
PENGEMBANGAN TEKNOLOGI MICROWAVE ASSITED EXTRACTION (MAE) SEBAGAI ALTERNATIF PENINGKATAN KADAR ZINGIBEREN GINGER OIL DARI LIMBAH AMPAS JAHE INDUSTRI JAMU

Anton Setiawan, Selvina Tawanta B, Retno Dwi N, Surya Indra P, Dwi Handayani

Program Diploma Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UNDIP

Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang, Semarang 50239

*Email : antonsetiawan861@gmail.com

Abstract

Research on "Development Technology of Microwave Assisted Extraction (MAE) As Alternative Enhancement of percentage zingiberen Ginger Oil From Waste Ginger Dregs Herbs Industry" has been done. The observed process variables are the effect of the amount of volume solvent, temperature, and time to yield produced. The distillation process is done using Microwave Heating. Ginger oil obtained in the form of a bright yellow liquid with a distinctive scent of ginger. For the highest yield of 1,418% obtainable with a variable number of solvent 1.2 liters, the distillation time is 55 minutes, and the operation temperature is 100 °C. From the graph, variables that affect the yield is a temperature and operating time and for a variable that influence the levels of zingiberen is the time and the operating temperature. Results of the analysis by gas chromatography shows the components with the highest levels of zingiberen distilled by microwave heating of 43,16% obtainable with the volume of solvent is 1 liter, the distillation time is 115 minutes, the operation temperature is 80°C and with the volume of solvent is 1,2 liter, distillation time is 115 minutes, operation temperature is 80°C. Results of the analysis of multiple parameters of the product showed ginger oil meets the specifications according to the Indonesian National Standard (SNI) No. 06-1312-1998 and International Standard ISO 7355.

Keywords: distillation, ginger oil, microwave, yield, zingiberen

Abstrak

Penelitian tentang "Pengembangan Teknologi Microwave Assisted Extraction (MAE) Sebagai Alternatif Peningkatan Kadar Zingiberen Ginger Oil Dari Limbah Ampas Jahe Industri Jamu" telah dilakukan. Variabel proses yang diamati adalah pengaruh volume pelarut, suhu, dan waktu terhadap banyaknya rendemen yang dihasilkan. Proses distilasi dilakukan menggunakan pemanas microwave. Minyak jahe yang diperoleh berupa cairan berwarna kuning terang dengan aroma jahe yang khas. Untuk rendemen tertinggi yaitu 1,418% diperoleh dengan variabel jumlah pelarut 1,2 liter, waktu distilasi 55 menit, dan suhu operasi 100 °C. Dari grafik, variabel yang berpengaruh terhadap rendemen adalah suhu dan waktu operasi serta untuk variabel yang berpengaruh terhadap kadar zingiberen adalah waktu dan suhu operasi. Hasil analisis dengan kromatografi gas menunjukkan komponen dengan kadar zingiberen dalam minyak jahe hasil distilasi dengan pemanas microwave sebesar 43,16% diperoleh dengan jumlah pelarut 1 liter, waktu distilasi 115 menit, suhu operasi 80 °C dan jumlah pelarut 1,2 liter, waktu distilasi 115 menit, suhu operasi 80 °C. Hasil analisa beberapa parameter terhadap produk menunjukkan minyak jahe sudah memenuhi spesifikasi menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 06-1312-1998 dan Standar Internasional ISO 7355.

Kata kunci: distilasi, minyak jahe, gelombang mikro, rendemen, zingiberen

PENDAHULUAN

Sebagai salah satu pusat megabiodiversiti, Indonesia menghasilkan sekitar 57 % atau 40 dari 80 jenis minyak asiri yang diperdagangkan didunia. Dari jumlah tersebut 13 jenis telah memasuki pasar minyak atsiri dunia, diantaranya nilam, serai wangi, cengkeh, jahe, pala, lada, kayu manis, cendana, melati, akar wangi, kenanga kayu putih dan kemukus. Peluang pengusahaan minyak atsiri cukup potensial baik untuk pasar dalam negeri maupun luar negeri, karena manfaat dari minyak atsiri yang sangat diperlukan oleh manusia baik untuk dikonsumsi maupun untuk kesehatan. Salah satu tanaman penghasil minyak atsiri dari famili Zingiberaceae yang dikembangkan di Indonesia

adalah jahe (*Zingiber officinale*). Beberapa propinsi penghasil jahe adalah Jawa Tengah, Jawa barat, Lampung dan Sumatera Barat(Hadipoentyanti, E, 2005).

Indonesia merupakan salah satu dari lima besar negara pengekspor jahe di dunia. Ekspor Indonesia akan komoditas jahe rata-rata meningkat 32,75 % per tahun. Data tahun 2002 menunjukkan volume ekspor jahe mencapai 43.193 ton (BPS 2002). Walaupun volume ekspor jahe cukup tinggi, sebagian besar ekspor jahe masih dalam bentuk bahan mentah (rimpang jahe segar) dan setengah jadi (jahe asinan dan jahe kering). Hingga saat ini Indonesia belum banyak memanfaatkan peluang ekspor minyak jahe. Ekspor jahe dalam bentuk olahan (minyak jahe, oleoresin jahe) masih kecil. Data ekspor minyak jahe hanya 0,4 % dari total ekspor minyak atsiri Indonesia (Hadipoentyanti, 2005). Minyakjahe diketahui memiliki berbagai fungsi, diantaranya digunakan dalam industrykosmetik, makanan, aroma terapi dan farmasi. Oleh karenanya minyak atsiriyang dihasilkan dari tanaman jahe mempunyai nilai cukup tinggi di pasardunia. Harga minyak jahe di pasar Eropa asal Cina \$ US 65 per kg dan minyak yang sama asal India \$ US 85 per kg. (Publick Ledger,2006)

Indonesia merupakan salah satu penghasil jahe (*Zingiber Offinale Rosc.*) terbesar di dunia yang memiliki peluang sangat besar untuk mengembangkan produk turunan dari rimpang jahe. Jahe mengandung oleoresin yang banyak dimanfaatkan dalam industri farmasi dan makanan. Oleoresin yang berisi campuran-campuran fenolik aktif yang mempunyai sifat antioksidan, anti-kanker, anti-inflamasi,anti-angiogenesis dan anti-artheosklerotik.

Jahe memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi karena dapat digunakan untuk berbagai kepentingan,baikdalam bentuk jahe segar maupun jahe olahan. Jahe segar sering digunakan sebagai rempah dan obat tradisional, sedangkan jahe olahan dapat berupa asinan jahe, jahe kering, jahe dalam sirup, jahe kristal, jahe bubuk dan minyak atsiri. Minyak atsiri Jahe sangat banyak kegunaannya terutama sebagai rempah, industri parfum, industri farmasi, industri kosmetik, obat tradisional dan lain-lain (Farry dan Murhananto, 1994).

Dalam proses destilasi minyak jahe penanganan pendahuluan akan berpengaruh besar terhadap efisiensi proses dan kualitas minyak yang dihasilkan. Salah satu faktor yang berpengaruh adalah waktu penganginan/pengeringan sehingga perlu dilakukan sejauh mana pengaruhnya terhadap efisiensi proses. Selain itu faktor yang berpengaruh yaitu pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi minyak jahe dan metode distilasi.

Permasalahan yang menjadi objek kajian pada penelitian ini ialah proses penyulingan minyak jahe agar didapatkan hasil yang maksimal baik dari kadar rendemen, kadar *zingiberen*, dan efisiensi proses. Hal ini mendorong semakin banyaknya penelitian tentang peningkatan dan modifikasi alat destilasi minyak jahe agar dapat bekerja secara efisien.Salah satu penelitian yang banyak dilakukan ialah pembuatan alat destilasi uap.

Hasil penelitian terdahulu oleh fitriani dan nurul hikmah (2007), nilai rendemen tertinggi adalah 0,284% dengan perlakuan jahe dikeringkan diudara selama 15 hari dengan metode penyuliangan uap dan air.Oleh karena itu, penelitian ini akan membandingkan perolehan minyak atsiri yang diperoleh melalui proses distilasi uap dan air dengan teknologi microwave assited extraction.

Alternatif proses produksi minyak jahe yang ditawarkan adalah proses produksi minyak jahe menggunakan teknologi Microwave Assisted Extraction (MAE). MAE merupakan teknik untuk mengekstraksi bahan-bahan terlarut di dalam bahan tanaman dengan bantuan energi gelombang mikro. Teknologi tersebut cocok bagi pengambilan senyawa yang bersifat thermolabil karena memiliki kontrol terhadap temperatur yang lebih baik dibandingkan proses pemanasan konvensional. Selain kontrol suhu yang lebih baik, MAE juga memiliki beberapa kelebihan lain, diantaranya adalah waktu ekstraksi yang lebih singkat, konsumsi energi dan solvent yang lebih sedikit, yield yang lebih tinggi, akurasi dan presisi yang lebih tinggi, adanya proses pengadukan sehingga meningkatkan phenomena transfer massa, dan setting peralatan yang menggabungkan fitur sohklel dan kelebihan dari mikrowave.

MAE (*Microwave Assisted Extraction*) merupakan teknik untuk mengekstraksi bahan-bahan terlarut di dalam bahan tanaman dengan bantuan energi microwave. perpindahan energi dari gelombang mikro pada material dikarenakan oleh mekanisme *dipolar polarization*, *ionic conduction*, dan *inutefacial polarization* yang menyebabkan *superheating* secara cepat pada material. Jika sebuah molekul terkena radiasi gelombang mikro maka *dipole* mencoba untuk

mensejajarkan dengan bentuk gelombang mikro. Jika gelombang mikro terus dipancarkan secara cepat (oscillating), *dipole* akan secara terus menerus mengikuti gerak gelombang tersebut. Pergantian orientasi dari molekul tersebut akan menyebabkan gesekan dan akan menimbulkan panas

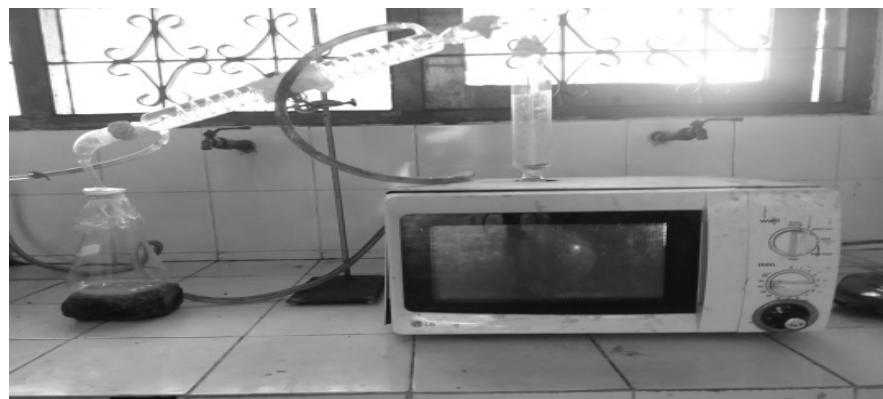
Dewasa ini, teknologi mikrowave tidak hanya diaplikasikan pada pengolahan bahan makanan. Salah satu aplikasi yang saat ini sedang banyak dikaji adalah untuk isolasi minyak atsiri dari bahan tanaman menggantikan teknologi konvensional seperti distilasi uap (hydrodistillation), ekstraksi dengan lemak (enfleurage), dan ekstraksi pelarut (solvent extraction) (Guenther, 1948). Keuntungan proses ini terutama adalah kecepatan waktu untuk mengisolasi seluruh minyak atsiri dibandingkan proses-proses sebelumnya.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai penggunaan MAE antara lain, pengambilan senyawa polyphenol dan caffein dari daun teh (Pan dan Niu, 2003), pengambilan saponin dari chestnut (Kerem, 2005) dan pengambilan minyak lada hitam (Ramanadhan, 2005). Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa MAE memiliki berbagai kelebihan dibandingkan dengan teknologi konvensional seperti distilasi uap (hydrodistillation), ekstraksi dengan lemak (enfleurage), dan ekstraksi pelarut (solvent extraction)

METODE PENELITIAN

A. Bahan Yang Digunakan

Bahan yang digunakan adalah ampas jahe (sebanyak 900 gram). Pelarut yang digunakan yaitu air.



Gambar 1. Rancangan penelitian teknologi MAE

Keterangan gambar:

1. Tempat penampung destilat
2. Kondensor
3. Klem dan statif
4. Labu leher 3
5. *Microwave*
6. Labu leher
7. Kran
8. Corong pisah
9. Kompor listrik
10. Klem dan statif

B. Kondisi Operasi dan Variabel

1. Variabel Suhu : 80°C; 100°C
2. Volume pelarut : 1000 ml; 1200 ml
3. Lama Waktu : 55;115 Menit

C. Deskripsi Peralatan Penelitian

Seperangkat peralatan dari rancangan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Satu unit *microwave* yang digunakan sebagai pemanas.
2. *Distiller* yang digunakan berupa labu terbuat dari kaca dengan volume 2000 ml. Sebuah *connector* yang terbuat dari kaca yang berfungsi untuk menghubungkan *distiller* dengan kondensor.
3. Kondensor yang digunakan adalah kondensor *Liebig* yang berfungsi mendinginkan uap yang terbentuk menjadi cair.
4. Corong pemisah yang digunakan untuk memisahkan minyak ampas jahe dengan air.

Rangkaian alat penelitian ini disajikan secara lengkap pada Gambar 1. Dengan menggunakan alat tersebut diharapkan :

1. rendemen minyak ampas jahe dan kadar *zingiberen* dapat meningkat
2. pemanasan *microwave* dapat mendistribusikan panas lebih merata ke semua bagian dari labu, sehingga lebih efektif dalam pemanfaatan panas untuk ekstraksi minyak atsiri
3. penyulingan dengan teknologi *microwave assited extraction* dipilih karena lama penyulingan relatif lebih singkat, rendemen minyak lebih besar dan mutunya lebih baik

D. Prosedur

Prosedur dari penelitian ini adalah sebagai berikut, mula-mula menimbang ampas jahe segar sebanyak 900 gram. Setelah dihilangkan kadar air dari ampas jahe tersebut didapat ampas kering sebesar 238,5 % gram. Ampas jahe ditambahkan air sesuai variabel lalu dimasukan ke dalam labu distilasi. Menyalakan pemanas *microwave* dan mengatur putaran timernya. Menghitung waktu distilasi mulai tetes pertama keluar dari *condensor*. Mengambil minyak tiap variable lalu menghentikan proses setelah sesuai variabel. Menampung distilat dalam corong pemisah dan memisahkan minyak dari air, kemudian menampung minyak tersebut pada botol kaca yang tertutup rapat. Kemudian mengambil minyak yang bebas dari kandungan air tersebut lalu melakukan analisa terhadap minyak yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Variabel Proses Terhadap Volume Minyak Yang Dihasilkan

Dari segi metode, metode ini menggunakan pemanasan *microwave* sehingga distribusi dari panas lebih merata ke semua bagian dari labu dibandingkan dengan *heater* yang distribusi panasnya hanya mengenai bagian terluar dari labu, sehingga lebih efektif dalam pemanfaatan panas untuk ekstraksi minyak atsiri. Untuk variable bebas yang digunakan yaitu waktu untuk penelitian ini adalah 55 menit dan 115 menit dan volume yang kami gunakan adalah 1000 ml dan 1200 ml serta suhu yang kami gunakan yaitu suhu 80°C dan 100°C. Sedangkan untuk variable kendali yang digunakan yaitu berat ampas jahe segar 900 gram.

Tabel 1. Variabel yang digunakan

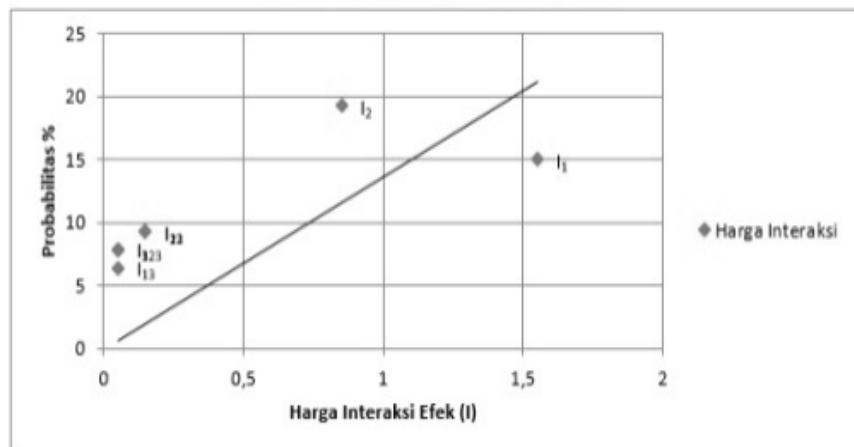
Variabel Bebas	Level Bawah (-)	Level Atas (+)
Waktu (A)	55 menit	115 menit
Jumlah Pelarut (B)	1 liter	1,2 liter
Suhu Operasi (C)	80 °C	100 °C

Variabel Kendali yang Digunakan adalah ampas jahe segar 900 gram.

Tabel 2. Pengaruh variabel terhadap volume yang diperoleh

Run	Kode Faktor			Volume Minyak (ml)	% Rendemen
	A	B	C		
1.	-	-	-	2	0,746
2.	+	-	-	3.6	1,343
3.	-	+	-	1.4	0,522
4.	+	+	-	2.8	1,044
5.	-	-	+	2	0,746
6.	+	-	+	3.8	1,418
7.	-	+	+	1.2	0,447
8.	+	+	+	2.6	0,970

Dari Volume minyak yang diperoleh, untuk volume terbanyak sebesar 3,8 ml dan % rendemen sebesar 1,418% dengan jumlah pelarut 1 liter, waktu distilasi 115 menit, dan suhu operasi 100°C. Hal ini membuktikan bahwa dengan menggunakan teknologi *microwave assited extraction* (MAE) lebih baik daripada teknologi konvensional, ekstraksi dengan lemak, maupun ekstraksi dengan solven dalam meningkatkan *yield* karena memiliki transfer panas yang baik dan proses yang terkontrol serta dengan adanya gelombang mikro maka minyak akan dipaksa keluar hingga pada lapisan dalam sel karena minyak akan berorientasi menyesuaikan gelombang mikro.



Gambar 2. Hubungan % probabilitas dengan harga interaksi efek

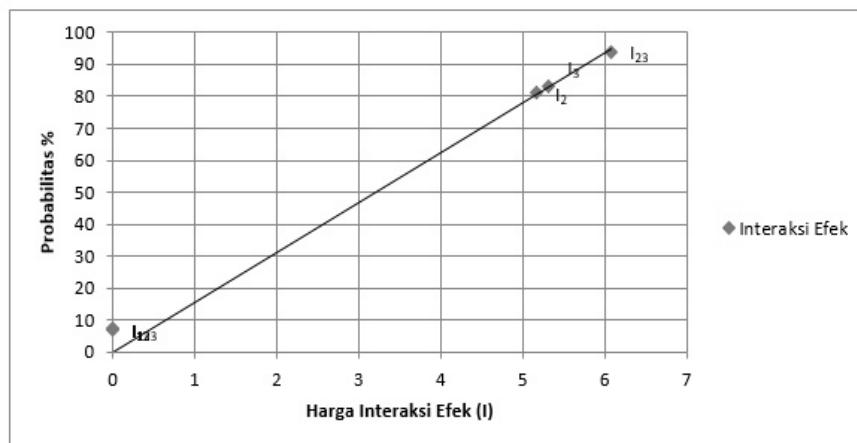
Pada Gambar 2. hubungan antara variabel proses dengan volume yang dihasilkan, didapat presentase probabilitas tertinggi sebesar 19,2857% dengan variabel bebas jumlah pelarut 1 liter, waktu distilasi 115 menit dan suhu operasi 80°C.

B. Pengaruh Variabel Proses Terhadap Kadar *Zingiberen* Minyak Yang Dihasilkan

Tabel 3.Pengaruh variabel terhadap kadar *zingiberen*

Run	KodeFaktor			Kadar Zingerberen (%)
	A	B	C	
1.	-	-	-	42.25
2.	+	-	-	42.25
3.	-	+	-	43.16
4.	+	+	-	43.16
5.	-	-	+	43.01
6.	+	-	+	43.01
7.	-	+	+	31.77
8.	+	+	+	31.77

Untuk kadar *zingiberen* yang paling tinggi sebesar 43,16% dengan jumlah pelarut 1,2 liter, waktu distilasi 55 menit, suhu operasi 80 °C dan jumlah pelarut 1,2 liter, waktu distilasi 115 menit, suhu operasi 80 °C. Hasil diatas menunjukkan bahwa dengan menggunakan teknologi *microwave assited extraction* (MAE) lebih baik daripada teknologi konvensional, ekstraksi dengan lemak, maupun ekstraksi dengan solven karena sangat cocok untuk senyawa thermolabil sehingga mampu menghasilkan kadar *zingiberen* yang tinggi. Kadar *zingiberen* yang tinggi menunjukkan tingkat kemurnian minyak yang baik dan menunjukkan angka putaran optik kearah negatif sehingga mampu memenuhi karakteristik Standart Internasional ISO 7335.



Gambar 3. Hubungan % probabilitas dengan harga interaksi efek

Pada Gambar 3. hubungan antara variabel proses dengan kadar *zingiberen* yang dihasilkan, didapat presentase probabilitas tertinggi sebesar 93,9286 % dengan variabel bebas jumlah pelarut 1 liter, waktu distilasi 115 menit dan suhu operasi 100°C.

C. Analisa Kualitas Minyak Ampas Jahe

1. Analisa Warna

Warna merupakan salah satu parameter dalam standart yang harus dipenuhi. Sesuai dengan Standar Internasional ISO 7355 dan SNI 06-1312-1998 bahwa minyak jahe berwarna kuning. Dari data hasil percobaan bahwa dari seluruh variabel telah sesuai dengan standart yaitu berwarna kuning.

2. Analisa Aroma

Aroma merupakan salah satu parameter dalam standart yang harus dipenuhi. Sesuai dengan Standar Internasional ISO 7355 dan SNI 06-1312-1998 bahwa aroma minyak jahe berbau jahe. Dari data hasil penelitian bahwa dari seluruh variabel telah sesuai dengan standart yaitu berbau jahe.

D. Analisa Uji GC

Data kandungan *Zingiberene* dalam minyak ampas jahe dengan menggunakan *Gas Chromatography (GC)* Dari Tabel III dapat diketahui bahwa komponen terbesar yang terdapat pada minyak ampas jahe dari identifikasi melalui *Gas Chromatography (GC)* yaitu *Zingiberene*. Hasil analisa uji GC pada penelitian ini kadar *Zingiberene* didapatkan untuk variabel 1 dan 2 sebesar 42,25664 %; untuk variabel 3 dan 4 sebesar 43,16163% ; untuk variabel 5 dan 6 sebesar 43,00971 dan variabel 7 dan 8 sebesar 31,77464% dengan waktu ekstraksi 115 menit menggunakan pelarut air. Pada penelitian Fitriana dkk(2010), dengan menggunakan peralatan hidrodistilasi tipe Clevenger didapatkan kadar *zingiberen* sebesar 14,13 %. Dari seluruh hasil analisa *GC* menunjukkan bahwa kadar *zingiberen* yang dihasilkan telah Sesuai dengan Standar Internasional ISO 7355 dan SNI 06-1312-1998 yaitu diatas 20%.

E. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perolehan Kadar *Zingiberene* dalam Minyak Jahe

Faktor-faktor yang mempengaruhi perolehan kadar *zingiberene* dalam minyak jahe yaitu:

1. Waktu Ekstraksi

Dalam proses ekstraksi, waktu sangat mempengaruhi distribusi besarnya senyawa yang tidak diinginkan ke dalam solven, waktu ekstraksi berhubungan dengan lamanya kontak antara minyak atsiri dengan solvent, sehingga penentuan waktu ekstraksi sangat penting untuk mengetahui seberapa optimum waktu yang dicapai guna memperoleh suatu senyawa yang telah ditentukan.

2. Suhu Ekstraksi

Suhu ekstraksi sangat mempengaruhi dalam laju distribusi senyawa dalam solven atau pelarut. Jika suhu ekstraksi tidak sesuai dengan apa yang telah ditentukan, maka senyawa yang diharapkan pun tidak akan terdistribusi dalam solven.

3. Volume Solvent

Perbandingan volume solvent yang digunakan harus disesuaikan dengan jumlah bahan baku untuk meningkatkan efektifitas proses distilasi.

4. Proses Penanganan Bahan Baku

Pada penanganan bahan baku, akan sangat mempengaruhi banyak aspek meliputi rendemen, kadar *Zingiberene*, serta kualitas produk yang dihasilkan. Sehingga penanganan bahan baku ini sangatlah penting karenan merupakan tahap awal bahan baku diproses.

5. Metode Distilasi

Setiap metode memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing dan dapat mempengaruhi besar kecilnya kadar *Zingiberene* yang diperoleh dari proses distilasi.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

Hasil penelitian ini dihasilkan % rendemen tertinggi yaitu 1,418% dengan variabel jumlah pelarut 1,2 liter, waktu distilasi 55 menit, dan suhu operasi 100 °C.

Dari grafik, variabel yang berpengaruh terhadap volume dan kadar *zingiberene* adalah waktu dan suhu operasi.

Hasil analisa uji GC menunjukkan kadar *Zingiberene* tertinggi didapatkan 43,16163% dengan jumlah pelarut 1,2 liter, waktu distilasi 55 menit, suhu operasi 80 °C dan jumlah pelarut 1,2 liter, waktu distilasi 115 menit, suhu operasi 80 °C

Hasil analisa warna, aroma, dan kadar *zingiberene* sudah sesuai dengan Standar Internasional ISO 7355 dan SNI 06-1312-1998

Teknologi *microwave assisted extraction* (MAE) lebih baik dari teknologi konvensional dalam peningkatan % rendemen, kadar *zingiberene*, serta kualitas minyak yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Pihak Dikti yang telah membiayai usulan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) kami, Ibu Ir. Hj Wahyuningsih, Msi, selaku ketua jurusan PSD III Teknik Kimia yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas untuk melaksanakan penelitian, Ibu Ir. Hj. Dwi Handayani, MT selaku dosen pembimbing penelitian yang telah dengan sabar membantu dan memberikan arahan kepada peneliti, Ibu Herlin selaku pelaku industri jamu, Bapak Nur selaku pemilik UKM Atsiri, staff Laboratorium penelitian yang telah memberikan bantuan dan dukungan pelaksanaan penelitian ini,

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, B.H., G. Blunden, M. O. Tanira dan A. Nemmar. 2008. Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A review of recent research. *Food and Chemical Toxicology*.46 : 409–420.
- Alyssa Nahla Amir dan Puspita Firsty Lestari. 2013. Pengambilan oleoresin dari limbah ampas jahe industry jamu (PT. Sidomuncul) dengan metode ekstraksi.
- Farry B, Paimin dan Murhananto. 1994. Budidaya, Pengolahan dan Perdagangan Jahe. Penebar Swadaya. Jakarta
- Fitriana. 2010. Pengaruh ukuran partikel, sf rasio dan waktu proses Terhadap rendemen pada hidrodistilasi minyak jahe. Banda Aceh
- Fitriani, Nurul hikmah. 2010. Rendemen dan Kualitas Minyak Jahe. *Jurnal hutan Tropis Borneo* vol. 7 Edisi 20.
- Guenther, E., (1987), *Essential oil*, Robert E. Krieger Publishing Co., Inc. New York.

- Hadipoentyanti, E., 2005, "Prospek Pengembangan Tanaman Penghasil Minyak Atsiri Baru dan Potensi Pasar" Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik
- Hernani dan E. Hayani. 2001. Identification of chemical components on red ginger (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) by GC-MS. Proc. International Seminar on natural products chemistry and utilization of natural resources. UI-Unesco, Jakarta : 501-505
- Ketaren, S. 1981. Minyak Atsiri. Jurusan Teknologi Industri, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Kurniasari, L, 2008. Kajian ekstraksi minyak jahe menggunakan *microwave assisted extraction (mae)*. Semarang.
- Publick Ledger,2006, " Daily Market Price" Agra Informa Ltd. Kent,UK
- Somaatmadja, D. 1981. Prospek Pengembangan Industri Oleoresin di Indonesia. Komunikasi no. 21. Balai Besar Industri Hasil Pertanian, Bogor.
- Sutianik.1999. Pengaruh Suhu Pengeringan dan Ukuran Bahan Terhadap Rendemen dan Mutu Oleoresin Jahe (*Zingiber officinale, Roscoe*).Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.