



SKRIPSI – TK141581

**EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI AKAR WANGI
DENGAN METODE *MICROWAVE HYDRODISTILLATION*
(MHD) DAN *SOLVENT-FREE MICROWAVE EXTRACTION*
(SFME)**

Oleh:

**Edwin Fatah Daniswara
NRP. 2313 100 060**

**Taufik Imam Rohadi
NRP. 2313 100 069**

**Dosen Pembimbing:
Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.
NIP. 19610802 198601 1 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



FINAL PROJECT – TK141581

EXTRACTION OF ESSENTIAL OIL FROM *Vetiveria zizanoides* BY MICROWAVE HYDRODISTILLATION (MHD) AND SOLVENT-FREE MICROWAVE EXTRACTION METHOD (SFME)

Authors:

**Edwin Fatah Daniswara
NRP. 2313 100 060**

**Taufik Imam Rohadi
NRP. 2313 100 069**

**Academic Advisor:
Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.
NIP. 19610802 198601 1 001**

**DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI AKAR WANGI DENGAN METODE *MICROWAVE HYDRODISTILLATION (MHD) DAN SOLVENT-FREE MICROWAVE EXTRACTION (SFME)*

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik
Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

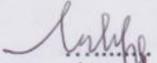
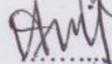
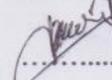
Edwin Fatah Daniswara

NRP 2313 100 060

Taufik Imam Rohadi

NRP 2313 100 069

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.  (Pembimbing 1)
2. Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T.  (Penguji I)
3. Ir. Ignatius Gunardi, M.T.  (Penguji II)



**EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI
DARI AKAR WANGI DENGAN METODE *MICROWAVE
HYDRODISTILLATION (MHD) DAN SOLVENT-FREE
MICROWAVE EXTRACTION (SFME)***

**Nama/NRP : 1. Edwin Fatah Daniswara (2313.100.060)
2. Taufik Imam Rohadi (2313.100.069)**
Departemen : Teknik Kimia FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.

ABSTRAK

Indonesia mempunyai sumber daya alam hayati yang sangat banyak dan beragam. Di antaranya adalah tanaman-tanaman penghasil minyak atsiri (*essential oil*). Salah satu minyak atsiri yang memiliki nilai ekonomis tinggi adalah minyak akar wangi. Indonesia termasuk salah satu negara penghasil akar wangi terbesar di dunia setelah Haiti dan Bourbon Minyak akar wangi dipakai sebagai parfum, bahan kosmetik, dan bahan pewangi pada sabun. Sentra budidaya tanaman dan produksi minyak akar wangi di Indonesia berada di Kabupaten Garut, Jawa Barat. Produksi minyak akar wangi sebagian besar dilakukan menggunakan teknologi konvensional, yakni penyulingan menggunakan air dan uap bertekanan (*steam-hydro distillation*). Akan tetapi, ekstraksi dengan metode tersebut masih menghasilkan minyak yang memiliki mutu yang rendah dan membutuhkan waktu ekstraksi yang lama.

Seiring perkembangan teknologi telah ditemukan ekstraksi dengan metode *microwave hydrodistillation (MHD)* dan metode *solvent-free microwave extraction (SFME)*. Proses ekstraksi menggunakan kedua metode tersebut lebih efisien dari segi waktu serta menghasilkan kualitas minyak atsiri yang lebih baik dari pada metode konvensional. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibandingkan *yield* minyak akar wangi yang didapat dari ekstraksi menggunakan metode MHD dan SFME. Selain itu ditentukan

kondisi operasi optimum pada ekstraksi minyak akar wangi dengan menggunakan metode MHD dan SFME. Serta kualitas dari minyak akar wangi yang diekstraksi menggunakan metode MHD dan SFME dibandingkan dengan standar yang ada, yakni SNI 06-2386-2006 dan ISO 4716:2002.

Yield minyak akar wangi yang diperoleh dengan metode SFME lebih tinggi daripada metode MHD, baik ekstraksi yang dilakukan menggunakan bahan segar maupun kering. Kondisi operasi yang menghasilkan yield tertinggi pada ekstraksi minyak akar wangi menggunakan metode SFME, pada bahan segar adalah ukuran ± 1 cm, rasio 0,06 g/mL, dan daya 450 W, sementara pada bahan kering adalah ukuran ± 2 cm, rasio optimal 0,06 g/mL, dan daya optimal 300 W. Kondisi operasi yang menghasilkan yield tertinggi pada ekstraksi minyak akar wangi menggunakan metode MHD, pada bahan segar adalah pada ukuran ± 1 cm, rasio 0,3 g/mL, dan daya 600 W, sementara pada bahan kering adalah ukuran serbuk, rasio 0,4 g/mL, dan daya 600 W. Minyak akar wangi yang diekstrak memiliki nilai berat jenis sebesar 1,019 g/cm³. Nilai tersebut sedikit melebihi SNI 06-2386-2006 namun memenuhi ISO 4716:2002. Minyak akar wangi yang diekstrak menggunakan metode MHD memiliki kelarutan 1:1 pada alkohol 95% dan 1:2 pada alkohol 80% serta menggunakan metode SFME memiliki kelarutan 1:1 pada alkohol 95% dan 1:1 pada alkohol 80%. Kelarutan tersebut sesuai dengan SNI 06-2386-2006 dan ISO 4716:2002. Berdasarkan analisa GC-MS, α -Vetivone adalah salah satu senyawa dominan yang terdapat pada minyak akar wangi yang diekstrak menggunakan metode MHD dan SFME. Komponen tersebut merupakan salah satu senyawa utama pada minyak akar wangi dan menentukan aroma minyak akar wangi.

Kata kunci: Akar wangi, minyak atsiri, *microwave hydrodistillation* (MHD), *solvent-free microwave extraction* (SFME)

EXTRACTION OF ESSENTIAL OIL FROM *Vetiveria zizanoides* BY MICROWAVE HYDRODISTILLATION (MHD) AND SOLVENT-FREE MICROWAVE EXTRACTION METHOD (SFME)

Name/NRP : 1. Edwin Fatah Daniswara (2313.100.060)
2. Taufik Imam Rohadi (2313.100.069)
Departement : Chemical Engineering FTI-ITS
Academic Advisor : Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.

ABSTRACT

*Indonesia has variety of natural resources. There are plants containing essential oil. One of essential oil which has high economic value is vetiver oil. Vetiver oil can be use as fragrance, fixative, and medicine. Indonesia is one of the biggest producers of vetiver oil. Center of *Vetiveria zizanoides* cultivation and vetiver oil production is in Garut, West Java. Steam-hydro distillation, a conventional technology, is often used to produce vetiver oil. However, the vertiver oil still has low quality. Moreover, conventional technology spend much time to produce vetiver oil.*

Nowadays, extraction methods of essential oil has been developed. There are microwave hydrodistillation (MHD) and solvent-free microwave extraction (SFME). Those methods are need less time than conventional technology. Moreover, the quality of essential oil produced by those methods is higher than the quality of essential oil produced by conventional technology. Therefore, The purpose of these experiment are to compare yield of vetiver oil extracted by MHD and SFME method, to get optimum operating condition at vetiver oil extraction by MHD and SFME method, and to compare the quality of vetiver oil extracted by MHD and SFME with SNI 06-2386-2006 dan ISO 4716:2002.

Yield vetiver oil gotten from extraction by SFME method is higher than MHD method. Highest yield is gotten from SFME method, by using fresh raw material at ± 1 cm raw material size;

0,06 g/mL ratio; 450 W power, by using dried raw material at ± 2 cm raw material size; 0,06 g/mL ratio; 300 W power. Moreover, highest yield is gotten from MHD method, by using fresh raw material at ± 1 cm raw material size; 0,3 g/mL ratio; 600 W power, by using dried raw material at powder raw material size; 0,4 g/mL ratio; 600 W power. Based on density measurement, vetiver oil has density of 1,019 g/cm³. Those density is little bit higher according to SNI 06-2386-2006 but satisfied according to ISO 4716:2002. Based on solubility measurement, vetiver oil which is extracted by MHD method has solubility of 1:1 in 95% alcohol and 1:2 in 80% alcohol. Vetiver oil which extracted by SFME method has solubility of 1:1 in 95% alcohol and 1:1 in 80% alcohol. Those solubility are satisfied SNI 06-2386-2006 and ISO 4716:2002. Based on GC-MS analysis, α -Vetivone is one of abundant compound in vetiver oil which is extracted by MHD and SFME method. α -Vetivone is one of major compound in vetiver oil and it determines odor of the oil.

Keywords: *Vetiveria zizanoides*, essential oil, microwave hydrodistillation (MHD), solvent-free microwave extraction (SFME)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami sampaikan kepada Allah *Ta'ala* karena atas nikmat dan kehendak-Nya, kami dapat menyelesaikan penelitian dan laporan penelitian yang berjudul “Ekstraksi Minyak Atsiri dari Akar Wangi dengan Metode *Microwave Hydrodistillation* (MHD) dan *Solvent-Free Microwave Extraction* (SFME)”. Penelitian ini kami lakukan dalam rangka menyelesaikan mata kuliah skripsi.

Skripsi merupakan tugas akhir yang merupakan syarat kelulusan pada program studi S-1 Teknik Kimia ITS. Melalui skripsi mahasiswa dilatih menyelesaikan masalah dengan menggunakan keahlian dibidang teknik kimia. Masalah tersebut diselesaikan melalui sebuah penelitian ilmiah. Mahasiswa dituntut untuk menganalisa terlebih dahulu permasalahan yang ada. Kemudian melakukan verifikasi dari hasil analisa tersebut. Langkah penyelesaian masalah dibuat dengan landasan teori yang sesuai. Sehingga diharapkan terciptanya solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Selain itu mahasiswa juga dilatih untuk membuat suatu karya tulis ilmiah melalui pembuatan laporan skripsi.

Kami mengucapkan terima kasih kepada pihak Departemen Teknik Kimia ITS dan anggota Laboratorium Teknologi Proses Teknik Kimia ITS yang telah memberikan bantuan saat persiapan penelitian, pelaksanaan penelitian, dan penyusunan laporan penelitian.

Kami menyadari laporan ini masih belum sempurna, oleh karena itu saya mengharapkan kritik dan saran.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan Masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian	4
I.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Tanaman Akar Wangi	5
II.1.1 Klasifikasi	5
II.1.2 Deskripsi Tanaman	5
II.2 Minyak Akar Wangi	6
II.2.1 Standar Mutu Minyak Akar Wangi	7
II.2.2. Komposisi Minyak Akar Wangi	8
II.3 Metode Ekstraksi	10
II.4 Gelombang Mikro (<i>Microwave</i>)	12
II.5 Penyulingan dengan dengan <i>Microwave (Microwave-Assisted Extraction)</i>	14
II.6 Parameter Minyak atsiri.....	15
II.6.1. Berat Jenis.....	15
II.6.2. Kelarutan dalam Alkohol.....	16
II.7 Penelitian Terdahulu	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
III.1 Rancangan Penelitian	23
III.2 Bahan dan Alat	23
III.2.1 Bahan.....	23

III.2.2 Peralatan yang Digunakan untuk metode MHD dan SFME	24
III.3 Prosedur Penelitian.....	25
III.3.1 Metode MHD	25
III.3.2 Metode SFME	26
III.4 Diagram Prosedur Penelitian.....	27
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	33
IV.1 Proses Ekstraksi Minyak Atsiri dari Akar Wangi	33
IV.2 Parameter yang Berpengaruh pada Ekstraksi Minyak Akar Wangi dengan Metode MHD dan SFME.....	36
IV.2.1 Pengaruh Kondisi Bahan Terhadap <i>Yield</i> Minyak Atsiri	36
IV.2.2 Pengaruh Daya Microwave Terhadap <i>Yield</i> Minyak Akar Wangi.....	39
IV.2.3 Pengaruh Rasio Antara Massa Bahan Baku dengan Pelarut dan Massa Bahan Baku dengan Volume <i>Distiller</i> Terhadap <i>Yield</i> Minyak Akar Wangi.....	42
IV.2.4 Pengaruh Ukuran Bahan Terhadap <i>Yield</i> Minyak Akar	45
IV.2.5. Pengaruh Lama Waktu Ekstraksi Terhadap <i>Yield</i> Minyak Akar Wangi	47
IV.2.6. Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap <i>Yield</i> Minyak Akar Wangi.....	50
IV.3 Hasil Analisa Properti Fisik dan Kimia Minyak Atsiri Akar Wangi.....	53
IV.4 Hasil Analisa SEM Akar Wangi	54
IV.5 Hasil Uji Fiksatif	59
IV.6 Hasil Analisa GC-MS Minyak Akar Wangi	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
V.1 Kesimpulan.....	69
V.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	xiv
APPENDIKS	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Tanaman Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanoides</i>)	5
Gambar II. 2 Skema Peralatan <i>Hydrodistillation</i>	10
Gambar II. 3 Skema Peralatan <i>Steam-Hydrodistillation</i>	11
Gambar II. 4 Skema Peralatan <i>Steam Distillation</i>	12
Gambar II. 5 Skema Peralatan <i>Microwave Hydrodistillation</i> (A) dan <i>Solvent-Free Microwave Extraction</i> (B)	14
Gambar III. 1 Skema Peralatan Distilasi dengan Sistem Kondensasi dan Kohobasi menggunakan <i>Clavenger</i>	24
Gambar III. 2 Peralatan Penunjang Ekstraksi (a) Corong Pemisah Cair-Cair (b) <i>Hot Plate</i> untuk Penguapan n- Heksana	24
Gambar III. 3 Diagram Prosedur Penelitian Ekstraksi Minyak Akar Wangi Menggunakan Metode MHD	28
Gambar III. 4 Diagram Prosedur Penelitian Ekstraksi Minyak Akar Wangi Menggunakan Metode SFME	29
Gambar IV. 1 Perbandingan <i>Yield</i> antara Akar Wangi Kering dan Segar pada Ukuran ± 1 cm, Rasio 0,3 g/mL, dan Daya 450 W	38
Gambar IV. 2 Profil Suhu-Waktu untuk Berbagai	40
Gambar IV. 3 Pengaruh Daya <i>Microwave</i> Terhadap <i>Yield</i>	41
Gambar IV. 4 Pengaruh Rasio Terhadap <i>Yield</i> pada Akar Wangi pada Daya 450 W (a) Metode MHD (b) Metode SFME	43
Gambar IV. 5 Pengaruh Ukuran Bahan Terhadap <i>Yield</i> pada Akar Wangi dengan Daya 450 W, Waktu 1 jam, Rasio MHD 0,3 g/mL dan SFME 0,06 g/mL (a) Kering (b) Segar.	46
Gambar IV. 6 Representasi Pengaruh Waktu terhadap <i>Yield</i> Minyak Atsiri. (Putri dan Dewi, 2016)	49
Gambar IV. 7 Perbandingan Pengaruh Waktu terhadap <i>Yield</i> Minyak Akar Wangi pada Bahan Segar dan	

	Bahan Kering (a) Metode MHD (b) Metode SFME.....	50
Gambar IV. 8	Perbandingan Metode Ekstraksi terhadap <i>Yield</i> Minyak Akar Wangi (a) Bahan Kering (b) Bahan Segar.....	51
Gambar IV. 9	Hasil SEM Akar Wangi dengan Perbesaran.....	54
Gambar IV. 10	Hasil SEM Akar Wangi dengan Perbesaran 2.500 Kali, Bahan Akar Wangi Ukuran ± 1 cm, Daya <i>Microwave</i> 450 W, Sesudah Ekstraksi (a) Sesudah Ekstraksi MHD Bahan Segar (b) Sesudah Ekstraksi MHD Bahan Kering (c) Sesudah Ekstraksi SFME Bahan Segar (d) Sesudah Ekstraksi SFME Bahan Kering.....	55
Gambar IV. 11	Hasil SEM Akar Wangi dengan Perbesaran 15.000 Kali Sebelum Ekstraksi	57
Gambar IV. 12	Hasil SEM Akar Wangi dengan Perbesaran 15.000 Kali, Bahan Akar Wangi Ukuran ± 1 cm, Daya <i>Microwave</i> 450 W, Sesudah Ekstraksi (a) Sesudah Ekstraksi MHD Bahan Segar (b) Sesudah Ekstraksi MHD Bahan Kering	58
Gambar IV. 13	Hasil Uji Fiksatif pada Minyak Akar Wangi.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Standar Mutu Minyak Akar Wangi	7
Tabel II. 2 1 Standar Mutu Minyak Akar Wangi	8
Tabel II. 3 Komposisi Kimia Minyak Akar Wangi	9
Tabel II. 4 Penelitian Terdahulu	17
Tabel IV. 1 Nilai Konstanta Dielektrik (<i>dielectric constant</i>) (ϵ') untuk Beberapa Pelarut pada 2450 MHz dan Temperatur Kamar (Metaxas, 1996)	35
Tabel IV. 2 Hasil Analisa Properti Fisik	54
Tabel IV. 3 Komposisi Sampel pada Uji Fiksatif	59
Tabel IV. 4 Hasil GC-MS Minyak Akar Wangi	62

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia mempunyai sumber daya alam hayati yang sangat banyak dan beragam. Di antara keanekaragaman hayati yang sangat banyak dan beragam itu terdapat tanaman-tanaman penghasil minyak atsiri (*essential oil*) yang sampai sekarang belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. Indonesia menghasilkan 40–50 jenis tanaman penghasil minyak atsiri dari 80 jenis minyak atsiri yang diperdagangkan di dunia dan baru sebagian dari jenis minyak atsiri tersebut yang memasuki pasar dunia, di antaranya nilam, sereh wangi, cengkeh, melati, kenanga, kayu putih, cendana, dan akar wangi (Dalimarta, 2000).

Salah satu minyak atsiri yang memiliki nilai ekonomis tinggi adalah minyak akar wangi. Minyak atsiri yang berasal dari tanaman akar wangi biasanya dipakai sebagai pewangi dan bahan fiksatif. Selain itu minyak akar wangi juga memiliki manfaat dalam bidang medis, yakni untuk meredakan nyeri otot, encok, keseleo, dan demam. Indonesia termasuk salah satu negara penghasil akar wangi terbesar di dunia setelah Haiti. Sekitar 90% produksi minyak akar wangi Indonesia diekspor, dengan rata-rata volume ekspor sebanyak 80 ton atau seperempat dari total produksi dunia yang diperkirakan mencapai 300 ton setiap tahunnya (Indrawanto, 2006).

Sentra budidaya tanaman dan produksi minyak akar wangi di Indonesia berada di Kabupaten Garut, Jawa Barat. Produksi minyak akar wangi sebagian besar dilakukan oleh menggunakan teknologi konvensional, yakni penyulingan menggunakan air dan uap bertekanan (*steam-hydro distillation*) (Mulyono *et al.*, 2012).

Hasil pengujian GC-MS pada minyak akar wangi yang diekstrak menggunakan penyulingan tradisional di Bayongbong, Garut, menunjukkan bahwa sesquiterpen alkohol (vetiverol total) sebesar 30,74% dan sesquiterpen keton (vetivon total) sebesar 12,04%. Jika dibandingkan dengan persyaratan kadar vetiverol

total dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 06-2386, yaitu minimal 50%, ternyata minyak akar wangi tersebut belum memenuhi persyaratan mutu SNI. Dari segi waktu ekstraksi, penyulingan minyak akar wangi yang dilakukan oleh produsen minyak akar wangi di Kabupaten Garut membutuhkan waktu 10-12 jam (Mulyono *et al.*, 2012)

Rendahnya mutu dan lamanya waktu dari penyulingan metode dengan konvensional tersebut maka perlu dilakukan pengembangan terhadap metode pengambilan minyak atsiri yaitu dengan metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE). Pengembangan dari metode MAE yakni *Microwave-Assisted Hydrodistillation* (MHD), *Microwave Steam Distillation* (MSD) *Microwave Steam Diffusion* (MSDf), dan lain-lain. Berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu pada ekstraksi minyak atsiri dari *Ferulago angulata* dengan 50 gram bahan dan 750 ml air pada daya *microwave* 650 W selama 70 menit didapatkan hasil *yield* 3,8% dengan menggunakan metode MHD, sedangkan untuk *hydrodistillation* (HD) dengan bahan sebanyak 100 gram dan 1200 ml air selama 3 jam didapatkan *yield* sebesar 1,7% (Jila Asghari, *et al.*, 2012).

Pengembangan lanjutan dari metode *Microwave Hydrodistillation* (MHD) berikutnya adalah metode *Solvent-Free Microwave Extraction* (SFME). Metode SFME adalah metode ekstraksi tanpa menggunakan pelarut dan memanfaatkan panas dari gelombang mikro (Li *et al.*, 2013). Dengan demikian bahan yang akan diekstrak tidak berkontak dengan bahan kimia.

Berdasarkan uji GC/MS(*Gas Chromatography / Mass Spectrometry*), pada penelitian ekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk, kandungan limonene adalah $63,15 \pm 4,47\%$ menggunakan metode HD, $61,62 \pm 4,36\%$ menggunakan metode MHD, dan $58,58 \pm 4,14\%$ menggunakan metode SFME. Hal ini membuktikan bahwa metode SFME tidak mengubah komponen kimia yang ada dalam minyak atsiri. Selain itu, metode ini dapat dikategorikan sebagai *green technology* karena dapat mengurangi kebutuhan energi per ml dari ekstraksi minyak atsiri. pada penelitian ekstraksi

minyak atsiri dari kulit jeruk, untuk produksi 1 gram minyak atsiri dibutuhkan konsumsi listrik sebanyak 0,55 kWh menggunakan metode HD, 0,25 kWh menggunakan metode MHD, dan 0,22 kWh menggunakan metode SFME. (Golmakani and Moayyedi, 2015).

Kelebihan metode SFME dari segi kuantitas minyak atsiri yang dihasilkan dibuktikan pada pengambilan minyak atsiri dari kulit jeruk lemon yaitu *yield hydrodistillation* sebesar $1,22 \pm 0,14\%$ w/w setelah 120 menit, MHD sebesar $1,18 \pm 0,08\%$ w/w setelah 15 menit dengan bahan sebanyak 50 gram dan 450 ml air (rasio bahan/pelarut adalah 1:9) pada daya 1200 W, serta untuk SFME sebesar $1,36 \pm 0,06\%$ w/w dengan waktu ekstraksi selama 15 menit dengan daya *microwave* 1200 W (Golmakani and Moayyedi, 2015).

Atas dasar di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan ekstraksi minyak atsiri dari tanaman akar wangi dengan metode MHD dan SFME. Dengan menggunakan metode tersebut diharapkan dapat diperoleh *yield* minyak akar wangi yang optimal serta mutu minyak akar wangi yang dapat diterima di pasaran.

I.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh dari ada-tidaknya pelarut terhadap *yield* minyak akar wangi?
2. Bagaimana kondisi operasi yang menghasilkan *yield* tertinggi pada ekstraksi minyak akar wangi menggunakan metode MHD dan SFME?
3. Bagaimana kualitas dari minyak akar wangi yang diekstraksi menggunakan metode MHD dan SFME bila dibandingkan dengan SNI 06-2386-2006 dan ISO 4716:2002?

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mempelajari dan membandingkan *yield* minyak akar wangi yang didapat dari ekstraksi menggunakan metode MHD dan SFME.
2. Menentukan kondisi operasi yang menghasilkan *yield* tertinggi pada ekstraksi minyak akar wangi dengan menggunakan metode MHD dan SFME.
3. Membandingkan kualitas dari minyak akar wangi yang diekstraksi menggunakan metode MHD dan SFME dengan SNI 06-2386-2006 dan ISO 4716:2002.

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai proses pengambilan minyak akar wangi yang efektif dan efisien dalam mendapatkan *yield* minyak akar wangi yang optimal serta mutu minyak akar wangi yang dapat diterima di pasaran
2. Sebagai bahan referensi dan informasi bagi penulis selanjutnya yang tertarik untuk mengkaji dan meneliti tentang pengambilan minyak dari tanaman akar wangi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tanaman Akar Wangi

II.1.1 Klasifikasi

Spesies	: Akar wangi
Nama Inggris	: Vetiver (gras), khus , khus-khus
Nama Indonesia	: Akar wangi
Nama Lokal	: Larasetu (Jawa), usar (sunda)
Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Famili	: Poaceae
Genus	: Vetiver
Spesies	: <i>Vetiveria Zizanoides</i>



Gambar II. 1 Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanoides*)

II.1.2 Deskripsi Tanaman

a. Nama Lokal

Useur (Gayo);hapias ,usar (Batak); akar babau (Minangkabau); akar banda (Timor); iser, morwastu (Sumatera Utara); usa, urek usa (Makasar); janur, narawastu, usar (Sunda); dan larasetu, larawastu, rarawestu (Jawa).

b. Morfologi dan penyebarannya

Akar wangi merupakan rumput tegak tahunan dengan tinggi antara 1,50-2,50 m. Batang tegak, lunak, beruas-ruas, dan berwarna putih. Daun tunggal berbentuk pita, panjang, agak kaku, dan berwarna hijau sebam. Bunga berbentuk bulir, tumbuh di ujung batang. Buah berbentuk padi, berduri, dan berwarna putih kotor. Akar serabut, berwarna kuning, dan mengeluarkan bau wangi yang keras.

c. Karakteristik Tanaman Akar Wangi

Pada tanaman akar wangi hanya bagian akar yang mengandung minyak, sedangkan batang, daun, dan bagian lain tidak mengandung minyak (Heyne, 1987). Akar yang menghasilkan minyak dengan mutu yang baik dipanen pada umur 22 bulan dan rendemen akar yang diperoleh 190 gram per rumpun. Akar yang masih muda bersifat lemah, halus seperti rambut, dan jika dicabut dapat putus dan tertinggal dalam tanah. Selain itu akar yang muda menghasilkan minyak dengan berat jenis dan putaran optik yang rendah serta berbau seperti daun. Akar yang lebih tua dan cukup baik pertumbuhannya, berupa akar yang lebih tebal, dapat menghasilkan minyak dengan mutu yang lebih baik serta dengan berat jenis dan putaran optik yang lebih tinggi, berbau lebih wangi, dan lebih tahan lama (Ketaren, 1986).

II.2 Minyak Akar Wangi

Minyak akar wangi merupakan salah satu bahan baku yang penting untuk parfum. Minyak ini menghasilkan bau yang kuat dan tahan lama sekaligus berfungsi sebagai fiksatif alamiah (Mulyono *et al.*, 2012). Fiksatif merupakan bahan/material yang memiliki titik didih yang tinggi. Fiksatif akan memperlambat laju penguapan parfum. Sehingga, parfum yang dicampur dengan fiksatif akan lebih tahan lama. (Al-Bayati, 2016)

Minyak akar wangi baik untuk campuran dengan minyak atsiri lain terutama minyak cendana, nilam, dan mawar. Selain itu,

minyak ini mempunyai aroma yang lembut dan halus disebabkan oleh senyawa ester, asam vetivenat, vetiveron serta vetiverol yang saat ini belum dibuat senyawa sintesisnya (Mulyono *et al.*, 2012).

Minyak akar wangi merupakan salah satu jenis minyak atsiri yang telah lama menjadi komoditas ekspor Indonesia. Di pasar dunia, minyak akar wangi Indonesia dikenal dengan nama dagang Java Vetiver Oil. Indonesia termasuk salah satu negara penghasil akar wangi terbesar di dunia setelah Haiti. Pada tahun 1989, Indonesia memasok $\pm 40\%$ dari kebutuhan dunia dengan volume ekspor 245-265 ton. (Mulyono *et al.*, 2012).

II.2.1 Standar Mutu Minyak Akar Wangi

Standar mutu minyak akar wangi dalam perdagangan internasional belum seragam, masing-masing negara penghasil dan pengimpor menentukan standar minyak akar wangi menurut kebutuhan sendiri. Standar mutu minyak akar wangi Indonesia ditentukan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel II. 1 Standar Mutu Minyak Akar Wangi
Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-2386-2006

No	Jenis uji	Persyaratan
1	Keadaan	
	- Warna	Kuning muda-coklat
	- Bau	kemerahan Khas akar wangi
2	Bobot jenis	0,980 – 1,003
3	Indeks bias 20°C	1,520 – 1,530
4	Kelarutan dalam etanol 95%	1:1 jernih, seterusnya jernih
5	Bilangan asam	10-35
6	Bilangan ester	5-26
7	Bilangan ester setelah asetilasi	100-150
8	Vetiverol total, %	Minimum 50

Sementara untuk perdagangan internasional mengacu pada ISO (*International Organization of Standarization*) 4716:2002.

Tabel II. 2 3 Standar Mutu Minyak Akar Wangi Menurut ISO 4716:2002

No	Jenis uji	Persyaratan
1	Keadaan	
	- Warna	Coklat hingga merah kecoklatan
	- Bau	Khas akar wangi
2	Bobot jenis	0,980 – 1,020
3	Indeks bias 20°C	1,516 - 1,530
4	Kelarutan dalam etanol 80%	Maks 1:2
5	Bilangan asam	1-35
6	Bilangan ester	5-60
7	Bilangan karbon	23-68
8	□-vetivone	9% - 23%
9	Pusaran optis pada 20°C	+17 - +48

II.2.2. Komposisi Minyak Akar Wangi

Komponen utama penyusun minyak akar wangi terdiri dari sesquiterpen hidrokarbon (γ -cadinen, cloven, α -amorphine, aromadendren, junipen, dan turunan alkoholnya), vetiverol (khusimol, epiglobulol, spathulenol, khusinol, serta turunan karbonilnya), dan vetivon (α -vetivon β -vetivon, khusimon, dan turunan esternya). Diantara komponen tersebut α -vetivon, β -vetivon, dan khusimon merupakan komponen utama sebagai penentu aroma minyak akar wangi (Mulyono *et al.*, 2012). ISO telah menetapkan standar kadar α -vetivon yakni 9%-23% mengacu pada ISO 4716:2002. Komponen-komponen lain yang terkandung dalam minyak akar wangi dapat dilihat pada tabel II.3.

Tabel II. 4 Komposisi Kimia Minyak Akar Wangi

Komponen	Brazil (%)	Haiti (%)	Indonesia (%)
Pre-zizaene	1,0	0,4	0,8
Khusimene	1,7	0,9	3,0
α -amorphene	1,6	1,8	4,2
Cis-uedesma-6,11-diene	1,2	1,4	2,4
δ -amorphene	1,4	1,1	3,5
β - vetispirene	1,0	1,1	2,7
γ -cadinene	0,6	-	0,7
γ -vetivenene	1,3	-	5,1
β -vetivenene	2,0	1,6	5,2
α -calacorene	0,9	0,8	0,7
Cis-uedesm-6-en-11-ol	1,9	2,4	1,1
Khusimone	3,6	3,5	2,6
Ziza-6(13)-en-3-one	2,5	1,4	2,1
Khusinol	3,4	1,9	2,4
Khusian-2-ol	3,4	3,4	1,3
Vetiselinenol	1,7	2,3	1,0
Cyclopacamphan-12-ol	1,0	1,7	0,3
2-epi-ziza-6(13)-3 α -ol	1,9	1,6	1,1
Isovalencenal	1,6	2,5	1,0
β -vetivone	1,5	5,6	6,0
Khusimol	7,2	13,3	9,7
Nootkatone	1,1	0,4	-
α -vetivone	5,4	4,8	4,0
Isovalencenol	3,0	15,3	4,4
Bicyclovetivenol	0,5	1,1	-
Zizanoic acid	11,8	0,5	3,3
Hydrocarbons	12,7	9,1	28,3
Alcohols	24,0	43,0	21,3
Carbonyl compounds	15,7	18,2	17,7
Carboxylic acids	11,8	0,5	3,3
Total identified	64,2	70,8	70,6

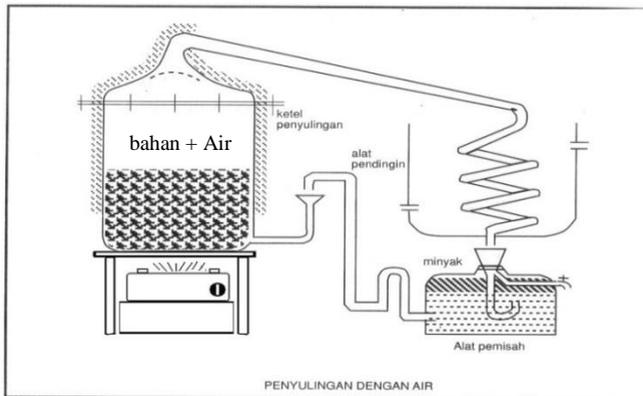
Sumber: Martinez et al. (2004)

II.3 Metode Ekstraksi

Penyulingan dapat didefinisikan sebagai pemisahan komponen – komponen suatu campuran dari dua jenis cairan atau lebih berdasarkan tekanan uap dari masing – masing zat tersebut. Beberapa jenis penyulingan antara lain :

1. *Hydrodistillation*

Pada metode ini, bahan yang akan disuling dikontakkan langsung dengan air mendidih. Bahan tersebut mengapung di atas air atau terendam secara sempurna tergantung dari bobot jenis dan jumlah bahan yang disuling. Air dipanaskan dengan metode pemanasan yang biasa dilakukan, yaitu dengan panas langsung (Guenther, 1987).



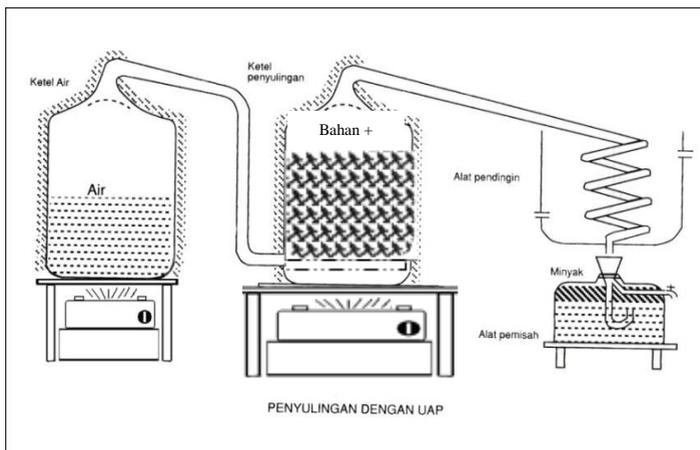
Gambar II. 2 Skema Peralatan *Hydrodistillation*

Prinsip kerja *hydrodistillation* adalah sebagai berikut: Ketel penyulingan diisi air sampai volumenya hampir separuh, lalu dipanaskan. Sebelum air mendidih, bahan baku dimasukkan ke dalam ketel penyulingan. Dengan demikian penguapan air dan minyak atsiri berlangsung bersamaan. Cara penyulingan seperti ini disebut: penyulingan langsung (*direct distilation*).. Penyulingan secara sederhana ini sangat mudah dilakukan, dan tidak perlu modal banyak. Namun kadar minyaknya sedikit.

2. Steam-Hydrodistillation

Penyulingan minyak atsiri dengan cara ini memang sedikit lebih maju dan produksinya pun relatif lebih baik daripada metode distilasi air (*hydro distillation*). Pada proses penyulingan ini, bahan yang akan diolah diletakkan di atas rak-rak atau saringan berlubang. Ketel suling diisi dengan air sampai permukaan air berada tidak jauh di bawah saringan. Air dapat dipanaskan dengan berbagai cara, yaitu dengan uap jenuh yang basah dan bertekanan rendah. Ciri khas dari proses ini adalah sebagai berikut (Guenther, 1987):

- Uap selalu dalam keadaan basah, jenuh dan tidak terlalu panas
- Bahan yang disuling hanya berhubungan dengan uap dan tidak dengan air panas.

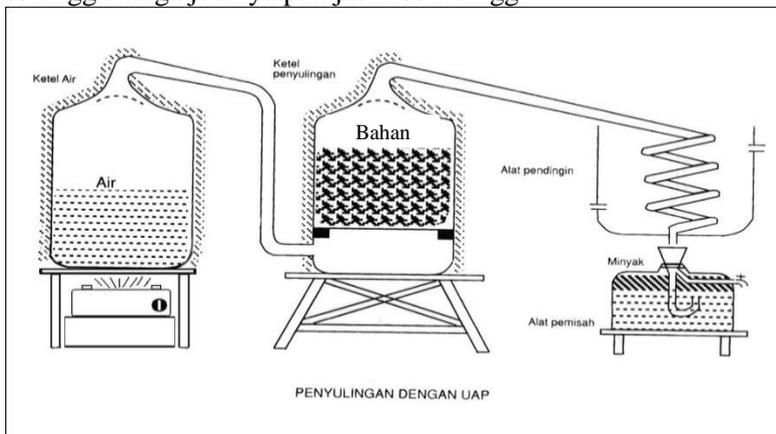


Gambar II. 3 Skema Peralatan *Steam-Hydrodistillation*

3. Steam Distillation

Steam distillation atau penyulingan uap langsung dan prinsipnya sama dengan yang telah dibicarakan di atas, kecuali air tidak diisi dalam ketel. Uap yang digunakan adalah uap jenuh atau uap kelewat panas pada tekanan lebih dari 1 atm. Uap dialirkan melalui pipa yang terletak di bawah bahan, dan uap

bergerak ke atas melalui bahan yang terletak di atas saringan (Guenther, 1987). Kualitas produk minyak atsiri yang dihasilkan jauh lebih sempurna dibandingkan dengan kedua cara lainnya, sehingga harga jualnya pun jauh lebih tinggi.



Gambar II. 4 Skema Peralatan *Steam Distillation*

II.4 Gelombang Mikro (*Microwave*)

Gelombang mikro atau *microwave* adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi super tinggi (*Super High Frequency, SHF*), yaitu antara 300 Mhz – 300 Ghz. *Microwave* memiliki rentang panjang gelombang dari 1 mm hingga 1 m (Thostenson, 1999).

Pemanfaatan gelombang mikro sudah diaplikasikan secara luas dalam berbagai bidang ilmu. Dalam elektronika seperti radio, televisi. Dalam teknologi komunikasi seperti radar, satelit, pengukuran jarak jauh, dan untuk penelitian sifat – sifat material. Kapasitas panas dari radiasi gelombang mikro sebanding dengan properti dielektrik dari bahan dan sebaran muatan elektromagnetiknya. (Santos, 2011)

Pemanasan pada *microwave* dikenal dengan pemanasan dielektrik *microwave*. Dielektrik adalah bahan isolator listrik yang dapat dikutubkan dengan cara menempatkan bahan dielektrik dalam medan listrik. Ketika bahan tersebut berada dalam medan

listrik, muatan listrik yang terkandung di dalamnya tidak akan mengalir. Akibatnya tidak timbul arus seperti bahan konduktor, tetapi hanya bergeser sedikit dari posisi setimbangnya. Hal ini mengakibatkan terciptanya pengutuban dielektrik. Akibatnya muatan positif bergerak menuju kutub negative medan listrik, sedang muatan negatif bergerak kearah kutub positif. Hal ini menyebabkan medan listrik internal yang menyebabkan jumlah medan listrik yang melingkupi bahan dielektrik menurun.

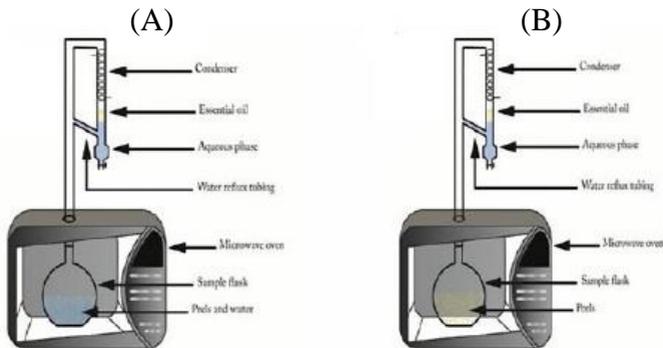
Dalam pendekatan teori tentang permodelan dielektrik, sebuah bahan terbuat dari atom-atom. Setiap atom terdiri dari elektron terikat dan meliputi titik bermuatan positif di tengahnya. Dengan adanya medan listrik disekeliling atom ini maka awan bermuatan negatif tersebut berubah bentuk.

Mekanisme dasar pemanasan *microwave* melibatkan pengadukan molekul polar atau ion yang berosilasi karena pengaruh medan listrik dan magnet yang disebut polarisasi dipolar. Dengan adanya medan yang berosilasi, partikel akan beradaptasi dimana gerakan partikel tersebut dibatasi oleh gaya interaksi antar partikel dan tahanan listrik. Akibatnya partikel tersebut menghasilkan gerakan acak yang menghasilkan panas.

Keunggulan dalam pemilihan *microwave* sebagai media pemanas karena *microwave* bisa bekerja cepat dan efisien. Hal ini dikarenakan adanya gelombang elektromagnetik yang bisa menembus bahan dan mengeksitasi molekul-molekul bahan secara merata. Gelombang pada frekuensi 2450MHz (2,45 GHz) ini diserap bahan. Saat diserap, atom-atom akan tereksitasi dan menghasilkan panas. Proses ini tidak membutuhkan konduksi panas seperti oven biasa. Maka dari itu, prosesnya bisa dilakukan sangat cepat. Disamping itu, gelombang mikro pada frekuensi ini diserap oleh bahan gelas, keramik, dan sebagian jenis plastik.

II.5 Penyulingan dengan Microwave (*Microwave-Assisted Extraction*)

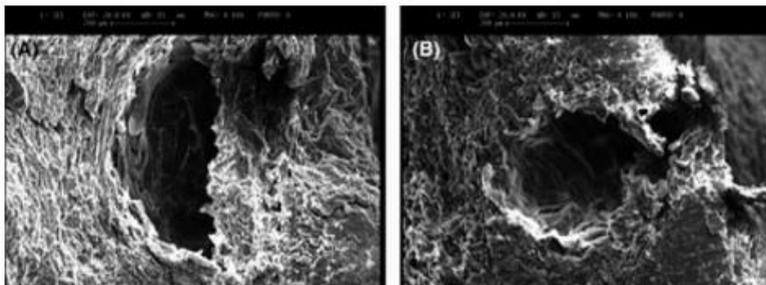
Pada penyulingan dengan *microwave*, bahan yang akan diekstrak ditempatkan di dalam labu yang terbuat dari gelas atau plastik dengan tujuan agar dapat ditembus oleh radiasi *microwave*. Skema peralatan *Microwave-Assited Extraction* dapat dilihat pada Gambar II.5.



Gambar II. 5 Skema Peralatan *Microwave Hydrodistillation* (A) dan *Solvent-Free Microwave Extraction* (B)

Ekstraksi dengan *microwave* memberikan perpindahan energi yang cepat kepada air (pelarut) maupun matriks pada bahan yang diekstrak, yang kemudian memanaskan air maupun matriks bahan tersebut. Perpindahan energi ini berlangsung secara efisien dan homogen. Peristiwa penyerapan energi *microwave* oleh air maupun matriks bahan menyebabkan pecahnya sel akibat internal superheating yang pada akhirnya akan memfasilitasi difusi kandungan kimia pada bahan keluar dari matriks. Peristiwa ini menimbulkan panas sehingga dinding sel akan pecah dan minyak atsiri di dalamnya dapat bebas keluar. Golmakani dan Moayyedi (2015) telah melakukan uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada kulit jeruk yang telah diekstrak menggunakan bantuan

microwave, yakni dengan metode MHD dan SFME. Hasil uji SEM tersebut dapat dilihat pada Gambar II.6



Gambar II.6 Hasil uji SEM kulit jeruk yang diekstrak menggunakan metode MHD setelah 15 menit (A) dan SFME setelah 15 menit (B)

Adanya kandungan air di dalam bahan tanaman dan juga adanya panas akibat menyerap energi elektromagnetik menyebabkan sebagian minyak atsiri akan larut dalam air yang terdapat dalam kelenjar tanaman. Campuran minyak dalam air kemudian akan berdifusi keluar dengan proses osmosis melalui selaput membran hingga nantinya sampai di permukaan bahan untuk selanjutnya akan menguap. Difusi minyak atsiri dan air yang melalui membran tanaman inilah yang disebut proses hidrodifusi.

II.6 Parameter Minyak Atsiri

II.6.1. Berat Jenis

Berat jenis adalah perbandingan berat zat di udara pada suhu 25°C terhadap bobot air dengan volume dan suhu yang sama. Penentuan berat jenis merupakan salah satu kriteria penting dalam penentuan mutu dan kemurnian minyak atsiri (Guenther, 1987). Berat jenis sering dihubungkan dengan fraksi berat komponen-komponen yang terkandung didalamnya. Semakin besar fraksi berat yang terkandung dalam minyak, maka semakin besar pula nilai densitasnya (Sastrohamidjojo, 2004).

II.6.2. Kelarutan dalam Alkohol

Sesuai dengan pernyataan Guenther (1987) bahwa kelarutan minyak dalam alkohol ditentukan oleh jenis komponen kimia yang terkandung dalam minyak. Pada umumnya minyak atsiri yang mengandung persenyawaan terpen teroksigenasi lebih mudah larut daripada yang mengandung terpen tak teroksigenasi. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin kecil kelarutan minyak atsiri pada alkohol (biasanya alkohol 90%) maka kualitas minyak atsirinya semakin baik (Sastrohamidjojo, 2004).

II.7 Penelitian Terdahulu

Tabel II. 5 Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Penulis	Tahun	Hasil Penelitian
1	Perolehan dan Karakteristik Minyak Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanoides</i>) Hasil Hidrodistilasi	Maria Ingrid, Ingrid Levana, dan Harjoto Djojosebroto	2010	<p>Ekstraksi menggunakan metode hydrodistillation, massa bahan 1,5 kg, didapatkan kadar vetiverol sebanyak 48-68%, <i>yield</i> sebanyak 1,07% (v/b), dan kelarutan dalam alkohol 95% adalah 1:1 jernih</p> <p>Ekstraksi menggunakan metode hydrodistillation dilengkapi steam jacket, massa bahan 1,5 kg, didapatkan kadar vetiverol sebanyak 55-</p>

No.	Judul	Penulis	Tahun	Hasil Penelitian
				74%, <i>yield</i> sebanyak 1,45% (v/b), dan kelarutan dalam alkohol 95% adalah 1:1 jernih
2	Essential Oil Composition, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Unexplored Omani Basil	M. A. Hanif, M. Y. Al-Maskari, A. Al-Makari, A. Al-Shukaili, A. Y. Al-Maskari, dan J. N. Al-Sabahi.	2011	Ekstraksi dengan metode <i>Hydrodistillation</i> dengan massa bahan segar 2,5 kg, ukuran cacah, waktu 5 jam diperoleh <i>yield</i> minyak sebanyak 0,171%
3	Ekstraksi Minyak Akar Wangi Menggunakan Metode <i>Hydrodistillation</i> dan <i>Steam-Hydro Distillation</i> dengan Pemanasan <i>Microwave</i>	Maulana M. Al Hanief dan Halim Al Mushawwir W	2013	Ekstraksi menggunakan metode <i>hydrodistillation</i> dengan <i>microwave</i> menggunakan bahan sebanyak 70 gram, diperoleh <i>yield</i>

No.	Judul	Penulis	Tahun	Hasil Penelitian
				<p>kumulatif sebanyak 1,83%</p> <p>Ekstraksi menggunakan metode <i>steam-hydrodistillation</i> dengan <i>microwave</i> menggunakan bahan sebanyak 90 gram, diperoleh <i>yield</i> kumulatif sebanyak 1,76%</p>
4.	Distillation Assisted by <i>Microwave</i> for Extracting Essential Oil from Java Cananga Flowers	M. Mahfud, Chandra K.F., L. Qadariyah, dan P.Prihatini	2015	Ekstraksi dengan metode <i>Microwave Assisted Hydrodistillation</i> (MAHD) dengan massa bahan segar 200 gram, ukuran 2 cm, waktu 3

No.	Judul	Penulis	Tahun	Hasil Penelitian
				jam diperoleh <i>yield</i> minyak sebanyak 1,9702%
5	Ekstraksi Minyak Atsiri dari Daun Kemangi (<i>Ocimum basilicum L.</i>) dan Bunga Kenanga (<i>Cananga odorata</i>) dengan Metode Solvent-Free Microwave Extraction (SFME)	Ditta Kharisma Yolanda Putri dan Intan Ekawati Puspa Dewi	2016	Ekstraksi minyak kemangi dengan massa bahan 250 g, ukuran ± 3 cm, daya 380 W diperoleh <i>yield</i> minyak sebanyak 3,070% pada bahan segar. Sementara dengan massa bahan 50 g, ukuran $\pm 1,5$ cm, daya 380 W diperoleh <i>yield</i> minyak sebanyak 1,731% pada bahan kering. Ekstraksi minyak kenanga dengan

No.	Judul	Penulis	Tahun	Hasil Penelitian
				<p>massa bahan 100 g, ukuran $\pm 2,5$ cm, daya 380 W diperoleh <i>yield</i> minyak sebanyak 4,179% pada bahan segar. Sementara dengan massa bahan 50 g, ukuran $\pm 0,5$ cm, daya 380 W diperoleh <i>yield</i> minyak sebanyak 2,304% pada bahan kering</p>
6	<p>Ekstraksi Minyak Atsiri dari Kulit Jeruk dengan Metode Solvent-Free <i>Microwave</i> Extraction dan Pressing Extraction</p>	<p>Prilia Dwi Amelia dan Cinintia Admiralia</p>	2016	<p>Ekstraksi dengan metode SFME untuk bahan berupa kulit jeruk segar dengan massa 100 g, ukuran 3,5 cm, daya 400 W, diperoleh <i>yield</i> sebesar 1,64%</p>

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Rancangan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah akar wangi (*Vetiveria zizanoides*). Metode yang digunakan adalah *Microwave Hydrodistillation* (MHD) dan *Solvent Free Microwave Extraction* (SFME). Metode MHD merupakan kombinasi antara sistem penyulingan dengan air (*hydrodistillation*) dan penggunaan *microwave* sebagai pemanas. Sedangkan pada metode SFME secara umum hampir sama dengan metode MHD hanya saja pada metode ini tidak ditambahkan pelarut.

Dalam ekstraksi dengan metode MHD dan SFME, uap yang dihasilkan kemudian dikondensasikan sehingga menghasilkan destilat yang terdiri atas fase heksana dan fase air. Destilat yang terdiri atas fase heksana dan fase air tersebut selanjutnya dipisahkan dengan menggunakan corong pemisah. Setelah dipisahkan, campuran heksana dengan minyak atsiri yang diperoleh kemudian diuapkan untuk menghilangkan heksana.

III.2 Bahan dan Alat

III.2.1 Bahan

1. Akar wangi (*Vetiveria zizanoides*)

Akar wangi yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Garut dan Jogja:

a. Akar wangi kering dalam ukuran ± 2 cm dan ± 1 cm, serbuk

b. Akar wangi segar dalam ukuran ± 2 cm dan ± 1 cm

2. Air

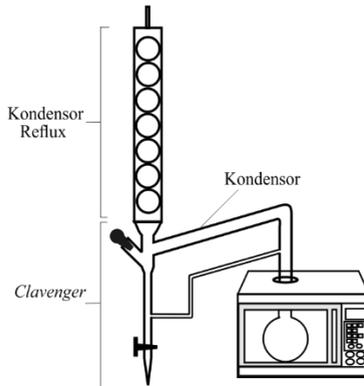
Air dalam penelitian ini digunakan sebagai *solvent* untuk metode *microwave hydrodistillation* dan untuk proses pendinginan pada kondensor.

3. Heksana

Spesifikasi n-heksana:

n-heksana yang digunakan pada penelitian ini bermerk FULLTIME dengan kadar 95,0% (CAS No. 110-54-3)

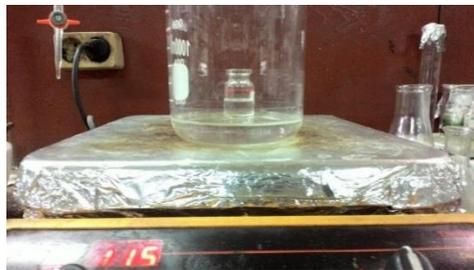
III.2.2 Peralatan yang Digunakan untuk metode MHD dan SFME



Gambar III. 1 Skema Peralatan Distilasi dengan Sistem Kondensasi dan Kohobasi menggunakan *Clavenger*



(a)



(b)

Gambar III. 2 Peralatan Penunjang Ekstraksi (a) Corong Pemisah Cair-Cair (b) *Hot Plate* untuk Penguapan n-Heksana

Deskripsi peralatan:

peralatan untuk metode MHD dan SFME dilihat pada Gambar III.1 dan Gambar III.2. Peralatan terdiri dari *microwave*, *distiller*, *clavenger*, corong pemisah, dan *hot plate*. *Distiller* yang digunakan terbuat dari labu alas bulat leher dua *Pyrex* dengan ukuran 1 liter. *Microwave* yang digunakan Electrolux model EMM-2308X dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Daya maksimum : 800 W
- Tegangan 220 V, Daya 1250 W
- Frekuensi Magnetron 2450 MHz (2,45 GHz)
- Dimensi *Microwave*: Panjang = 48,5 cm, Lebar = 37,0 cm, dan Tinggi = 29,25 cm

III.3 Prosedur Penelitian

III.3.1 Metode MHD

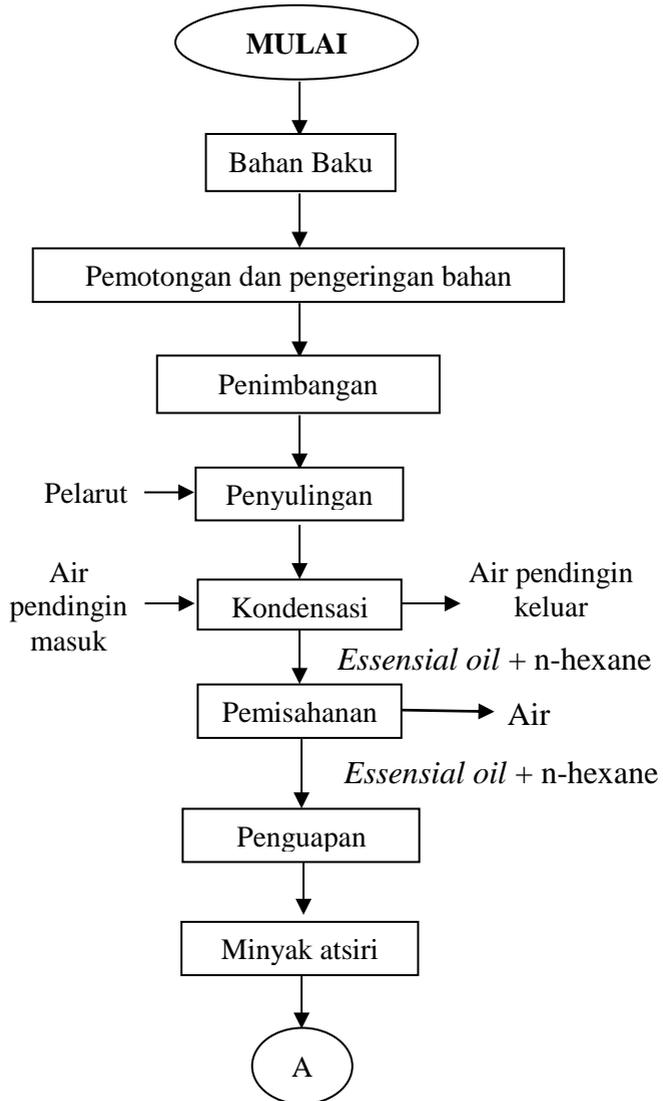
1. Menimbang bahan baku sesuai dengan rasio bahan baku terhadap *solvent* yang telah ditentukan
2. Melakukan instalasi alat ekstraksi (Gambar III.1)
3. Memasukkan bahan baku yang telah ditimbang pada *distiller* dan menambahkan pelarut (air) sebanyak 200 mL
4. Menambahkan pelarut (air) ke dalam *Clavenger* untuk proses kohobasi
5. Menambahkan n-Heksane sebanyak ± 10 mL kedalam *Clavenger*
6. Mengalirkan air pada sistem pendingin (*clavenger* dan kondensor reflux)
7. Menyalakan *microwave* agar *distiller* yang telah terisi bahan baku dan pelarut mendapatkan paparan radiasi *microwave* sesuai kondisi operasi dan variabel penelitian
8. Melakukan proses ekstraksi mulai tetes pertama kondensasi hingga waktu telah ditentukan pada variabel
9. Memisahkan heksana dan minyak dari air dengan menggunakan corong pemisah
10. Menguapkan heksana dari minyak menggunakan *hot plate*

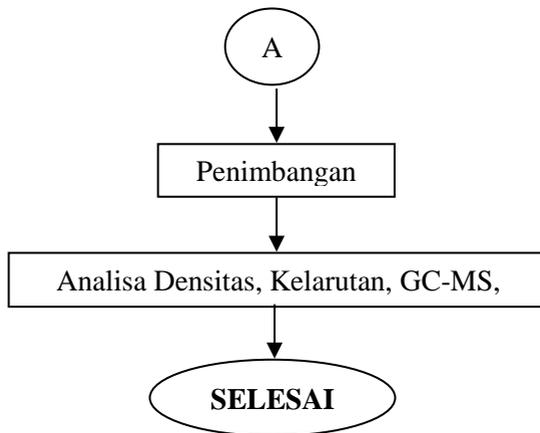
11. Menimbang minyak atsiri yang diperoleh dengan menggunakan neraca analitik
12. Melakukan analisa terhadap minyak atsiri yang dihasilkan

III.3.2 Metode SFME

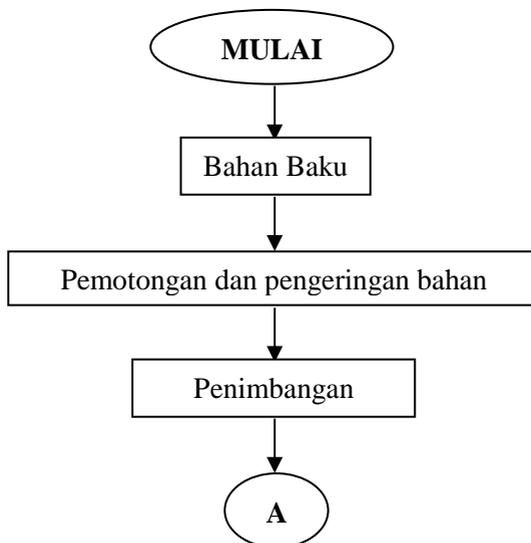
1. Menimbang bahan baku sesuai dengan rasio bahan baku terhadap *solvent* yang telah ditentukan
2. Melakukan instalasi alat ekstraksi (Gambar III.1)
3. Memasukkan bahan baku yang telah ditimbang pada *distiller*
4. Menambahkan pelarut (air) ke dalam *Clavenger* untuk proses kohobasi
5. Menambahkan n-Heksane sebanyak ± 10 mL kedalam *Clavenger*
6. Mengalirkan air pada sistem pendingin (*clavenger* dan kondensor reflux)
7. Menyalakan *microwave* agar *distiller* yang telah terisi bahan baku dan pelarut mendapatkan paparan radiasi *microwave* sesuai kondisi operasi dan variabel penelitian
8. Melakukan proses ekstraksi mulai tetes pertama kondensasi hingga waktu telah ditentukan pada variabel
9. Memisahkan heksana dan minyak dari air dengan menggunakan corong pemisah
10. Menguapkan heksana dari minyak menggunakan *hot plate*
11. Menimbang minyak atsiri yang diperoleh dengan menggunakan neraca analitik
12. Melakukan analisa terhadap minyak atsiri yang dihasilkan

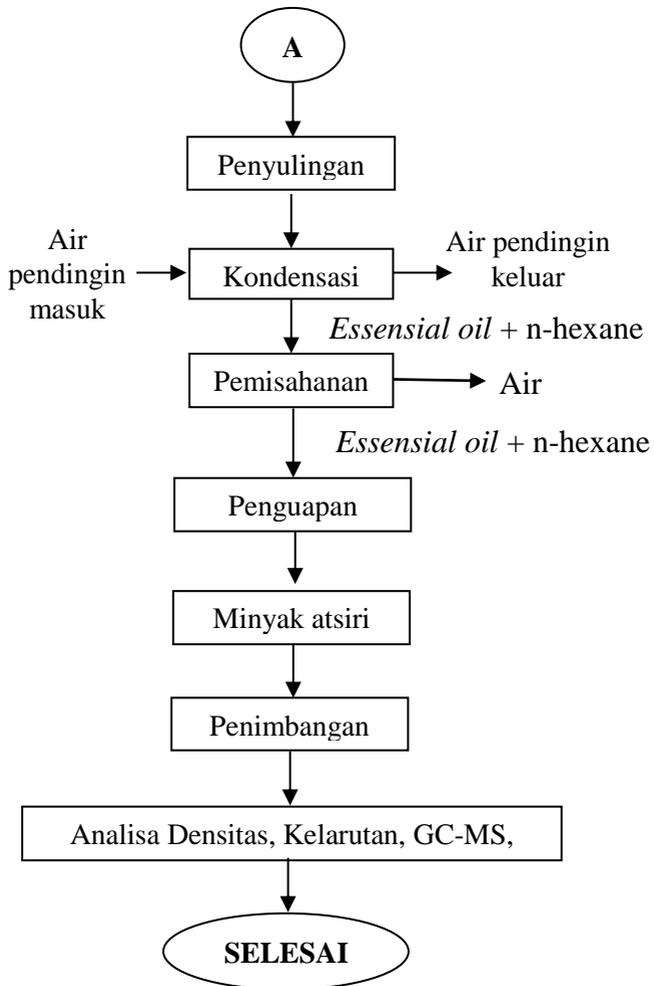
III.4 Diagram Prosedur Penelitian





Gambar III. 3 Diagram Prosedur Penelitian Ekstraksi Minyak Akar Wangi Menggunakan Metode MHD





Gambar III. 4 Diagram Prosedur Penelitian Ekstraksi Minyak Akar Wangi Menggunakan Metode SFME

III.5 Kondisi Operasi dan Variabel Penelitian

III.5.1 Kondisi Operasi

Metode *Microwave Hydrodistillation* dan *Solvent Free Microwave Extraction*

- Tekanan atmosferik
- Volume pelarut 200 mL (khusus metode MHD)

III.5.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Metode destilasi: *Microwave Hydrodistillation* dan *Solvent Free Microwave Extraction*.
- Daya *microwave*: 300 W, 450 W, dan 600 W.
- Pada metode MHD, rasio bahan baku terhadap *solvent*: 0,3; 0,4; 0,5; dan 0,6 g mL⁻¹.
- Pada metode SFME rasio bahan baku terhadap volume *distiller*: 0,06; 0,08; 0,1; 0,12 g mL⁻¹.
- Pada metode MHD dan SFME digunakan bahan baku dalam kondisi kering dan basah.
- Pada metode MHD waktu distilasi selama ±1 jam; ±2 jam dan ±3 jam
- Pada metode SFME waktu distilasi selama ±30 menit; ±60 menit dan ±90 menit.

III.6 Analisa terhadap Minyak Atsiri

Analisa yang dilakukan terhadap minyak akar wangi yang diperoleh antara lain:

- Pengukuran *yield* minyak atsiri

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{berat minyak atsiri yang dihasilkan}}{\text{berat bahan baku yang digunakan (1 - X)}} \times 100$$

$X = \text{kadar air}$

2. Minyak akar wangi (*Vetiveria zizanoides*) dianalisa komposisinya dengan menggunakan *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS).
3. Penetapan sifat fisik:
 - a. Analisa berat jenis dengan menggunakan piknometer
 - b. Analisa kelarutan dalam alkohol 80% dan 95%
Analisa morfologi permukaan dari sampel sebelum dan sesudah ekstraksi dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

IV.1 Proses Ekstraksi Minyak Atsiri dari Akar Wangi

Penelitian ekstraksi minyak atsiri dari akar wangi ini dilakukan dengan menggunakan metode *Microwave Hydrodistillation* (MHD) dan *Solvent Free Microwave Extraction* (SFME). Bahan akar wangi yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Yogyakarta untuk ukuran serbuk dan Garut untuk ukuran cacah. Variabel yang digunakan adalah kondisi bahan (segar dan kering), ukuran bahan (serbuk, ± 1 cm, ± 2 cm), daya *microwave* (300 W, 450 W, dan 600 W), rasio massa bahan terhadap volume pelarut (0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 g/mL) untuk metode MHD, dan rasio massa bahan terhadap volume *distiller* (0,04; 0,06; 0,08; 0,10; 1,20 g/mL) untuk metode SFME. Pada ekstraksi dengan metode MHD dan SFME, dilakukan *recycle* air ke dalam labu *distiller* menggunakan *clevenger*. Hal ini dilakukan untuk menjaga rasio selama proses ekstraksi. Dengan demikian kemungkinan bahan terbakar akibat kondisi bahan yang kering dapat diminimalkan. *Recycle* atau kohobasi ini juga bertujuan untuk menghindari kehilangan minyak yang masih terikut dalam destilat air sehingga bisa didapatkan *yield* minyak yang maksimal serta membantu proses ekstraksi minyak berlangsung secara kontinyu (Kusuma, 2016).

Bahan baku berupa akar wangi diberi perlakuan yang berbeda-beda sesuai variabel ukuran, yaitu dicacah menjadi berukuran ± 1 cm dan ± 2 cm dan digunakan pula bahan akar wangi dalam bentuk serbuk. Dilakukan pencacahan bahan bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran bahan terhadap hasil ekstraksi. Dengan memperkecil ukuran bahan, maka luas permukaan bahan akan semakin besar. Hal ini membuat proses ekstraksi menjadi semakin efisien (Kusuma dan Mahfud, 2017). Pencacahan bahan juga dapat menyebabkan kelenjar minyak dapat terbuka sebanyak mungkin. Selain itu pencacahan membuat ketebalan bahan menjadi

berkurang, sehingga ketika dilakukan ekstraksi laju penguapan minyak atsiri dari bahan menjadi cukup cepat (Kusuma, 2016)

Untuk variabel kondisi bahan kering, akar wangi dibeli dalam kondisi kering dan sebagian yang lain didapat dari menjemur akar wangi segar dibawah sinar matahari selama ± 1 hari. Proses pengeringan ini bertujuan untuk mengurangi kadar air pada akar wangi.

Pada ekstraksi minyak atsiri menggunakan metode MHD sampel akar wangi yang telah dikondisikan sesuai variabel dimasukkan ke dalam labu distilasi ukuran 1000 mL dengan jumlah yang telah disesuaikan dengan variabel, yakni 40, 60, 80, 100, dan 120 gram. Lalu air sebagai pelarut dimasukan ke dalam labu distiller sebanyak 200 mL. Pemilihan pelarut yang sesuai dapat membuat proses ekstraksi berjalan lebih efisien. Dalam pemilihan pelarut ini sendiri juga tergantung pada beberapa hal seperti: kelarutan komponen yang akan diekstrak, kemampuan penetrasi dan interaksinya terhadap matriks dari sampel atau bahan, serta konstanta dielektrik (*dielectric constant*) (Chen *et al.*, 2008). Berbeda dengan ekstraksi menggunakan metode konvensional, pada ekstraksi minyak akar wangi dengan menggunakan metode *microwave hydrodistillation* dan *solvent-free microwave extraction* pemilihan pelarut merupakan hal yang penting untuk mendapat *yield* yang optimal. Hal ini disebabkan karena pada ekstraksi minyak akar wangi dengan menggunakan metode *microwave hydrodistillation* dan *solvent-free microwave extraction* pemilihan pelarut juga perlu mempertimbangkan kapasitas dari pelarut untuk menyerap energi *microwave* dan kemampuan pemanasannya (Routray dan Orsat, 2011; Eskilsson dan Bjourklund, 2000; Mandal *et al.*, 2007; Chan *et al.*, 2011). Secara umum, kapasitas dari pelarut untuk menyerap energi *microwave* akan tinggi apabila pelarut yang digunakan memiliki nilai konstanta dielektrik (*dielectric constant*) yang tinggi (Spigno dan De Faveri, 2009). Nilai konstanta dielektrik (*dielectric constant*) sendiri menunjukkan kemampuan dari pelarut untuk dapat terpolarisasi oleh medan listrik eksternal dan dapat dianggap

sebagai ukuran relatif dari densitas energi *microwave* (Raju, 2003). Selain itu, konstanta dielektrik (*dielectric constant*) juga berperan penting dalam menentukan interaksi antara medan listrik dengan matriks. Sehingga dengan semakin tinggi nilai konstanta dielektrik (*dielectric constant*) yang dimiliki oleh pelarut, maka pelarut tersebut akan semakin baik dalam menyerap energi *microwave*. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan air sebagai pelarut. Pemilihan air sebagai pelarut pada penelitian ini juga didasarkan pada hal yang telah dijelaskan sebelumnya yaitu akuades memiliki nilai konstanta dielektrik (*dielectric constant*) yang tinggi, yakni sebesar 80,4 (Metaxas, 1996). Diasumsikan air yang digunakan sebagai pelarut memiliki konstanta dielektrik yang sama dengan akuades karena keduanya sama-sama memiliki senyawa dominan yaitu H₂O. Apabila dibandingkan dengan beberapa pelarut lain seperti metanol, etanol, dan heksana, maka akuades dapat dikatakan memiliki nilai konstanta dielektrik (*dielectric constant*) yang lebih tinggi. Nilai konstanta dielektrik (*dielectric constant*) untuk beberapa pelarut dapat dilihat pada Tabel IV.1.

Tabel IV. 1 Nilai Konstanta Dielektrik (*dielectric constant*) (ϵ') untuk Beberapa Pelarut pada 2450 MHz dan Temperatur Kamar (Metaxas, 1996)

Pelarut	<i>Dielectric constant</i> (ϵ')
Akuades	80,4
DMSO ^a	45,0
DMF ^b	37,7
Etilen glikol	37,0
Metanol	32,6
Etanol	24,3
Kloroform	4,8
Toluena	2,4
Heksana	1,9

^aDMSO, dimethyl sulfoxide

^bDMF, dimethylformamide

Selain itu penggunaan air pada saat proses ekstraksi bertujuan untuk membantu proses pemanasan bahan sekaligus untuk menjaga bahan agar tetap dalam kondisi basah sehingga bahan tidak mudah terbakar. Selanjutnya dilakukan pemanasan menggunakan *microwave* dengan daya 300, 450 dan 600 W. Proses pendinginan dan *recycle* air dilakukan menggunakan *clavenger*. Sedangkan sebagai media pendingin digunakan air. Proses ekstraksi ini dilakukan selama 180 menit dimulai setelah kondensat terbentuk.

Sementara pada ekstraksi minyak atsiri menggunakan metode SFME prosedurnya hampir sama dengan metode MHD hanya saja pada metode SFME ini tidak ditambahkan pelarut. Sampel akar wangi yang telah dikondisikan sesuai variabel dimasukkan ke dalam labu distilasi ukuran 1000 mL dengan jumlah yang telah disesuaikan dengan variabel, yakni 40, 60, 80, 100, dan 120 gram. Selanjutnya dilakukan pemanasan menggunakan *microwave* dengan daya 300, 450 dan 600 W. Pada variabel bahan kering, bahan direndam terlebih dahulu selama 30 menit sebelum dilakukan ekstraksi dengan tujuan untuk menambah kandungan air pada bahan agar bahan tidak mudah terbakar. Proses pendinginan dan *recycle* air dilakukan menggunakan *clavenger*. Sedangkan sebagai media pendingin digunakan air. Proses ekstraksi ini dilakukan selama 90 menit dimulai setelah kondensat terbentuk.

IV.2 Parameter yang Berpengaruh pada Ekstraksi Minyak Akar Wangi dengan Metode MHD dan SFME

IV.2.1 Pengaruh Kondisi Bahan Terhadap *Yield* Minyak Atsiri

Akar wangi yang diekstrak memiliki 2 kondisi yakni, segar dan kering. Akar wangi kondisi segar maupun kering memiliki kandungan air. Kadar air merupakan persentase rasio berat air yang terkandung dalam bahan terhadap berat awal (berat basah).

Pengukuran kadar air bahan dilakukan dengan metode pengeringan sampel akar wangi menggunakan oven. Sampel akar wangi yang akan diukur kadar airnya ditimbang terlebih dahulu.

Hasil penimbangan tersebut merupakan berat basah. Kemudian sampel dikeringkan pada suhu 110°C selama 1 hari dengan menggunakan oven. Kemudian sampel tersebut ditimbang. Hasil penimbangan tersebut merupakan berat kering. Lalu sampel dikeringkan kembali pada suhu 110°C selama 1 hari dengan menggunakan oven dan ditimbang. Langkah pengeringan tersebut diulang hingga berat kering bahan konstan. Berat kering dianggap konstan apabila selisih kedua berat kering, berat kering dari hasil penimbangan terakhir dengan penimbangan berat kering sebelumnya, kurang dari 0,05 gram. Perhitungan kadar air pada bahan adalah dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat Basah} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Basah}} \times 100$$

Yield adalah perbandingan antara massa minyak dengan massa bahan yang diekstrak. Pada kenyataannya bahan yang diekstrak mengandung air baik bahan segar maupun bahan kering. Sehingga penimbangan massa bahan saat sebelum bahan tersebut diekstrak mencakup massa bahan dan massa air yang terkandung pada bahan tersebut. Oleh karena itu faktor kadar air perlu digunakan dalam perhitungan *yield*, agar hasil perhitungan *yield* yang didapatkan merupakan perbandingan massa minyak dengan massa bahan tanpa mencakup massa air yang terkandung dalam bahan tersebut (berat kering).

Mengacu dari penelitian yang dilakukan Chen *et al.* (2015), untuk menghitung *yield*, fraksi kadar air diwakili dalam variabel x . Sehingga, fraksi bahan dapat dirumuskan sebagai $(1 - x)$. Jadi, *yield* minyak yang mempertimbangkan kadar air bahan yang diekstrak, dapat dihitung melalui persamaan berikut :

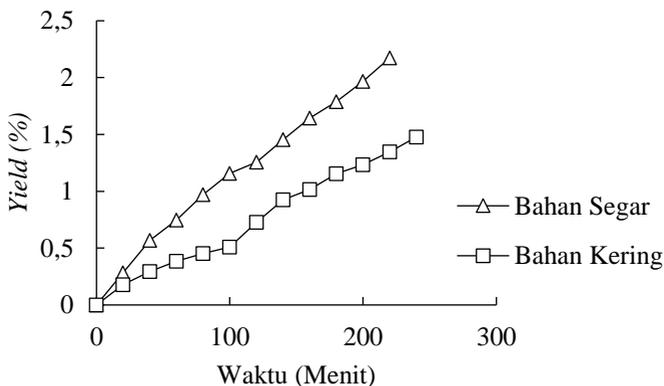
$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa bahan} (1 - x)} \times 100$$

Dimana:

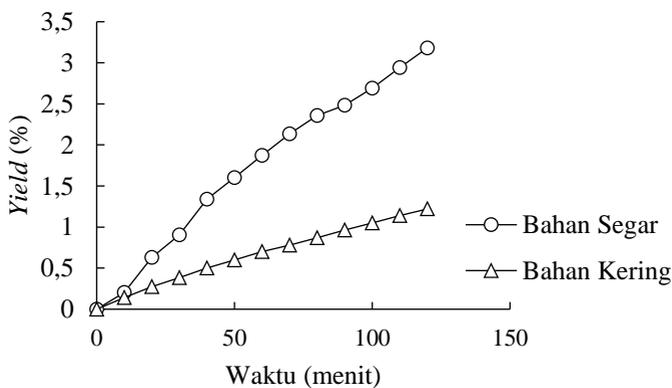
x = kadar air

massa bahan = hasil penimbangan bahan saat sebelum diekstrak
(Chen *et al.*, 2015)

Perbandingan *yield* antara hasil ekstraksi bahan segar dan kering menggunakan metode MHD selama 3 jam dan SFME selama 90 menit dapat dilihat pada Gambar IV.1.



(a)



(b)

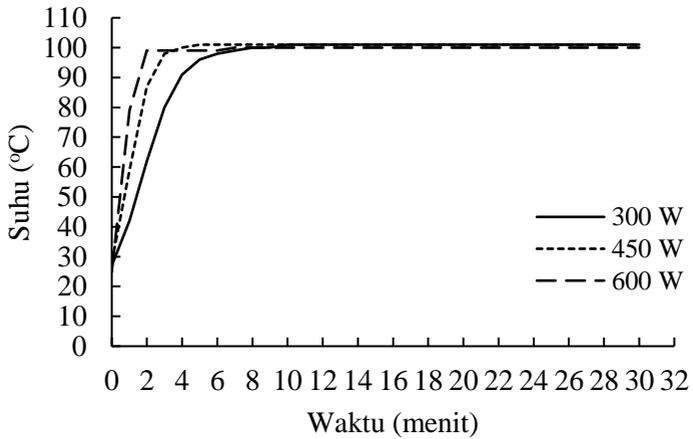
Gambar IV. 1 Perbandingan *Yield* antara Akar Wangi Kering dan Segar pada Ukuran ± 1 cm, Rasio 0,3 g/mL, dan Daya 450 W
(a) Metode MHD (b) Metode SFME

Pada metode MHD, kadar air bahan segar dan bahan kering adalah 60% dan 14%. Pada metode SFME kadar air bahan segar dan kering adalah 61% dan 14%. Berdasarkan Gambar IV.1 *yield* dari bahan segar lebih besar dibandingkan dari kondisi bahan kering baik ekstraksi dengan metode MHD ataupun SFME. *Yield* bahan yang dikeringkan menggunakan bantuan sinar matahari akan lebih sedikit daripada bahan segar. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Pirbalouti *et. al.*, (2013) tentang pengaruh pengeringan bahan terhadap properti kuantitatifnya. Pada penelitian tersebut dikatakan bahwa pengeringan bahan menyebabkan berkurangnya kandungan minyak atsiri pada bahan.

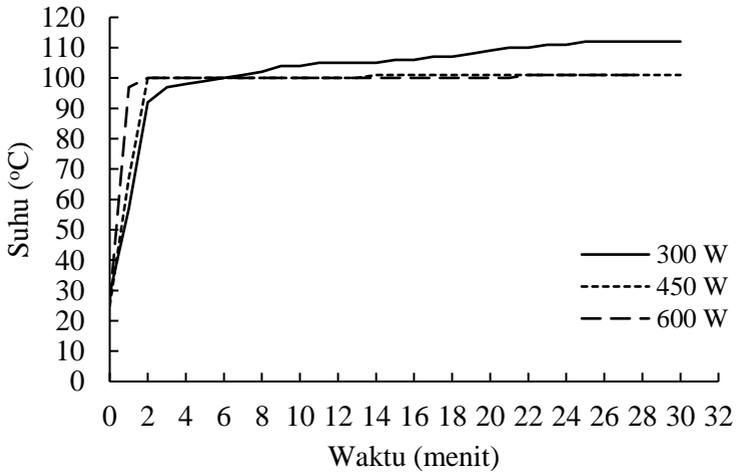
IV.2.2 Pengaruh Daya Microwave Terhadap *Yield* Minyak Akar Wangi

Daya adalah banyaknya energi yang dihantarkan per satuan waktu. Dalam proses ekstraksi, daya memiliki pengaruh terhadap *yield* minyak akar wangi yang dihasilkan. Daya *microwave* sangat terkait dengan suhu proses, dimana semakin besar daya yang digunakan maka suhu sistem pada proses ekstraksi akan semakin cepat meningkat. Profil suhu terhadap waktu pada masing-masing daya yang digunakan dalam proses ekstraksi dapat dilihat pada Gambar IV.2.

Berdasarkan Gambar IV.2, pengaruh daya terhadap suhu terletak pada kenaikan suhu. Semakin besar daya maka semakin cepat kenaikan suhu yang terjadi. Sementara, grafik pengaruh daya terhadap *yield* minyak dapat dilihat pada Gambar IV.3. Berdasarkan Gambar IV.3, terlihat peningkatan *yield* seiring dengan kenaikan daya. Sehingga secara umum dapat dikatakan bahwa semakin besar energi yang diterima bahan dalam bentuk energi panas, maka *yield* minyak atsiri semakin banyak. Namun pada beberapa variabel, *yield* akan mencapai nilai tertinggi, kemudian nilai *yield* menurun saat daya pada *microwave* terus ditingkatkan.

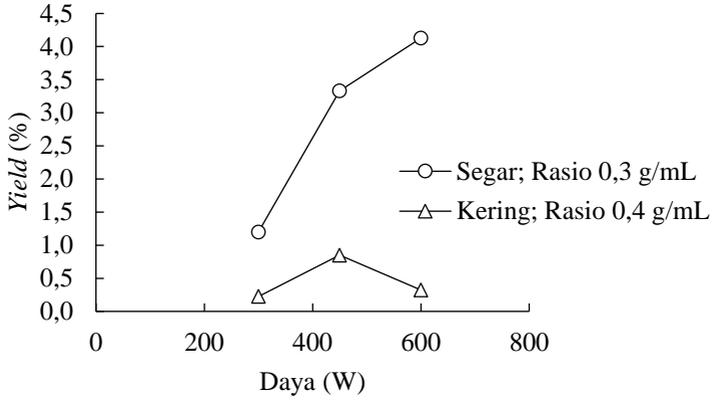


(a)

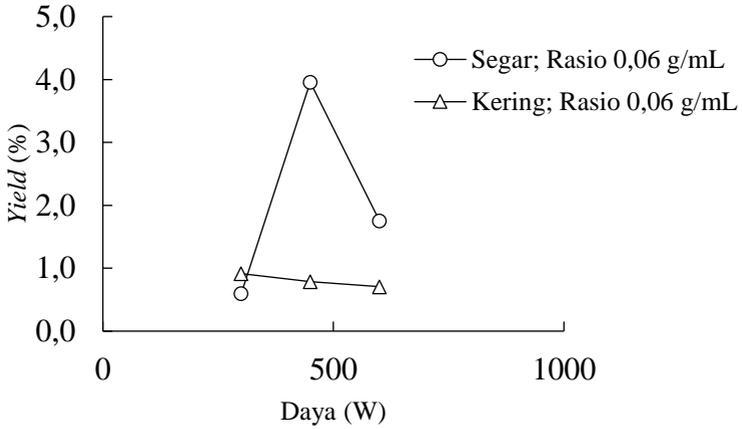


(b)

Gambar IV. 2 Profil Suhu-Waktu untuk Berbagai Daya *Microwave* (a) Metode MHD (b) Metode SFME



(a)



(b)

Gambar IV. 3 Pengaruh Daya *Microwave* Terhadap *Yield* pada Akar Wangi (a) Metode MHD, ukuran ± 2 cm (b) Metode SFME, ukuran ± 1 cm

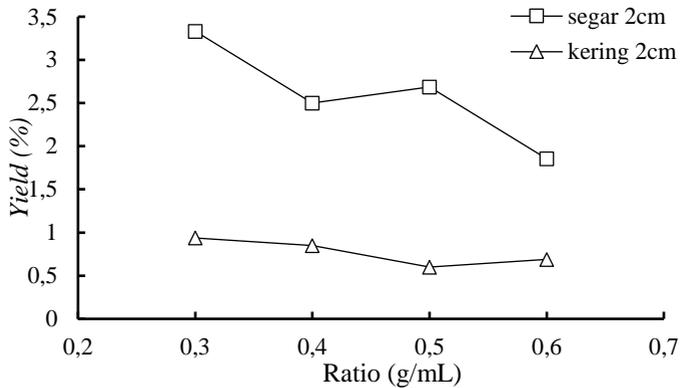
Hasil ekstraksi akar wangi menggunakan metode MHD selama 3 jam, pada bahan segar, ukuran ± 2 cm, dan rasio 0,3 g/mL diperoleh *yield* tertinggi saat daya 600 W. Sementara pada bahan kering, ukuran ± 2 cm, dan rasio 0,4 g/mL diperoleh *yield* tertinggi saat daya 450 W. Hasil ekstraksi akar wangi menggunakan metode SFME selama 90 menit, pada bahan segar, ukuran ± 1 cm, dan rasio 0,06 g/mL diperoleh *yield* tertinggi saat daya 450 W. Sementara pada bahan kering, ukuran ± 1 cm, dan rasio 0,06 g/mL diperoleh *yield* tertinggi saat daya 300 W.

Berdasarkan pengaruh daya terhadap *yield* dapat dianalisa bahwa apabila daya *microwave* semakin besar maka suhu pada sistem semakin cepat meningkat serta energi panas yang diterima oleh bahan dan air dalam *distiller* semakin banyak. Hal tersebut memudahkan proses penguapan minyak akar wangi. Itulah yang menyebabkan *yield* minyak akar wangi meningkat. Namun, apabila daya yang diberikan terlalu besar maka dapat menyebabkan terjadinya degradasi minyak sehingga menurunkan nilai *yield* (Kusuma dan Mahfud, 2015). Selain itu, berdasarkan Turek *et.al.*, (2013), disebutkan bahwa faktor yang mempengaruhi stabilitas minyak atsiri adalah adanya panas, cahaya, serta udara. Jadi saat proses ekstraksi, dimungkinkan degradasi minyak diakibatkan karena kondisi terlalu panas.

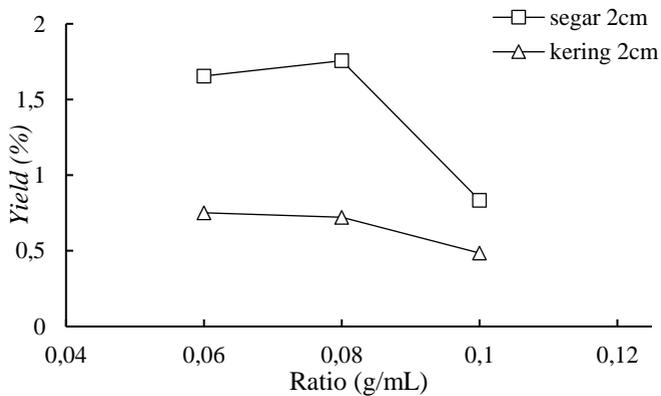
IV.2.3 Pengaruh Rasio Antara Massa Bahan Baku dengan Pelarut dan Massa Bahan Baku dengan Volume *Distiller* Terhadap *Yield* Minyak Akar Wangi

Pada ekstraksi minyak akar wangi dengan metode *microwave hydrodistillation* digunakan variabel rasio massa bahan terhadap pelarut (F/S) sebesar 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 g/mL untuk kemudian ditempatkan di dalam *distiller* yang bervolume 1000 mL dengan pelarut sebanyak 200 mL. Sementara pada ekstraksi minyak akar wangi dengan metode *solvent-free microwave extraction* digunakan variabel rasio massa bahan terhadap volume distiller (F/D) sebesar 0,06; 0,08; 0,1; 0,12 g/mL untuk kemudian ditempatkan di dalam *distiller* yang bervolume 1000 mL. Adapun

pengaruh rasio massa bahan dengan pelarut (F/S) dan massa bahan dengan volume distiller (F/D) terhadap *yield* untuk akar wangi dapat dilihat pada Gambar IV.4



(a)



(b)

Gambar IV. 4 Pengaruh Rasio Terhadap *Yield* pada Akar Wangi pada Daya 450 W (a) Metode MHD (b) Metode SFME

Berdasarkan Gambar IV.4 (a) terlihat bahwa *yield* minyak akar wangi yang diperoleh dengan metode MHD selama 3 jam untuk bahan kering dan segar ukuran ± 2 cm mencapai titik tertinggi pada rasio 0,3 g/mL. Hal ini terjadi karena pada rasio terkecil akar wangi dapat terekstrak dengan baik dengan tingkat kepadatan yang tidak terlalu tinggi. Faktor kepadatan bahan merupakan rasio antara massa bahan dan kapasitas volume labu *distiller* yang digunakan. Rasio yang digunakan berhubungan dengan seberapa padatnya (banyaknya) kondisi bahan baku yang dimasukkan dalam labu *distiller*, sehingga proses ekstraksi dan penguapan minyak bisa berjalan secara sempurna. Jika kondisi bahan baku yang dimasukkan kedalam distiller terlalu banyak akan mengakibatkan uap menjadi sulit berpenetrasi dalam bahan untuk membawa molekul minyak atsiri terdifusi keluar dari bahan. Tingkat kepadatan bahan berhubungan erat dengan besar ruangan antar bahan. Kepadatan bahan yang terlalu tinggi dan tidak merata dapat menyebabkan terbentuknya jalur uap “*rat holes*” yang dapat menurunkan *yield* dan mutu minyak atsiri (Guenther, 1990). Selain itu dengan semakin tingginya kepadatan bahan juga akan mengakibatkan laju penyulingan atau penguapan minyak atsiri akan menjadi semakin lambat. Hal ini dikarenakan terhambatnya ruang gerak uap untuk bisa menguap menuju kondensor, yang akhirnya menyebabkan berkurangnya *yield* minyak akar wangi yang diperoleh dan menurunkan efisiensi penyulingan. Berdasarkan hasil percobaan maka dapat diketahui bahwa pengaruh rasio bahan dan pelarut (F/S) pada ekstraksi dengan metode MHD memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap *yield* yang dihasilkan.

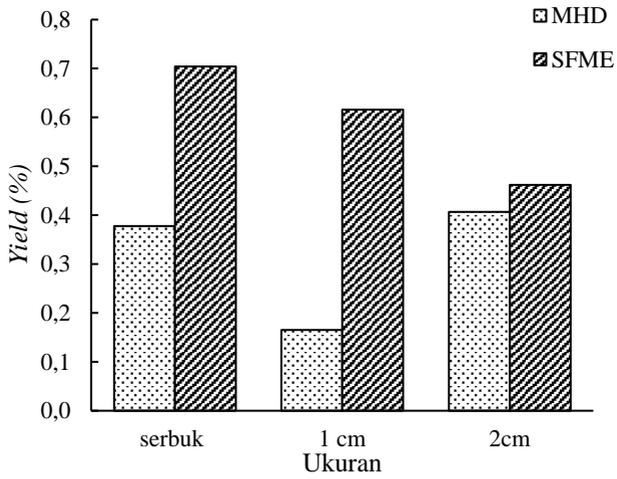
Sementara itu dari Gambar IV.4 (b) terlihat bahwa *yield* minyak akar wangi yang diperoleh dengan metode SFME selama 90 menit untuk bahan kering ukuran ± 2 cm mencapai titik tertinggi pada rasio (F/D) 0,06 g/mL, hal ini terjadi karena pada rasio terkecil akar wangi dapat terekstrak dengan baik dengan tingkat kepadatan yang tidak terlalu tinggi. Faktor kepadatan bahan merupakan rasio antara massa bahan dan kapasitas volume labu

distiller yang digunakan. Rasio yang digunakan berhubungan dengan seberapa padatnya (banyaknya) kondisi bahan baku yang dimasukkan dalam labu *distiller*, sehingga proses ekstraksi dan penguapan minyak bisa berjalan secara sempurna. Sedangkan untuk bahan segar ukuran ± 2 cm mencapai titik tertinggi pada rasio (F/D) 0,08 g/mL, hal ini dikarenakan rasio yang tepat antara massa bahan dengan banyaknya air *in-situ* yang terkandung dalam bahan. Kenaikan *yield* dari rasio 0,06 g/mL ke rasio 0,08 g/mL tidak terlalu besar karena selisih kandungan air dalam bahan juga tidak terlalu besar (kadar air 68% untuk rasio 0,06 g/mL dan 64,19% untuk rasio 0,08 g/mL). Kemudian *yield* menurun seiring kenaikan rasio dikarenakan rasio massa bahan dan kandungan air *in-situ* sudah tidak seimbang lagi, massa bahan yang lebih banyak dari pada kandungan air *in-situ* menyebabkan air *in-situ* cepat menguap sehingga bahan lebih mudah rusak atau terbakar.

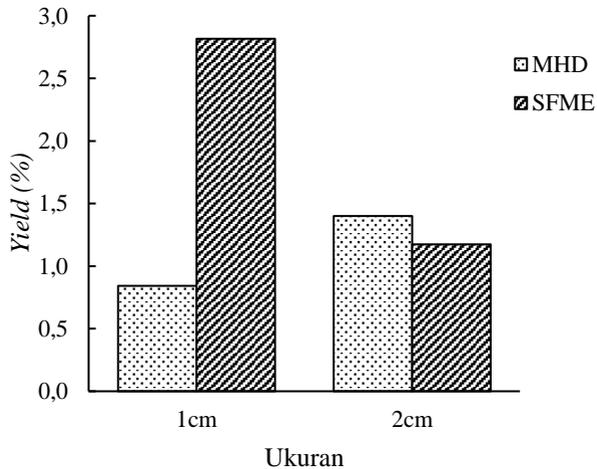
IV.2.4 Pengaruh Ukuran Bahan Terhadap Yield Minyak Akar Wangi

Pada penelitian ini ukuran bahan yang digunakan untuk akar wangi kering adalah ± 2 cm, ± 1 cm, dan serbuk, sedangkan untuk akar wangi segar adalah ± 2 cm dan ± 1 cm pada masing-masing variabel daya dan rasio. Adapun pengaruh ukuran bahan terhadap *yield* dapat dilihat pada Gambar IV.5.

Berdasarkan Gambar IV.5 dapat dilihat bahwa *yield* minyak akar wangi yang diperoleh dari bahan kering dengan metode SFME mencapai titik tertinggi pada ukuran serbuk. Sedangkan untuk bahan segar dengan metode yang sama diperoleh *yield* tertinggi pada ukuran ± 1 cm. Hal ini dapat disebabkan karena semakin kecil ukuran dari bahan yang diekstrak dapat menyebabkan penetrasi dari gelombang mikro (*microwave*) menjadi lebih efektif. Dimana dengan semakin efektifnya penetrasi dari gelombang mikro (*microwave*) pada bahan yang berukuran semakin kecil inilah yang kemudian menyebabkan efisiensi ekstraksi menjadi meningkat (Huie, 2002).



(a)



(b)

Gambar IV. 5 Pengaruh Ukuran Bahan Terhadap *Yield* pada Akar Wangi dengan Daya 450 W, Waktu 1 jam, Rasio MHD 0,3 g/mL dan SFME 0,06 g/mL (a) Kering (b) Segar.

Penurunan *yield* pada ukuran ± 2 cm dikarenakan semakin besar ukuran bahan (semakin kecil luas permukaan) maka *yield* yang didapatkan semakin kecil. Ukuran bahan yang besar memberikan bidang kontak yang lebih kecil terhadap gelombang mikro yang dipancarkan, sehingga menambah hambatan dalam transfer massa minyak dan mengakibatkan ekstraksi minyak dari dalam sel ke luar kulit jeruk menjadi sulit. Sedangkan ukuran bahan yang kecil memberikan bidang kontak yang lebih luas terhadap gelombang mikro sehingga membuat transfer massa minyak lebih mudah (Mahendera *et al.*, 2014). Sementara pada metode MHD dengan bahan kering dan basah mencapai titik tertinggi pada ukuran bahan ± 2 cm, seharusnya *yield* tertinggi didapat pada ukuran yang lebih kecil (serbuk) seperti pada metode SFME. Ketidaksiesuaian ini dimungkinkan karena terjadinya *flooding* selama proses ekstraksi dengan metode MHD sehingga proses ekstraksi tidak dapat berjalan dengan sempurna.

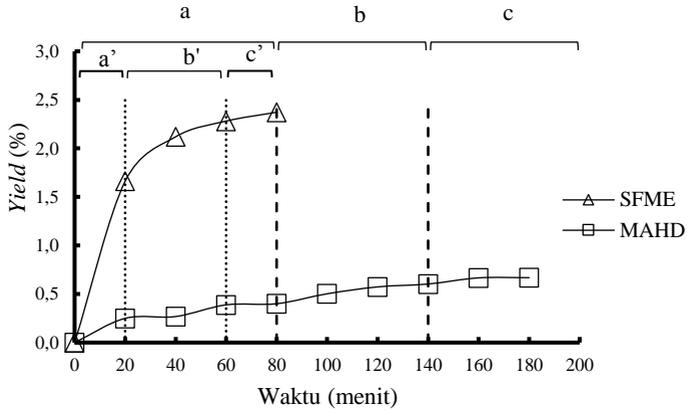
IV.2.5. Pengaruh Lama Waktu Ekstraksi Terhadap Yield Minyak Akar Wangi

Peningkatan *yield* minyak akar wangi seiring dengan bertambahnya waktu ekstraksi pada metode MHD dan SFME akan terus terjadi, karena pemanasan dengan menggunakan *microwave* bersifat selektif dan volumetrik. Pemanasan bersifat selektif dalam arti radiasi gelombang mikro bisa langsung menembus labu destilasi (*distiller*) yang bersifat transparan (meneruskan gelombang mikro), sehingga radiasinya bisa langsung diserap oleh bahan dan pelarut yang bersifat menyerap gelombang mikro. Sedangkan pemanasan bersifat volumetrik dalam arti terjadi pemanasan langsung pada keseluruhan volume bahan sehingga pemanasannya bisa seragam (merata) dan berlangsung lebih cepat. Hal inilah yang menyebabkan *yield* minyak akar wangi lebih cepat diperoleh apabila ekstraksi dilakukan dengan menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* dibandingkan dengan ekstraksi yang dilakukan menggunakan metode konvensional.

Secara umum, pada proses ekstraksi terdapat tiga tahap penting yaitu: fase ekuilibrium (*equilibrium phase*), fase transisi (*transition phase*), dan fase difusi (*diffusion phase*). Pada fase ekuilibrium (*equilibrium phase*) ini terjadi perpindahan substrat yang terdapat pada lapisan luar dari matriks. Perpindahan substrat tersebut berlangsung dengan laju yang konstan. Kemudian, dilanjutkan dengan fase transisi (*transition phase*) dimana pada tahap ini terjadi perpindahan massa secara konveksi dan difusi. Dan pada fase yang terakhir yaitu fase difusi (*diffusion phase*) ini laju ekstraksi berjalan dengan lambat, yang dimana pada fase ini dikarakterkan dengan keluarnya ekstrak melalui mekanisme difusi. Pada proses ekstraksi, fase difusi (*diffusion phase*) ini sering dianggap sebagai tahap pembatas (*limiting step*) (Raynie, 2000).

Waktu ekstraksi juga merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan. Secara umum dengan semakin lama waktu ekstraksi, maka *yield* yang diperoleh juga akan semakin besar. Akan tetapi dengan semakin lamanya waktu ekstraksi, maka peningkatan *yield* yang diperoleh menjadi semakin kecil (Wang *et al.*, 2008).

Gambar IV.7 (a) dan (b) memperlihatkan hubungan antara waktu ekstraksi terhadap *yield* minyak akar wangi. Pada ekstraksi minyak akar wangi dengan menggunakan metode MHD dan SFME pada daya 450 W terlihat bahwa proses ekstraksi belum mencapai fase difusi (*diffusion phase*). Hal ini dapat dilihat dari *yield* minyak akar wangi yang diperoleh memiliki kecenderungan meningkat secara konstan seiring dengan bertambahnya waktu ekstraksi. Sehingga jika waktu ekstraksi ditambah melebihi 120 menit untuk metode SFME dan 240 menit untuk metode MHD, maka akan didapatkan *yield* akhir yang lebih tinggi.



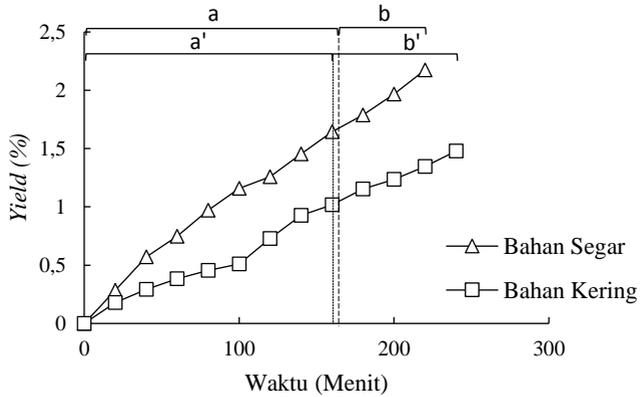
Keterangan :

a = a' = fase ekuilibrium

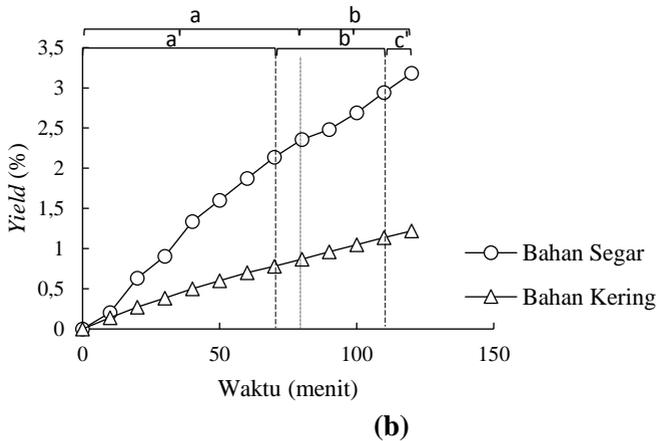
b = b' = fase transisi

c = c' = fase difusi

Gambar IV. 6 Representasi Pengaruh Waktu terhadap *Yield* Minyak Atsiri. (Putri dan Dewi, 2016)



(a)

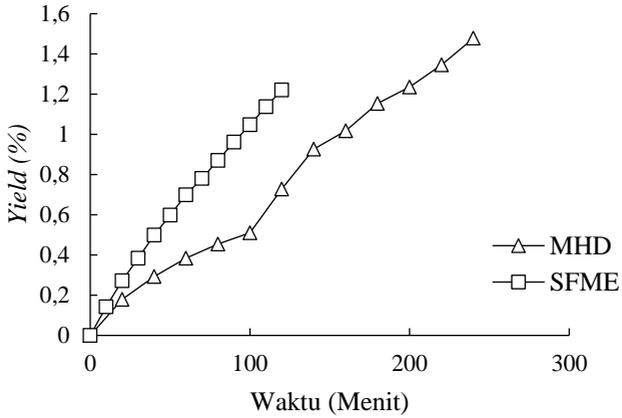


Keterangan :
 a = a' = fase ekuilibrium
 b = b' = fase transisi
 c = c' = fase difusi

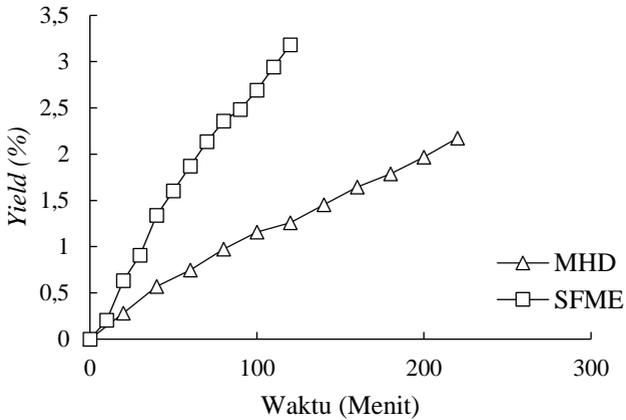
Gambar IV. 7 Perbandingan Pengaruh Waktu terhadap *Yield* Minyak Akar Wangi pada Bahan Segar dan Bahan Kering (a) Metode MHD (b) Metode SFME

IV.2.6. Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap *Yield* Minyak Akar Wangi

Pada penelitian ekstraksi minyak atsiri dari akar wangi ini digunakan dua metode yakni metode MHD dan SFME. Adapun pengaruh metode ekstraksi terhadap *yield* yang dihasilkan dapat dilihat pada grafik berikut:



(a)



(b)

Gambar IV. 8 Perbandingan Metode Ekstraksi terhadap Yield Minyak Akar Wangi (a) Bahan Kering (b) Bahan Segar

Berdasarkan Gambar IV.8 dapat dilihat bahwa *yield* minyak akar wangi yang diperoleh dengan metode SFME mencapai *yield* yang sama dengan metode MHD pada waktu yang lebih cepat. Trend kenaikan *yield* pada metode SFME lebih cepat daripada trend kenaikan *yield* pada metode MHD. Hal ini diakibatkan karena ekstraksi dengan gelombang mikro memberikan efek pemanasan yang cepat karena langsung memanaskan air in-situ secara efisien dan homogen, dengan pemanasan yang cepat pada air in-situ dan juga matrik pada akar wangi menyebabkan terjadinya internal overheating yang mengakibatkan pecahnya dinding sel atau kantong minyak yang pada akhirnya memfasilitasi terjadinya difusi minyak atsiri keluar dari matriks (Golmakani, 2015). Selain itu pada proses ekstraksi SFME terjadi sinergi antara transfer massa dan transfer panas dari dalam keluar akibat adanya internal overheating sehingga proses ekstraksi lebih cepat dibandingkan dengan metode MHD karena pada metode MHD pemanasan bahan terjadi dari luar kedalam akibat adanya pelarut air. Keberadaan pelarut juga memberikan efek pemanasan yang lebih lama karena beban pemanasan yang lebih besar daripada proses ekstraksi tanpa adanya pelarut. Yield dari ekstraksi menggunakan metode SFME lebih besar daripada metode MHD juga terjadi pada penelitian terdahulu. Pada penelitian Ditta dan Intan (2016), disebutkan bahwa penelitian Mahfud *et al.* (2015), ekstraksi minyak atsiri dari bunga kenanga dengan metode MHD menggunakan bahan segar sebanyak 200 gram, ukuran 2 cm, daya 600 W selama 3 jam, diperoleh yield minyak sebesar 1,9702%. Sedangkan Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ditta dan Intan (2016) ekstraksi minyak atsiri dari bunga kenanga dengan metode SFME menggunakan bahan segar massa 100 gram, ukuran $\pm 2,5$ cm, daya 380 W selama 60 menit, diperoleh yield sebesar 4,179%.

IV.3 Hasil Analisa Properti Fisik dan Kimia Minyak Atsiri Akar Wangi

Dalam penentuan kualitas dari minyak atsiri akar wangi yang diperoleh dengan menggunakan metode MHD dan SFME, maka perlu dilakukan pengujian terhadap sifat fisik dan kimia dari minyak atsiri yang telah diperoleh tersebut. Pengujian terhadap sifat fisik dari minyak akar wangi yang diperoleh dengan menggunakan metode MHD dan SFME dapat dilakukan dengan cara menentukan berat jenis dan kelarutannya. Sedangkan pengujian terhadap sifat kimia dari minyak akar wangi dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi komposisi senyawa yang terdapat pada minyak atsiri menggunakan GC-MS yang akan dibahas lebih lanjut di Sub-bab IV.6. Selain dapat digunakan untuk memperoleh gambaran tentang kemurnian dan kualitas dari minyak atsiri, dengan cara membandingkan hasil analisa sifat fisik dan kimia dengan data standar mutu ini juga dapat digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pemalsuan terhadap minyak atsiri (Guenther, 1990).

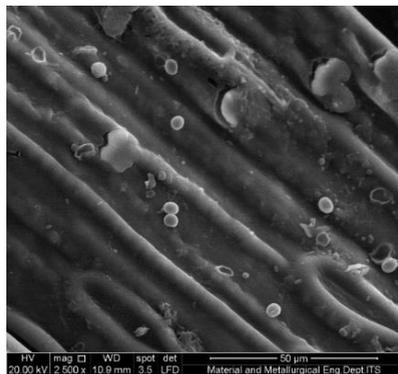
Berdasarkan hasil analisa sifat fisik dari minyak akar wangi yang diperoleh dengan menggunakan metode MHD dan SFME yang dapat dilihat pada Tabel IV.2, maka secara umum dapat dikatakan bahwa kelarutan dari minyak akar wangi yang diperoleh tersebut telah sesuai dengan SNI 06-2386-2006 dan ISO 4716:2002. Kelarutan dalam ethanol 95% menyatakan perbandingan volume minyak atsiri dan volume ethanol 95% yang dibutuhkan untuk melarutkan minyak atsiri. Sedangkan berat jenisnya masih belum memenuhi standart SNI 06-2386-2006 namun sudah memenuhi standart ISO 4716:2002.

Tabel IV. 2 Hasil Analisa Properti Fisik
Minyak Akar Wangi

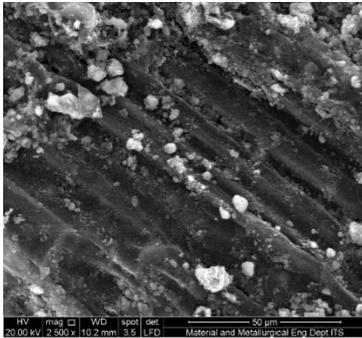
Properti Fisik	SNI 06-2386-2006	ISO 4716:2002	Hasil Ekstraksi	
			MHD	SFME
Kelarutan dalam alkohol	1 : 1 (alkohol 95%)	Maks 1 : 2 (alkohol 80%)	1 : 1 (alkohol 95%) 1 : 2 (alkohol 80%)	1 : 1 (alkohol 95%) 1 : 1 (alkohol 80%)
Berat Jenis pada suhu 20°C	0,980 – 1,003	0,980-1,020	1,019 (Campuran MHD dan SFME)	

IV.4 Hasil Analisa SEM Akar Wangi

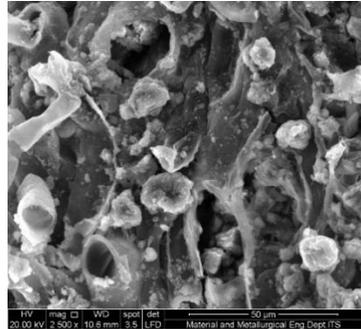
Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan suatu uji yang digunakan untuk menganalisa struktur permukaan bahan. Dalam hal ini bahan yang dianalisa adalah akar wangi sebelum dan setelah diekstraksi. Berikut adalah penampakan struktur permukaan bahan akar wangi



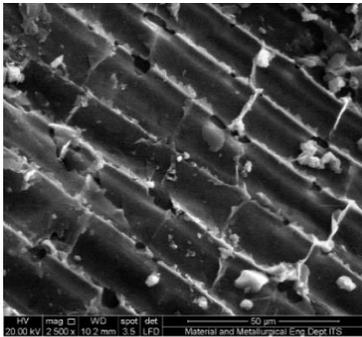
Gambar IV. 9 Hasil SEM Akar Wangi dengan Perbesaran 2.500 Kali Sebelum Ekstraksi



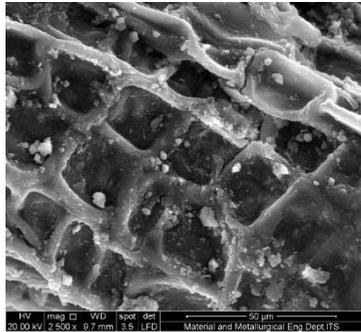
(a)



(b)



(c)



(d)

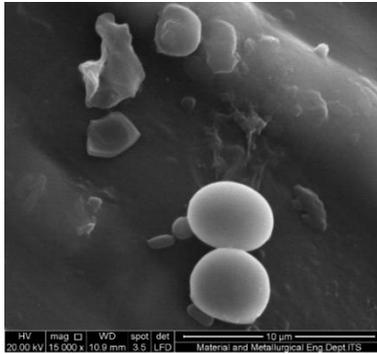
Gambar IV. 10 Hasil SEM Akar Wangi dengan Perbesaran 2.500 Kali, Bahan Akar Wangi Ukuran ± 1 cm, Daya *Microwave* 450 W, Sesudah Ekstraksi (a) Sesudah Ekstraksi MHD Bahan Segar (b) Sesudah Ekstraksi MHD Bahan Kering (c) Sesudah Ekstraksi SFME Bahan Segar (d) Sesudah Ekstraksi SFME Bahan Kering

Berdasarkan Gambar IV.9 terlihat bahwa morfologi permukaan bahan akar wangi sebelum diekstrak terlihat masih teratur dengan bentuk jaringan yang masih sempurna. Namun setelah proses ekstraksi permukaan bahan akar wangi mengalami perubahan yang berbeda-beda sesuai dengan treatment yang

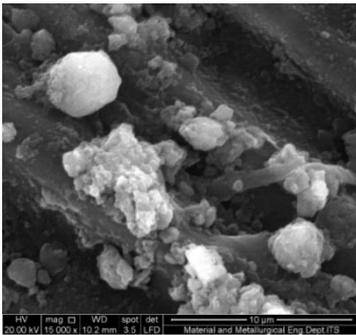
diberikan selama proses ekstraksi. Gambar IV.10 (a) dan (b) memperlihatkan morfologi bahan setelah dilakukan proses ekstraksi MHD. Keduanya mengalami perubahan morfologi permukaan bahan menjadi rusak, namun tingkat kerusakannya berbeda antara (a) dan (b). Hal ini dimungkinkan karena faktor kandungan air pada bahan dimana Gambar IV.10 (a) merupakan bahan akar wangi segar dan Gambar IV.10 (b) merupakan bahan akar wangi kering. Pada akar wangi segar kerusakan bahan tidak terlalu parah, namun pada bahan kering kerusakan yang terjadi sangat parah. Hal ini membuktikan bahwa rasio yang tidak tepat antara massa bahan dengan pelarut atau kandungan air *in-situ* membuat bahan akar wangi lebih mudah rusak akibat pemanasan dengan *microwave* yang menyebabkan kecilnya *yield* yang diperoleh. Fenomena kerusakan bahan ini juga terjadi pada ekstraksi dengan metode SFME. Pada bahan kering morfologi permukaan bahannya juga lebih rusak dari pada bahan basah.

Sementara itu jika dilihat dari pengaruh metode ekstraksi terhadap kerusakan bahan, dapat dilihat bahwa metode MHD memberikan dampak kerusakan yang lebih parah dari pada metode SFME. Hal ini dimungkinkan karena pada metode MHD pemanasan dilakukan dari luar dan dalam bahan, sedangkan pada metode SFME pemanasan hanya dilakukan dari dalam bahan karena adanya kandungan air *in-situ* pada bahan.

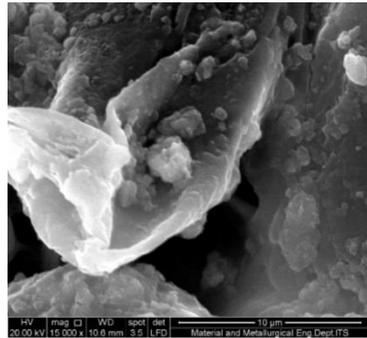
Kemudian jika dilihat pada perbesaran yang lebih besar maka dapat diamati adanya perubahan morfologi pada jaringan kelenjar minyak pada bahan akar wangi sebelum dan sesudah proses ekstraksi seperti pada gambar berikut:



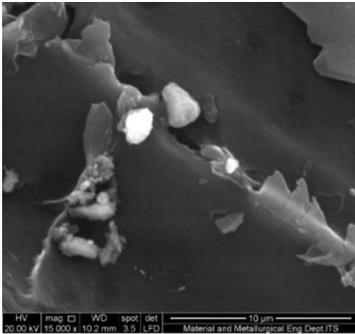
Gambar IV. 11 Hasil SEM Akar Wangi dengan Perbesaran 15.000 Kali Sebelum Ekstraksi



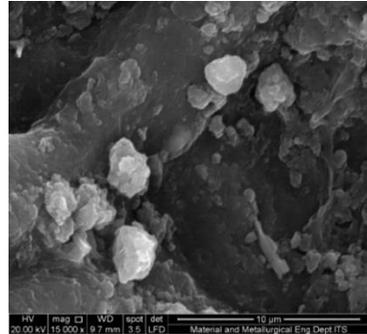
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar IV. 12 Hasil SEM Akar Wangi dengan Perbesaran 15.000 Kali, Bahan Akar Wangi Ukuran ± 1 cm, Daya *Microwave* 450 W, Sesudah Ekstraksi (a) Sesudah Ekstraksi MHD Bahan Segar (b) Sesudah Ekstraksi MHD Bahan Kering (c) Sesudah Ekstraksi SFME Bahan Segar (d) Sesudah Ekstraksi SFME Bahan Kering

Berdasarkan Gambar IV.11 terlihat bahwa terdapat kelenjar minyak yang masih utuh (bentuk sempurna) pada penampang akar wangi sebelum diekstraksi. Namun setelah proses ekstraksi bentuk kelenjar minyak tersebut tidak sempurna lagi karena minyak yang ada didalamnya sudah terambil. Pada sampel akar wangi setelah diekstrak pada Gambar IV.12 bentuk kelenjar minyaknya sudah rusak akibat *internal overheating* yang terjadi karena kandungan air didalam kelenjar minyak mengalami pemanasan lokal akibat menerima gelombang mikro sehingga memuai dan memecahkan kantong minyak. Selain itu rusaknya kelenjar minyak juga dikarenakan pengaruh pemanasan dari luar kelenjar minyak yakni dari pelarut (air) yang terpanaskan dan menekan kelenjar minyak dari luar yang mengakibatkan rusaknya kelenjar minyak sehingga minyak yang ada di dalamnya dapat terdifusi keluar.

IV.5 Hasil Uji Fiksatif

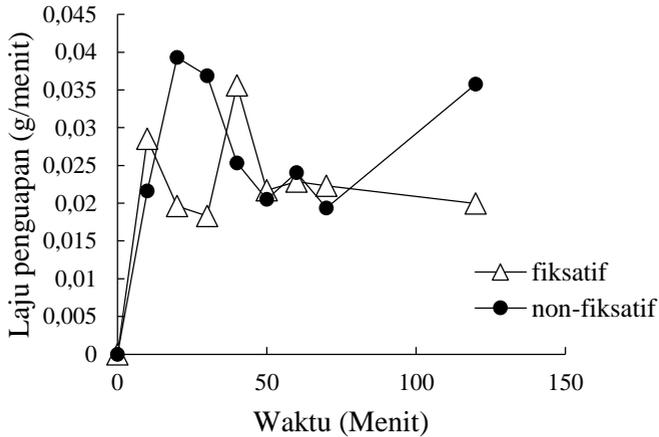
Pada penelitian ini dilakukan uji untuk membuktikan fungsi minyak akar wangi sebagai fiksatif pada parfum. Sampel pada pengujian ini adalah berupa campuran fiksatif dengan parfum dan alkohol. Kemudian dibuat juga sampel yang tidak mengandung fiksatif, yakni hanya mengandung parfum dan alkohol. Larutan yang digunakan sebagai sampel adalah minyak akar wangi sebagai fiksatif, minyak jeruk purut sebagai parfum, dan alkohol 85% sebagai pelarut parfum. Komposisi kedua sampel tersebut dapat dilihat pada Tabel IV.3.

Tabel IV. 3 Komposisi Sampel pada Uji Fiksatif

Sampel	Komposisi (%)		
	Parfum	Alkohol	Fiksatif
Non-Fiksatif	15	85	-
Fiksatif	15	83,8	1,2

Pada uji fiksatif, kedua sampel didiamkan dalam wadah terbuka selama 1 jam. Berat sampel tersebut ditimbang setiap 10 menit. Penimbangan dilakukan untuk mengetahui massa sampel yang menguap. Kemudian dihitung laju penguapan tiap 10 menit yang terjadi pada sampel. Grafik laju penguapan tiap 10 menit dapat dilihat pada Gambar IV.13.

Berdasarkan Gambar IV.13 dapat dilihat laju penguapan pada parfum dengan penambahan fiksatif yang cenderung rendah dengan semakin lamanya waktu, sementara pada parfum yang tidak ditambahkan fiksatif laju penguapannya lebih besar. Hal ini membuktikan bahwa penambahan akar wangi dapat mengurangi laju penguapan pada parfum atau dengan kata lain sesuai dengan fungsi fiksatif pada minyak akar wangi.



Gambar IV. 13 Hasil Uji Fiksatif pada Minyak Akar Wangi

IV.6 Hasil Analisa GC-MS Minyak Akar Wangi

Untuk mengetahui komponen-komponen yang terkandung dalam suatu minyak atsiri, dilakukan analisa GC-MS (*Gas Chromatography–Mass Spectrometry*). Melalui analisa ini, kadar untuk setiap komponennya juga dapat diketahui. Hasil analisa GC-MS minyak akar wangi yang diekstrak menggunakan metode MHD dan SFME dapat dilihat pada Tabel IV.4.

Pada minyak akar wangi yang diekstraksi menggunakan metode MHD, jumlah komponen yang terkandung pada bahan segar sebanyak 18 komponen, sedangkan pada bahan kering jumlah komponen bertambah menjadi 19 komponen. Berambahnya jumlah komponen pada bahan kering ini kemungkinan disebabkan oleh adanya reaksi konversi dan degradasi komponen dimana faktor yang mempengaruhi stabilitas minyak atsiri adalah adanya panas, cahaya, serta udara (Turek *et.al.*, 2013). Dan pada penelitian ini faktor tersebut ikut berperan saat dilakukan proses pengeringan bahan di bawah sinar matahari.

Sementara, pada minyak akar wangi yang diekstrak menggunakan metode SFME, jumlah komponen yang terkandung pada bahan segar sebanyak 19 komponen, sedangkan pada bahan kering jumlah komponen berkurang menjadi 7 komponen. Bila mengacu dari penelitian Pirbalouti *et al.*, (2013), berkurangnya komponen kemungkinan disebabkan karena hilangnya komponen yang mudah menguap (*volatile*) saat dilakukan pengeringan bahan.

Hasil GC-MS menunjukkan bahwa minyak akar wangi yang diekstrak menggunakan metode MHD dan SFME, baik bahan akar wangi diekstrak dalam kondisi segar maupun kering, mengandung salah satu komponen utama pada minyak akar wangi yaitu α -Vetivone. Komponen tersebut merupakan salah satu komponen yang menentukan aroma minyak akar wangi (Mulyono *et al.*, 2012). Dari 4 sampel yang diuji, kadar α -Vetivone pada 3 sampel memenuhi standar menurut ISO 4716:2002 (9%-23%).

Tabel IV. 4 Hasil GC-MS Minyak Akar Wangi

Senyawa	MHD				SFME			
	Segar, 1 cm		Kering, 1 cm		Segar, 1 cm		Kering, serbuk	
	R.T	% Area	R.T	% Area	R.T	% Area	R.T	% Area
Monoterpene (C₁₀H₁₆)								
p-Mentha-3,8-diene	-	-	-	-	15,68	1,24	-	-
Sesquiterpene (C₁₅H₂₄)								
(+)-Aromadendrene	-	-	17,38	0,72	-	-	-	-
α -Muuroolene	15,84	1,64	15,85	0,85	-	-	-	-
α -Gurjunene	17,37	1,64	15,92	2,29	-	-	-	-
β -Gurjunene	-	-	18,17	30,12	18,13	16,65	-	-
β -Patchoulene	19,90	3,34	18,65	1,03	-	-	-	-
	-	-	19,94	5,73	-	-	-	-
Allo-Aromadendrene	-	-	17,25	0,75	-	-	-	-
Eremophilene	17,77	2,18	-	-	-	-	-	-
Valencene	-	-	16,36	1,73	16,35	0,89	-	-

Senyawa	MHD				SFME			
	Segar, 1 cm		Kering, 1 cm		Segar, 1 cm		Kering, serbuk	
	R.T	% Area	R.T	% Area	R.T	% Area	R.T	% Area
δ-Selinene	-	-	17,71	7,27	17,69	4,05	-	-
β-Germacrene	-	-	-	-	18,38	0,93	-	-
khusimene	-	-	-	-	15,50	1,28	-	-
Oxygenated Sesquiterpene (C₁₅H₂₄O)								
2(1H)-naphthalenone, octahydro-4,8a-dimethyl-6-(1-methylethenyl)-, [4R-(4.alpha.,4a.alpha.,6.beta.,8a.beta.)]	17,96	1,17	-	-	-	-	-	-
Other Compound (C_xH_y)	-							
Aristolediene	-	-	16,77	1,25	-	-	-	-
	-	-	16,87	0,59	-	-	-	-
Cyclohexane	1,59	2,40	1,58	0,40	1,59	3,03	1,59	6,71
Methylcyclopentane	1,45	16,08	1,45	1,36	1,45	20,11	1,45	45,05

Senyawa	MHD				SFME			
	Segar, 1 cm		Kering, 1 cm		Segar, 1 cm		Kering, serbuk	
	R.T	% Area	R.T	% Area	R.T	% Area	R.T	% Area
γ -Cadinene	-	-	-	-	-	-	18,09	11,34
α -Elemene	-	-	-	-	-	-	18,23	3,18
1,2-Diethylbenzene	-	-	-	-	-	-	20,82	2,74
(3S-(3, α ,3 α ,6 α ,8 α , α)]-4,5,6,7,8,8a-hexahydro-3,7,7-trimethyl-8-methylene- β -H-3a,6-methanoazulene	19,48	13,21	-	-	-	-	-	-
Benzene, 1-methyl-3,5-bis-(1-methylethyl)	-	-	-	-	20,82	2,26	-	-
1H-Indene, 1-sthylideneoctahydro-7a-methyl-, cis-1, 4-Benzodioxan-2-ol		-	-	-	17,01	2,57	-	-
Other Oxygenated Compound (C_xH_yO_z)								
2,5-Cyclohexadiene-1,4-dione,2,6-bis(1,1-dimethylethyl)	20,82	5,36	-	-	-	-	-	-

Senyawa	MHD				SFME			
	Segar, 1 cm		Kering, 1 cm		Segar, 1 cm		Kering, serbuk	
	R.T	% Area	R.T	% Area	R.T	% Area	R.T	% Area
4-tert-Butylanisole	17,04	3,22	17,06	3,94	-	-	-	-
11,12,13-tri-nor-trans-Eudesm-5-en-7-one	16,62	1,58	16,62	1,08	16,61	0,97	-	-
α -Vetivone	20,05	13,25	20,13	20,12	20,05	14,27	20,04	5,49
β -Dihydroagarofuran	-	-	16,13	1,63	16,12	0,93	-	-
Chavicol	-	-	15,50	1,27	-	-	-	-
Longiverbenone	18,15	7,54	-	-	-	-	-	-
Zizanoic Acid	19,79	13,21	-	-	-	-	-	-
Nootkatone	-	-	-	-	19,67	2,02	-	-
2,3,4,4a,5,6,7,8-octahydro-4a-methyl-3-oxo-1H-benzocycloheptene	-	-	15,69	1,66	-	-	-	-

Senyawa	MHD				SFME			
	Segar, 1 cm		Kering, 1 cm		Segar, 1 cm		Kering, serbuk	
	R.T	% Area	R.T	% Area	R.T	% Area	R.T	% Area
(3aS, 7aR)-5,5-dimethyl-4-methylideneoctahydro-1H-inden-1-one	15,68	1,89	-	-	-	-	-	-
1(4H)- Naphthalenone, 4a, 5, 6, 7, 8a-hexahydro-3,4a-dimethyl-7-(1-methylethenyl)	-	-	-	-	19,77	3,85	-	-
5-oxatricyclo[9.1.0.0(4,6)]dodec-9-ene-9-carboxaldehyde,4,12,12-trimethyl-,[1R-(1R*,4R*,6R*,9E,11R*)]	19,21	1,55	-	-	-	-	-	-
1(2H)- Naphthalenone, 3, 4, 4a, 5, 6, 7-hexahydro-4,4a-dimethyl-6-(1-methylethenyl)	-	-	-	-	19,89	2,92	-	-

Senyawa	MHD				SFME			
	Segar, 1 cm		Kering, 1 cm		Segar, 1 cm		Kering, serbuk	
	R.T	% Area	R.T	% Area	R.T	% Area	R.T	% Area
Others	-	-	-	-	-	-	-	-
DL-2-Amino-1-propanol	1,09	5,30	1,09	2,69	1,09	19,88	1,09	25,49
1,2,4-triazolo(3,4-C)(1,2,4)-benzotriazin-1(5H)-one	20,69	5,46	-	-	-	-	-	-
4-(1-cyclohexenyl)-2-trimethylsilylmethyl-1-buten-3-yne	-	-	19,84	13,52	-	-	-	-
Benzoic acid, 2-amino-3-hydroxy-	-	-	-	-	19,13	0,89	-	-
2, 2-Dibromocyclopropan-1-ol	-	-	-	-	20,42	1,24	-	-

Golongan Senyawa	MHD		SFME	
	Segar, 1 cm	Kering, 1 cm	Segar, 1 cm	Kering, serbuk
	% Area	% Area	% Area	% Area
Monoterpene	-	-	1,24	-
Sesquiterpene	8,8	50,50	23,80	-
Oxygenated Sesquiterpene	1,17	-	-	-
Other Compound	31,69	3,59	27,97	69,03
Other Oxygenated Compound	47,59	29,70	24,97	5,49
Others	10,75	16,21	22,01	25,40

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

1. *Yield* minyak akar wangi yang diperoleh dengan metode SFME lebih tinggi daripada metode MHD, baik ekstraksi yang dilakukan menggunakan bahan segar maupun kering.
2. Kondisi operasi yang menghasilkan *yield* tertinggi untuk ekstraksi akar wangi untuk masing-masing metode adalah :
 - Metode MHD
 - Bahan segar : ukuran ± 1 cm; rasio 0,3 g/mL; daya 600 W, diperoleh *yield* sebesar 5,12%
 - Bahan kering : ukuran serbuk; rasio 0,4 g/mL; daya 600 W, diperoleh *yield* sebesar 1,05%
 - Metode SFME
 - Bahan segar : ukuran ± 1 cm; rasio 0,06 g/mL; daya 450 W, diperoleh *yield* sebesar 3,96%
 - Bahan kering : ukuran ± 2 cm; rasio 0,06 g/mL; daya 300 W, diperoleh *yield* sebesar 1,18%
3. Hasil analisa properti fisik hasil ekstraksi minyak akar wangi :
 - Nilai berat jenis minyak akar wangi yang diekstrak sedikit melebihi spesifikasi menurut SNI 06-2386-2006 namun sesuai dengan spesifikasi menurut ISO 4716:2002
 - Nilai kelarutan minyak akar wangi yang diekstrak menggunakan metode MHD dan SFME sesuai dengan spesifikasi menurut SNI 06-2386-2006 dan ISO 4716:2002

V.2 Saran

1. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai variabel waktu perendaman terhadap kadar air dan *yield* minyak akar wangi yang dihasilkan.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai variabel waktu ekstraksi yang lebih lama.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Bayati, Alaa D.Jawad. 2016. Comparative Study for the Effect of Fixative Material Type and Perfume Formulation Parameters on the Fixation time of Local Formulated Perfume with Brand Perfumes. *Engineering & Technology Journal*, 34A(3), 636-647.
- Asghari, J., Touli, C. K., Mazaheritehrani, M., dan Maghdasi, M. 2012. Comparison of the Microwave-Assisted Hydrodistillation with the Traditional Hydrodistillation Method in the Extraction of Essential Oils from *Ferulago angulata* (Schelcht.) Boiss. *European Journal of Medicinal Plants*, 2(4), 324-334.
- Chan, C-H., Yusoff, R., Ngoh, G-C., dan Kung, FW-L. (2011), Microwave-assisted Extractions of Active Ingredients from Plants. *Journal of Chromatography A*, 1218, 6213–6225.
- Chen, L., Song, D., Tian, Y., Ding, L., Yu, A., dan Zhang, H. (2008). Application of On-line Microwave Sample-Preparation Techniques. *Trends in Analytical Chemistry*, 27, 151–159.
- Chen, F., Zu, Y., dan Yang, L. 2015. A Novel Approach for Isolation of Essential Oil from Fresh Leaves of *Magnolia Sieboldii* using Microwave-Assisted Simultaneous Distillation and Extraction. *Separation and Purification Technology*, 154, 271-280.
- Dalimarta, Setiawan. 2000. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid II*. Jakarta: Trubus Agriwidya.
- Ferhat, M.A., Meklati, B.Y., Visinoni, F., Vian, M.A. & Chemat, F. 2008. 'Solvent free microwave extraction of essential oils'. *Chemistry Today*, 26(2), 48-50.
- Golmakani, Mohammad-Taghi dan Moayyedi, Mahsa. 2015. Comparison of heat and mass transfer of different microwave- assisted extraction methods of essential oil

- from *Citrus limon* (Lisbon variety) peel. *Food Science & Nutrition*, 3(6), 506-518.
- Guenther, Ernest. 1987. *Minyak Atsiri Jilid I*. Jakarta: UI-Press.
- Heyne. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid 1*. Jakarta: Balitbang Kehutanan.
- Indrawanto, Chandra, 2006, *Analisis Finansial Agroindustri Penyulingan Akar Wangi di Kabupaten Garut, Jawa Barat*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik.
- Ketaren, S, 1986, *Minyak dan Lemak Pangan Edisi ke-1*, Jakarta: Universitas Indonesia.
- Kusuma, Heri Septya. 2016. Ekstraksi Minyak Atsiri dari Kayu Cendana (*Santalum album*) dan Daun Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) dengan Menggunakan Metode *Microwave Hydrodistillation* dan *Microwave Air-Hydrodistillation*. Thesis, Teknik Kimia FTI, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Kusuma, Heri Septya dan Mahfud. 2015. Pengaruh Daya dan Rasio Bahan pada Ekstraksi Kayu Cendana (*Santalum album*) dengan Metode Microwave Hydrodistillation: Optimasi Menggunakan Response Surface Methodology. *Jurnal Teknik Kimia*, 10(1), 19-25.
- Kusuma, H. S. dan Mahfud, M. 2017. Microwave Hydrodistillation for Extraction of Essential Oil From *Pogostemon cablin* Benth: Analysis and Modelling of Extraction Kinetics. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 4, 46-54.
- Li, Y., Fabiano-Tixier, A.S., Vian, M.A. & Chemat, F. 2013. Solvent-free microwave extraction of bioactive compounds provides a tool for green analytical chemistry. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 47(6), 1-11.
- Lucchesi, M.E., Chemat, F. & Smadja, J. 2004. Solvent-free microwave extraction: an innovative tool for rapid extraction of essential oil from aromatic herbs and spices. *The Journal of microwave power and electromagnetic energy*, 39(3-4), 135-139.

- Mahendera, M., Shah, M., 2014. Extraction and characterization of essential oil of sweet lime (citrus limetta risso) peel using microwave-assisted hydrodistillation. *Research Journal of Chemical Science*, 4(11), 51-55.
- Mandal, V., Mohan, Y., dan Hemalath, S. (2007). Microwave Assisted Extraction- An Innovative and Promising Extraction Tool for Medicinal Plant Research. *Pharmacognosy Reviews*, 1(1), 7-18.
- Martinez J, Paulo T.V, Chantal M, Alain L, Pierre B, Dominique P, Angela A.M. 2004. Valorization of Brazilian Vetiver (*Vetiveria zizanoides* (L) Nash ex Small) Oil. *Journal of Agrocultural and Food Chemistry*, 52, 6578 – 6584.
- Metaxas, A.C. 1996. *Foundations of Electroheat: A Unified Approach*, Wiley, New York.
- Mulyono, E., Sumangat, D., Hidayat, T. 2012. Peningkatan Mutu dan Efisiensi Produksi Minyak Akar Wangi Melalui Teknologi Penyulingan dengan Tekanan Uap Bertahap. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 8(1), 36-47.
- Pirbalouti, A. G., Mahdad, E., dan Craker, L. 2013. Effects of Drying Methods on Qualitative and Quantitative Properties of Essential oil of Two Basil Landraces. *Food Chemistry*, 141, 2440-2449.
- Putri , Ditta Kharisma Yolanda dan Intan Ekawati Puspa Dewi. 2016. Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dan Bunga Kenanga (*Cananga odorata*) dengan Metode *Solvent-Free Microwave Extraction* (SFME). Skripsi, Teknik Kimia FTI, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Raju, G.G. 2003. *Dielectrics in Electric Fields*, Dekker, New York.
- Raynie, D.E. 2000. *Extraction*, dalam *Encyclopedia of Separation Science*, eds. Wilson I.D., Adlard E.R., Cooke M., dan Poolie C.F., Academic Press, San Diego.
- Routray, W. dan Orsat, V. 2011. Microwave-assisted Extraction of Flavonoids: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 5(2), 1-16.

- Santos, T, Valente, M.A., Monteiro, J., Sousa, J., dan Costa, L.C. 2011. Electromagnetic and Thermal History During Microwave Heating. *The Journal of Applied Thermal Engineering*, 31, 3255-3261.
- Sastrohamidjojo, H. 2004. Kimia Minyak Atsiri. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Spigno, G. dan De Faveri, D.M. (2009). Microwave-assisted Extraction of Tea Phenols: A Phenomenological Study. *Journal of Food Engineering*, 93, 210–217.
- Thostenson, E.T., Chou, T.W. 1999. Microwave Processing: Fundamentals and Application. *The Journal of Composite Part A: Applied Science And Manufacturing*, 30, 1055-1071
- Turek, Claudia dan Stintzing, F. C. 2013. Stability of Essential Oils: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(1), 40-53.

APPENDIKS A CONTOH PERHITUNGAN

Semua contoh perhitungan dari data variabel akar wangi segar pada ukuran ± 1 cm dengan rasio 0,3 g/mL dan daya 450 Watt

1) Perhitungan Yield MHD Segar 1 jam

Massa botol kosong	= 11,9540 gram
Massa botol + minyak	= 12,3984 gram
Massa minyak	= 12,3984 – 11,9540
	= 0,4444 gram
Kadar air	= 12,15%

$$\begin{aligned}\therefore \text{Yield} &= \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa bahan (1 - x)}} \times 100\% \\ &= \frac{0,4444}{[60x(1-0,1215)]} \times 100\% \\ &= 0,84\%\end{aligned}$$

2) Perhitungan Berat Jenis Minyak

- a. Menimbang piknometer kosong yang akan digunakan sebagai wadah menggunakan neraca analitik (W_1) dan mencatat temperatur pengukuran
- b. Mengambil minyak akar wangi menggunakan pipet volume 1 ml (V)
- c. Memasukkan minyak akar wangi ke dalam piknometer (W_2)
- d. Menghitung berat jenis minyak akar wangi saat temperatur 27°C

Massa botol vial kosong (W_1)	= 10,4458 gram
Massa botol vial + minyak (W_2)	= 15,5156 gram
Massa minyak (W_m)	= 5,0698 gram
Volume (V)	= 5 mL

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis minyak } (\rho_m) &= \frac{W_m}{V} \\ &= \frac{5,0698 \text{ gram}}{5 \text{ mL}} \\ &= 1,01396 \text{ gram/mL} \end{aligned}$$

- e. Menghitung berat jenis minyak akar wangi saat temperatur 20°C

Nilai koreksi berat jenis minyak akar wangi untuk perubahan temperatur setiap 1°C masing-masing adalah 0,00071 (Guenther, 1987).

Maka ρ minyak atsiri akar wangi pada temperatur 20°C :

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis minyak } (\rho_m) &= 1,01396 + (7 \cdot 0,00071) \\ &= 1,01893 \text{ gram/mL} \end{aligned}$$

3) Perhitungan Kelarutan

- Mengambil minyak akar wangi dengan menggunakan pipet volume 1 mL (V_1) dan memasukkan ke dalam gelas ukur
- Menambahkan ethanol 95% untuk Standart SNI dan ethanol 80% untuk Standart ISO, setiap 1 mL ke dalam gelas ukur dan mencatat volume ethanol (V_2) yang dibutuhkan untuk melarutkan minyak akar wangi
- Menghitung nilai kelarutan minyak akar wangi

Standart **SNI 06-2386-2006:**

$$\begin{aligned} V_1 &= 1 \text{ mL} \\ V_2 &= 1 \text{ mL} \\ \text{Kelarutan} &= V_1 : V_2 \\ &= 1 \text{ mL} : 1 \text{ mL} \\ &= 1 : 1 \end{aligned}$$

Standart **ISO 4716:2002:**

$$\begin{aligned} V_1 &= 1 \text{ mL} \\ V_2 &= 2 \text{ mL} \\ \text{Kelarutan} &= V_1 : V_2 \\ &= 1 \text{ mL} : 2 \text{ mL} \\ &= 1 : 2 \end{aligned}$$

APPENDIKS B DATA HASIL PENELITIAN

A. Yield Ekstraksi Akar Wangi Menggunakan Metode *Microwave Hydrodistillation* (MHD)

Tabel B.1 Data *Yield* pada Berbagai Variasi Rasio dan Daya 450W

No	Ukuran	Rasio (g/mL)	Yield (%)	
			Kering	Segar
1	1 cm	0,2	-	2,03
2		0,3	0,32	2,04
3		0,4	0,99	2,05
4		0,5	0,64	1,22
5		0,6	0,52	1,56
6	2 cm	0,2	-	1,78
7		0,3	0,94	3,33
8		0,4	0,85	2,50
9		0,5	0,60	2,68
10		0,6	0,69	1,68
11	Serbuk	0,3	0,57	-
12		0,4	0,77	-
13		0,5	0,53	-
14		0,6	0,56	-

Tabel B.2 Data *Yield* pada Berbagai Variasi Daya

No	Kondisi Bahan	Ukuran (cm)	Rasio (g/mL)	Yield (%)		
				300 W	450 W	600 W
1	Kering	1 cm	0,3	0,18	0,93	0,35
2		2 cm	0,4	0,22	0,85	0,32
3		Serbuk	0,4	0,49	0,77	1,05
4	Segar	1 cm	0,3	2,42	2,04	5,12
5		2 cm	0,3	1,20	3,33	4,12

B. Yield Ekstraksi Akar Wangi Menggunakan Metode Solvent-Free Microwave Extraction (SFME)

Tabel B.3 Data *Yield* pada Berbagai Variasi Rasio dan Daya 450 W

No	Ukuran	Rasio (g/mL)	Yield (%)	
			Kering	Segar
1	1 cm	0,04	-	3,33
2		0,06	0,79	3,96
3		0,08	0,55	1,96
4		0,10	0,33	2,70
5		0,12	-	1,71
6	2 cm	0,04	-	1,91
7		0,06	0,75	1,66
8		0,08	0,72	1,76
9		0,10	0,49	0,84
10		0,12	-	0,79
11	Serbuk	0,06	0,99	-
12		0,08	0,39	-

No	Ukuran	Rasio (g/mL)	Yield (%)	
			Kering	Segar
13	Serbuk	0,10	0,43	-
14		0,12	0,36	-

Tabel B.4 Data *Yield* pada Berbagai Variasi Daya

No	Kondisi Bahan	Ukuran (cm)	Rasio (g/mL)	Yield (%)		
				300 W	450 W	600 W
1	Kering	1 cm	0,06	0,91	0,79	0,70
2		2 cm	0,06	1,18	0,75	0,43
3		Serbuk	0,06	0,31	0,99	0,48
4	Segar	1 cm	0,06	0,60	3,96	1,75
5		2 cm	0,04	2,67	1,91	3,09

C. Kadar Air Bahan pada Ekstraksi Akar Wangi Menggunakan Metode *Microwave Hydrodistillation* (MHD)

Tabel B.5 Data Kadar Air Bahan, Variabel Daya 450 W

No	Ukuran	Rasio (g/mL)	Kadar Air (%)	
			Segar	Kering
1	1 cm	0,2	63	13
2		0,3	12	
3		0,4	17	
4		0,5	55	
5		0,6	50	

No	Ukuran	Rasio (g/mL)	Kadar Air (%)	
			Segar	Kering
6	2 cm	0,2	63	15
7		0,3	68	
8		0,4	69	
9		0,5	70	
10		0,6	68	
11	Serbuk	0,06	-	15
12		0,08	-	
13		0,10	-	
14		0,12	-	

Tabel B.6 Data Kadar Air Bahan, Pada Variasi Variabel Daya

No	Kondisi Bahan	Ukuran (cm)	Rasio (g/mL)	Kadar Air (%)		
				300 W	450 W	600 W
1	Segar	1 cm	0,3	79	12	80
2		2 cm	0,3	79	68	76
3	Kering	1 cm	0,3	13		
4		2 cm	0,4	15		
5		Serbuk	0,4	15		

D. Kadar Air Bahan pada Ekstraksi Akar Wangi Menggunakan Metode *Solvent-Free Microwave Extraction* (SFME)

Tabel B.7 Data Kadar Air Bahan, Variabel Daya 450 W

No	Ukuran	Rasio (g/mL)	Kadar Air (%)	
			Segar	Kering
1	1 cm	0,04	80	13
2		0,06	74	
3		0,08	49	
4		0,10	74	
5		0,12	74	
6	2 cm	0,04	56	15
7		0,06	68	
8		0,08	64	
9		0,10	68	
10		0,12	43	
11	Serbuk	0,06	-	15
12		0,08	-	
13		0,10	-	
14		0,12	-	

Tabel B.8 Data Kadar Air Bahan, Pada Variasi Variabel Daya

No	Kondisi Bahan	Ukuran (cm)	Rasio (g/mL)	Kadar Air (%)		
				300 W	450 W	600 W
1	Segar	1 cm	0,06	74	74	80
2		2 cm	0,04	79	68	76
3	Kering	1 cm	0,06	13		
4		2 cm	0,06	15		
5		Serbuk	0,06	15		

E. Hasil Uji Fiksatif**Tabel B.9** Laju Penguapan tiap 10 Menit

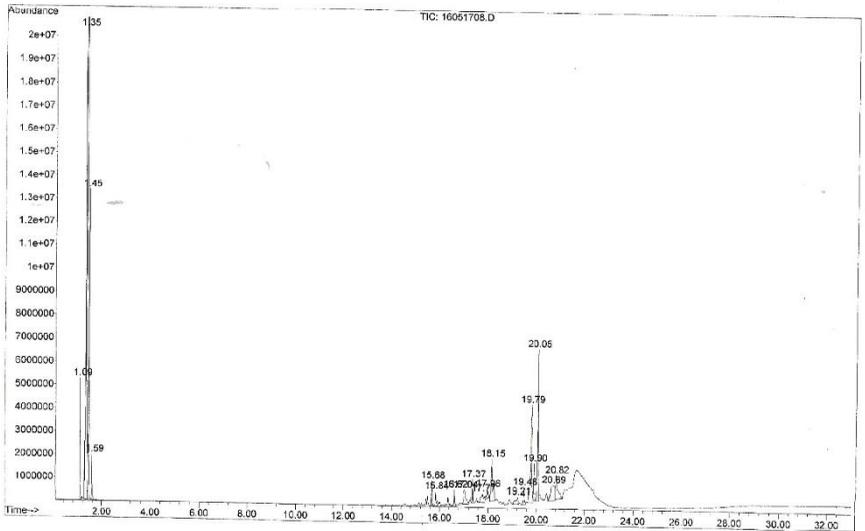
Menit	Laju Penguapan (gram/menit)	
	Non-Fiksatif	Fiksatif
0	0	0
10	0,022	0,029
20	0,039	0,020
30	0,037	0,018
40	0,025	0,036
50	0,021	0,022
60	0,024	0,023
70	0,019	0,022
120	0,036	0,020

APPENDIKS C

HASIL ANALISA KOMPONEN GC-MS

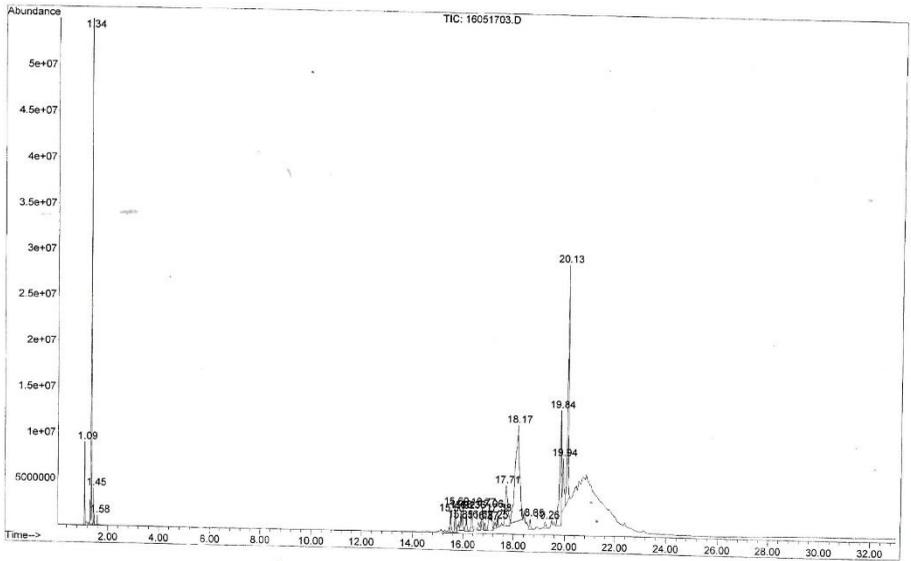
1. Hasil Analisa Komponen Minyak Akar Wangi MHD Segar 1 cm

File : C:\MSDChe\1\DATA\PROFILING\2017\16051708.D
Operator : tiko
Acquired : 17 May 2017 11:25 using AcqMethod PROFILE1.M
Instrument : Instrument #1
Sample Name : S-127
Misc Info : 0.4 ul split 1:100 scan 20-600 amu
Vial Number : 1



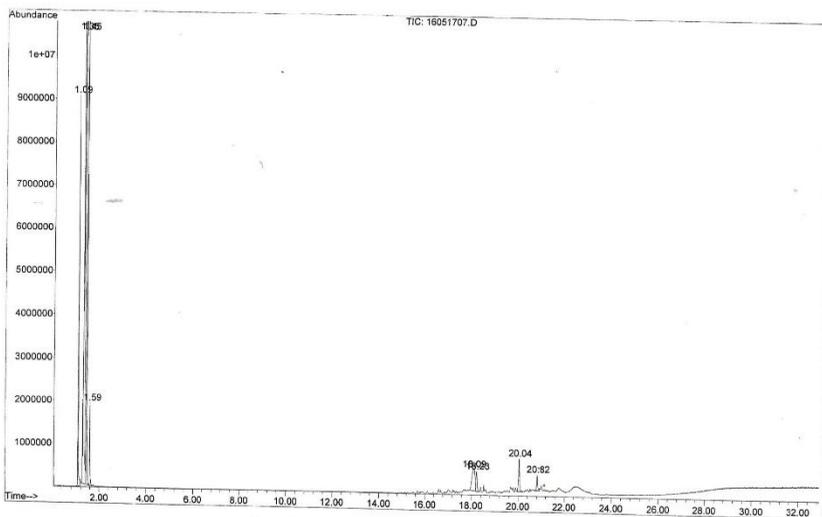
2. Hasil Analisa Komponen Minyak Minyak Akar Wangi MHD Kering 1 cm

File : C:\MSDCHEM\1\DATA\PROFILING\2017\16051703.D
Operator : tiko
Acquired : 16 May 2017 15:23 using AcqMethod PROFILE1.M
Instrument : Instrument #1
Sample Name : 5-126
Disc Info : 0.4 ul split 1:100 scan 20-600 amu
Vial Number : 1



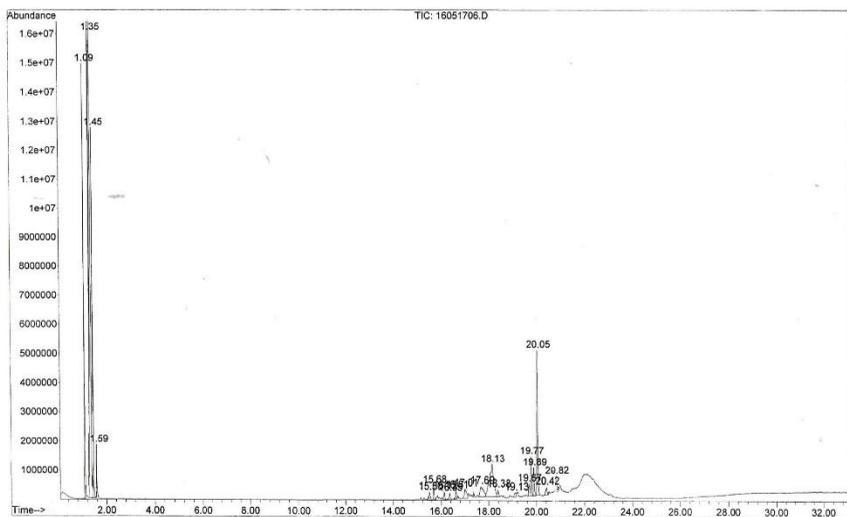
3. Hasil Analisa Komponen Minyak Akar Wangi SFME Kering serbuk

File :C:\MSDCHEM\1\DATA\PROFILING\2017\16051707.D
Operator : tiko
Acquired : 17 May 2017 10:44 using AcqMethod PROFILE1.M
Instrument : Instrument #1
Sample Name: 5-125
Misc Info : 0.4 ul split 1:100 scan 20-600 amu
Vial Number: 1



4. Hasil Analisa Komponen Minyak Akar Wangi SFME Segar 1 cm

File : C:\MSDCHEM\1\DATA\PROFILING\2017\16051706.D
Operator : tiko
Acquired : 17 May 2017 10:03 using AcqMethod PROFILE1.M
Instrument : Instrument #1
Sample Name : 5-124
Misc Info : 0.4 ul split 1:100 scan 20-600 amu
Vial Number: 1



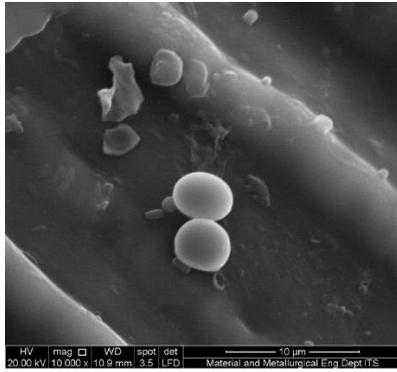
APPENDIKS D
DOKUMENTASI PENELITIAN



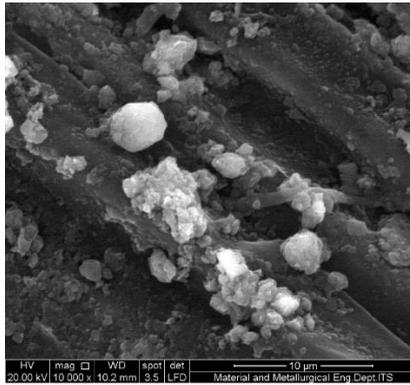
Gambar D.1 Akar Wangi



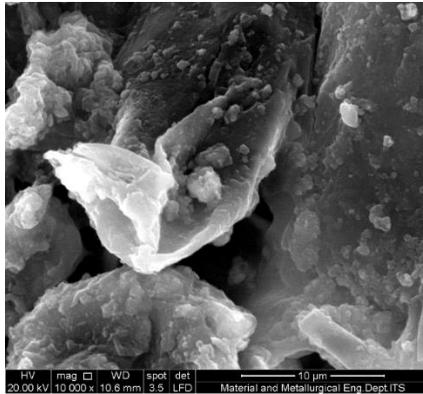
Gambar D.2 Akar Wangi dalam Labu Leher Tiga



Gambar D.3 Hasil SEM (Perbesaran 10.000 kali) Akar Wangi Sebelum Ekstraksi

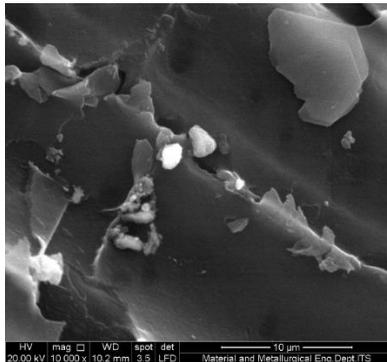


(a)

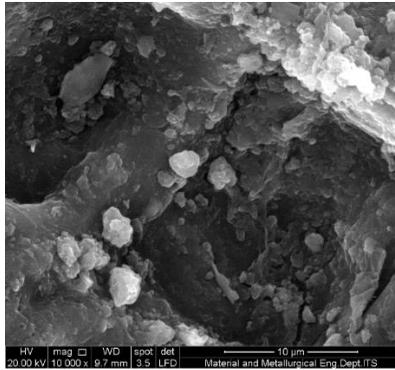


(b)

Gambar D.4 Hasil SEM (Perbesaran 10.000 kali) Akar Wangi Setelah Ekstraksi dengan Menggunakan Metode *Microwave Hydrodistillation* (MHD) (a) Bahan Segar (b) Bahan Kering



(a)



(b)

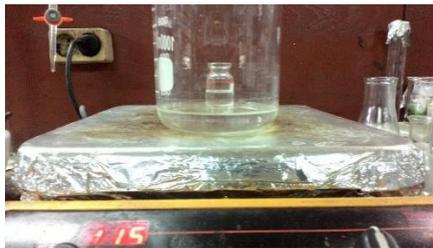
Gambar D.5 Hasil SEM (Perbesaran 10.000 kali) Akar Wangi dengan Menggunakan Metode *Solvent-Free Microwave Extraction* (SFME) (a) Bahan Segar (b) Bahan Kering



(a)



(b)



(c)

Gambar D.10 Peralatan Ekstraksi (a) Penyulingan (b) Pemisahan Cair-Cair (c) Penguapan n-Heksana

Halaman ini sengaja dikosongkan

RIWAYAT HIDUP PENULIS



EDWIN FATAH DANISWARA, lahir di Jakarta, 23 September 1995. Menempuh pendidikan formal di SDN 05-Pagi Jakarta Timur, SMPN 252 Jakarta, dan SMAN 61 Jakarta. Pada tahun 2013, penulis melanjutkan pendidikan S-1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri. Penulis mengambil bidang studi lebih spesifik di Laboratorium Teknologi Proses untuk mengerjakan tugas akhir. Bersama dengan *partner*, penulis

mengerjakan tugas pra-desain pabrik dengan judul **“Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida”** dan melakukan penelitian dengan judul **“Ekstraksi Minyak Atsiri dari Akar Wangi dengan Metode *Microwave Hydrodistillation* (MHD) dan *Solvent-Free Microwave Extraction* (SFME)”** di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA. Pada tahun 2016, penulis melakukan kerja praktik di, PT Adiprima Suraprinta, Gresik. Saat menempuh pendidikan di kampus, penulis sempat mengikuti kegiatan kemahasiswaan sebagai pengurus *Social Development Department*, Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (HIMATEKK) FTI-ITS. Selain itu, penulis juga sempat mengikuti kegiatan kemahasiswaan yang diselenggarakan oleh departemen, fakultas, maupun institut.

Telp : 08987062667

E-mail : edwin.daniswar@gmail.com

Alamat : Komplek TNI AL, Jatibening, Pondok Gede, Bekasi



TAUFIK IMAM ROHADI, lahir di Sukoharjo, 27 Februari 1995. Memulai pendidikan formal pada tahun 2001 di SDN Gentan 02, dilanjutkan dengan SMPN 1 Sukoharjo dan SMAN 1 Sukoharjo. Pada tahun 2013, penulis melanjutkan pendidikan S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri. Melalui bidang Teknologi Proses Kimia penulis menekuni skripsi ini sehingga berhasil menyelesaikannya dengan bantuan dari berbagai pihak. Bersama

dengan *partner*, penulis mengerjakan tugas pra-desain pabrik dengan judul **“Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida”** dan melakukan penelitian dengan judul **“Ekstraksi Minyak Atsiri dari Akar Wangi dengan Metode *Microwave Hydrodistillation (MHD)* dan *Solvent-Free Microwave Extraction (SFME)*”** di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA. Sebelumnya, penulis mempunyai pengalaman kerja praktik di, P.T. Holcim Indonesia Tuban Plant Tbk, Tuban. Semasa menempuh pendidikan di kampus perjuangan, penulis aktif di kegiatan kepanitian di dalam dan luar jurusan berupa acara institut dan pelatihan, juga telah dua kali didanai PKM-nya oleh DIKTI.

Telp : 085725635478 / 082220081774

E-mail : taufikimamrohadi@gmail.com

Alamat : Nanggulan RT03/07 Gentan Bendosari Sukoharjo