

PROSES PENGAMBILAN MINYAK ATSIRI DARI TANAMAN NILAM (*Pogestemon cablin Benth*) MENGGUNAKAN METODE MICROWAVE HYDRODISTILLATION

THE PROCESS OF EXTRACTING PATCHOULI ESSENTIAL OIL (*Pogestemon cablin Benth*) USING THE MICROWAVE HYDRODISTILLATION METHOD

Dwi Astri Yuliana¹, Siti Nurhidayati, Zurohaina*¹, Arizal Aswan¹, Ida Febriana¹
Teknik Energi / Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang

Politeknik Negeri Sriwijaya; Jl. Srijaya Negara Bukit Besar, +620711353414 / +6271135518
e-mail: zurohainapolsri@gmail.com, dwiastriyuliana30@gmail.com

ABSTRACT

Patchouli essential oil that is produced using conventional refining technology often does not meet the requirements for export. Refining using conventional technology requires a relatively long time, the energy required is large and the product quality is low. To improve the quality of patchouli oil and energy savings in this study, the process of making patchouli oil using the Microwave hydro distillation method is used. This process is a combination of the use of microwaves with a distillation system. The material in the flash column section which is made of glass will be penetrated by microwave radiation and will be absorbed by the material. This event will cause heat so that the cell walls in the oil will break and the content in the oil will be free to escape. Based on the results of the study using patchouli plant raw materials, the optimal variation in operating time and microwave power to obtain high yields at 60 minutes power was 0.3301% and the lowest SEC value was at 30 minutes power which was 1.889.92 gr / ml. While the results of the study used patchouli leaf raw materials, the optimal variation in operating time and distillation temperature to obtain high yields at a temperature of 98°C minutes 60, namely 0.3301% and the lowest SEC value at a temperature of 98°C minutes 30. which is 1,889.92 gr / ml.

Key words: Essential Oil, Patchouli Oil, Microwave Hydro Distillation, Microwave Power, Temperature

1. PENDAHULUAN

Minyak atsiri atau dikenal dengan nama minyak eteris atau minyak terbang (*volatile oil*). Minyak atsiri merupakan senyawa yang umumnya berwujud cairan yang diperoleh dari bagian tanaman seperti akar, kulit, batang, daun, buah, biji maupun dari bunga dengan cara penyulingan menggunakan uap. Minyak atsiri mudah menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi, mempunyai rasa getir (*pungent taste*), berbau wangi sesuai dengan tanaman penghasilnya minyak atsiri dapat larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air (Suhirman, 2009). Kebutuhan minyak atsiri semakin tahun semakin meningkat seiring dengan meningkatnya perkembangan industri modern seperti industri parfum, kosmetik, makanan, farmasi, aroma terapi dan obat-obatan (Ella, dkk., 2013).

Minyak nilam (*patchouli oil*) merupakan salah satu produk terpenting di dunia industri khususnya industri kosmetik dan farmasi. Berdasarkan data statistik nilam ditjen perkebunan tahun 2018, total produksi minyak nilam adalah sebesar 2.195 ton dimana produksi terbanyak pada provinsi Sulawesi Tenggara, Aceh, Jambi dan Sumatera Barat. Berdasarkan data ekspor minyak nilam tahun 2016 Indonesia mengeksport minyak nilam sebesar 1.166 ton

dengan negara tujuan ekspor terbanyak yaitu India, Swiss, perancis dan singapura.

Meskipun Indonesia merupakan penghasil minyak nilam terbesar, namun kualitasnya masih fluktuasi bahkan cenderung rendah. Hal ini terjadi karena kualitas bahan baku yang kurang bagus atau penggunaan alat ekstraksi dan teknologi proses yang kurang optimal (Bambang, dkk., 2013). Saat ini, sebagian besar petani penyuling minyak nilam masih menggunakan ketel suling konvensional atau tradisional yang sederhana untuk melakukan proses penyulingan minyak nilam. Kendala yang terjadi dalam mendapatkan minyak nilam yang bermutu bagus antara lain adanya kandungan campuran senyawa lainnya sehingga mengakibatkan kualitas minyak nilam di Indonesia kurang baik, disisi lain metode konvensional dibutuhkan waktu yang relatif lama yaitu 6-8 jam. Waktu operasi yang cukup lama tersebut menyebabkan energi yang dibutuhkan cukup besar dan banyak senyawa yang ada pada minyak teruapkan. Hal ini didukung dari data penelitian Arifiansyah, dkk., (2019) pada penyulingan minyak nilam dengan menggunakan metode konvensional menggunakan bahan baku terna nilam sebanyak 50 kg membutuhkan waktu penyulingan cukup lama yaitu 5 jam dan dan menghasilkan rendemen sebesar 2,369%. Selain itu penelitian menggunakan penyulingan konvensional yang dilakukan Gotama dkk, dengan bahan baku daun

nilam menggunakan waktu operasi selama 8 jam menghasilkan rendemen 0,69 – 0,72% (Gotama, dkk., 2011).

Penghematan energi dan peningkatan kualitas minyak nilam sangat diharapkan dalam proses produksi minyak nilam, saat ini terdapat metode baru yaitu dengan metode distilasi gelombang mikro. Proses ini pada dasarnya merupakan kombinasi antara pemanfaatan gelombang mikro dengan sistem distilasi. Prinsip kerjanya adalah bahan dalam *flash column section* yang terbuat dari bahan kaca maupun kuarsa akan ditembus oleh radiasi gelombang mikro dan akan diserap oleh bahan. Peristiwa ini akan menimbulkan panas sehingga dinding sel pada minyak akan pecah dan kandungan yang ada dalam minyak akan bebas keluar. Selain itu, alat ini juga dirancang vakum yang bertujuan untuk menurunkan titik didih campuran dan menghindari terjadinya reaksi oksidasi pada komponen yang akan dipisahkan serta mencegah bau gosong pada minyak atsiri.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh daya *microwave*, waktu operasi dan temperatur distilasi terhadap rendemen minyak tanaman nilam yang dihasilkan. Mendapatkan kondisi optimum pada waktu operasi, daya *microwave* dan temperatur distilasi menggunakan proses *microwave hydro distillation*. Menentukan *specific energy consumption* (SEC) pada proses distilasi menggunakan metode *microwave hydro distillation*.

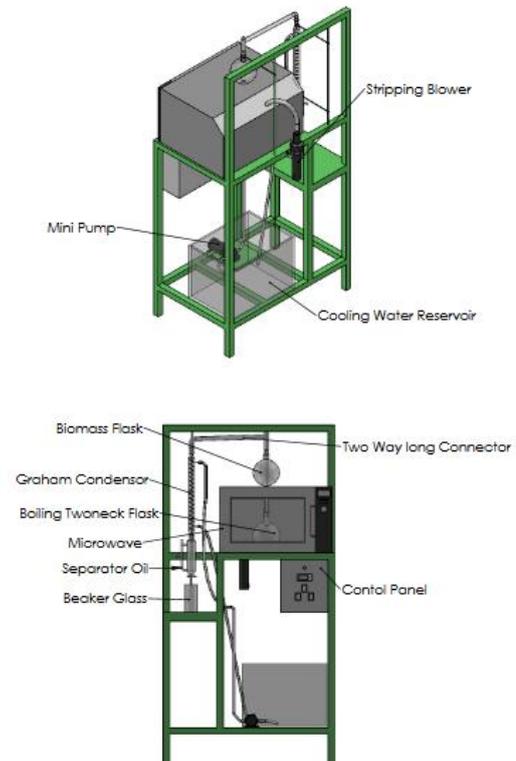
1.1 Prinsip Pemanasan Gelombang Mikro

Prinsip pemanasan menggunakan gelombang mikro adalah berdasarkan tumbukan langsung dengan material polar atau solvent dan diatur oleh dua fenomena yaitu konduksi ionik dan rotasi dipol. Dalam sebagian besar kasus, kedua fenomena tersebut berjalan secara simultan. Konduksi ionik mengacu pada migrasi elektrophoretik ion dalam pengaruh perubahan medan listrik. Resistansi yang ditimbulkan oleh larutan terhadap proses migrasi ion menghasilkan friksi yang akan memanaskan larutan. Rotasi dipol merupakan pengaturan kembali dipol-dipol molekul akibat medan listrik yang terus berubah dengan cepat. Proses pemanasan hanya akan terpengaruh pada frekuensi 2450 MHz. Komponen elektrik gelombang berubah 4-9 10⁴ kali per detik (Kurniasari, dkk., 2013).

2. METODE PENELITIAN

Tanaman nilam yang digunakan jenis nilam jawa (*Pogostemon hortensis* Backer) yang diambil dalam keadaan segar/basah. Kemudian tanaman nilam dan daun nilam dilakukan pengeringan selama 1 hari hingga layu dan dicacah dengan ukuran 1 s/d 2 cm untuk selanjutnya dilakukan proses distilasi. Parameter yang digunakan pada metode ini terdiri dari variabel tetap dan tidak tetap. Variabel tetap berupa bahan baku, laju alir udara pada tekanan 1 atm. Variabel tidak tetap berupa variasi daya, temperatur dan waktu operasi. Metode distilasi yang digunakan yaitu hidrodistilasi dengan menggunakan *microwave*. Alat yang digunakan

terdiri dari komponen utama *Microwave*, *two neck distillation* dan kondenser.



Gambar 1. Alat *Microwave Hydrodistillation*

2.1. Proses Distilasi Minyak Atsiri

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah menimbang daun nilam sebanyak 100 gram dan tanaman nilam sebanyak 75 gram. Memasukkan bahan baku ke dalam *two neck distillation* dan menambahkan pelarut berupa aquadest dengan rasio bahan baku dan aquadest 1:7. Menyalakan *Microwave* serta mengatur daya *microwave* dan temperatur sesuai variabel yang digunakan. Lalu menghentikan proses sesuai dengan waktu yang ditentukan. Memisahkan minyak atsiri dari air dengan menggunakan corong pemisah. Selanjutnya menampung minyak atsiri yang telah terpisah dengan menggunakan botol sampel tertutup

2.2. Pengujian Kualitas Minyak Nilam

Adapun analisa kualitas minyak nilam meliputi warna, indeks bias, massa jenis dan kelarutan dalam etanol 90%. Pengujian kualitas minyak nilam ini dilakukan berdasarkan standar nasional indonesia yaitu SNI 06-3734-2006.

2.3. Analisis Teknis

Analisis teknis merupakan analisis yang dilakukan untuk menghitung kemampuan alat untuk bekerja. Analisis teknis dapat meliputi kapasitas, perpindahan panas dan konsumsi energi.

1. *Specific Energy Consumption* (SEC)
Specific Energy Consumption adalah jumlah energi yang digunakan terhadap produk yang dihasilkan. SEC dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$SEC = \frac{\text{Konsumsi Energi}}{\text{Jumlah Produksi}} \quad (\text{Raharjo, 2014})$$

2. Konsumsi Energi Listrik
 Konsumsi energi listrik dapat dinyatakan dengan rumus:
 $E = P \times t$ (Raharjo, 2014)

Dimana E adalah konsumsi energi listrik (kWh), P adalah daya yang digunakan (Watt) dan t adalah waktu (s).

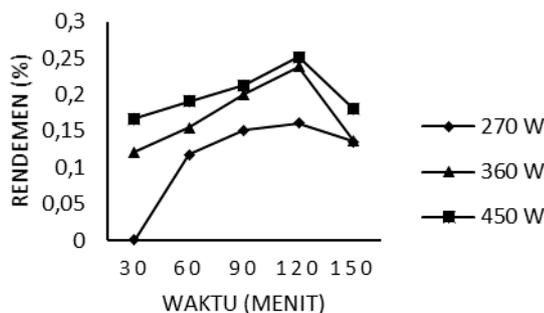
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian proses pengambilan minyak atsiri dari tanaman nilam menggunakan *microwave hydro distillation* menunjukkan perbedaan antara data yang didapat dengan data penyulingan dengan metode konvensional.

Penelitian menggunakan variabel tetap berupa bahan baku, laju alir udara pada tekanan 1 atm. Variabel tidak tetap berupa variasi daya, temperatur dan waktu operasi. Pada penggunaan bahan baku tanaman nilam menggunakan variasi daya *microwave* yaitu 270 W, 360 W, 450 W. Sedangkan untuk penggunaan bahan baku daun nilam menggunakan variasi temperatur yaitu 90°C, 95°C dan 100°C. Waktu proses pada masing-masing bahan baku selama 150 menit dengan jeda 30 menit dalam pengambilan produk yang dihasilkan.

3.1 Pengaruh Variasi Daya Microwave dengan Waktu Distilasi Terhadap Produk yang Dihasilkan pada Tanaman Nilam

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari proses distilasi yaitu daya microwave yang digunakan dengan lama waktu distilasi terhadap jumlah produk dalam % rendemen yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Daya dan Waktu Terhadap Jumlah Produk dalam % Rendemen

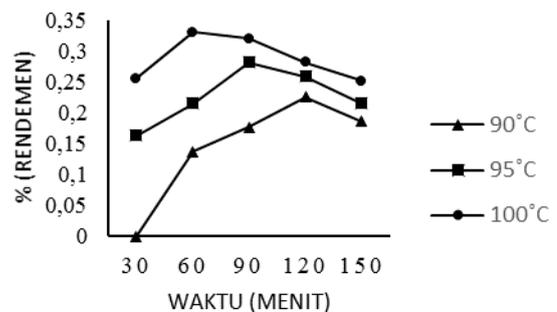
Dari grafik menunjukkan bahwa pada waktu proses distilasi yang berlangsung selama 150 menit menghasilkan jumlah produk dalam % rendemen yang terus mengalami peningkatan di masing-masing daya yang digunakan. Pada penelitian ini daya yang digunakan yaitu sebesar 270W dengan perolehan total % rendemen selama 150 menit sebesar 0,566%, pada daya 360W sebesar 0,851%, dan daya 450W sebesar 0,951%. Menurut penelitian Erliyanti dan Rosyidah, (2017) menyatakan bahwa daya microwave memiliki pengaruh yang signifikan terhadap % rendemen minyak atsiri. Hal ini dikarenakan pada metode *microwave hydrodistillation*, waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan minyak atsiri lebih sedikit daripada metode konvensional Huda, (2014). Jika dibandingkan dengan metode konvensional, menurut penelitian Adhiksana, (2015) menunjukkan bahwa pada metode tersebut membutuhkan waktu 240 menit dalam proses distilasinya dengan rendemen 0,34-0,41%. Sedangkan pada penelitian ini dengan lama waktu 150 menit menggunakan metode *microwave* menghasilkan rendemen 0,56-0,95%. Hal ini membuktikan bahwa proses distilasi menggunakan *microwave* lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional.

Tabel 1. Perbandingan % Rendemen Pada Tanaman Nilam

Parameter	Metode <i>Microwave Hydro Distillation</i>	Metode Penyulingan Konvensional
% Rendemen	0,56 – 0,95	0,34 – 0,41
Waktu (jam)	2,5	4

3.2 Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu Distilasi Terhadap Rendemen Minyak yang Dihasilkan pada Daun Nilam

Besaran rendemen dengan menggunakan variasi waktu dan temperatur distilasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu distilasi terhadap rendemen minyak daun nilam

Pada Gambar 3 menunjukkan pengaruh waktu distilasi terhadap rendemen yang dihasilkan pada temperatur 90°C, 95°C dan 98°C. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa hasil rendemen minyak nilam setiap

menitnya terus bertambah namun mengalami penurunan di menit ke 120 - 150 menit. Temperatur yang digunakan 90°C memiliki rendemen maksimum pada menit ke 120 menit yaitu sebesar 0,2253%, pada temperatur 95°C rendemen maksimum terus meningkat pada menit awal yaitu 30, 60 dan memiliki rendemen maksimum di menit ke 98 sebesar 0,2816%. Sedangkan temperatur 100°C pada proses distilasi memiliki rendemen yang optimum lebih cepat di menit ke 60 sebesar 0,3301%. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi alat yang digunakan akan bekerja secara optimal sampai batas 90 – 120 menit untuk temperatur 90°C dan 95°C, sedangkan untuk temperatur 100°C efisiensi alat akan bekerja secara optimal di menit ke 60 – 90. Ketika waktu distilasi melebihi waktu optimal peningkatan rendemen tidak terlalu signifikan dan cenderung menurun hal ini disebabkan karena kandungan minyak atsiri dalam bahan baku sudah mulai berkurang. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Budiarti, dkk., (2012) bahwa peningkatan rendemen tidak terlalu signifikan setelah melewati waktu optimal disebabkan karena kandungan minyak atsiri dalam bahan baku sudah mulai berkurang. Jika diteruskan mendestilasi maka akan mengakibatkan kekosongan pada bahan (daun nilam) yang digunakan.

Nilai rendemen pada penyulingan konvensional menurut penelitian Gotama, dkk., (2011) memiliki nilai rendemen sebesar 0,69 – 0,72% dengan waktu operasi 8 jam. Sedangkan pada penelitian ini jumlah rendemen yang dihasilkan sebesar 0,7247% – 1,4383% dengan waktu operasi 2,5 jam. Sehingga, penggunaan *microwave* pada penelitian ini memiliki waktu yang lebih singkat untuk mendapatkan rendemen minyak nilam dibandingkan dengan penyulingan dengan cara konvensional. Hal ini sesuai dengan literatur bahwa pemanasan menggunakan *microwave* akan berlangsung lebih cepat dan merata karena pemanasannya bersifat selektif dan volumetrik. Berbeda dengan penyulingan konvensional, pada penyulingan konvensional proses pemanasan yang dilakukan berdasarkan gradien panas yaitu pemanasan yang dilakukan secara bertahap sehingga temperatur yang dipanaskan pada bahan tidak merata (Golmakani dan Rezaei, 2007).

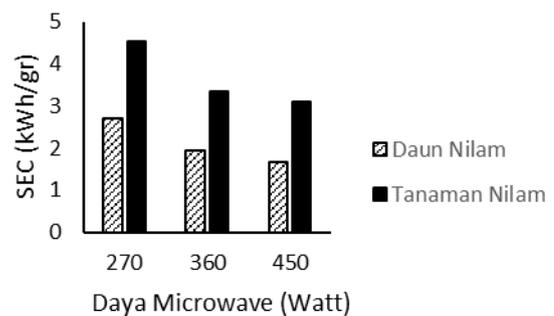
Temperatur 90°C, 95°C dan 100°C dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa rendemen yang dihasilkan meningkat seiring kenaikan temperatur operasi distilasi, hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa semakin tinggi temperatur yang digunakan maka pergerakan air lebih besar karena energi kinetik antar molekul meningkat dan kenaikan temperatur mempercepat proses difusi, sehingga dalam keadaan seperti itu seluruh minyak atsiri yang terdapat dalam jaringan tanaman akan terekstrak dalam jumlah yang lebih besar lagi (Guanther, 2006).

Tabel 2. Perbandingan % Rendemen Pada Daun Nilam

Parameter	Metode <i>Microwave Hydro Distillation</i>	Metode Penyulingan Konvensional
% Rendemen	0,72 – 1,44	0,69 – 0,72
Waktu (jam)	2,5	8

3.3 Spesifik Energy Consumption (SEC) pada Metode Microwave Hydrodistillation

Nilai *specific energy consumption* (SEC) pada metode *microwave hydrodistillation*, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai (SEC) pada Metode Microwave Hydrodistillation

Pada penggunaan bahan baku tanaman nilam dengan penggunaan daya 270 W, *specific energy consumption* (SEC) yang diperlukan sebesar 4,540 kWh/gr untuk menghasilkan produk pada proses *hydrodistillation* dengan menggunakan metode *microwave* selama 150 menit. Kemudian pada penggunaan daya 360 W, SEC yang diperlukan sebesar 3,334 kWh/gr. Dan pada penggunaan daya yang optimal yaitu 450 W, SEC yang diperlukan sebesar 3,115 kWh/gr. Pada penggunaan bahan baku daun nilam dari Gambar 4. dapat dilihat bahwa nilai SEC pada temperatur 90°C dengan penggunaan daya *microwave* 270 W sebesar 2,7080 kWh/gr. Pada temperatur 95°C dengan penggunaan daya *microwave* 360 W nilai SEC yang didapatkan sebesar 1,9304 kWh/gr. Sedangkan pada temperatur 100°C dengan penggunaan daya 450 Watt nilai SEC yang didapatkan sebesar 1,6773 kWh/gr.

3.4 Perbandingan Kualitas Minyak Nilam Berdasarkan SNI dan Penelitian Sebelumnya

Analisa pengujian mutu minyak nilam dilakukan berdasarkan standar nasional indonesia yaitu SNI 06-3734-2006. Hasil analisa pengujian kualitas minyak nilam dengan bahan baku tanaman nilam dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Analisa Minyak Atsiri

Bahan Baku	Indeks Bias	Densitas	Referensi
Minyak Nilam	1,505 – 1,515	0,952 – 0,975	Standar Minyak Nilam SNI No. 06-3734-2006
Tanaman Nilam	0,906	1,5145	Syauqiah, dkk., 2008
Daun Nilam	1,5084 – 0,9603	0,9375 – 0,9603	Budiarti, dkk., 2012
Tanaman Nilam	1,4949 – 1,4895	0,9630 – 0,9910	Penelitian sekarang
Daun Nilam	1,4975 – 1,4990	0,9630 – 0,9910	Penelitian sekarang

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa pengujian kualitas minyak tanaman nilam yang dihasilkan dengan parameter uji indeks bias, warna, dan kelarutan dalam etanol 90%. Dari hasil produk yang diperoleh dengan penggunaan daya masing – masing 270W nilai indeks biasanya yaitu 1,4892 dengan warna kuning terang. Kemudian pada 360W nilai indeks biasanya yaitu 1,4979 dengan warna kuning terang. Pada daya 450W nilai indeks biasanya yaitu 1,4995 dengan warna kuning terang. Pada masing-masing perolehan nilai indeks bias di daya yang berbeda, menunjukkan bahwa perolehan produk mendekati standar SNI 06-3734-2006 yaitu dengan rentang nilai indeks bias 1,507– 1,515. Sedangkan nilai densitas yang dihasilkan pada penelitian ini sebesar 0,9630 - 0,9910 yang hampir mendekati SNI minyak nilam yaitu sebesar 0,952 – 0,975. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Syauqiah, dkk., (2008) yang menghasilkan nilai indeks bias dan densitas mendekati SNI, yaitu sebesar 0,906 untuk nilai densitas dan nilai indeks bias sebesar 1,5145.

Pada kualitas minyak nilam dengan menggunakan bahan baku daun nilam dapat dilihat warna yang didapat yaitu kuning terang. Densitas yang didapat pada analisa pengujian mutu minyak daun nilam ini berkisar antara 0,9630 – 0,9910, nilai densitas yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI untuk minyak yang dihasilkan pada temperatur 95°C dan 100°C. Nilai indeks bias yang didapatkan sebesar 1,4886 – 1,4990 dengan warna kuning jernih. Secara keseluruhan minyak daun nilam yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI 06-2385-2006 untuk pengujian densitas pada minyak dengan penggunaan temperatur 95°C dan 100°C. Sedangkan untuk pengujian indeks bias hampir mendekati standar SNI. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Budiarti, dkk., (2012) pada hasil analisa minyak nilam yang hampir mendekati SNI dengan nilai densitas sebesar 0,9357 – 0,9603 dan indeks bias sebesar 1,5084 – 1,5094. Dapat disimpulkan bahwa pada setiap penambahan temperatur yang digunakan maka mutu minyak yang didapat semakin mendekati standar, akan tetapi apabila

penggunaan temperatur terlalu tinggi dan tidak disertai dengan pengecekan campuran bahan baku dan solvent yang ada maka mutu minyak akan turun (Anggia, dkk., 2014).

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai Pengambilan Minyak Atsiri pada Tanaman Nilam menggunakan Metode *Microwave Hydrodistillation* dapat disimpulkan bahwa :

1. Telah diperoleh satu unit alat *microwave hydrodistillation* yang dilengkapi dengan udara sebagai *stripping agent*.
2. Semakin meningkatnya daya *microwave hydrodistillation* maka rendemen minyak nilam semakin bertambah. % Rendemen yang dihasilkan selama 150 menit secara berturut-turut pada daya 270 Watt, 360 Watt, dan 450 Watt yaitu 0,566%, 0,851%, dan 0,954%.
3. Pengaruh temperatur distilasi terhadap rendemen yang dihasilkan adalah semakin tinggi temperatur yang digunakan pada *microwave* maka rendemen yang dihasilkan akan semakin besar. Pada temperatur 90°C rendemen maksimum yang dihasilkan 0,2253%, pada temperatur 95°C rendemen yang dihasilkan 0,2816% dan pada tempertaur 98°C rendemen yang dihasilkan sebesar 0,3301%.
4. Semakin rendah *specific energy consumption* yang didapat maka energi yang digunakan untuk menghasilkan minyak semakin bagus dan sebaliknya semakin tinggi *specific energy consumption* yang didapat maka energi yang digunakan tidak termanfaatkan secara sempurna. Penggunaan bahan baku daun nilam lebih efektif dibandingkan tanaman nilam. Penggunaan SEC paling rendah pada penggunaan bahan baku daun nilam yaitu sebesar 1,6773 kWh/gr dan yang paling tingi pada penggunaan bahan baku tanaman nilam yaitu sebesar 4,540 kWh/gr.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiksana, A. (2015). *Pengaruh Jumlah Pelarut Pada Proses Ekstraksi Minyak Kayu Cengkeh Menggunakan Microwave*. *Journal of Research and Technology*, Vol. 1, No. (01), Hal. 30-34.
- Aisyah, Y. (2010). *Peningkatan Kadar Patchouli Alcohol Dalam Minyak Nilam (Pogostemon cablin Benth) dengan Menggunakan Membran Selulosa Asetat*. *Jurnal Agritech*, Vol. 30, No. 3.
- Anggia, F. T., Yuharmen, Y., dan Balatif, N. (2014). *Perbandingan Isolasi Minyak Atsiri dari Bunga Kenanga (Canaga odobrata (lam.) Hook.f & thoms) cara Konvensional dan Microwave ser-ta*

Uji Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan.
Pekanbaru: Kampus Bina Widya.

- Arifiansyah, V., Mahlinda dan Supardan, M. D. (2019). *Modifikasi Alat Penyulingan Uap untuk Peningkatan Rendemen dan Mutu Minyak Nilam (Pogostemon cablin Benth). Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan. Vol. 14, No. 1, Hal. 28 – 35.*
- Badan Standarisasi Nasional. (2006). *Standar Nasional Indonesia Minyak Nilam.* SNI 06 – 2385 – 2006. Jakarta. <https://www.bsn.go.id> diakses pada tanggal 1 Juni 2020.
- Bambang, I., Bambang, I., Diah, A. P., dan Wa Ode, C. N. (2013). *Karakteristik Gel Pengharum Ruang Dengan Berbagai Grade Patchouli Alcohol Dan Konsentrasi Minyak Nilam. Jurnal Teknik Kimia, Vol. 7, No. (2), Hal. 48-53.*
- Budiarti, A., Hernawati, N. S., dan Mahfud. 2012. *Proses pengambilan minyak atsiri dari daun nilam dengan pemanfaatan gelombang mikro (microwave). Jurnal Teknik ITS, Vol. 1, No. (1), Hal. F25-F29.*
- Ella, M. U., Sumiartha, K., Suniti, N. W., Sudiarta, I. P., dan Antara, N. S. (2013). *Uji efektivitas konsentrasi minyak atsiri sereh dapur (Cymbopogon citratus (DC.) Stapf) terhadap pertumbuhan jamur Aspergillus Sp. secara in vitro. E-Jurnal Agroteknologi Tropika, Vol. 2, No. (1), Hal. 39-48.*
- Erliyanti, N. K., dan Rosyidah, E. (2017). *Pengaruh Daya Microwave terhadap Yield pada Ekstraksi Minyak Atsiri dari Bunga Kamboja (Plumeria Alba) menggunakan Metode Microwave Hydrodistillation. Rekayasa Mesin, Vol. 8, No. (3), Hal. 175-178.*
- Gotama, B., dan Wijilestari, Y. P., Bhuana, D. S., dan Mahfud. (2011). *Peningkatan kualitas minyak nilam menggunakan metode steam hydro distillation skala pilot. Laboratorium Teknologi Proses Kimia. Jurusan Teknik Kimia. Institut Teknologi Surabaya.*
- Golmakani, M., dan Rezaei, K. (2008). *Comparison of microwave-assisted hydrodistillation with the traditional hydrodistillation method in the extraction of essential oils from Thymus vulgaris L. Food chemistry, Vol. 109, No. (4), Hal. 925-930.*
- Guenther, E. (2006). *Minyak Atsiri Jilid.* Diedit oleh Ernest Guenther. Jilid I. Jakarta: Universitas Indonesia. (UI Press).
- Halimah, D. P., dan Zetra, Y. (2010). *Minyak Atsiri dari Tanaman Nilam (Pogostemon cablin Benth.) Melalui Metode Fermentasi dan Hidrodistilasi Serta Uji Bioaktivitasnya. Prosiding. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.*
- Huda, I. M. (2014). *Pengaruh Daya Microwave-Assisted Hydrodistillation Terhadap Kebutuhan Energi Ekstraksi dan Rendemen Minyak Nilam.* Skripsi, Teknik Mesin. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ketaren, S. (1985). *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri.* Balai Pustaka. Jakarta.
- Kurniasari, L., Hartati, I., dan Ratnani, R. D. (2013). *Kajian ekstraksi minyak jahe menggunakan microwave assisted extraction (mae). Majalah Ilmiah Momentum, Vol. 4, Hal. (2).*
- Raharjo, B. A., Wibawa, U., dan Suyono, H. (2014). *Studi Analisis Konsumsi dan Penghematan Energi di PT. PG Krebet Baru I. Jurnal Mahasiswa TEUB, Vol. 2, No. (1).*
- Stastitik Perkebunan Indonesia. (2018). *Direktorat Jendral Perkebunan, Kementerian Pertanian Roadmap Nilam.* <http://ditjenbun.pertanian.go.id> diakses pada tanggal 3 Juni 2020.
- Suhirman, S. (2009). *Aplikasi Teknologi Pemurnian Untuk Meningkatkan Mutu Minyak Nilam. Perkembangan Teknologi TRO, Vol. 21, No. (1), Hal. 15-21.*
- Syauqiah, I., Mirwan, A., Sulaiman, A., dan Nurandini, D. (2008). *Analisis pengaruh lama penyulingan dan komposisi bahan baku terhadap rendemen dan mutu minyak atsiri dari daun dan batang nilam. Infoteknik, Vol. 9, No. (1), Hal. 21-30.*