelarut untuk menyerap energi dari gelombang mikro. Ukuran yang menunjukkan kemampuan untuk menyerap gelombang mikro disebut konstanta dielektrik. Properti dielektrik suatu bahan yang dikombinasikan dengan medan elektromagnet menghasilkan konversi dari energi elektromagnet menjadi energi thermal (panas). Dan jika medan listrik pada suatu volume dianggap seragam, maka besarnya daya/energi (yang diserap per unit volume) berbanding lurus dengan kuat medan listrik, frekuensi dan *dielectric loss factor* (Thostenson, 1999).

Hubungan daya dan energy pada persamaan berikut :

$$P = \frac{E}{t} \quad \text{dimana} \quad E = Q = m C_p \Delta T \quad (1)$$

Sehingga  $P \approx \Delta T$  (daya sebanding dengan peningkatan suhu)

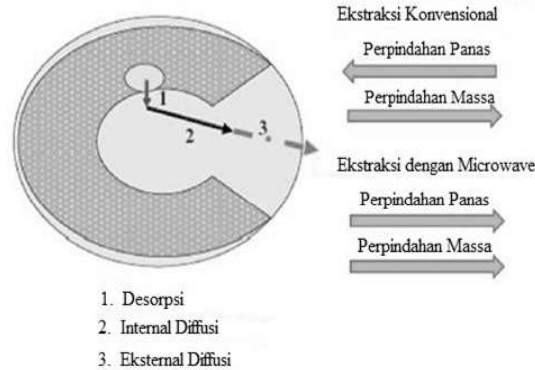
Dielectric properties (konstanta dielektrik) pada suatu bahan/material berperan dalam menentukan interaksi antara medan listrik dan molekul bahan. Laju konversi energy listrik menjadi energi thermal dalam bahan digambarkan oleh persamaan 2 berikut :

$$P = K \cdot f \cdot \epsilon' E^2 \tan \delta \quad (2)$$

dimana  $P$  = daya microwave mentransfer energi per satuan volume,  $K$  = konstanta,  $\tan \delta$  = *dielectric loss tangent*,  $f$  = frekuensi yang diterapkan,  $\epsilon'$  = konstanta dielektrik absolute pada bahan, dan  $E$  = Kuat medan listrik

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan pemanas *microwave* selain dapat mempersingkat waktu destilasi, juga dapat meningkatkan jumlah % yield yang diperoleh. Hal ini disebabkan pada metode yang menggunakan pemanas microwave, terjadi perpindahan massa dan panas yang bekerja dalam arah yang sama yaitu dari dalam bahan menuju ke luar permukaan bahan dan pelarut. Transfer energy gelombang mikro terjadi secara langsung (radiasi) menuju bahan dan pelarut melalui interaksi molekuler (molekul-molekul polar di dalam bahan dan pelarut) dengan medan elektromagnetik yang dihasilkan microwave, yang selanjutnya dikonversi menjadi energi panas. Sehingga kombinasi sinergis dua fenomena perpindahan ini mempercepat proses difusi minyak menuju permukaan bahan dan pelarut. (Chemat dkk, 2008). Pada metode konvensional yang

menggunakan pemanas heating mantle, transfer energi atau perpindahan panasnya terjadi secara konduksi, konveksi dan radiasi dari dinding labu (distiller) menuju pelarut dan permukaan bahan dengan adanya gradient suhu. Akibatnya laju pemanasan menjadi lambat. Perpindahan panas ini dipengaruhi oleh konduktivitas thermal dan perbedaan suhu dalam bahan. Sedangkan perpindahan massanya terjadi dari dalam bahan menuju permukaan luar bahan. Sehingga kecepatan difusi minyak menuju permukaan bahan dan pelarut menjadi lambat.



Gambar 5. Skema Fenomena Perpindahan pada Ekstraksi Minyak dengan Menggunakan Microwave dan Metode Ekstraksi Konvensional

### Hasil Analisa Properti/Sifat Fisik dan Kimia Minyak Kulit jeruk

Berdasarkan standard EOA (1994), karakteristik/sifat fisika minyak kulit jeruk ditentukan oleh beberapa parameter, antara lain *specific gravity* dan indeks bias. Berdasar tabel 1 diperoleh data bahwa sebagian besar parameter property yaitu *specific gravity* dan indeks bias menunjukkan nilai yang sesuai dengan range standard mutu EOA. Nilai indeks bias dan *specific gravity* yang kecil pada metode MHD disebabkan penggunaan solvent air yang mempengaruhi mutu minyak atsiri. Sedangkan pada metode MHG tidak menggunakan solvent.

Tabel 1. Hasil Analisa Properti Minyak Kulit jeruk

Properti	Standard Mutu (EOA)	MHD (300 W)	MHG	
			100 W	300 W
Spesific Gravity 25 °C/ 25°C	0.840 – 0.853	0.838	0.850	0.853
Indeks Bias 20°C	1.471 – 1.475	1.471	1.475	1.475

Tabel 2. Hasil Analisa komposisi kimia minyak atsiri jeruk dengan GCMS (% massa)

Senyawa	MHD (300 W)	MHG (300 W)
Monoterpenes	89,6	87,5
Oxygenated Monoterpenes	5,8	7,0
Sesquiterpenes	1,3	1,0
Oxygenated Sesquiterpenes	0,3	0,9
Other Oxygenated Compounds	2,5	4,0
<b>Total Oxygenated Compounds</b>	<b>8,6</b>	<b>11,9</b>
<b>Lama Ekstraksi (menit)</b>	<b>50</b>	<b>35</b>
<b>% Yield</b>	<b>0,3</b>	<b>0,293</b>

Dari Tabel 2, komposisi kimia minyak atsiri jeruk yang diperoleh dari metode MHD dan MHG secara umum hampir sama. Komponen yang dominan dalam minyak jeruk adalah Limonene. Pada minyak atsiri kulit jeruk, golongan monoterpen hydrocarbon merupakan golongan yang memiliki komponen yang paling banyak. Namun golongan monoterpen hydrocarbon ini hanya berkontribusi sedikit dalam memberikan keharuman pada minyak. Banyaknya jumlah oxygenated compounds (senyawa

teoksigenasi) dalam minyak atsiri berperan dalam meningkatkan aroma minyak menjadi lebih harum, sehingga senyawa teroksigenasi ini lebih valuable. Sedangkan kandungan non-oxygenated compounds (monoterpene hydrocarbons dan sesquiterpen hydrocarbons) dalam minyak kurang valuable, karena sedikit berkontribusi dalam memberikan keharuman minyak.

Minyak atsiri mengandung senyawa-senyawa organik yang mampu menyerap kuat energy microwave. Senyawa yang memiliki momen dipole yang tinggi dan rendah dapat diekstrak dalam berbagai macam proporsi dengan menggunakan microwave. Senyawa organik (oxygenated compounds) yang memiliki momen dipole yang tinggi akan berinteraksi lebih kuat dengan microwave dan dapat diekstrak lebih mudah dibandingkan dengan senyawa aromatic yang memiliki momen dipole rendah (seperti monoterpene hydrocarbons).

Pada Tabel 2 untuk metode MHG didapatkan jumlah oxygenated compounds (11,9%) yang lebih besar daripada metode MHD (8,6%). Karena pada MHD menggunakan pelarut air yang bersifat polar sehingga mempercepat terjadinya banyak reaksi termasuk reaksi hidolisis, yang mengakibatkan jumlah senyawa teroksigenasi lebih sedikit.

Hal ini menunjukkan bahwa metode MHG mampu menghasilkan kualitas/mutu minyak yang lebih baik daripada metode MHD, meskipun %yield minyak yang dihasilkan metode MHG lebih rendah daripada MHD.

Tabel 3. Konsumsi Energi yang dibutuhkan antara Metode MHG dan MHD

	<b>MHD (300 W)</b>	<b>MHG (300 W)</b>
Waktu Ekstraksi (menit)	50	35
Konsumsi Energi (Wh)	250	175

Berdasarkan % yield yang diperoleh, pada metode MHD diperoleh %yield 0,3% selama 50 menit proses ekstraksi, sebanding dengan %yield dari metode MHG sebesar 0,293% selama 35 menit proses. Dari perbandingan energi yang dikonsumsi, metode MHG lebih hemat energy 30 % dibandingkan metode MHD.

### 3. Simpulan

Semakin besar daya microwave yang dipasang, maka suhu operasi makin tinggi, sehingga %yield yang didapat meningkat dalam waktu yang lebih singkat. Berdasarkan % yield yang diperoleh, pada metode MHD diperoleh yield 0,3% selama 50 menit proses ekstraksi, sebanding dengan yield dari metode MHG sebesar 0,293% selama 35 menit proses.

Dari perbandingan energi yang dikonsumsi, metode MHG lebih hemat energy 30 % dibandingkan dengan metode MHD. Penggunaan microwave tidak memberikan perubahan pada property fisik minyak. Minyak yang dihasilkan dari metode MHG memiliki mutu yang baik karena memiliki nilai specific gravity dan indeks bias yang memenuhi standar mutu EOA dan memiliki kandungan senyawa teroksigenasi (oxygenated compounds) yang lebih besar, daripada metode MHD.

### Daftar Pustaka

- [1]. Hanif Z. dan Zamzami L., Balitjestro (2012). *Trend Jeruk Impor dan Posisi Indonesia sebagai Produsen Jeruk Dunia*. Badan Litbang Pertanian, Dirjend Hortikultura dan ACIAR. ISBN 978-979-8257-46-9. Hal. 107-114
- [2]. Guenther, E. (1987). *Minyak Atsiri Jilid I*. Penerjemah Ketaren S. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- [3]. Sawamura, M. (2010). *Citrus Essential Oils: Flavor and fragrance*. John Wiley & Sons, Inc., Publication. New Jersey
- [4]. Ferhat M. A, Chemat F, (2006). *An Improved Microwave Clevenger Apparatus For Distillation Of Essential Oils From Orange Peel*. Journal of Chromatography A, Vol 1112, hal. 121-126.
- [5]. Golmakani M. dan Rezaei K., (2008). *Comparison of microwave-assisted hydrodistillation with the traditional hydrodistillation method in the extraction of essential oils from Thymus vulgaris L*. Food Chemistry, Vol. 109, hal. 925

- [6]. Chemat F., Abert Vian M, Fernandez X, Visionsi F, (2008). *Microwave hydrodiffusion and gravity: a new technique for extraction of essential oils*. Journal of Chromatography A, Vol. 1190:14–17.
- [7]. Thostenson, E.T., dan Chou, T.-W., (1999). *Microwave Processing: Fundamentals and Applications*. The Journal of Composites Part A : Applied Science and Manufacturing. Vol. 30, hal. 1055–1071.