



e-ISSN Number
2655 2967

Available online at <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JCPE/index>

Journal of Chemical Process Engineering

Volume 5 Nomor 1 (2020)



SINTA Accreditation
Number 28/E/KPT/2019

Pengaruh Penggunaan Microwave Sebagai Pretreatment Daging Buah Pala Pada Penyulingan Minyak Atsiri Dengan Metode Distilasi Uap Air

(The Effect Of Use Of Microwave As Nutmeg Pretreatment In Essential Oil Distillation Using Water-Steam Distillation Method)

Taharuddin, M. Yusuf, Kiki Fatmala Dewi

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jalan Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1, Gedong Meneng, Rajabasa, Kota Bandar Lampung - 35145

Inti Sari

Buah pala merupakan salah satu sumber minyak atsiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju alir uap dan waktu pretreatment serta besar daya microwave yang menghasilkan minyak atsiri dari daging buah pala dengan yield terbanyak dan memiliki mutu sesuai SNI. Minyak atsiri daging buah pala diproduksi melalui dua tahap, yaitu tahap pretreatment bahan dan tahap penyulingan. Pada proses pretreatment variabel yang divariasikan adalah lamanya bahan diradiasi microwave (2,5; 5; 7,5 menit) dan besar daya radiasi microwave (100, 300, 450 watt) yang digunakan dan pada proses penyulingan variabel yang divariasikan adalah besar laju alir uap (200, 250, 333 ml/jam). Daging buah pala digunakan sebanyak 1000 gram. Perolehan rendemen minyak atsiri dianalisa indeks bias, densitas dan GC-MS guna mengetahui kandungan kimianya. Hasil terbaik dari penelitian ini diperoleh rendemen minyak atsiri sebanyak 0,11% dengan berat jenis 0,884–0,900 (gr/ml) dan warna kuning jernih, kandungan miristicin yang ada sebanyak 13%.

Kata Kunci: penyulingan, rendemen, minyak atsiri, buah pala, microwave

Key Words : distillation; yield; essential oil; nutmeg; microwave

Abstract

Nutmeg is a source of essential oils. This study aims to determine the steam flow rate and microwave pretreatment time and power which produces essential oils from nutmeg meat with the highest yield and has quality according to SNI. Essential oils of nutmeg meat are produced through two stages, namely the pretreatment stage of the material and the distillation stage. The variable pretreatment process varied was the length of the material irradiated by the microwave (2.5; 5; 7.5 minutes) and the amount of microwave power (100, 300, 450 watts) used and in the distillation process the variable varied was the amount of steam flow (200, 250, 333 ml / hour). Nutmeg used as much as 1000 grams. The yield of essential oil was analyzed for the refractive index, density and GC-MS to determine its chemical content. The best results from this study obtained essential oils as much as 0.11% with specific gravity 0.884– 0.900 (gr / ml) and clear yellow color, the miristicin content was 13%.

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Corresponding Author

right.escape@gmail.com



Journal History

Paper received : 08 Juli 2019

Received in revised : 17 November 2019

Accepted: 18 Mei 2020

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dimana sebagian besar penduduknya bekerja di bidang pertanian. Salah satu komoditas pertanian yang ada di Indonesia adalah pala. Berdasarkan data Dinas Perkebunan Provinsi Lampung tahun 2014 Provinsi Lampung memiliki areal perkebunan pala 668 Ha dengan total produksi mencapai 59 ton (Dinas Perkebunan Prov. Lampung, 2014).

Buah pala terdiri dari komponen-komponen berupa daging buah, biji dan fuli. Daging buah memiliki ketebalan 1-2 cm dengan beratnya mencapai 70% berat buah. Pemanfaatan buah pala selama ini hanya digunakan sebagai rempah-rempah atau bumbu dapur dan industri makanan. Daging buah biasanya dipotong irisan tebal atau diiris tipis-tipis, diolah dan dilapisi dengan sirup gula kental dan dimakan sebagai manisan atau ditambahkan air garam, dicuci dan direbus dengan sirup untuk membuat konsentrat pala untuk minuman yang menyegarkan. Berdasarkan pengamatan di lingkungan masyarakat daging buah cenderung dibuang dan tidak dimanfaatkan sehingga membusuk menjadi limbah. Hal ini menjadi pendorong untuk memanfaatkan daging buah pala menjadi minyak atsiri agar bernilai ekonomi.

Pada pengolahan daging buah pala kering lebih lanjut akan diperoleh kandungan minyak atsiri di dalamnya dengan kadar mencapai 8,5% [11]. Penelitian yang dilakukan oleh Ansory dkk. [2] menghasilkan minyak atsiri daging buah pala dengan kadar 3,56%.

Minyak atsiri daging buah pala mempunyai ciri-ciri fisik tidak berwarna hingga kekuning-kuningan dan berbau menyengat khas pala. Minyak atsiri pala tersusun dari berbagai komponen kimia yang bersifat mudah menguap. Adanya komponen penyusun minyak atsiri akan mempengaruhi karakteristiknya seperti aroma minyak. Komponen tersebut dianalisis dan dihasilkan komponen-komponen utama, yang terdiri dari α -pinen, β pinen, sabinen, dan miristisin [2].

Minyak atsiri daging buah pala dapat diperoleh dengan metode distilasi. Metode distilasi yang dipakai bervariasi, yaitu distilasi uap, distilasi air dan uap, dan distilasi uap. Pada metode distilasi air, bahan yang disuling langsung berkontak dengan air mendidih. Metode ini umum digunakan karena minyak atsiri umumnya akan terdekomposisi pada suhu tinggi (lebih tinggi daripada senyawa penyusun minyak atsiri

tersebut), penambahan air dapat menurunkan titik didih, sehingga minyak atsiri menguap pada suhu lebih rendah dari titik didihnya pada tekanan atmosfer [1]. Pada metode distilasi uap-air, bahan yang disuling diberi sedikit jarak, terpisah, dari ketel air. Penyulingan ini memiliki keuntungan yaitu uap dapat berpenetrasi ke dalam jaringan bahan secara merata sehingga lama distilasi relatif lebih singkat, rendemen minyak lebih besar dan mutunya baik. Pada metode distilasi uap, ketel air digunakan sebagai tempat memproduksi uap yang kemudian uap air digunakan untuk memisahkan senyawa organik dalam bahan. Distilasi uap dilakukan pada senyawa organik yang tidak larut dalam air dan mempunyai tekanan uap tinggi.

Pretreatment menggunakan microwave dilakukan karena radiasi microwave dapat mempersingkat waktu proses dan menghemat energi yang digunakan karena energi langsung dikirim ke bahan melalui interaksi molekular dengan medan elektromagnetik, sehingga panas yang dihasilkan memungkinkan untuk mencapai pemanasan yang cepat dan seragam dari bahan. Gelombang microwave dibuat sedemikian sehingga gelombang yang dihasilkan akan membentur dinding metal oven, namun dapat melewati bahan-bahan seperti kertas, gelas dan plastik, dan dapat diserap oleh makanan, yaitu berupa air, gula atau lemak.

Daya microwave berperan sebagai *driving force* untuk memecah struktur membrane sel tanaman, sehingga minyak dapat berdifusi keluar dan larut dalam pelarut. Daya dalam ekstraksi microwave akan mengontrol besarnya energi yang diterima oleh bahan untuk dirubah menjadi energi panas. Energi panas inilah yang membantu proses keluarnya minyak atsiri dari bahan atau sampel. Hal ini dapat meningkatkan yield yang dihasilkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Sara Moradi dkk. [8] membandingkan perolehan rendemen minyak atsiri dari Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) menggunakan metode *hydro-distillation* dengan pemanasan microwave dan tanpa pemanasan microwave, diperoleh rendemen berturut-turut 1,5 cc dan 1,3 cc. Microwave mampu memanaskan moisture content yang terdapat di dalam sel tumbuhan, yang mana memproduksi uap dan tekanan terhadap dinding sel. Tekanan yang dihasilkan membuat sel mengembang dan akhirnya pecah sehingga

memfasilitasi proses keluarnya komponen - komponen aktif dari dinding sel yang sudah rusak [12].

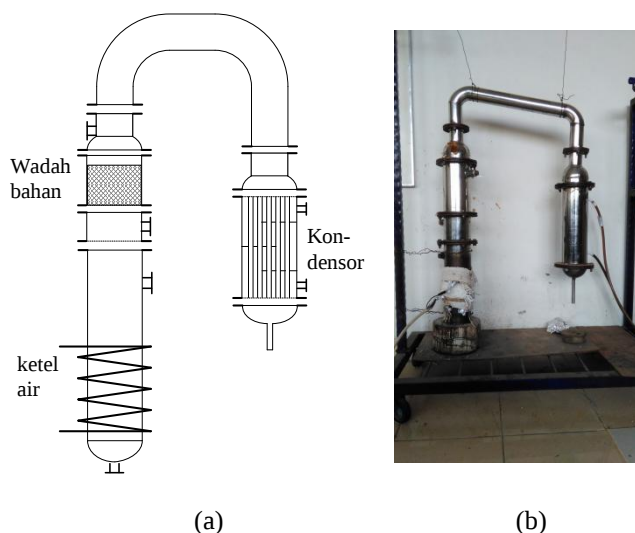
Dengan mempelajari penelitian-penelitian sebelumnya, pada penelitian ini dilakukan penyulingan minyak atsiri pala menggunakan metode distilasi uap-air dengan pretreatment microwave. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju alir uap serta lama pretreatment dan daya microwave yang digunakan untuk memperoleh kandungan minyak atsiri terbanyak dan sesuai mutu SNI.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah 1) daging buah pala segar 1000 gram, yang diperoleh di daerah Gisting Atas, Kabupaten Tanggamus, dengan perlakuan pengecilan ukuran menggunakan blender 2) air 3) batu es. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rangkaian alat distilasi uap-air yang terdiri dari ketel air, ketel bahan, kondensor jenis shell and tube, botol penampung distilat, pompa untuk memompa air ke pipa pendingin; elektrik heater (600, 450, 350 watt); microwave (model: Samsung MK731); blender; pipet tetes; erlenmeyer 250 ml; gelas ukur 500 ml; kertas label; timbangan kiloan; timbangan digital dan botol sampel 10ml.

Metode Penelitian



Gambar 1. (a) Skema alat distilasi uap-air (b) Rangkaian alat distilasi uap-air

Preparasi bahan dilakukan, yaitu, mengecilkan ukuran bahan menggunakan blender. Setelah bahan dikecilkan dimasukkan ke dalam microwave guna dipretreatment, daya yang digunakan sebesar, misal, 100 watt dengan lama 2,5 menit. Hal ini dilakukan sama untuk daya dan waktu lainnya. Setelah melalui proses pretreatment microwave, bahan dimasukkan ke dalam wadah bahan di rangkaian alat distilasi uap-air, pemanas yang digunakan adalah electric heater dan jenis kondensor adalah shell and tube. Jalankan alat dengan laju alir, misal, 200 ml/jam, hingga diperoleh sampel sebanyak 4×250 ml. Hal ini dilakukan berulang untuk laju alir lainnya yaitu 250 dan 333 ml/jam. Sampel yang diperoleh disimpan dalam botol sampel. Sampel yang diperoleh dihitung perolehan rendemennya, dengan rumus:

$$\%rendemen = \frac{\text{banyak minyak atsiri diperoleh}(g)}{\text{banyak bahan yang disuling}(1000g)} \quad (1)$$

kemudian dihitung densitasnya dengan rumus:

$$\rho = \frac{\text{massa minyak atsiri}(g)}{\text{volume minyak atsiri}(ml)} \quad (2)$$

kemudian dianalisa indeks biasanya menggunakan *abbe-refractometer* dan kandungan kimianya menggunakan GC-MS.

Tabel 1. Desain Percobaan

Tahap pretreatment

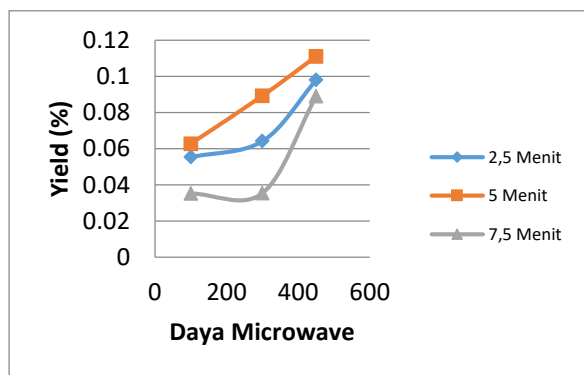
Perco baan	Lama pre- treatment (menit)	Daya Microwave (watt)	Rendemen (%)
1	2,5	100	R1
2		300	R2
3		450	R3
4	5	100	R4
5		300	R5
6		450	R6
7	7,5	100	R7
8		300	R8
9		450	R9

Tahap penyulingan

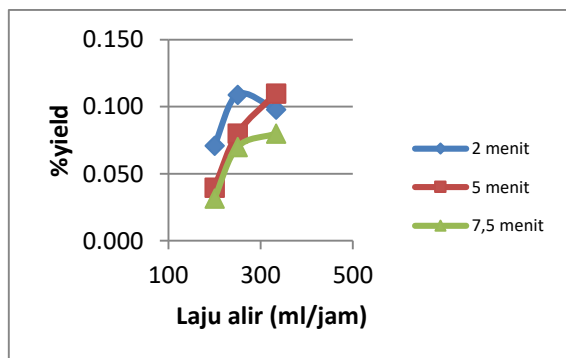
Perco- baan	Lama pre- treatment (menit)	Laju Alir (ml/jam)	Rendemen (%)
1	2,5	333	R1
2		250	R2
3		200	R3
4	5	333	R4
5		250	R5
6		200	R6
7	7,5	333	R7
8		250	R8
9		200	R9

HASIL DAN PEMBAHASAN

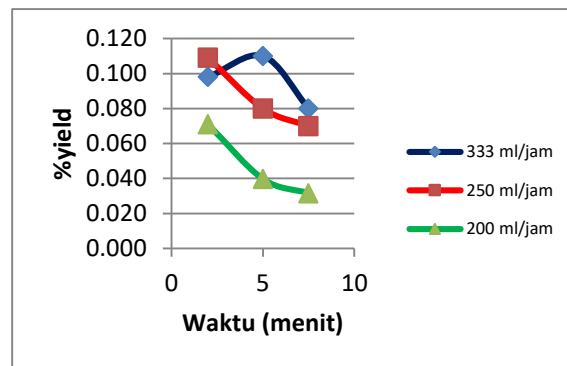
Dari hasil penelitian yang telah diperoleh, maka dilakukan plot untuk mengetahui hubungan masing-masing variabel yaitu laju alir uap dan lama waktu pretreatment microwave terhadap perolehan minyak atsiri buah pala.



Gambar 1. Pengaruh daya microwave terhadap perolehan % yield minyak atsiri



Gambar 2. Grafik hubungan %yield dengan laju alir uap



Gambar 3. Grafik hubungan %yield dengan lama waktu pretreatment microwave

Dari gambar 1. terlihat bahwa % yield minyak atsiri yang terekstrak di distilasi uap-air berbeda, dimana daya microwave yang digunakan yaitu 450 watt memperoleh % yield minyak atsiri terbesar yaitu 0,098 % pada waktu aktivasi 2,5 menit, 0,111% pada waktu aktivasi 5 menit dan 0,0352% pada waktu aktivasi 7,5 menit. Daya microwave 300 watt menghasilkan %yield minyak atsiri yaitu 0,0642% pada waktu aktivasi 2,5 menit, 0,0892 pada waktu aktivasi 5 menit dan 0,0354 pada waktu aktivasi 7,5 menit. Daya microwave 100 watt menghasilkan % yield minyak atsiri yaitu 0,0554% pada waktu aktivasi 2,5 menit, 0,0627% pada waktu aktivasi 5 menit dan 0,0352% pada waktu aktivasi 7,5 menit. Dalam penelitian ini gelombang mikro yang digunakan yaitu sebesar 2,45 GHz, dimana gelombang ini tetap sama meskipun daya dan waktu yang digunakan berubah-ubah. Tetapi, energi yang dihasilkan di microwave tergantung terhadap daya dan waktu yang digunakan. Energi yang dihasilkan akan besar apabila daya yang diberikan besar dan waktu yang digunakan lama, berlaku sebaliknya. Energi akan tetap sama apabila waktu yang digunakan lama dan daya yang kecil dengan daya yang diberikan besar dengan waktu yang singkat.

Dari gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa dengan laju alir uap 333 ml/jam, 250 ml/jam, dan 200 ml/jam berturut turut menghasilkan rendemen yang semakin banyak dan rendemen tertinggi diperoleh pada laju alir uap 333 ml/jam. Semakin besar laju penguapan maka semakin tinggi yield yang diperoleh. Hal ini diduga karena dengan laju penguapan yang semakin besar maka uap berpenetrasi dengan baik ke dalam bahan sehingga uap dapat mengubah minyak menjadi uap jenuh lebih banyak. Laju alir terendah,

200 ml/jam, menyebabkan uap air tidak dapat melewati bahan secara sempurna, sebagian uap diduga ada yang terhenti pada bahan padat, mengalami kondensasi balik sebelum uap dapat melewati bahan. Hal ini senada dengan yang diungkapkan oleh Guenther [5], bahwa laju alir uap rendah maka uap akan terhenti pada bagian bahan yang padat dan proses difusi minyak tidak mungkin berlangsung dengan sempurna. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penyuling minyak akar wangi dengan metode distilasi uap-air dengan memvariasikan kecepatan alir uap, diperoleh jumlah minyak akar wangi yang dihasilkan lebih tinggi jika kecepatan penyulingan 600 g uap / jam dibandingkan dengan 500 g uap / jam [9].

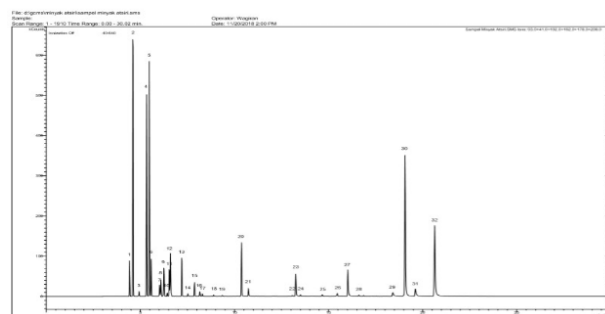
Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin lama waktu pretreatment microwave maka semakin kecil rendemen minyak atsiri yang diperoleh dan rendemen tertinggi diperoleh pada waktu pretreatment 2,5 menit, yaitu sebesar 0,11%. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa waktu yang lama di dalam microwave maka rendemen yang diperoleh lebih kecil [12]. Hal ini disebabkan karena sebagian minyak atsiri ada yang sudah teruapkan. Cheni, M. dkk. [3], memperoleh tetesan minyak pertama dengan microwave dalam waktu 5 menit.

Penurunan perolehan % yield ini diduga karena adanya minyak atsiri yang telah menguap karena lamanya waktu aktivasi selama 7,5 menit yang kemudian dilanjutkan dengan penyulingan menggunakan metode distilasi uap-air, dimana uap panas yang dihasilkan memberikan panas berlebih terhadap bahan yang telah di pretreatment di microwave yang menyebabkan minyak atsiri menguap. Minyak atsiri ini bersifat *volatile* atau mudah menguap karena panas yang diberikan berlebih.

Fathi-Achachlouei, dkk. [4] melakukan pretreatment dengan microwave untuk mengekstrak minyak biji thistle dengan daya 800 W dan waktu 2 menit diperoleh peningkatan yield sebesar 6% dibandingkan tanpa melakukan pretreatment dan mutu yang sesuai dengan dunia industri minyak atsiri. Hal ini membuktikan bahwa dengan pretreatment microwave, yield minyak atsiri yang diperoleh meningkat.

Microwave mampu memberikan energi *moisture content* yang terdapat di dalam sel tumbuhan, yang mana memproduksi uap dan tekanan terhadap dinding sel. Tekanan yang dihasilkan membuat sel mengembang dan akhirnya pecah sehingga

memfasilitasi proses keluarnya komponen - komponen aktif dari dinding sel yang sudah rusak [13]. Hal ini dibuktikan dengan penelitian yang telah dilakukan. Lina Sari, dkk. [14] yang menyuling daging buah pala dengan pretreatment pengeringan matahari, diperoleh peningkatan yield sebesar 0,36%. Sedangkan pengeringan dengan microwave diperoleh peningkatan yield sebesar 2,6%.



Gambar 4. Hasil analisis GC-MS sampel minyak atsiri pala

Sampel minyak atsiri pala kemudian dianalisa menggunakan metode GC-MS. Hasil analisis kandungan kimia sampel menunjukkan minyak atsiri pala tersusun dari banyak senyawa-senyawa. Hal ini ditunjukkan pada gambar 4. Komponen yang dominan ditunjukkan oleh *peak* yang tinggi dibandingkan dengan komponen lainnya.

Berikut senyawa-senyawa yang kandungannya tinggi di dalam sampel:

Tabel 2. Kandungan senyawa dalam minyak atsiri pala

No	Nama Senyawa	Nama Trivial	Peak Area
1.	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene,2-methyl-5-(1-methylethyl)-alpha-Phellandrene	Alpha-Phellandrene	2,81
2.	1R-.alpha.-Pinene	α -pinene	19,83
3.	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene,4-methyl-1-(1-methylethyl)-.beta.-Phellandrene	Sabinene	15,47
4.	Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-,(1S).beta.-Pinene	β -pinene	16,93

Lanjutan **Tabel 2.**

5.	1,4-Cyclohexadiene,1-methyl-4-(1-methylethyl)-	γ -terpinene	3,16
6.	3-Cyclohexene-1-ol,4-methyl-1-(1-methylethyl)-	Terpinene-4-ol	4,92
7.	1,3-Benzodioxole,4-methoxy-6-(2-propenyl)-	myristicin	13,76

Menurut SNI 06-2388-2006 [10], myristicin, yang menjadi persyaratan mutu minyak pala memiliki kadar minimal 10%. Hal ini menunjukkan bahwa minyak atsiri yang diperoleh, kandungan kimianya sudah memenuhi standar mutu minyak atsiri pala dengan kandungan myristicin 13,76%

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Distilasi minyak atsiri buah pala dapat dilakukan dengan metode distilasi uap-air.
2. Lama pretreatment, besar daya mikrowave dan laju alir uap masing-masing mempengaruhi yield yang diperoleh.
3. Semakin tinggi laju alir uap maka yield yang diperoleh semakin banyak.
4. Perolehan minyak pala terbanyak, untuk proses pretreatment menggunakan daya 450 watt dan waktu 2,5 menit dan untuk proses penyulingan dengan besar laju alir 250 ml/jam yaitu sebesar 0,11%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung yang telah memberikan bantuan peminjaman alat-alat dan pendanaan yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariyani, F., Setiawan, L. E., & Soetaredjo, F. E. (2017). Ekstraksi minyak atsiri dari tanaman sereh dengan menggunakan pelarut metanol, aseton, dan n-heksana. *Widya teknik*, 7(2), 124-133.
<https://doi.org/10.33508/wt.v7i2.1267>

- [2] Ansory, H. M., Putri, P. K. K., & Nilawati, A. The Analysis of Nutmeg Mace Essential Oil Compound Using GC-MS and Antibacterial Activity Test Toward Ecschericia coli and Staphylococcus aureus. *Majalah Farmaseutik*, 16(1), 1-8.
<https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v16i1.35985>
- [3] Chenni, M., El Abed, D., Rakotomanomana, N., Fernandez, X., & Chemat, F. (2016). Comparative study of essential oils extracted from Egyptian basil leaves (*Ocimum basilicum* L.) using hydro-distillation and solvent-free microwave extraction. *Molecules*, 21(1), 113.
<https://doi.org/10.3390/molecules21010113>
- [4] Fathi-Achachlouei, B., Azadmard-Damirchi, S., Zahedi, Y., & Shaddel, R. (2019). Microwave pretreatment as a promising strategy for increment of nutraceutical content and extraction yield of oil from milk thistle seed. *Industrial crops and products*, 128, 527-533.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.11.034>
- [5] Guenther, E. (2014). *The Essential Oils-Vol 1: History-Origin in Plants-Production-Analysis*. Read Books Ltd.
- [6] Hidayati, N., Ilmawati, H., & Sara, E. (2015). Penyulingan Minyak Biji Pala: Pengaruh Ukuran Bahan, Waktu Dan Tekanan Penyulingan Terhadap Kualitas Dan Rendemen Minyak.
<http://hdl.handle.net/11617/6607>
- [7] Ma'sum, Z., & Proborini, W. D. (2016). Optimasi Proses Destilasi Uap Essential Oil. *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 1(2), 105-109.
<https://dx.doi.org/10.33366/rekabuana.v1i2.654>
- [8] Moradi, S., Fazlali, A., & Hamed, H. (2018). Microwave-assisted hydro-distillation of essential oil from rosemary: Comparison with traditional distillation. *Avicenna journal of medical biotechnology*, 10(1), 22.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29296263>
- [9] Mulyono, E., Sumangat, D., & Hidayat, T. (2016). Peningkatan mutu dan efisiensi produksi minyak akar wangi melalui teknologi penyulingan dengan tekanan uap bertahap. *Buletin Teknologi Pasca Panen*, 8(1), 35-47.
<http://www.ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/bpasca/article/view/5463>

- [10] Nasional, B. S. (2006). Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-2388-2006: Minyak Pala.
- [11] Nurdjannah, N. (2007). Teknologi pengolahan pala. *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian, Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, Bogor*.
- [12] Şahin, S., Samli, R., Tan, A. S. B., Barba, F. J., Chemat, F., Cravotto, G., & Lorenzo, J. M. (2017). Solvent-free microwave-assisted extraction of polyphenols from olive tree leaves: Antioxidant and antimicrobial properties. *Molecules*, 22(7), 1056. <https://doi.org/10.3390/molecules22071056>
- [13] Saleh, I. A., Vinatoru, M., Mason, T. J., Abdel-Azim, N. S., Shams, K. A., Aboutabl, E., & Hammouda, F. M. (2017). Extraction of silymarin from milk thistle (*Silybum marianum*) seeds—a comparison of conventional and microwave-assisted extraction methods. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*, 51(2), 124-133. <https://doi.org/10.1080/08327823.2017.1320265>
- [14] Sari, L., Lesmana, D., & Taharuddin, T. (2018). Estraksi Minyak Atsiri Dari Daging Buah Pala (Tinjauan Pengaruh Metode Destilasi Dan Kadar Air Bahan). Prosiding Semnastek. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3590>