

PENGARUH DAYA MICROWAVE TERHADAP RENDEMEN MINYAK KAYU MANIS (*Cinnamomum burmannii*) DENGAN METODE MICROWAVE HYDRODISTILLATION

EFFECT OF MICROWAVE POWER ON THE ESSENTIAL OIL YIELD OF CINNAMON OIL (*Cinnamomum burmannii*) USING THE MICROWAVE HYDRODISTILLATION METHOD

Bagas Oktaiha Hananta*¹, Putra Pratama¹, Arizal Aswan*¹, Fatria¹, Zurohaina¹

¹Teknik Energi/Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya
Politeknik Negeri Sriwijaya; Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar, +62711353414 / +62711355918
e-mail : *bagasoktaiha@gmail.com, *arizal_aswan@polsri.ac.id

ABSTRACT

Cinnamon oil is usually obtained by conventional methods and takes a long time. One of the newer methods that can be used is microwave hydrodistillation. The advantage of microwaves is their ability to provide energy directly to all ingredients, which saves time compared to conventional methods. This study aims to study the effect of time and microwave power on the yield of essential oils obtained. The solvent used was aquadest, the variables tested in the study were the raw material for leaves and cinnamon bark weighing 150 grams and 100 grams, respectively. The microwave power used is 180, 360, 450 Watt. The operating conditions in this method are at atmospheric pressure. When using 180W power, the yield of leaf oil and cinnamon bark is 0.65% and 0.51%, at 360W power is 0.96% and 0.75%, and 450W power is 0.88% and 0.89%. The value of specific energy consumption (SEC) at 180W microwave power is 1.78 kWh / gr and 3.40 kWh / gr, at 360W power is 1.50 kWh / gr and 2.91 kWh / gr and 450W power is 1.80 kWh / gr and 2.72 kWh / gr.

Keywords: Essential oil, Microwave, Cinnamon, Specific Energy Consumption

1. PENDAHULUAN

Komoditas kayu manis yang banyak diperdagangkan dipasar dunia adalah jenis *Cinnamomun burmanii*, *C. zeylanicum* dan *C. cassia*, baik dalam bentuk kulit maupun hasil olahannya antara lain adalah minyak atsiri. Untuk minyak atsiri kayu manis yang populer dipasar dunia hanyalah jenis *C. zeylanicum* dan *C. cassia*, sedangkan dari *C. burmanii* belum diperdagangkan/belum dikenal. Harga minyak kulit kayu jenis *C. zeylanicum* adalah US\$ 28/kg. Komponen utama didalam minyak *C. burmanii* sama dengan yang terdapat didalam minyak *C. cassia*, yaitu sinamaldehida, hanya persentasenya saja yang berbeda (Rusli, dkk., 2017).

Minyak kulit kayu manis diperoleh dengan cara penyulingan. Disisi lain minyak atsiri dikenal dengan nama minyak mudah menguap atau minyak volatile. Minyak atsiri merupakan senyawa yang pada umumnya berwujud cairan, yang diperoleh dari bagian tanaman seperti akar, kulit, batang, daun, buah, biji maupun dari bunga.

Pada proses distilasi uap dengan metoda konvensional, ukuran dan waktu akan mempengaruhi produk yang dihasilkan. Perolehan minyak atsiri hasil distilasi selama 6 jam adalah lebih tinggi daripada distilasi selama 4 jam (Inggrid dan Djojubroto.,

2008). Disisi lain metoda konvensional dibutuhkan waktu yang relative lama yakni 4-6 jam. Oleh karena itu, diperlukan metoda yang tepat untuk meningkatkan kualitas minyak kayu manis.

Penghematan energi dan kualitas minyak kayu manis, saat ini ada cara baru yaitu dengan metode distilasi gelombang mikro. Proses ini pada dasarnya merupakan kombinasi antara pemanfaatan gelombang mikro dengan sistem distilasi. Gelombang mikro mewakili cara alternative dari pemberian input energi ke dalam reaksi kimia dan proses. Prinsip kerjanya adalah bahan dalam labu sebagai reaktor 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 di rancang vacuum yang bertujuan untuk menurunkan titik didih campuran, dan menghindari terjadinya reaksi oksidasi pada komponen yang akan dipisahkan dan mencegah bau gosong pada minyak atsiri.

Penelitian ini akan digunakan proses pengambilan minyak kayu manis dengan metode *hydrodistillation* dengan menggunakan *microwave* dan di *stripping* menggunakan aliran udara guna

mendapatkan waktu yang lebih efisien sehingga akan menghemat energi pada proses distilasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh minyak atsiri dari daun dan kulit kayu manis dengan menggunakan metode *microwave hydrodistillation*. Mengetahui pengaruh daya *microwave* terhadap rendemen minyak kayu manis yang dihasilkan. Menentukan *specific energy consumption* (SEC) pada proses distilasi menggunakan metode *microwave hydrodistillation*.

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 10 4 kali per detik (Kurniasari, dkk., 2008).

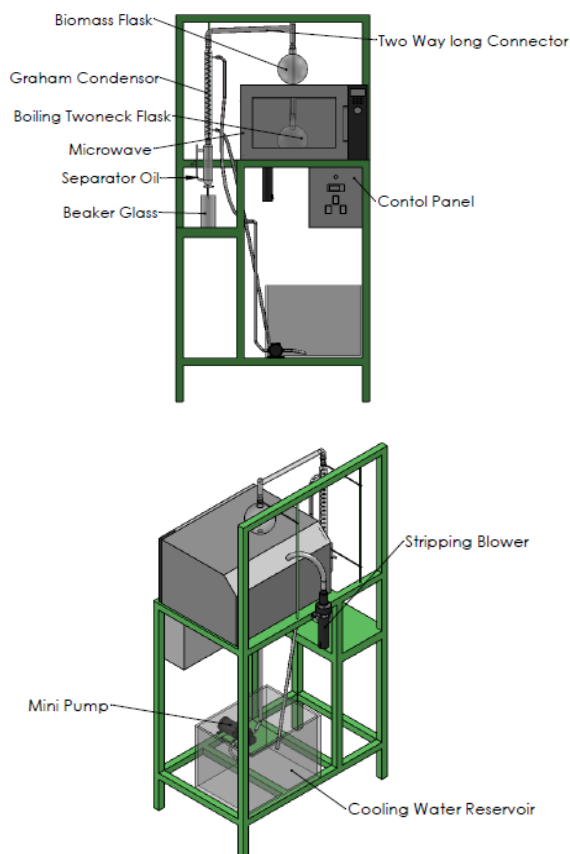
2. METODE PENELITIAN

Parameter yang akan diambil terdiri dari variabel tetap dan tidak tetap. Variabel tetap metode distilasi yang digunakan yaitu hidrodistilasi dengan menggunakan *Microwave* pada tekanan 1 atm. Variabel tidak tetap berupa variasi bahan baku yaitu daun dan kulit kayu manis dalam keadaan layu kemudian dihaluskan, dan variasi daya yang digunakan pada *Microwave* yaitu 180W, 360W, 450W dan waktu selama 150 menit dengan jeda 30 menit dalam pengambilan produk yang dihasilkan. Pengujian yang akan dilakukan pada proses hidrodistilasi adalah jumlah produk yang dihasilkan berdasarkan variasi daya yang digunakan, menentukan nilai *Specific Energy Consumption* (SEC) pada metode *Microwave Hydrodistillation* (MHD) serta analisa produk minyak atsiri yang dihasilkan.

Proses Distilasi Minyak Atsiri

Percobaan *hydrodistillation* dengan menggunakan metode *microwave* sesuai dengan ISO 3216:1997. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah menimbang daun kayu manis sebanyak 150 gram dan kulit kayu manis sebanyak 100 gram. Memasukan bahan baku ke dalam *boiling twoneck flask* dan

menambahkan pelarut berupa aquadest dengan rasio bahan baku dan aquadest 1:6. Menyalakan *microwave* serta mengatur daya 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.



Gambar 1. Microwave Hydrodistillation

Karakteristik Produk

Rendemen adalah perbandingan jumlah (kuantitas) minyak yang dihasilkan dari ekstraksi tanaman aromatik. Rendemen menggunakan satuan persen (%). Semakin tinggi nilai rendemen yang dihasilkan menandakan nilai minyak asiri yang dihasilkan semakin banyak.

$$Rendemen = \frac{m_2}{m_1} \times 100 \% \dots\dots\dots(\text{Armando, 2009})$$

Dimana m_1 adalah massa bahan baku awal (gr) dan m_2 adalah produk minyak atsiri yang dihasilkan (gr).

Pengujian Kualitas Minyak Kayu Manis

Adapun analisa kualitas minyak kayu manis meliputi warna, indeks bias dan kelarutan dalam etanol 70%. Pengujian kualitas minyak kayu manis ini dilakukan berdasarkan standar nasional indonesia yaitu SNI 06-3734-2006.

Tabel 1. Standar SNI Minyak Kayu Manis

No.	Jenis Uji	Persyaratan
1.	Keadaan	
1.1	Warna	Kuning muda –
1.2	Bau	Coklat muda Khas Kayu Manis
2.	Bobot Jenis 20°C	1,008 – 1,030
3.	Indeks Bias	1,559 – 1,595
4.	Putaran Optik	(-5°) s/d (0°)
5.	Kelarutan dalam Etanol 70%	1:3 Larut dan Jernih
6	Kadar Sinamaldehyda	Min. 50%

(Standar Minyak Kayu Manis, SNI 06-3734-2006)

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. Konsumsi Energi Listrik

Energi yang digunakan alat listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan. Bila daya diukur dalam watt, maka konsumsi energi listrik dapat dinyatakan dengan rumus:

$$E = P \times t \dots\dots\dots(\text{UFBA, 2020})$$

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

2. Specific Energy Consumption (SEC)

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

$$SEC = \frac{\text{Konsumsi Energi}}{\text{Jumlah Produksi}} \dots\dots\dots(\text{PP RI No.70, 2009})$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai modifikasi sistem *microwave hydrodistillation* (MHD) ini menggunakan bahan baku daun dan kulit kayu manis. Bahan baku yang digunakan untuk daun kayu manis memiliki massa 150 gram dan kulit kayu manis 100 gram dengan daya yang digunakan yaitu 180, 360, dan 450 Watt. Untuk mengetahui jumlah energi yang optimal dan menghasilkan produk yang maksimal serta mengetahui nilai *specific energy consumption* (SEC) dengan menggunakan metode MHD, kemudian analisa produk dengan parameter uji berupa indeks bias, warna, dan kelarutan dalam etanol 70%. Dilakukannya analisa dengan tujuan untuk mengetahui standar kualitas produk berdasarkan SNI 06-3734-2006.

3.1 Analisa Produk Minyak Kayu Manis dengan Metode Microwave Hydrodistillation

Berdasarkan perolehan rendemen minyak atsiri pada proses hidrodistilasi dengan menggunakan *microwave*, dengan perlakuan bahan baku yang digunakan berupa daun kayu manis dan kulit kayu manis dengan bobot 150 gr dan 100 gr. Dilakukannya analisa produk minyak untuk mengetahui kualitas minyak atsiri berdasarkan standar SNI 06-3734-2006. Analisa produk minyak atsiri dari daun dan kulit kayu manis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisa Produk

Bahan Baku	Daya Microwave (Watt)	Parameter Uji	Hasil Analisa		
			Warna	Indeks Bias	Kelarutan dalam Etanol 70%
Daun Kayu Manis	180	Warna, Indeks Bias & Kelarutan dalam Etanol 70%	Kuning	1,4933	Larut, Warna Kuning Keruh (Perbandingan 1:2)
	360		Kuning	1,5237	Larut, Warna Kuning Keruh (Perbandingan 1:2)
	450		Kuning	1,5089	Larut, Warna Kuning Keruh (Perbandingan 1:2)
Kulit Kayu Manis	180	Warna, Indeks Bias & Kelarutan dalam Etanol 70%	Kuning Kecoklatan	1,5293	Larut, Warna Kuning (Perbandingan 1:5)
	360		Kuning Kecoklatan	1,5355	Larut, Warna Kuning (Perbandingan 1:5)
	450		Kuning Kecoklatan	1,5374	Larut, Warna Kuning (Perbandingan 1:5)

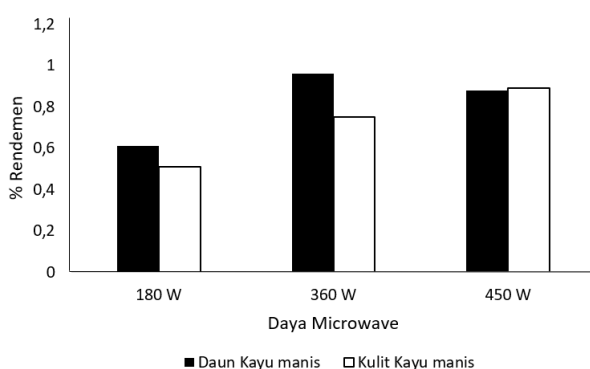
(Surat Validasi Data No. 07/PL6.I.14.1/A/2020 dan No. 07/PL6.I.14.1/A/2020)

Dari Tabel 2 menunjukkan bahwa pengujian kualitas minyak daun dan kulit kayu manis yang dihasilkan dengan parameter uji indeks bias, warna, dan kelarutan dalam etanol 70%. Dari hasil produk yang diperoleh pada bahan baku kulit kayu manis dengan penggunaan daya masing – masing 180W nilai indeks biasnya yaitu 1,5293 dengan warna kuning kecoklatan dan larut dalam etanol 70% dengan perbandingan 1:5. Kemudian pada 360W nilai indeks biasnya yaitu 1,5355 dengan warna kuning kecoklatan

dan larut dalam etanol 70% dengan perbandingan 1:5. Pada daya 450W nilai indeks biasanya yaitu 1,5374 dengan warna kuning kecoklatan dan larut dalam etanol 70% dengan perbandingan 1:5. Dari 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 1,559 – 1,595. Sedangkan dari daun kayu manis antara lain nilai indeks bias, densitas, warna dan kelarutan dalam etanol 70% , nilai yang didapatkan cenderung mendekati standar pada setiap penambahan daya, rentang nilai indeks bias yang didapat yaitu berkisar antara 1,4933 – 1,5237, kemudian nilai densitas berkisar antara 0,972-1,034 , kelarutan dalam entanol 70% 1:2, dapat disimpulkan bahwa pada setiap penambahan daya yang digunakan maka mutu minyak yang didapat semakin mendekati standar, namun pada penggunaan daya yang terlalu tinggi dan tidak disertai dengan pengecekan campuran bahan baku dan solvent yang ada maka mutu minyak akan turun (Anggia, dkk., 2014).

3.2 Pengaruh Daya Microwave Terhadap Persen Rendemen Minyak Kayu Manis

Perolehan rendemen minyak atsiri dipengaruhi oleh besarnya daya yang digunakan pada proses hidrodistilasi dengan menggunakan *microwave*. Semakin besar daya yang digunakan maka perolehan rendemen minyak atsiri akan semakin meningkat dan juga mempendek waktu proses distilasi. Ini disebabkan karena tingginya kondisi operasi pada proses hidrodistilasi yang akan membuat dinding sel minyak pada bahan baku akan mudah keluar dan sukar menguap. Perbandingan perolehan rendemen minyak atsiri dari daun dan kulit kayu manis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai Persen Rendemen Minyak Kayu Manis

Dari Gambar 2 hasil yang didapatkan pada proses hidrodistilasi dengan bahan baku daun dan kulit kayu manis menggunakan *microwave*, pada daya

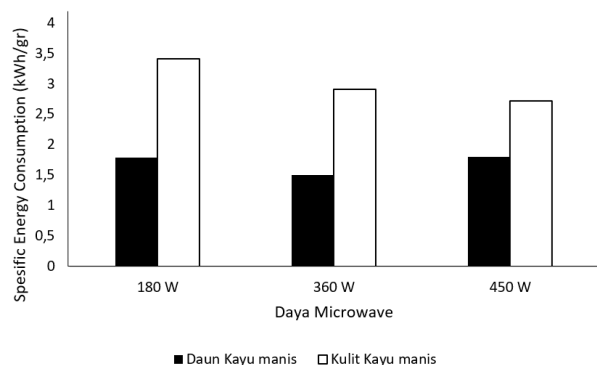
180W diperoleh rendemen sebesar 0,61% dan 0,51%, pada daya 360W sebesar 0,96% dan 0,75% kemudian pada daya 450W sebesar 0,88% dan 0,89%. Bahwa pada waktu proses distilasi yang berlangsung selama 150 menit menghasilkan jumlah produk dalam % rendemen yang terus mengalami peningkatan dimasing-masing daya yang digunakan pada bahan baku kulit kayu manis. Ini menunjukkan bahwa semakin besar daya atau energi yang digunakan dalam proses distilasi, maka jumlah berat produk yang dihasilkan akan terus semakin banyak dan meningkat (Ingggrid dan Djojotubroto., 2008).

Daya *microwave* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap % yield minyak kulit kayu manis. Hal ini dikarenakan semakin besar daya, maka suhu operasi meningkat dan laju penyulingan (penguapan) menjadi semakin besar. Kenaikan suhu adalah akibat dari kemampuan bahan dan pelarut untuk menyerap energi dari *microwave*. Semakin besar daya maka semakin besar energi yang diterima bahan untuk dirubah menjadi panas sehingga yield minyak atsiri semakin besar (Erliyanti dan Rosyidah, 2017). Hubungan kenaikan antara semakin besarnya daya *microwave* terhadap % rendemen disebabkan oleh semakin meningkatnya daya *microwave*, maka meningkat pula rendemen distilasi. Pada daya *microwave* yang tinggi, suhunya akan meningkat yang akan mengontrol energi yang disuplai ke bahan yang dikonversikan ke dalam bentuk energi panas pada bahan baku (Veggi, dkk., 2013). Jika dibandingkan dengan metode konvensional membutuhkan waktu 240 menit dalam proses distilasinya dengan rendemen 0,34-0,41% (Adhiksana, 2015). Sedangkan pada penelitian ini dengan lama waktu 150 menit menggunakan metode *microwave* menghasilkan rendemen 0,51-0,96%. Hal ini membuktikan bahwa proses distilasi menggunakan *microwave* lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional. Apabila menggunakan daya yang besar maka waktu yang diperlukan untuk distilasi pun akan lebih cepat sehingga apabila waktu distilasi terlalu lama maka akan terjadi degradasi rendemen minyak atsiri. Pada perolehan % rendemen pada daun kayu manis mengalami penurunan pada penggunaan daya 450W. Hal ini disebabkan karena daya yang tinggi dalam waktu penyinaran yang cukup lama dapat menyebabkan kerusakan senyawa minyak (Anggia, dkk., 2014).

3.3 Nilai *Specific Energy Consumption* pada Metode *Microwave Hydrodistillation*

Perolehan rendemen minyak atsiri pada proses hidrodistilasi dengan menggunakan *microwave*, diperlukan besaran konsumsi energi spesifik untuk

menghasilkan produk minyak atsiri. Untuk menentukan besaran nilai SEC dapat diperoleh dari konsumsi energi yang digunakan dalam proses distilasi per satuan produk minyak atsiri yang dihasilkan. Perbandingan konsumsi energi spesifik minyak atsiri dari daun dan kulit kayu manis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Specific Energy Consumption* pada Metode *Microwave Hydrodistillation*

Dari Gambar 3 dapat dilihat nilai *specific energy consumption* pada variasi bahan baku yaitu daun dan kulit kayu manis. Pada penggunaan daya 180W nilai SEC yang diperlukan sebesar 1,78 kWh/gr dan 3,40 kWh/gr, pada daya 360W sebesar 1,50 kWh/gr dan 2,91 kWh/gr, kemudian pada daya 450W sebesar 1,80 kWh/gr dan 2,72 kWh/gr. Didapatkan daya *microwave* yang optimum berada pada 450W pada bahan baku kulit kayu manis, karena membutuhkan konsumsi yang lebih sedikit untuk menghasilkan produk yang banyak. Hal ini dikarenakan semakin besar daya, maka suhu operasi meningkat dan laju penyulingan (penguapan) menjadi semakin besar. Bahwa semakin tinggi daya maka akan semakin besar pula resonansi (pantulan) gelombang yang dihasilkan oleh gelombang mikro sehingga mempercepat gerakan dan interaksi acak dari partikel molekul, maka panas akan cepat terbentuk. Semakin cepat panas maka akan semakin cepat penguapan yang terjadi untuk mengeluarkan minyak-minyak dari bahan baku (Kusyanto dan Rahayu., 2017). Dengan penggunaan daya pada *microwave* semakin besar yang digunakan maka nilai *specific energy consumption* (SEC) akan semakin rendah dan tidak memerlukan begitu banyak energi. Sedangkan untuk bahan baku menggunakan daun kayu manis didapatkan nilai SEC yang paling rendah pada penggunaan daya 360 watt hal ini di pengaruhi oleh konsumsi energi dan berat minyak yang dihasilkan pada daya tersebut, adapun hasil yang didapat dapat dipengaruhi oleh jumlah solvent yang ada dan lama penyinaran gelombang mikro.

3.4 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

Perolehan rendemen minyak atsiri pada metode *microwave hydrodistillation* dapat dipengaruhi dengan adanya gelombang mikro yang prinsip kerjanya langsung menyerap kedalam dinding sel pada bahan baku, kemudian minyak atsiri yang terkandung dapat mudah keluar dan sukar menguap sehingga dapat menghemat waktu proses distilasi. Dibandingkan dengan metode konvensional yang prinsip kerjanya mengandalkan sumber panas dari tungku yang tidak cukup efisien untuk mengeluarkan minyak atsiri dari bahan baku dimana proses ini akan memakan waktu yang sangat lama. Perbedaan perolehan rendemen minyak atsiri penelitian saat ini dan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

Metode	Rendemen (%)	Nilai SEC (kWh/gr)	Referensi
Hydrodistillation Konvensional (Kayu Manis)	0,34-0,41	TD	Adhiksana., (2015)
Hydrodistillation Konvensional (Akar Wangi)	0,85-2,88	0,65-1,27	Suwarda., (2009)
Microwave Hydrodistillation (Jahe)	0,80-2,80	TD	Kurniasari., (2008)
Microwave Hydrodistillation (Bunga Cempaka)	0,04-0,16	TD	Fachrudin., (2016)
Microwave Hydrodistillation (Kayu Manis)	0,51-0,96	1,50-3,40	Penelitian saat ini

Dari Tabel 3 dapat diketahui perbedaan perolehan persen rendemen minyak atsiri dari daun dan kulit kayu manis dengan menggunakan metode *microwave hydrodistillation* sebesar 0,51 – 0,96 % lebih besar dibandingkan dengan penelitian – penelitian sebelumnya. Hal ini terjadi karena untuk mencapai kondisi operasi yang diinginkan lebih cepat dengan menggunakan *microwave* dibandingkan dengan menggunakan pemanas konvensional yang masih menggunakan tungku sehingga membuat minyak atsiri

lebih cepat menguap dengan jumlah yang dihasilkan semakin banyak. Dengan nilai SEC yaitu sebesar 1,50-3,40 kWh/gr dengan menggunakan metode *microwave*. Karena dengan menggunakan *microwave* akan jauh lebih efisien dan menghemat waktu operasi distilasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan dan penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Mendapatkan minyak atsiri dari daun dan kulit kayu manis dengan menggunakan metode *microwave hydrodistillation* (MHD). Pada penggunaan daya 180W diperoleh % rendemen sebesar 0,65% dan 0,51%, pada daya 360W sebesar 0,96% dan 0,75%, dan daya 450W sebesar 0,88% dan 0,89%. Analisa indeks bias pada produk minyak daun dan kulit kayu manis dengan rentang nilai 1,4933 – 1,5237 dan 1,5293 – 1,5374 yang sudah mendekati standar *SNI 06-3734-2006*.
2. Nilai *specific energy consumption* (SEC) dengan metode *microwave hydrodistillation* (MHD) menggunakan bahan baku daun dan kulit kayu manis pada daya *microwave* 180W sebesar 1,78 kWh/gr dan 3,40 kWh/gr, pada daya 360W sebesar 1,50 kWh/gr dan 2,91 kWh/gr dan daya 450W sebesar 1,80 kWh/gr dan 2,72 kWh/gr.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiksana, A., (2015). *Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Kayu Manis Dan Kayu Cengkeh Menggunakan Microwave*. Laporan penelitian, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Anggia, F. T., Yuharmen dan Nur B. (2014). *Perbandingan Isolasi Minyak Atsiri dari Bunga Kenanga (Canaga odobrata (lam.) Hook.f & thoms) cara Konvensional dan Microwave serta Uji Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan*. Pekanbaru: Kampus Bina Widya
- Armando, R. (2009). *Memproduksi 15 minyak asiri berkualitas*. Niaga Swadaya.
- Erliyanti, Nove Kartika, dan Elsa Rosyidah. (2017). *Pengaruh Daya Microwave Terhadap Yield pada Ekstraksi Minyak Atsiri dari Bunga Kamboja (Plumeria Alba) Menggunakan Metode Microwave Hydrodistillation*. Rekayasa Mesin Vol.8.3, hal: 175-178.
- Inggrid, M., dan Djojsubroto, H. (2008). *Destilasi uap minyak atsiri dari kulit dan daun kayu manis*.

ISO 3216:1997, *Oil of cassia, Chinese type (Cinnamomum aromaticum Nees, syn. Cinnamomum cassia Nees ex Blume)*.

Kurniasari, L., Hartati, I., dan Ratnani, R. D. (2008). *Kajian Ekstraksi Minyak Jahe Menggunakan Microwave Assisted Extraction (Mae)*. Jurnal Momentum UNWAHAS, 4(2), 114974.

Kusyanto, K, dan Rahayu, I. E. (2017). *Pengaruh Perbandingan Pelarut Dan Bahan Baku Terhadap Peningkatan Rendemen Minyak Nilam (Pogostemon Cablin Benth) Dengan Destilasi-Air Menggunakan Gelombang Mikro*. Prociding SENIATI, 3(2), 9-1.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70. (2009). *Tentang Konservasi Energi*. Jakarta: Presiden Republik Indonesia. (diunduh 17 september 2020).

Rusli, S., Ma'mun, N. F. N., dan Triantoro, N. F. N. 2017. *Penyulingan Beberapa Macam Kulit Cassia vera*. Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Vol.5(1), hal :59-63.

Sastrohamidjojo, H. (2004). *Kimia Minyak Atsiri*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

SNI 06-3734-2006. *Minyak Kulit Kayu Manis*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

Suwarda, R. (2009). *Analisis Energi Proses Penyulingan Minyak Akar Wangi dengan Peningkatan Tekanan dan Laju Alir Uap Air secara Bertahap*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

UFBA, (2020). *Calculation of Electrical Energy*, New Zealand pg. 1-2

Veggi, Priscilla C, Julian Martinez, dan Angela Meireles. (2013). *Fundamentals of Microwave Extraction*. University of Campinas. Campinas.