

Proses Pengambilan Minyak Atsiri Dari Daun Nilam Dengan Pemanfaatan Gelombang Mikro (*Microwave*)

Novita Setya H, Aprilia Budiarti, dan Mahfud

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

mahfud@chem-eng.its.ac.id

Abstrak--Minyak daun nilam merupakan salah satu jenis minyak atsiri yang sering juga disebut dengan minyak eteris atau minyak terbang. Proses pembuatan minyak daun nilam dapat dilakukan dengan destilasi air, destilasi uap-air dan destilasi uap. Untuk menaikkan harga jual minyak atsiri dan mengoptimalkan potensi minyak atsiri, maka perlu dilakukan usaha untuk menaikkan mutunya sehingga sesuai dengan standart mutu (SNI). Salah satu cara adalah memperbaiki teknik destilasi dan memperbaiki kondisi operasi agar proses destilasi dapat menghasilkan minyak atsiri dengan standart mutu yang berlaku. Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan gelombang mikro (*microwave*), pertama daun nilam sebanyak 100 gram ditambahkan pelarut atau steam untuk variabel daun kering, untuk daun kering di labu destilasi II diberi steam dari labu destilasi I yang bersuhu 100°C dan tekanannya ± 1 atm yang dialirkan ke labu destilasi II, sedangkan untuk daun kering dengan penambahan pelarut kemudian memanaskan labu destilasi yang berisi daun nilam dengan mengatur daya pemanas dan suhu pada proses destilasi sesuai dengan variabel yang ditentukan. Kemudian menampung destilat dan memisahkan air dengan minyak menggunakan corong pemisah kemudian minyak disimpan ke dalam freezer, kemudian menganalisa minyak yang dihasilkan. Dari hasil penelitian diperoleh %rendemen minyak yang dihasilkan dengan menggunakan MDP lebih besar daripada menggunakan MDS untuk daun nilam utuh maupun daun nilam cacah (± 2 cm). Perlakuan daun cacah (± 2 cm) lebih baik secara kuantitas dibandingkan dengan perlakuan daun utuh. Dan % *pactchouli alcohol* pada daun nilam cacah lebih besar dibandingkan dengan daun nilam utuh.

Kata Kunci -- Minyak atsiri, Destilasi, Ekstraksi, Microwave.

I. PENDAHULUAN

MINYAK atsiri dikenal juga dengan nama minyak eteris atau minyak terbang (*essential oil, volatil oil*) yang dihasilkan oleh tanaman. Diperoleh dari akar, batang, daun, bunga tanaman. Minyak atsiri mempunyai sifat-sifat mudah menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi, mempunyai rasa getir (*pungent taste*), berbau wangi sesuai dengan bau tanamannya, umumnya larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air. Minyak atsiri dalam industri digunakan untuk pembuatan kosmetik, parfum, *antiseptik*, obat-obatan, "*flavoring agent*" dalam bahan pangan atau minuman dan sebagai pencampur rokok kretek serta sebagai *aromatherapy* [1].

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth*) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang cukup penting sebagai komoditi ekspor Indonesia dan menyumbang devisa sekitar 60 % dari total ekspor minyak

atsiri nasional. Indonesia merupakan pemasok minyak nilam terbesar dunia dengan kontribusi 90 % [2].

Beberapa hal yang dapat dijadikan solusi untuk meningkatkan kualitas minyak nilam, antara lain adalah proses pembudidayaan tanaman nilam, teknik destilasi dan per alatan yang digunakan, perlakuan bahan baku, proses pemurnian minyak nilam serta pengemasan produk minyak nilam. Ada beberapa jenis metode yang bisa dilakukan untuk memisahkan atau mendapatkan minyak nilam, antara lain penyulingan (distilasi), ekstraksi dan lain – lain. Tetapi saat ini yang sering digunakan adalah penyulingan. Dari segi teknik destilasi yang digunakan, dengan menggunakan metode destilasi uap-air (*steam-hydro distillation*) dapat dihasilkan rendemen minyak nilam yang lebih bagus dibandingkan dengan metode konvensional yang menggunakan destilasi air (*water distillation*) [3]. Selain itu, diperlukan juga kondisi operasi dan desain alat yang optimal sehingga didapatkan minyak nilam yang memiliki kualitas yang baik. Namun dengan metode tersebut dibutuhkan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan minyak nilam yang bagus. Oleh karena itu perlu ditemukan metode baru yaitu *microwave distillation* yang dapat mempercepat proses destilasi dengan waktu yang lebih cepat serta ketersediaan *microwave* yang cukup mudah didapatkan di masyarakat [4].

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari proses pengambilan minyak nilam (*pactchouli alcohol*) dari daun nilam dengan menggunakan *microwave distillation*. Mempelajari beberapa faktor yang berpengaruh seperti pengaruh waktu penyulingan minyak daun nilam, kondisi daun, perlakuan bahan (dicacah ± 2 cm dan daun utuh) terhadap rendemen dan mutu minyak nilam yang dihasilkan.

II. METODOLOGI

A. Bahan yang digunakan

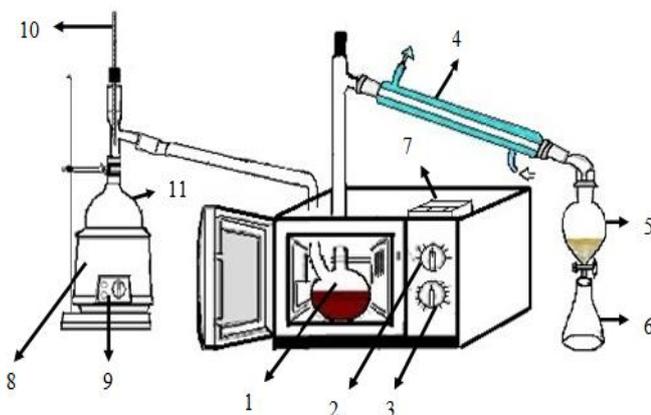
Daun nilam yang digunakan jenis nilam aceh varietas sidikalang yang diambil dalam keadaan segar/basah dari daerah klaten. Kemudian bahan dikeringkan selama 3-4 hari dengan kadar air berkisar antara 14-17%. Setelah itu sebelum di destilasi bahan yang sudah kering dilakukan perajangan dengan variabel ukuran daun yang sudah ditentukan. Sedangkan untuk variabel daun basah, daun langsung di destilasi tanpa mengalami proses pengeringan.

B. Deskripsi Peralatan

Seperangkat peralatan yang diperlukan untuk metode *microwave distillation* dengan *steam* adalah sebagai berikut :

1. Satu unit *Microwave* yang digunakan sebagai pemanas. Dengan dimensi panjang 50 cm, lebar 40 cm dan tinggi 40 cm. Serta daya output yang digunakan sebesar 400 W dengan frekuensi 2450 MHz
2. Distiler yang digunakan berupa labu leher dua yang terbuat dari kaca dengan volume 1000 ml dan sebuah *connector* yang terbuat dari kaca yang berfungsi untuk menghubungkan *distiller* dengan kondensor.
3. Seperangkat pembangkit steam yang terdiri dari labu yang terbuat dari kaca dengan volume 1000 ml dan sebuah heating mantle yang digunakan untuk memanaskan air dalam labu serta sebuah *connector* yang terbuat dari kaca yang berfungsi untuk menghubungkan pembangkit *steam* dengan *distiller*.
4. Kondensor yang digunakan adalah kondensor *liebig* yang berfungsi mendinginkan uap yang terbentuk menjadi liquid.
5. Alat pemisah yang digunakan untuk memisahkan minyak nilam dengan air
6. Pengukur suhu seperti termometer yang digunakan untuk mengukur suhu pada pembangkit steam dan termokopel untuk mengetahui suhu pada *microwave*.

Rangkaian alat pada metode *microwave distillation* dengan *steam* disajikan secara lengkap pada Gambar 1. Sedangkan untuk rangkaian alat pada metode *microwave distillation* dengan menggunakan pelarut disajikan pada gambar 1 hanya saja tanpa menggunakan pembangkit steam.



Keterangan gambar 1 :

- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1. Labu leher dua | 7. Termokopel |
| 2. Pengatur daya | 8. Heating mantle |
| 3. Pengatur timer | 9. Pengatur suhu |
| 4. Kondensor <i>Liebig</i> | 10. termometer |
| 5. Corong pemisah | 11. Labu (1000 ml) |
| 6. Erlenmeyer | |

Gambar 1. Skema Peralatan *Microwave Distillation* dengan *Steam*

C. Prosedur

Untuk metode *microwave distillation* dengan menggunakan steam prosedurnya adalah sebagai berikut, mula-mula menimbang daun nilam sebanyak 100 gram. Memasukkan daun nilam yang telah ditimbang tersebut pada labu destilasi tanpa penambahan air pada *microwave distillation*. Kemudian memanaskan air pada labu untuk digunakan sebagai steam generator, proses pemanasan menggunakan heating mantle. Menyalakan pemanas

microwave dan mengatur daya *microwave* sesuai dengan variabel suhu. Menghitung waktu destilasi mulai tetes pertama keluar dari kondensor. Lalu menghentikan proses sesuai dengan waktu yang ditentukan. Menampung destilat dalam corong pemisah dan memisahkan minyak dari air dengan menggunakan corong pemisah, kemudian menampung minyak tersebut pada tabung reaksi dan di simpan dalam freezer untuk mendapatkan minyak yang bebas dari air. Kemudian mengambil minyak yang bebas dari kandungan air tersebut lalu melakukan analisa terhadap minyak yang dihasilkan. Sedangkan untuk *microwave distillation* dengan menggunakan pelarut prosedur sama dengan metode *microwave distillation* dengan pelarut hanya saja tanpa menggunakan steam generator.

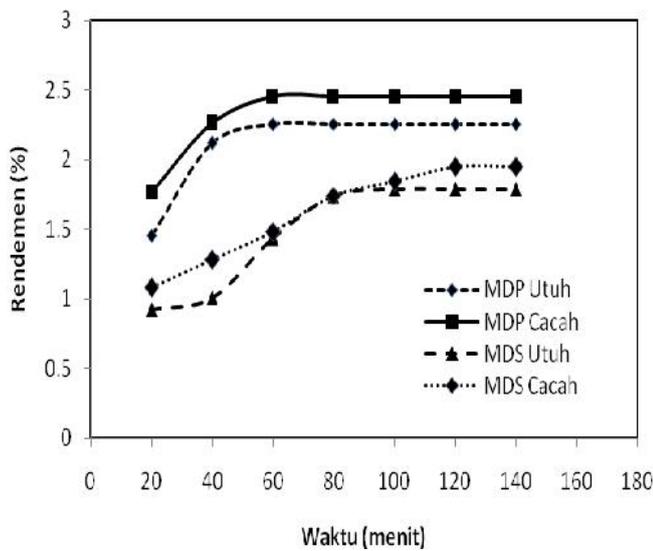
D. Kondisi Operasi dan Variabel

- Tekanan atmosferik.
- Massa daun nilam 100 gram.
- Kadar air daun : 85-88%, 14-17%.
- Temperatur destilasi : 105, 110, 115, 120 °C
- Ukuran daun : ± 2 cm, 4-5cm.
- Waktu pengamatan : 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 menit

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Waktu Distilasi

Hasil penelitian distilasi dengan menggunakan *microwave* untuk variabel pengaruh waktu distilasi terhadap rendemen minyak nilam ditunjukkan pada gambar 2. Pada gambar 2 menunjukkan bahwa pengaruh dari waktu pengamatan (menit) dan rendemen minyak (%) dari suhu 120 °C pada masing-masing metode (MDP maupun MDS daun utuh (4-5cm) dan daun cacah (±2cm)). Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa pada variabel MDP daun utuh (4-5cm) maupun cacah (±2cm) diatas mencapai rendemen maksimum pada 60-120 menit sedangkan variabel MDS daun utuh (4-5cm) maupun cacah (±2cm) diatas mencapai rendemen maksimum pada 120-140 menit, ini menunjukkan bahwa efisiensi alat yang digunakan akan berkerja secara optimal sampai batas 60-120 menit pada MDP dan 120-140 menit pada MDS. Setelah waktu destilasi lebih dari 60-120 menit pada MDP dan 120-140 menit pada MDS peningkatan rendemen tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan karena kandungan minyak atsiri dalam bahan baku sudah mulai berkurang. Dan jika diteruskan mendestilasi sampai lebih dari 60-120 menit pada MDP dan 120-140 menit pada MDS maka akan mengakibatkan kekosongan pada bahan (daun nilam) yang digunakan.



Gambar 2. Hubungan rendemen terhadap waktu minyak untuk suhu 120⁰C

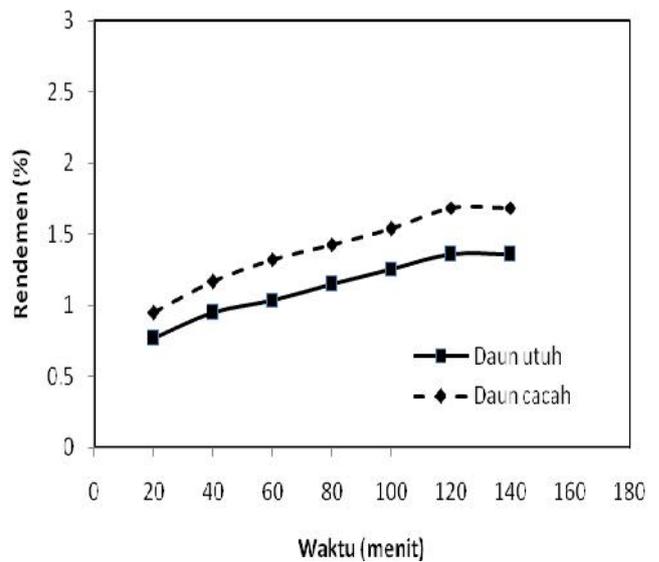
Penggunaan *microwave* dalam penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan rendemen dalam waktu yang lebih cepat jika dibandingkan dengan metode penelitian-penelitian sebelumnya yaitu metode *hydro distillation* maupun *steam-hydro distillation*. Hal ini dapat dilihat dari tabel 1 yang menunjukkan bahwa rendemen maksimum yang diperoleh setelah proses berjalan selama 60-120 menit pada MDP berkisar antara 1,36 s.d 2,46 dan 120-140 menit pada MDS berkisar antara 1,4604-1,9485. Besaran rendemen tersebut sesuai dengan hasil penelitian-penelitian sebelumnya [5] yang menghasilkan rendemen 1,94 (*conventional sparger*) dan 2,37 (*steam agitation*) dalam waktu 8 jam dengan massa yang sama yaitu 100 gram. Data ini menunjukkan bahwa menggunakan *microwave* mampu meningkatkan rendemen dengan waktu yang jauh lebih singkat.

Tabel 1. Perbandingan % Rendemen *Microwave distillation*

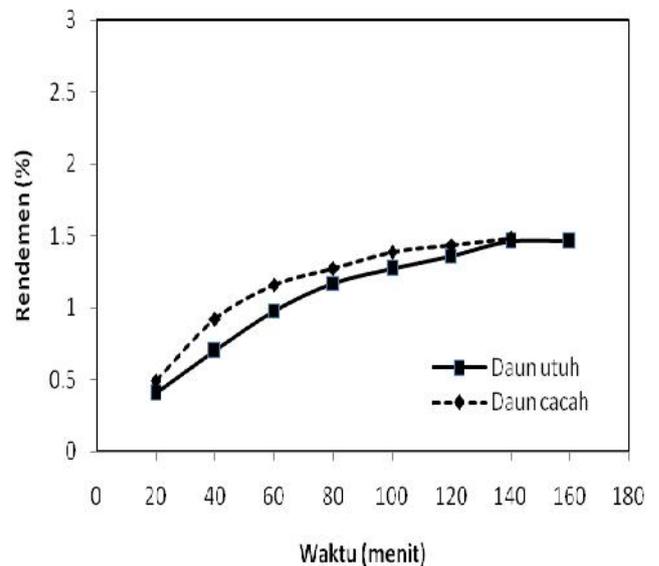
Parameter yang dianalisa	Hasil penelitian <i>Microwave Distillation</i>		Bangkit Gotama dan Yuni Pratidina 2011	
	MDP (<i>Microwave Daun + Pelarut</i>)	MDS (<i>Microwave Daun+ Steam</i>)	Conventia 1 sparger	Steam Agitator
% Rendemen Waktu	1,36-2,46	1,46-1,95	1,94	2,37
	60-120 menit	120-140 menit	8 jam	8 jam

B. Pengaruh Ukuran Daun

Persen rendemen minyak nilam yang dihasilkan dari penyulingan dipengaruhi oleh ukuran daun. Semakin kecil ukuran daun maka rendemen yang dihasilkan akan semakin besar. Hubungan pengaruh ukuran daun terhadap persen rendemen ditunjukkan pada gambar 3 dan 4 berikut ini:



Gambar 3. Hubungan rendemen terhadap waktu minyak pada MDP suhu 105⁰C



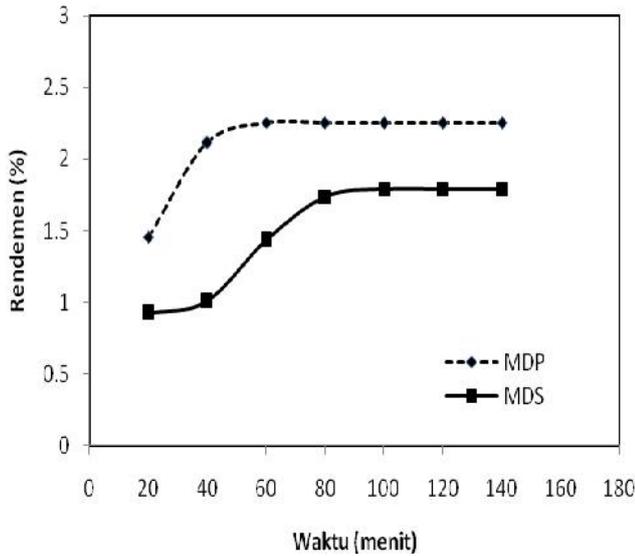
Gambar 4. Hubungan rendemen terhadap waktu minyak pada MDS suhu 105⁰C

Dari gambar 3 dan 4 menunjukkan bahwa pada perlakuan daun cacah (± 2 cm), % rendemen yang dihasilkan lebih besar yaitu 1,6823 % (gambar 3) dan 1,4783 % (gambar 4) dibandingkan pada daun utuh (4-5cm) baik untuk MDP maupun MDS. Hal ini dikarenakan volume minyak nilam yang dihasilkan lebih tinggi pada perlakuan daun cacah daripada daun utuh. Hal ini sesuai dengan literatur dimana proses pencacahan (perajangan) mengakibatkan kelenjar – kelenjar minyak menjadi terbuka dan ukuran ketebalan bahan ditempat terjadinya difusi (proses perpindahan minyak ke pengestrak) menjadi berkurang sehingga laju penguapan minyak nilam dari daun nilam menjadi lebih cepat [6].

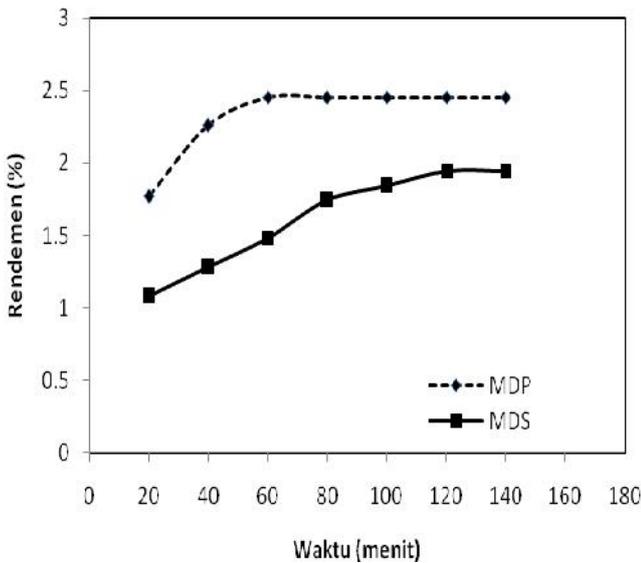
C. Pengaruh Metode Distilasi

Metode distilasi berpengaruh terhadap persen rendemen yang dihasilkan. Hal ini ditunjukkan pada gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa metode yang menghasilkan rendemen minyak paling banyak adalah metode MDP dengan daun utuh (4-5 cm) pada suhu 120 C adalah 2,2568 % dan MDP daun cacah (± 2 cm) adalah 2,4567 % untuk waktu destilasi

selama 60 menit. Hal ini disebabkan karena dalam penggunaan pelarut dapat membantu membuka pori-pori daun nilam yang dimana di dalamnya terdapat kantung-kantung minyak, sehingga nantinya minyak-minyak tersebut dapat ikut menguap terbawa oleh pelarut.



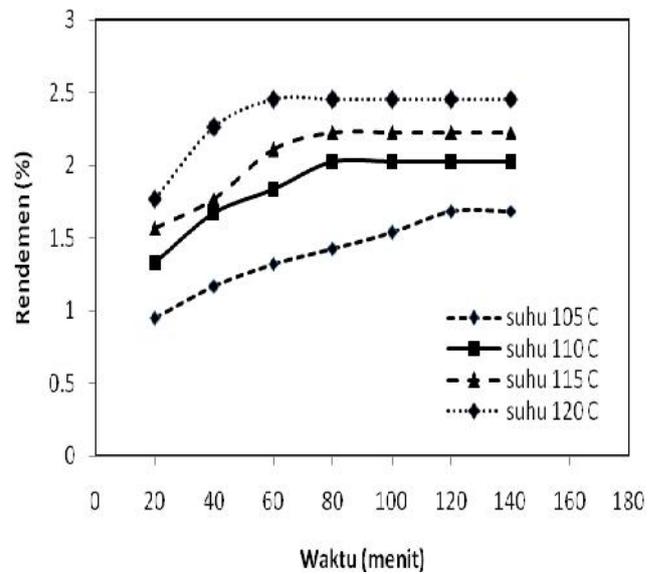
Gambar 5. Hubungan rendemen terhadap waktu minyak pada daun utuh (4-5cm) suhu 120°C



Gambar 6. Hubungan rendemen terhadap waktu minyak pada daun cacah (±2cm) suhu 120°C

D. Pengaruh Suhu Distilasi

Untuk mengetahui pengaruh variabel suhu terhadap rendemen yang dihasilkan disajikan pada gambar 7. Dari gambar 7 dapat disimpulkan bahwa suhu yang menghasilkan rendemen minyak paling banyak adalah pada suhu 120 °C. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu maka volume minyak yang dihasilkan pada permulaan penyulingan juga semakin banyak dan hal ini sesuai dengan literatur yang menyebutkan bahwa suhu yang tinggi dan pergerakan air yang disebabkan oleh kenaikan suhu dalam ketel penyuling, mempercepat proses difusi. Sehingga dalam keadaan seperti itu seluruh minyak atsiri yang terdapat dalam jaringan tanaman akan terekstrak dalam jumlah yang lebih besar lagi [6].



Gambar 7. Grafik hubungan waktu vs rendemen minyak pada daun MDP daun cacah (±2cm)

E. Perbandingan Kualitas Minyak Nilam

Hasil analisa kualitas minyak nilam dengan pengaruh variabel ukuran daun dan metode distilasi terhadap standar mutu (SNI) disajikan dalam tabel 2. Pada tabel 2 menunjukkan bahwa sebagian besar parameter yang ada mulai warna, indeks bias, dan bilangan asam menunjukkan angka yang sesuai dari standar mutu (SNI) yang ada. Hanya angka densitas yang sedikit berbeda bila dibandingkan dengan standar mutu minyak nilam (SNI). Ini disebabkan oleh adanya sedikit kandungan air yang terdapat dalam produk yang dihasilkan. Air yang terikut ini membuat densitas menjadi tambah berat. Adanya kandungan air ini sebagai dampak dari penggunaan solvent air dalam proses destilasi yang digunakan.

Tabel 2. Hasil Analisa Minyak Nilam

Kondisi Daun	Parameter yang dianalisa	Perlakuan bahan		Standar Minyak Nilam
		Utuh (4-5cm)	Cacah (±2cm)	
MDB	Warna	-	-	Kuning muda sampai cokelat kemerahan
	Densitas	-	-	0,950-0,975
	Bilangan Asam	-	-	Maks 8
	Indeks Bias (n _D ²⁰)	-	-	1,507-1,515
MDP	Warna	Kuning muda	Kuning muda	Kuning muda sampai cokelat kemerahan
	Densitas	0,9357-0,9603	0,961-0,988	0,950-0,975
	Bilangan Asam	1,122-2,244	1,122-2,805	Maks 8
	Indeks Bias (n _D ²⁰)	1,5084-1,5094	1,509-1,5092	1,507-1,515
MDS	Warna	Kuning muda	Kuning muda	Kuning muda sampai cokelat kemerahan
	Densitas	0,9181-0,9736	0,951-0,9855	0,950-0,975
	Bilangan Asam	1,571-2,805	1,683-2,244	Maks 8
	Indeks Bias (n _D ²⁰)	1,5090-1,5113	1,508-1,511	1,507-1,515

F. Kandungan dan Komposisi Minyak Nilam

Minyak nilam mengandung lebih dari 30 jenis komponen kimia dan komponen utamanya adalah *patchouli alcohol*. Hal ini dapat dilihat pada tabel 3 yang menyajikan data kandungan *patchouli alcohol* dalam minyak nilam dengan menggunakan GCMS.

Tabel 3.
Komposisi Minyak Nilam

No	Komponen	Daun dicacah	Daun utuh	Metode identifikasi
1.	Beta-patchoulene	1,89	2,54	GCMS
2.	Beta-elemene	0,81	1,02	GCMS
3.	4-fluorobenzoic acid	0,78	0,89	GCMS
4.	Tans-caryophyllene	2,93		GCMS
5.	Alpha-guaiene	14,09	15,27	GCMS
6.	Seychellene	7,92	8,05	GCMS
7.	4,7,10-cycloundecatriene	0,62		GCMS
8.	Alpha-patchoulene	5,29	5,80	GCMS
9.	Alpha-elemen	1,40		GCMS
10.	Patchoulene	1,47	1,70	GCMS
11.	Azulene	0,43		GCMS
12.	Gamma-gurjunene	0,39		GCMS
13.	Alpha-selinene	3,27		GCMS
14.	Delta-guaiene	17,17	20,28	GCMS
15.	Bicyclo[4.4.0]Dec-1-En	0,26		GCMS
16.	1-(2,4-dimethylphenyl)-2-phenyl	0,97		GCMS
17.	Azulene,1,2,3,5,6,7,8,8a-octahyl	0,51	0,61	GCMS
18.	Caryophyllene oxide	1,03	0,55	GCMS
19.	(3E,5E,8Z)-3,7,11-Trimethyle	0,23		GCMS
20.	6-isopropenyl-4-8a-dimethyl-1,2	0,38		GCMS
21.	Thujopsene	0,49		GCMS
22.	Alloaromadendrene	0,86		GCMS
23.	Azulene,1,2,3,5,6,7,8,8a-octahyl	0,33	0,30	GCMS
24.	1,4-Methanoazulene, decahydro-4	2,30		GCMS
25.	5,5,8a-Trimethyldecalin-1-one	0,39		GCMS
26.	Patchouli alcohol	31,88	27,24	GCMS
27.	Tricyclo[5.2.2.0(1,6)]undecan-3	0,39		GCMS
28.	2(1H)Naphthalenone, 3,5,6,7,8,8.	0,51		GCMS
29.	Benzene, 1,3-diethyl-5-methyl-	0,40		GCMS
30.	7-(1-methyl-ethenyl)-1-hydroxy-	0,41		GCMS
31.	Corymbolone	0,20		GCMS
32.	Beta-caryophyllene		3,73	GCMS
33.	Alpha-humulene		0,76	GCMS
34.	1,2,4-Metheno-1H-indene, octahy.		2,08	GCMS
35.	.beta.-Maaliene S\$ 1H-Cycloprop.		0,65	GCMS
36.	Aciphylene		4,65	GCMS
37.	7-epi-.alpha.-selinene		0,28	GCMS
38.	7,8-Dihydroxy-4,5-dimethyl-3,4-		1,01	GCMS
39.	1,8-Nonadiene, 2,7-dimethyl-5-		0,26	GCMS
40.	Spathulenol		0,48	GCMS
41.	11-Oxatetracyclo[5.3.2.0(2,7)		0,36	GCMS
42.	Ledol		0,93	GCMS
43.	1-Naphthalenol, decahydro-1,4a-		0,38	GCMS
44.	1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,6,7		0,19	GCMS

Pada variabel ukuran daun hasil % *patchouli alcohol* pada minyak nilam dari daun nilam yang dicacah ± 2 cm lebih besar bila dibandingkan dengan daun nilam utuh 4-5cm, hal ini ditunjukkan pada tabel 3 yaitu untuk daun nilam cacah % *patchouli alcohol* sebesar 31,88% dan pada daun nilam yang tidak dicacah/utuh sebesar 27,24%. Hal ini dikarenakan akibat proses pencacahan menyebabkan lebih banyak yang dihasilkan sehingga lebih banyak pula *patchouli alcohol* yang terekstrak. Selain itu, akibat proses pemanasan dengan adanya proses pencacahan, komponen berat seperti *patchouli alcohol* akan lebih mudah terekstrak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan daun memberikan pengaruh terhadap kandungan *patchouli alcohol* yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang kami dapatkan dari hasil penelitian proses pengambilan minyak nilam dengan metode *microwave distillation* adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan *microwave distillation* mampu meningkatkan rendemen dengan waktu yang lebih singkat daripada metode konvensional.
2. Dari hasil penelitian yang diperoleh % rendemen minyak yang dihasilkan dengan menggunakan MDP lebih besar

daripada menggunakan MDS untuk daun nilam utuh maupun daun nilam cacah (± 2 cm) yaitu berkisar antara 1,3567-2,4566, sedangkan % rendemen untuk MDS berkisar antara 1,4604-1,9485.

3. Perlakuan daun cacah (± 2 cm) lebih baik secara kuantitas dibandingkan dengan perlakuan daun utuh. Hal ini dibuktikan dari % rendemen minyak atsiri yang dihasilkan pada daun cacah (± 2 cm) yaitu sebesar 2,4566 % untuk metode MDP dan 1,9485 % untuk MDS
4. Semakin tinggi suhu pemanasan, maka volume minyak yang dihasilkan akan semakin besar. Sehingga % rendemen yang dihasilkan juga akan semakin besar seiring semakin besarnya suhu pemanasan.
5. Dari hasil analisa kualitatif (GCMS), komponen terbesar dari minyak nilam dari daun nilam adalah *patchouli alcohol*. Dan % *patchouli alcohol* pada daun nilam cacah lebih besar dibandingkan dengan daun nilam utuh yaitu sebesar 31,88% untuk daun nilam cacah dan 27,24 % untuk daun nilam utuh.
6. Pada metode MDP maupun MDS untuk menghasilkan rendemen maksimum diperlukan waktu berkisar antara 60-120 menit untuk MDP sedangkan untuk MDS waktu yang diperlukan sebesar 120-140 menit. Dengan massa dan rendemen yang sama bila dibandingkan metode *microwave distillation* dapat meningkatkan rendemen minyak dengan waktu yang cepat bila dibandingkan dengan metode konvensional *distillation* yang membutuhkan waktu berkisar antara 6-8 jam.

NOTASI DAN SINGKATAN

MDP : *Microwave Distillation* dengan Pelarut
MDS : *Microwave Distillation* dengan Steam
MDB : *Microwave Distillation* Daun Basah

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suhirman, Shinta, *Aplikasi Teknologi Pemurnian Untuk Meningkatkan Mutu Minyak Nilam*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Bogor (2009).
- [2] Anshory, Jamaludin Al dan Ace Tatang Hidayat, *Konsep Dasar Penyulingan dan Analisa Sederhana Minyak Nilam*. LPPM-Universitas Padjajaran. W.-K. Chen, *Linear Networks and Systems* (Book style). Belmont, CA: Wadsworth (1993) 123–135 (2009).
- [3] Isfaroiny, Rahma dan Mitarlis, *Peningkatan Kadar Patchouli Alcohol Pada Minyak Nilam (Pogostemon cablin Benth) Dengan Metode Distilasi Vakum*, Skripsi Fakultas MIPA UNESA, Surabaya. J. Wang, "Fundamentals of erbium-doped fiber amplifiers arrays (Periodical style—Submitted for publication)," *IEEE J. Quantum Electron.*, didaftarkan untuk dipublikasikan (2005).
- [4] Maryadi, Adhi, *Pembutatan Bahan Acuan Minyak Nilam*. Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian-LIPI. Serpong (2007).
- [5] Bangkit Gotama dan Yuni Pratidina W, *Peningkatan kualitas minyak nilam menggunakan metode steam hydro distillation skala pilot*. Skripsi Fakultas Teknologi Industri ITS, Surabaya (2011).
- [6] Guenther, Ernest, *Minyak Atsiri Jilid I*. Penerjemah Ketaren S. Universitas Indonesia Press : Jakarta (1987).