



SKRIPSI – TK 141581

**PROSES PENGAMBILAN MINYAK ATSIRI DARI
DAUN NILAM DENGAN METODE *MICROWAVE
HYDRO DISTILLATION* DENGAN ADANYA ALIRAN
UDARA**

**Safrina Hapsari
NRP. 2311 100 062**

**Putri Kusumawardhani
NRP. 2311 100 066**

**Dosen Pembimbing I:
Ir. Rr. Pantjawarni Prihatini**

**Dosen Pembimbing II:
Prof. Dr. Ir Mahfud, DEA**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**



FINAL PROJECT – TK 141581

**EXTRACTION OF PATCHOULI'S ESSENTIAL OILS
THROUGH MICROWAVE AIR-HYDRO
DISTILLATION**

**Safrina Hapsari
NRP. 2311 100 062**

**Putri Kusumawardhani
NRP. 2311 100 066**

**Academic Advisor I:
Ir. Rr. Pantjawarni Prihatini**

**Academic Advisor II:
Prof. Dr. Ir Mahfud, DEA**

**DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

PROSES PENGAMBILAN MINYAK ATSIRI DARI DAUN NILAM DENGAN METODE *MICROWAVE HYDRO DISTILLATION* DENGAN ADANYA ALIRAN UDARA

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik pada program studi S-1 jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

Safrina Hapsari
Putri Kusumawardhani

NRP 2311 100 062
NRP 2311 100 066

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Rr. Pantjawarni Prihatini (Pembimbing I)
2. Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA (Pembimbing II)
3. Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T. (Penguji I)
4. Dr. Widiyastuti, S.T., M.T. (Penguji II)
5. Siti Zullaikah, S.T., M.T., Ph.D (Penguji III)



Proses Pengambilan Minyak Atsiri dari Daun Nilam dengan Metode *Microwave Hydro Distillation* dengan Adanya Aliran Udara

Nama/NRP: 1. Safrina Hapsari (2311100062)
2. Putri Kusumawardhani (2311100066)
Jurusan : Teknik Kimia FTI-ITS
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Rr. Pantjawarni Prihatini
2. Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA

ABSTRAK

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth*) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang cukup penting bagi Indonesia karena minyak tersebut dapat menyumbang devisa sekitar 60 % dari total ekspor minyak atsiri nasional. Beberapa metode digunakan untuk mendapatkan minyak nilam. Metode-metode tersebut tersebut antara lain metode penyulingan konvensional, *hydro distillation*, dan *steam distillation*. Namun, ketiga metode tersebut memerlukan waktu yang lama untuk mendapatkan hasil penyulingan dan (terkadang) hasil yang didapatkan tidak bagus. Maka dari itu, untuk mendapatkan hasil minyak nilam yang bagus diperlukan metode-metode yang tepat agar sesuai dengan standar mutu yang berlaku.

Penelitian yang akan dilakukan adalah metode *Microwave Hydro Distillation* dan metode *Microwave Hydro Distillation* dengan aliran udara. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian adalah daun nilam yang diperoleh dari daerah Trenggalek, Jawa Timur. Bahan baku tersebut ada yang utuh dan yang telah dicacah dengan variasi massa bahan 20 gr, 40 gr, dan 80 gr dengan pelarut aquadest sebanyak 400 ml. Daya yang digunakan yaitu 264 W, 400 W dan 600 W. Laju alir udara pada flowmeter diubah-ubah sesuai dengan variable yaitu 0 L/menit, 0,1 L/menit, 1,5 L/menit, 3 L /menit, dan 5 L /menit. Proses distilasi minyak dilakukan selama satu jam. Setelah uap dikondensasi, hasil kondensasi yang merupakan campuran

minyak esensial dan air dipisahkan menggunakan corong pemisah. Lalu, minyak esensial tersebut disimpan di dalam sebuah lemari pendingin.

Analisa yang dilakukan terhadap hasil minyak atsiri menghasilkan hasil sebagai berikut: persentase *recovery*, indeks bias, densitas, dan GC. Dari penelitian tersebut, kesimpulan yang diperoleh adalah metode *Microwave Hydro Distillation* dan *Microwave Hydro Distillation* dengan aliran udara dapat digunakan untuk mengambil minyak atsiri dari daun nilam. Laju alir udara 1,5 L/menit menghasilkan rendemen terbanyak bila dibandingkan dengan tanpa atau dengan laju alir udara lain. Selain itu, kadar patchouli yang dihasilkan dari laju tersebut lebih sedikit bila dibandingkan dengan tanpa menggunakan laju aliran udara (0 L/menit).

Kata kunci: daun nilam, minyak atsiri, *microwave hydro distillation*, aliran udara

Extraction of Patchouli's Essential Oils through Microwave Air-Hydro Distillation

Name/Number: 1. Safrina Hapsari (2311100062)
2. Putri Kusumawardhani (2311100066)

Department : Chemical Engineering FTI-ITS

Academic advisors : 1. Ir. Rr. Pantjawarni Prihatini
2. Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA

ABSTRACT

*Patchouli (*Pogostemon cablin Benth*) is one of the most valuable essential oil producers in Indonesia because it contributes about 60% from national total export of essential oil. Some methods had been used to produce Patchouli essential oil. They are conventional, hydro, and steam distillation. However, the three of them needed a long period to get the result and (sometimes) the result had not been good enough. In order to improve quality of this essential oil, we need to find appropriate methods.*

This research which had been conducted was oil extraction process using microwave hydro distillation and air-hydro distillation. Raw material used in this study was patchouli from Trenggalek, East Java. They were intact and had been chopped with some variations of the mass: 20 g, 40 g, and 80 g along with 400 ml of aquadest as solvent. This study used 264 Watt, 400 Watt, and 600 Watt as power source. The air flow rate were 0 L/min, 0,1 L/min, 1,5 L/min, 3 L/min, and 5 L/min. Distillation process carried out for an hour. After its vapor had been condensed, the distillate which was a mixture of essential oil and water would be separated by a separator funnel. Then, this essential oil would be kept in a refrigerator.

The analysis of this essential oil provided these things: recovery percentage, refractive index, density, and GC. From this result, the conclusion was microwave hydro distillation and

microwave air-hydro distillation could be used to extract essential oils from patchouli. The 1,5 L/min air flow produced the highest yield patchouli oil of all. Moreover, this air flow produced less patchouli oil than those without air flow (0 L/min).

Keywords: Patchouli, essential oil, microwave hydro distillation, air flow rate

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyusun skripsi dengan judul:

**“PROSES PENGAMBILAN MINYAK ATSIRI DARI
DAUN NILAM DENGAN METODE *MICROWAVE*
HYDRO DISTILLATION DENGAN ADANYA ALIRAN
UDARA”**

sebagai syarat kelulusan bagi mahasiswa tahap sarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA, selaku Dosen Pembimbing dan Kepala Laboratorium Teknologi Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
2. Ibu Ir. Rr. Pantjawarni Prihatini, selaku Dosen Pembimbing Laboratorium Teknologi Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng selaku ketua Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS.
4. Bapak Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D, selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
5. Bapak dan Ibu Dosen pengajar yang telah memberikan ilmunya kepada penyusun.
6. Rekan-rekan Laboratorium Teknologi Proses Kimia atas semangat dan kerjasamanya.
7. Orang tua dan saudara-saudara kami atas doa, bimbingan, perhatian, dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.

8. Teman-teman K51 dan keluarga besar di Laboratorium Teknologi Proses Teknik Kimia FTI-ITS

Penyusun menyadari bahwa laporan skripsi ini masih perlu penyempurnaan. Oleh karena itu kami mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan skripsi ini kelak dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 6 Juli 2015

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Tinjauan Umum Tanaman Nilam	5
II.2 Minyak Nilam.....	6
II.3 Komposisi Minyak Nilam.....	7
II.4 Metode Distilasi Minyak Nilam	10
II.5 Parameter Minyak Atsiri.....	15
II.6 Penelitian Terdahulu.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
III.1 Garis Besar Penelitian	21
III.2 Bahan yang Digunakan	21
III.3 Peralatan yang Digunakan.....	22
III.4 Prosedur Penelitian.....	24
III.5 Diagram Alir Penelitian.....	27
III.6 Variabel Percobaan.....	29
III.7 Besaran Penelitian yang Diukur	29
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
IV.1 Distilasi Minyak Atsiri.....	31
IV.2 Pengaruh Perlakuan Bahan terhadap Rendemen Minyak Nilam.....	33
IV.3 Pengaruh Aliran Udara terhadap Rendemen Minyak Nilam	34

IV.4 Pengaruh Rasio Bahan terhadap Rendemen Minyak Nilam.....	37
IV.5 Pengaruh Daya Microwave terhadap Rendemen Minyak Nilam.....	39
IV.6 Analisa Persentase Recovery Minyak Nilam.....	40
IV.7 Analisa Hasil Indeks Bias Minyak Nilam.....	41
IV.8 Analisa Hasil Densitas Minyak Nilam.....	43
IV.9 Analisa Hasil <i>Gas Chromatography</i> (GC).....	45
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Kesimpulan.....	49
V.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	xii
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Senyawa Penyusun Minyak Nilam	8
Tabel II.2	Standar Mutu Minyak Nilam Sesuai SNI dan EOA	9
Tabel II.3	Properti <i>Patchouli Alcohol</i>	10
Tabel IV.1	Hasil Analisa GC untuk Minyak Nilam.....	45
Tabel IV.2	Perbandingan kadar patchouli alcohol antara metode Distilasi Modifikasi dan metode <i>Microwave Hydro Distillation</i>	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Pogostemon cablin Benth	5
Gambar II.2	Struktur Patchouli Alcohol	10
Gambar II.3	Skema Peralatan Penyulingan Air	11
Gambar II.4	Skema Peralatan Penyulingan Uap-Air	12
Gambar II.5	Skema Peralatan Penyulingan Uap	13
Gambar II.6	Skema Peralatan Microwave Distillation ...	13
Gambar II.7a	Profil Suhu Pemanasan dengan microwave	15
Gambar II.7b	Profil Suhu Pemanasan konvensional.....	15
Gambar III.1	Skema Peralatan Metode Microwave Hydro Distillation.....	22
Gambar III.2	Skema Peralatan Metode Microwave Hydro Distillation dengan aliran udara.....	23
Gambar III.3	Diagram Alir penelitian Metode Microwave Hydro Distillation.....	27
Gambar III.4	Diagram Alir penelitian Metode Microwave Hydro Distillation dengan aliran udara	28
Gambar IV.1	Pengaruh perlakuan bahan terhadap % rendemen pada berbagai variable laju aliran udara untuk rasio bahan 0,05 g/mL dan daya 600 W	33
Gambar IV.2	Pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap % rendemen minyak nilam pada percobaan microwave hydro distillation dengan aliran udara 1,5 L/min untuk daun cacah.....	35
Gambar IV.3	Pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap % rendemen pada percobaan microwave hydro distillation untuk kondisi daun cacah	36
Gambar IV.4	Pengaruh daya terhadap % rendemen pada percobaan microwave hydro distillation dengan aliran udara 1,5 L/min untuk kondisi daun cacah.....	38
Gambar IV.5	Pengaruh laju alir udara terhadap % rendemen minyak nilam pada rasio bahan 0,1 g/mL...	39

Gambar IV.6	Pengaruh laju alir udara terhadap % recovery untuk kondisi daun cacah dan rasio bahan 0,05 g/mL	41
Gambar IV.7	Pengaruh laju alir udara terhadap indeks bias pada kondisi daun cacah dan rasio bahan terhadap pelarut 0,2 g/mL	42
Gambar IV.8	Pengaruh laju alir udara terhadap indeks bias pada kondisi daun utuh dan rasio bahan terhadap pelarut 0,2 g/mL	43
Gambar IV.9	Pengaruh laju alir udara terhadap densitas pada kondisi daun cacah dan rasio bahan terhadap pelarut 0,2 g/mL.....	44
Gambar IV.10	Pengaruh laju alir udara terhadap densitas pada kondisi daun utuh dan rasio bahan terhadap pelarut 0,2 g/mL.....	44

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Minyak atsiri dikenal dengan nama minyak mudah menguap atau minyak terbang. Minyak atsiri merupakan senyawa yang pada umumnya berwujud cairan, yang diperoleh dari bagian tanaman seperti akar, kulit, batang, daun, buah, biji maupun dari bunga dengan cara penyulingan dengan uap. Meskipun pada kenyataannya untuk memperoleh minyak atsiri dapat juga diperoleh dengan cara lain seperti dengan cara ekstraksi dengan menggunakan pelarut organik maupun dengan cara dipres atau dikempa dan secara enzimatik (Sastrohamidjojo, 2004).

Meningkatnya perkembangan industri modern seperti industri pangan, parfum, dan farmasi mengakibatkan semakin besar pula kebutuhan minyak atsiri dunia. Dalam pembuatan parfum dan wangi-wangian, minyak atsiri tersebut berfungsi sebagai zat pewangi, terutama minyak atsiri yang berasal dari tanaman bunga tertentu. Beberapa jenis minyak atsiri dapat digunakan sebagai zat pengikat bau (*fixative*) dalam parfum, misalnya minyak nilam, minyak akar wangi, dan minyak cendana.

Indonesia merupakan salah satu produsen minyak atsiri terbesar di dunia untuk beberapa komoditi. Beberapa komoditi unggulan di Indonesia adalah minyak nilam (*patchouli oil*), minyak pala (*nutmeg oil*), minyak akar wangi (*vetiver oil*), minyak cengkeh (*clove oil*), dan sereh wangi (*citronella oil*). Minyak nilam banyak diekspor oleh Indonesia ke berbagai negara di dunia. Di dalam perdagangan, minyak nilam diperdagangkan dalam bentuk minyak dan dikenal dengan nama *patchouli oil*.

Menurut Maryadhi (2009), tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth*) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang cukup penting bagi Indonesia karena dapat menyumbang devisa sekitar 60 % dari total ekspor minyak atsiri nasional. Saat ini, Indonesia memasok hingga 90 % kebutuhan minyak nilam dunia (Hernawati dkk, 2012).

Minyak nilam yang diproduksi dengan menggunakan teknologi penyulingan konvensional seringkali tidak memenuhi persyaratan untuk diekspor ke luar negeri. 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. Oleh karena itu, diperlukan beberapa langkah untuk meningkatkan mutu dan kualitas minyak nilam salah satunya adalah teknik distilasi yang digunakan. Terdapat beberapa jenis metode yang dapat dilakukan untuk mendapatkan minyak nilam selain menggunakan metode konvensional, antara lain *steam hydro distillation* dan *hydro distillation*. Dalam hal ini perlu ditemukan metode baru untuk mendapatkan minyak nilam dengan yang tidak perlu waktu yang lama untuk mendapatkan minyak nilam yang bagus. Dalam hal ini digunakan proses pengambilan minyak nilam menggunakan *microwave* dan aliran udara.

Minyak nilam dalam industri digunakan sebagai fiksasi yang belum dapat digantikan oleh minyak lain sampai dengan saat ini. Minyak nilam terdiri dari komponen-komponen yang bertitik didih tinggi sehingga sangat baik dipakai sebagai zat pengikat dalam industri parfum dan dapat membentuk aroma yang harmonis. Zat pengikat adalah suatu persenyawaan yang mempunyai daya menguap lebih rendah atau titik uapnya lebih tinggi daripada zat pewangi sehingga kecepatan penguapan zat pewangi dapat dikurangi atau dihambat (Ketaren,1985). Dengan adanya aliran udara pada metode yang digunakan, diharapkan mampu membantu penguapan minyak nilam.

Metode ekstraksi dengan menggunakan *microwave* merupakan alternatif yang bisa terus dikembangkan daripada metode konvensional dan metode distilasi modifikasi, karena tingginya kadar kemurnian produk, minimnya pemakaian *solvent*, dan waktu proses yang singkat (Ferhat *et al.*, 2006). Pada metode konvensional dibutuhkan waktu yang lama yaitu sekitar 6-8 jam, sedangkan pada metode distilasi modifikasi membutuhkan waktu sekitar 7 jam. Pemanasan menggunakan *microwave* hanya

membutuhkan waktu sekitar 1-2 jam. Selain itu, *microwave* sudah tersedia dimana-mana dan mudah untuk didapatkan. Maka dari itu, diperlukan penelitian mengenai proses distilasi daun nilam dengan metode *hydro distillation* dengan menggunakan *microwave* serta pengaruh aliran udara terhadap kualitas minyak nilam yang dihasilkan.

I.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini yang akan dipelajari adalah proses penyulingan minyak nilam dengan metode *microwave hydro distillation* dan pengaruh modifikasi dari metode ekstraksi dengan *microwave* yaitu metode *microwave hydro distillation* dengan adanya aliran udara. Faktor-faktor yang akan mempengaruhi kuantitas produk minyak nilam adalah ukuran daun, rasio bahan dengan pelarut, dan kecepatan aliran udara yang dimasukkan. Berbagai faktor tersebut akan dievaluasi dengan metode *microwave hydro distillation* dan *microwave hydro distillation* dengan adanya aliran udara untuk mendapatkan metode yang tepat agar dapat memperoleh kandungan minyak nilam yang optimum dan berkualitas.

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mempelajari proses pengambilan minyak nilam dengan menggunakan metode *microwave hydro distillation* dan *microwave hydro distillation* dengan adanya aliran udara.
2. Mempelajari pengaruh faktor perlakuan bahan, rasio bahan dan pelarut, daya *microwave*, dan aliran udara pada percobaan *microwave hydro distillation* terhadap rendemen dan mutu minyak yang dihasilkan..

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini meliputi:

1. Memberikan informasi mengenai proses untuk mendapatkan minyak nilam dari daun nilam yang paling

baik untuk mendapatkan rendemen dan mutu minyak nilam yang berkualitas.

2. Bahan referensi dan informasi bagi penulis selanjutnya yang tertarik untuk mengkaji dan meneliti tentang distilasi minyak nilam.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tinjauan Umum Tanaman Nilam

Klasifikasi ilmiah dari tanaman nilam adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Lamiales</i>
Famili	: <i>Lamiaceae</i>
Genus	: <i>Pogostemon</i>
Spesies	: <i>Pogostemon cablin Benth</i>



Gambar II.1 Pogostemon cablin Benth

Minyak nilam berasal dari tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth*) merupakan salah satu komoditi non migas yang belum dikenal secara meluas di Indonesia, tetapi cukup populer di pasaran internasional. Tanaman ini memiliki aroma khas dan kadar minyak daun keringnya tinggi, yaitu antara 2,5-5%. Nilam Jawa dan nilam sabun (*P.hortensis*) memiliki kandungan minyak rendah, masing-masing antara 0,5%-1,5%.

Berdasarkan sifat tumbuhnya, tanaman nilam adalah tanaman tahunan. Tanaman ini merupakan semak yang tumbuh tegak, memiliki banyak percabangan bertingkat-tingkat dan mempunyai aroma yang khas. Secara alami, tanaman nilam dapat

mencapai ketinggian antara 0,5 m-1,0 m. Daun tanaman berbentuk bulat telur sampai bulat panjang (lonjong). Secara visual, daun nilam mempunyai ukuran panjang antara 5 cm-11 cm, berwarna hijau, tipis, tidak kaku, dan berbulu pada permukaan bagian atas (Rukmana, 2003).

Nilam dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah (andosol, latosol, regosol, podsolik, dan grumusol) dengan tekstur lempung, liat berpasir dengan drainase yang baik dan pH tanah 5-7. Tanaman nilam membutuhkan curah hujan atau ketersediaan air yang cukup agar dapat tumbuh dengan baik. Penyebaran tanaman nilam di Indonesia terdapat di beberapa daerah, yaitu NAD (Nanggro Aceh Darussalam), Sumatera Barat, Sumatera Utara, Bengkulu, Jawa Tengah, dan Jawa Barat (Halimah, 2011).

II.2 Minyak Nilam

Minyak nilam tergolong dalam minyak atsiri atau minyak eteris dimana istilah tersebut digunakan untuk minyak yang mudah menguap dengan komposisi dan titik didih yang berbeda – beda (*Guenther, 1987*). Minyak nilam terdiri dari campuran senyawa terpen yang bercampur dengan alkohol, aldehid dan ester-ester yang memberikan aroma khas dan spesifik. Senyawa-senyawa tersebut antara lain sinamaldehyd, benzaldehyd, patchoulin, patchouli alkohol dan eugenol benzoat. Patchouli alkohol merupakan komponen utama utama minyak nilam. Senyawa terpen dalam minyak nilam akan mudah mengalami proses polimerisasi, oksidasi ataupun hidrolisa karena pengaruh cahaya dan air (*Irawan, 2010*).

Minyak nilam merupakan salah satu jenis minyak atsiri yang mempunyai fungsi dan kegunaan adalah bahan baku, bahan pencampur dan fiksatif (pengikat wangi – wangi) dalam industri parfum, farmasi dan kosmetik (*Ketaren, 1985*). Senyawa patchoulol yang merupakan komponen yang paling banyak ditemukan dalam minyak nilam bersama dengan *α -patchoulene* diketahui potensial sebagai aktivitas antifungal. Senyawa, *α -bulnesene* diketahui mempunyai aktivitas anti inflamasi terhadap

PAF (Platelet Activating Factor) sebuah phospholipid mediator yang dihasilkan berbagai sel pada saat terkena penyakit alergi, asma, inflamasi, dan lain-lain (Halimah, 2011).

II.3 Komposisi Minyak Nilam

Minyak nilam merupakan komoditi ekspor, karenanya memiliki prospek yang cukup cerah dan selalu dibutuhkan secara berkesinambungan dalam industri-industri parfum, wewangian, kosmetik, sabun, farmasi, *flavouring agent*, dan lain-lain. Minyak nilam dalam industri digunakan sebagai fiksasi yang belum dapat digantikan oleh minyak lain sampai dengan saat ini. Minyak nilam terdiri dari komponen-komponen yang bertitik didih tinggi sehingga sangat baik dipakai sebagai zat pengikat dalam industri parfum dan dapat membentuk aroma yang harmonis. Zat pengikat adalah suatu persenyawaan yang mempunyai daya menguap lebih rendah atau titik uapnya lebih tinggi daripada zat pewangi sehingga kecepatan penguapan zat pewangi dapat dikurangi atau dihambat. Penambahan zat pengikat di dalam parfum dimaksudkan untuk mengikat aroma wangi dan mencegah penguapan zat pewangi yang terlalu cepat sehingga aroma wangi tidak cepat hilang atau lebih tahan lama (Ketaren, 1985).

Senyawa organik yang menyusun minyak nilam terdiri dari golongan hidrokarbon yang disebut golongan terpen dan golongan hidrokarbon beroksigen (*oxygenated hydrocarbon*). Beberapa senyawa yang terdapat dalam minyak nilam antara lain *patchouli alcohol* (*patchoulol*), α -*guaiene*, α -*patchoulene*, *seychellene*, α -*bulnesene*, *norpatchoulenol* dan *pogostol*. Dari beberapa senyawa tersebut, *patchouli alcohol* dan *norpatchoulenol* merupakan senyawa utama yang memberikan aroma khas pada minyak nilam. Senyawa α -*patchoulene* juga memberikan kontribusi aroma dalam minyak nilam (Donelian dkk, 2009). Kandungan beberapa senyawa utama penyusun minyak nilam adalah *patchouli alcohol* (32,60%), δ -*guaiene* (23,07%), α -*guaiene* (15,91%), *seychellene* (6,95%), dan α -*patchoulene* (5,47%) (Aisyah, 2010).

Tabel 2.1 Senyawa Penyusun Minyak Nilam

Senyawa	Rumus Molekul	Berat Molekul (gr/mol)	Titik Didih pada 1 atm (°C)
α -Humulene	C ₁₅ H ₂₄	204	166 – 168
α -Copaene	C ₁₅ H ₂₄	204	246 – 251
Seychellene	C ₁₅ H ₂₄	204	250 – 251
β -Elemene	C ₁₅ H ₂₄	204	251 – 253
Trans-Caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	204	254 – 257
Cis-Caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	204	254 – 257
β -Caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	204	256 – 259
β -Gurjunene	C ₁₅ H ₂₄	204	257 – 258
Aromadendrene	C ₁₅ H ₂₄	204	258,10
α -Patchoulene	C ₁₅ H ₂₄	204	262 – 263
β -Patchoulene	C ₁₅ H ₂₄	204	260 – 262
β -Selinene	C ₁₅ H ₂₄	204	260 – 263
α -Gurjunene	C ₁₅ H ₂₄	204	262 – 263
β -Chamigrene	C ₁₅ H ₂₄	204	273 – 274
α -Guaiene	C ₁₅ H ₂₄	204	281 – 282
δ -Guaiene	C ₁₅ H ₂₄	204	281 – 282
Norpatchoulenol	C ₁₄ H ₂₂ O	206	275 – 276
β -Caryophyllene oxide	C ₁₅ H ₂₄ O	220	279,68
Patchouli Alcohol	C ₁₅ H ₂₆ O	222	287 – 288
Pogostol	C ₁₅ H ₂₆ O	222	303 – 304

(Sumber: Aisyah, 2010; www.thegoodscentscopy.com, 2013c)

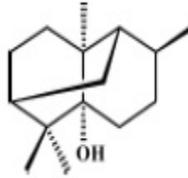
Sedangkan Badan Standarisasi Nasional (BSN) telah menetapkan standar mutu untuk mutu minyak nilam dengan kode SNI 06-2385-2006 dan sesuai *Essential Oil Association* (EOA) *Standard No 23* sebagai berikut :

Tabel II.2 Standar Mutu Minyak Nilam Sesuai SNI dan EOA

Karakteristik	SNI	EOA
Warna	Kuning muda sampai cokelat kemerahan	Cokelat kehijauan sampai cokelat tua
Bobot jenis, 25°C/25°C	0,950 – 0,975	0,950 – 0,975
Putaran Optik	(-48°) – (-65 °)	(-48°) – (-65 °)
Indeks bias, 20°C	1,507 – 1,515	1,570 – 1,515
Kelarutan dalam etanol 90% pada suhu 25°C ± 3°C	Larutan jernih atau opalensi ringan dalam perbandingan volume 1-10 bagian	Larutan Jernih dalam perbandingan volume 1-10
Bilangan asam	Maks 8	Maks 5
Bilangan ester	Maks 20	Maks 20
Minyak keruing	Negatif	Negatif
Zat – zat asing :		
a. Alkohol tambahan	Negatif	Negatif
b. Lemak	Negatif	Negatif
c. Minyak pelican	Negatif	Negatif

(Sumber: Hernawati dkk, 2012)

Patchouli alkohol (C₁₅H₂₆O) merupakan senyawa utama penyusun minyak nilam yang termasuk golongan sesquiterpen. Patchouli alkohol meleleh pada suhu 55-58⁰C, mendidih pada suhu 287⁰C, tidak larut dalam air, larut dalam alkohol, eter, dan pelarut organik lainnya. Senyawa yang memiliki nama IUPAC (1R,4S,4aS,6R,8aS)-Octahydro-4,8a,9,9-tetramethyl-1,6-methanonaph-thalen-1(2H)-ol ini merupakan senyawa trisiklik tersier sesquiterpen alkohol (*tricyclic tertiary sesquiterpene alcohol*).



Gambar II.2 Struktur Patchouli Alkohol

Tabel II.3 Properti *Patchouli Alcohol*

Parameter	Karakteristik
Rumus Molekul	$C_{15}H_{26}O$
Berat Molekul	222,37142 gr/grmol
Wujud Senyawa	Kristal tak berwarna (<i>colourless</i>)
Bentuk Kristal	<i>Plate-like</i>
Titik Leleh	55 – 58 °C
Titik Didih	287 – 288 °C
Indeks Bias (20 °C)	1,5245
Tekanan Uap	<0,001 mmHg (20 °C)
Kelarutan pada Air	42,87 mg/l (25 °C)
Kelarutan	Larut pada pelarut organik, tidak dapat larut pada air

(Sumber : Bhatia dkk, 2008; Berger dan Sicker, 2009; www.thegoodscent-company.com, 2013)

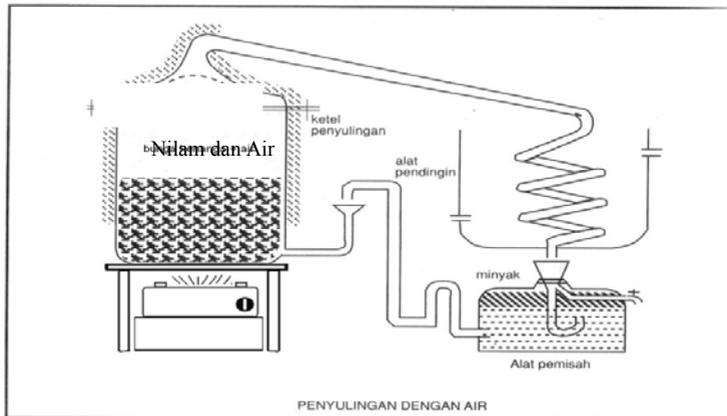
II.4 Metode Distilasi Minyak Nilam

Penyulingan dapat didefinisikan sebagai pemisahan komponen – komponen suatu campuran dari dua jenis cairan atau lebih berdasarkan tekanan uap dari masing – masing zat tersebut. Dalam industri minyak atsiri dikenal 3 macam tipe penyulingan berdasarkan kontak antara uap dan bahan yang akan disuling, yaitu:

1. Penyulingan dengan air

Pada metode ini, bahan yang akan disuling dikontakkan langsung dengan air mendidih. Bahan tersebut mengapung di atas

air atau terendam secara sempurna tergantung dari bobot jenis dan jumlah bahan yang disuling. Air dipanaskan dengan metode pemanasan yang biasa dilakukan, yaitu dengan panas langsung (Guenther, 1987).



Gambar II.3 Skema Peralatan Penyulingan Air

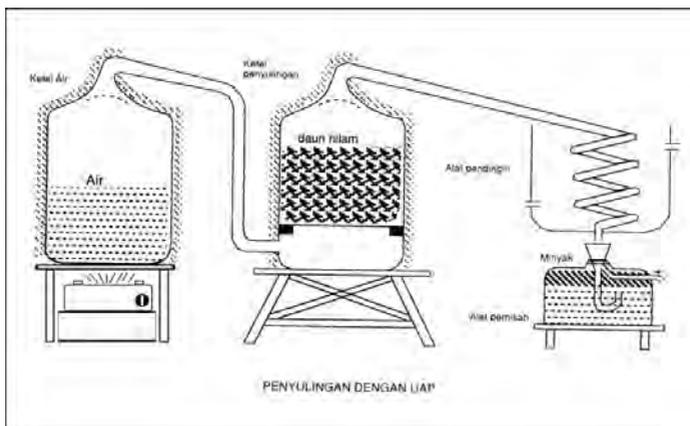
Prinsip kerja penyulingan dengan air adalah sebagai berikut: Ketel penyulingan diisi air sampai volumenya hampir separuh, lalu dipanaskan. Sebelum air mendidih, bahan baku dimasukkan ke dalam ketel penyulingan. Dengan demikian penguapan air dan minyak atsiri berlangsung bersamaan. Cara penyulingan seperti ini disebut: penyulingan langsung (*direct distillation*). Bahan baku yang digunakan biasanya dari bunga atau daun yang mudah bergerak di dalam air dan tidak mudah rusak oleh panas uap air. Penyulingan secara sederhana ini sangat mudah dilakukan, dan tidak perlu modal banyak. Namun kadar minyaknya sedikit.

2. Penyulingan dengan uap-air

Penyulingan minyak atsiri dengan cara ini memang sedikit lebih maju dan produksi minyaknya pun relatif lebih baik daripada metode distilasi air (*hydro distillation*). Pada proses penyulingan

ini, bahan yang akan diolah diletakkan di atas rak-rak atau saringan berlubang. Ketel suling diisi dengan air sampai permukaan air berada tidak jauh di bawah saringan. Air dapat dipanaskan dengan berbagai cara, yaitu dengan uap jenuh yang basah dan bertekanan rendah. Ciri khas dari proses ini adalah sebagai berikut (Guenther, 1987) :

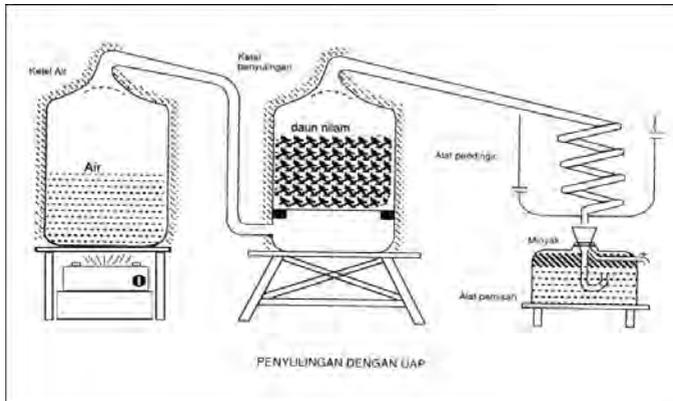
- a. Uap selalu dalam keadaan basah, jenuh dan tidak terlalu panas
- b. Bahan yang disuling hanya berhubungan dengan uap dan tidak dengan air panas.



Gambar II.4 Skema Peralatan Penyulingan Uap–Air

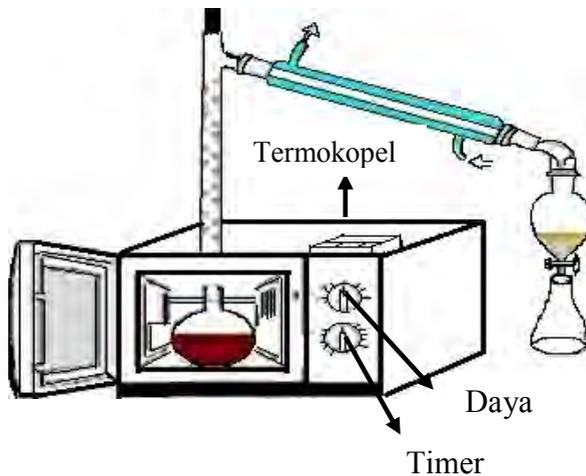
3. Penyulingan dengan uap

Penyulingan uap atau penyulingan uap langsung dan prinsipnya sama dengan yang telah dibicarakan di atas, kecuali air tidak diisi dalam ketel. Uap yang digunakan adalah uap jenuh atau uap kelewat panas pada tekanan lebih dari 1 atm. Uap dialirkan melalui pipa yang terletak di bawah bahan, dan uap bergerak ke atas melalui bahan yang terletak di atas saringan (Guenther, 1987). Kualitas produk minyak atsiri yang dihasilkan jauh lebih sempurna dibandingkan dengan kedua cara lainnya, sehingga harga jualnya pun jauh lebih tinggi.



Gambar II.5 Skema Peralatan Penyulingan Uap

4. Penyulingan dengan Microwave



Gambar II.6 Skema Peralatan *Microwave Distillation*

Proses ini pada dasarnya merupakan kombinasi antara pemanfaatan radiasi gelombang mikro dengan sistem distilasi.

Gelombang mikro merupakan hasil radiasi yang dapat ditransmisikan, dipantulkan atau diserap tergantung dari bahan yang berinteraksi dengannya. Gelombang mikro dihasilkan oleh magnetron, gelombang tersebut ditransmisikan ke dalam *waveguide* (sebuah komponen yang didesain untuk mengarahkan gelombang), lalu gelombang tersebut dipantulkan ke dinding dari ruangan di dalam oven, dan kemudian gelombang tersebut diserap oleh bahan tanaman. Bahan tanaman dimasukkan di dalam distillation flash yang terbuat dari gelas (agar dapat ditembus oleh radiasi *microwave*) akan menyerap radiasi *microwave* tersebut hingga mencapai kelenjar grandular dan sistem vascular bahan tanaman di dalam dinding sel. Peristiwa ini menimbulkan panas sehingga dinding sel akan pecah dan minyak atsiri di dalamnya dapat bebas keluar. Minyak atsiri dan air menguap bersamaan berdasarkan prinsip distilasi campuran tak saling larut lalu dikondensasikan.

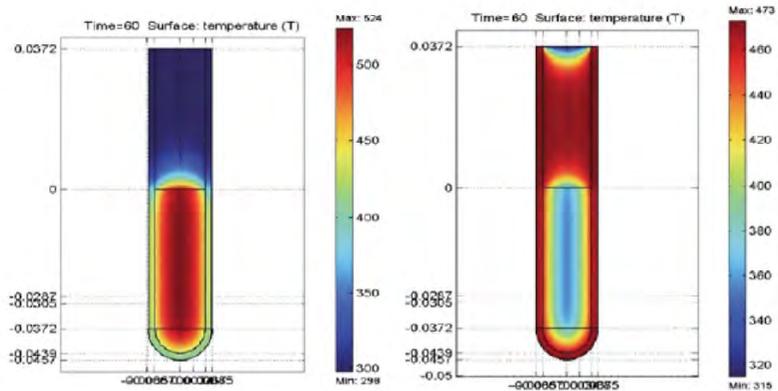
II.4.1 Keuntungan Penggunaan Microwave

Gelombang mikro atau *microwave* adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi siper tinggi (*Super High Frequency, SHF*), yaitu antara 300 MHz – 300 GHz. *Microwave* memiliki rentang panjang gelombang dari 1 mm sampai 1 m.

Radiasi *microwave* terbukti sebagai sumber pemanasan yang efektif dalam reaksi kimia, *Microwave* dapat mempercepat kecepatan reaksi, menghasilkan yield produk yang lebih baik karena pemanasan *microwave* bersifat volumetrik dan selektif.

II.4.1.1 Pemanasan Volumetrik

Salah satu sifat pemanasan *microwave* yang membedakan dengan pemanasan konvensional adalah pemanasan volumetrik di mana pemanasan langsung terjadi pada keseluruhan volume sampel sehingga pemanasan yang terjadi bisa seragam dan berlangsung cepat karena terjadi secara konduksi, konveksi, dan radiasi (Golmakani *et.al.*, 2007). Perpindahan panas secara konvensional terjadi karena adanya gradien suhu pada sampel seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.7b.



(a)

(b)

Gambar II.7 Profil suhu pemanasan dengan *microwave* (a) dan profil pemanasan konvensional (b)

II.4.1.2 Pemanasan Selektif

Pemanasan selektif berkaitan dengan respon material terhadap gelombang mikro. Untuk mendapatkan pemanasan yang efektif dan efisien maka pelarut, katalis, maupun reaktan dipilih yang mempunyai sifat menyerap gelombang mikro. Sedangkan untuk reaktor dipilih yang transparan (tidak menyerap) radiasi gelombang mikro.

II.5 Parameter Minyak Atsiri

Beberapa parameter yang biasanya dijadikan standar untuk mengenali kualitas minyak atsiri meliputi:

II.5.1 Berat Jenis

Berat jenis merupakan salah satu kriteria penting dalam menentukan mutu dan kemurnian minyak atsiri. Nilai berat jenis minyak atsiri didefinisikan sebagai perbandingan antara berat minyak dengan berat air pada volume air yang sama dengan volume minyak. Berat jenis sering dihubungkan dengan fraksi berat komponen-komponen yang terkandung didalamnya.

Semakin besar fraksi berat yang terkandung dalam minyak, maka semakin besar pula nilai densitasnya (Sastrohamidjojo, 2004).

II.5.2 Indeks Bias

Indeks bias merupakan perbandingan antara kecepatan cahaya di dalam udara dengan kecepatan cahaya didalam zat tersebut pada suhu tertentu. Indeks bias minyak atsiri berhubungan erat dengan komponen-komponen yang tersusun dalam minyak atsiri yang dihasilkan. Sama halnya dengan berat jenis dimana komponen penyusun minyak atsiri dapat mempengaruhi nilai indeks biasnya. Semakin banyak komponen berantai panjang seperti sesquiterpen atau komponen bergugus oksigen ikut tersuling, maka kerapatan medium minyak atsiri akan bertambah sehingga cahaya yang datang akan lebih sukar untuk dibiaskan. Hal ini menyebabkan indeks bias minyak lebih besar. Menurut *Guenther*, nilai indeks juga dipengaruhi salah satunya dengan adanya air dalam kandungan minyak tersebut. Semakin banyak kandungan airnya, maka semakin kecil nilai indeks biasnya. Ini karena sifat dari air yang mudah untuk membiaskan cahaya yang datang. Jadi minyak atsiri dengan nilai indeks bias yang besar lebih bagus dibandingkan dengan minyak atsiri dengan nilai indeks bias yang kecil (Sastrohamidjojo, 2004).

II.6 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian tentang metode ekstraksi minyak nilam yang pernah dilakukan yaitu :

- Jurnal of Supercritical Fluids oleh Donelian *et.al.* tahun 2009 dengan judul *Comparison of Extraction of Patchouli (Pogostemon cablin) Essential Oil with Supercritical CO₂ and by Steam Distillation*. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapat hasil:
 - Metode *supercritical* CO₂ merupakan metode yang lebih baik untuk mengekstraksi minyak nilam apabila dibandingkan dengan metode *steam distillation*.

- Hasil terbaik dengan metode *supercritical* CO₂ didapat pada tekanan 14 MPa dan pada suhu 40°C. Minyak nilam yang dihasilkan memiliki rendemen 5,07%
 - Sedangkan dengan metode Steam distillation menghasilkan minyak nilam dengan rendemen 1,5%
- Jurnal oleh Mahasiswa jurusan Teknik Kimia ITS Surabaya (Novita Setya H. dan Aprilia Budiarti) tahun 2012 dengan judul *Proses Pengambilan Minyak atsiri Dari Daun Nilam dengan Pemanfaatan Gelombang Mikro (Microwave)*. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapat hasil sebagai berikut :
 - Penggunaan microwave distillation mampu meningkatkan rendemen dengan waktu yang lebih singkat dari metode konvensional.
 - Dari hasil penelitian yang diperoleh %rendemen minyak yang dihasilkan dengan MDP (*Microwave Distillation* dengan Pelarut) lebih besar daripada menggunakan MDS (*Microwave Distillation* dengan *Steam*) untuk daun nilam utuh maupun daun nilam cacah yaitu berkisar antara 1,3567-2,4566, sedangkan % rendemen untuk MDS berkisar antara 1,4604-1,9485
 - 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.
 - 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.

- 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.
- 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.
- Tugas akhir oleh mahasiswa jurusan Kimia ITS Surabaya (Diana Pramifta Putri Halimah) tahun 2011 dengan judul *Minyak Atsiri Dari Tanaman Nilam (Pogostemon cablin Benth.) Melalui Metode Fermentasi dan Hidrodistilasi serta Ujibioaktivitasnya*. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapat hasil sebagai berikut :
 - Minyak atsiri dari daun (A), batang (B) dan campuran batang-daun(C) tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) memiliki rendemen yaitu 2,97% untuk minyak atsiri A, 0,15 % unyuk minyak atsiri B dan 2% untuk minyak atsiri C. Komponen utama dari ketiga sampel adalah *patchouli alcohol* dengan kelimpahan tertinggi pada batang (B) yaitu sebesar 62,45% dibandingkan dengan minyak atsiri daun (46,52%) dan campuran (46,92%).
- Skripsi oleh mahasiswa Kimia ITS Surabaya (Nindiya) tahun 2012 dengan judul *Destilasi Minyak Atsiri Tanaman*

Nilam (Pogostemon cablin Benth) dengan Metode Hidrodestilasi Modifikasi. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapat hasil sebagai berikut :

- Pengambilan minyak atsiri dari tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth*) dapat dilakukan dengan metode hidro destilasi modifikasi (ada penambahan aliran udara)
- Metode destilasi modifikasi dengan aliran udara menghasilkan rendemen minyak nilam 3,035% dengan kadar patchouli 38,22%.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Garis Besar Penelitian

Penelitian ini secara umum adalah untuk mempelajari proses penyulingan minyak nilam dengan menggunakan metode *microwave hydro distillation* dan *microwave hydro distillation* dengan adanya aliran udara. Pada kedua metode bahan dan pelarut (aquadest) dengan rasio tertentu dimasukkan ke dalam *microwave* lalu dilakukan proses ekstraksi selama 1 jam. Kondisi operasi pada metode ini adalah pada tekanan atmosfer. Daya yang digunakan yaitu daya 264 W, 400 W, dan 600 W. Pada metode *Microwave Hydro Distillation* dengan adanya aliran udara, laju alir udara pada *flowmeter* diubah-ubah sesuai dengan variabel. Uap yang dihasilkan dikondensasi dan distilat yang berupa campuran minyak dan air dipisahkan menggunakan corong pemisah. Faktor-faktor yang akan mempengaruhi produk minyak nilam adalah ukuran daun, daya microwave, rasio bahan dengan pelarut dan laju aliran udara. Minyak yang didapat dipisahkan dengan menggunakan corong pemisah.

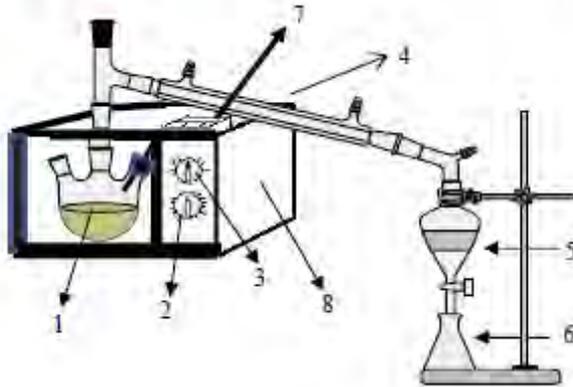
III.2 Bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Daun Nilam
Bahan baku yang digunakan adalah daun nilam yang diperoleh dari Trenggalek dalam bentuk daun yang dikeringkan.
2. Air
Air ini digunakan sebagai proses pendinginan pada kondensor untuk distilat berupa campuran air dan minyak atsiri yang dihasilkan dari proses destilasi.
3. Aquadest
Aquadest digunakan sebagai *solvent* pada proses destilasi

III.3 Peralatan yang Digunakan

III.3.1 Peralatan Metode *Microwave Hydro Distillation*

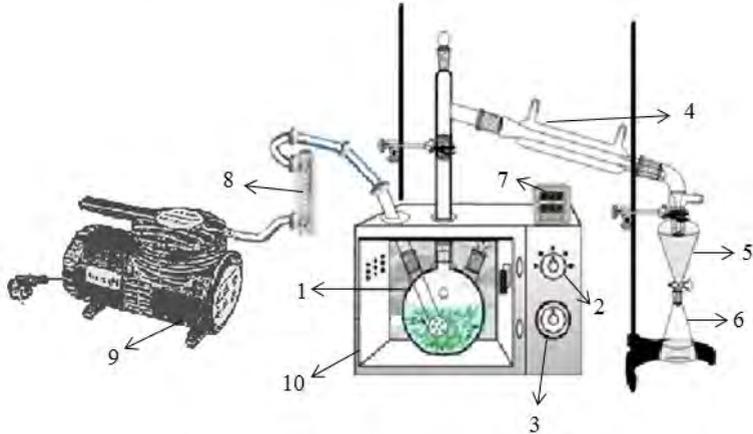


Gambar III.1 Skema Peralatan Metode *Microwave Hydro Distillation*

Keterangan :

1. Labu leher tiga
2. Pengatur waktu
3. Pengatur daya
4. Kondensor Liebig
5. Corong Pemisah
6. Erlenmeyer
7. Indikator suhu
8. *Microwave*

III.3.2 Peralatan Metode *Microwave Hydro Distillation* dengan Aliran Udara



Gambar III.2 Skema Peralatan Metode *Microwave Hydro Distillation* dengan Adanya Aliran Udara

Keterangan :

1. Labu leher tiga
2. Pengatur waktu
3. Pengatur daya
4. Kondensor Liebig
5. Corong Pemisah
6. Erlenmeyer
7. Indikator suhu
8. *Flowmeter*
9. *Compressor*
10. *Microwave*

Deskripsi Peralatan :

- Microwave yang digunakan :
 - Daya Output : 264 – 800 W
 - Dimensi Microwave :

- Panjang : 50 cm
- Lebar : 40 cm
- Tinggi : 40 cm
- *Flowmeter* yang digunakan memiliki rentang antara 0,1 L/min sampai 5 L/min
- Labu destilasi yang digunakan berukuran 1 liter (labu alas bulat leher tiga)

III.4 Prosedur Penelitian

III.4.1 Percobaan dengan menggunakan *Microwave Hydro Distillation*

1. Menimbang bahan sebanyak sesuai dengan variable dan membuat ukuran daun nilam kering menjadi dua bentuk yaitu utuh dan cacah ($\pm 1 \text{ cm}$).
2. Melakukan instalasi alat distilasi (lihat gambar III.1).
3. Memasukkan matriks yang telah ditimbang tersebut pada labu distilasi dan menambahkan pelarut aquadest sebanyak 400 ml sehingga rasio bahan baku terhadap pelarut 0,05 g/ml; 0,1 g/ml; 0,2 g/ml.
4. Mengalirkan air kondensor pada sistem kondensor.
5. Menyalakan *microwave* agar labu distilasi yang telah berisi bahan dan pelarut mendapat paparan radiasi *microwave* sesuai kondisi operasi
6. Menunggu sampai tetes pertama keluar dari kondensor.
7. Menghitung waktu ekstraksi mulai tetes pertama keluar dari kondensor.
8. Menghentikan proses ekstraksi setelah 1 jam.
9. Memisahkan minyak dari air dengan menggunakan corong pemisah, kemudian menampung minyak tersebut pada botol sampel dan tertutup.
10. Mengembalikan pelarut yang sudah dipisah dari minyak ke labu distilasi.
11. Melakukan analisa terhadap minyak yang dihasilkan.

III.4.2 Percobaan dengan menggunakan *Microwave Hydro Distillation* dengan Aliran Udara

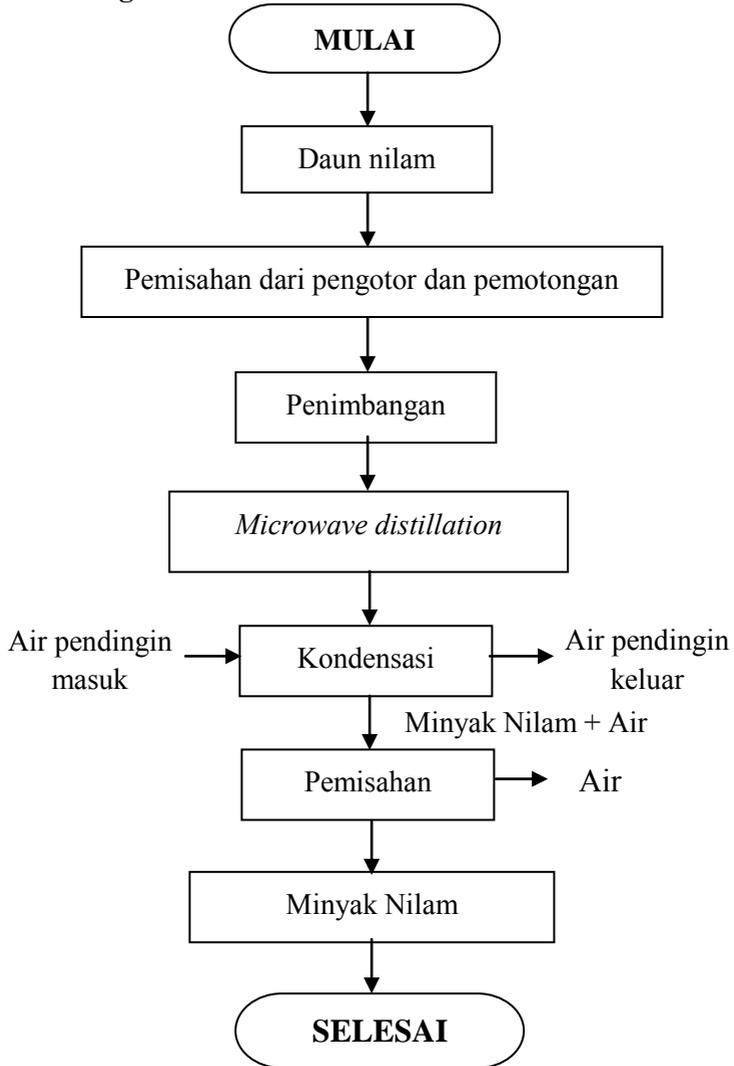
1. Menimbang bahan sebanyak sesuai dengan variable dan membuat ukuran daun nilam kering menjadi dua bentuk yaitu utuh dan cacah ($\pm 1 \text{ cm}$).
2. Melakukan instalasi alat distilasi (lihat gambar III.2).
3. Memasukkan matriks yang telah ditimbang tersebut pada labu distilasi dan menambahkan pelarut aquadest sebanyak 400 ml sehingga rasio bahan baku terhadap pelarut 0,05 g/ml; 0,1 g/ml; 0,2 g/ml.
4. Mengalirkan air kondensor pada sistem kondensor.
5. Menyalakan *microwave* agar labu distilasi yang telah berisi bahan dan pelarut mendapat paparan radiasi *microwave* sesuai kondisi operasi dan variable penelitian dan mengatur laju alir udara pada *flowmeter*.
6. Menunggu sampai tetes pertama keluar dari kondensor.
7. Menghitung waktu ekstraksi mulai tetes pertama keluar dari kondensor.
8. Menghentikan proses ekstraksi setelah 1 jam.
9. Memisahkan minyak dari air dengan menggunakan corong pemisah, kemudian menampung minyak tersebut pada botol sampel dan tertutup.
10. Mengembalikan pelarut yang sudah dipisah dari minyak ke labu distilasi.
11. Melakukan analisa terhadap minyak yang dihasilkan.

III.4.3 Percobaan dengan metode soxhlet untuk mengetahui % recovery

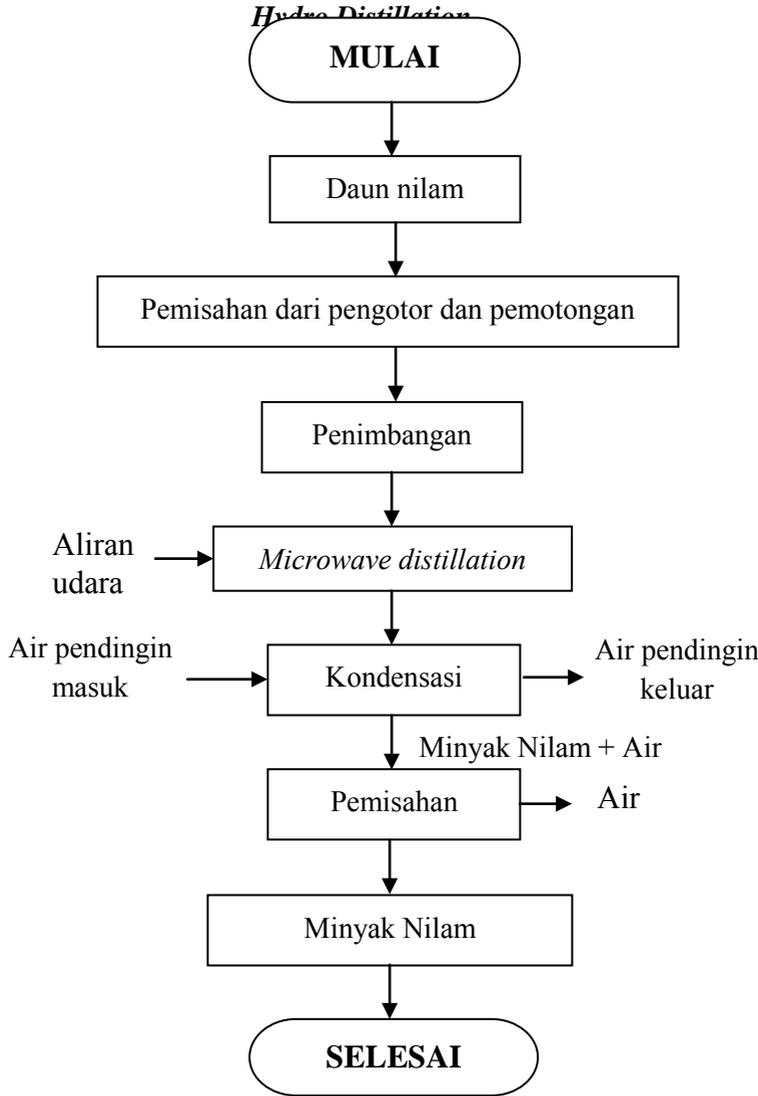
1. Menimbang daun nilam kering sebanyak 20 gram
2. Memasukkan ke dalam kertas timbel untuk soxhlet, menutupi atasnya dengan kapas
3. Menimbang labu alas bulat beserta batu didihnya

4. Merangkai apparatus soxhlet
5. Menambahkan petroleum ether p.a. sebanyak 1,5-2 kali sirkulasi
6. Menjalankan pendingin dan menyalakan penangas air
7. Menjalankan apparatus selama 6 jam
8. Setelah selesai, labu didih dilepas dari apparatus dan dikeringkan di atas penangas air suhu 70°C hingga petroleum ether menguap sempurna
9. Memasukkan labu didih yang telah berisi minyak ke dalam eksikator dan membiarkan hingga tercapai berat konstan
10. Mencatat hasil penimbangan konstan sebagai berat akhir
11. Menghitung kadar minyak

III.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar III.3 Diagram Alir Penelitian Metode *Microwave*



Gambar III.4 Diagram Alir Penelitian Metode *Microwave Hydro Distillation* dengan Aliran Udara

III.6 Variabel Percobaan

1. Variabel
 - a. Daun nilam kering dengan perlakuan : utuh dan cacah ($\pm 1 \text{ cm}$)
 - b. Laju aliran udara : 0,1 L/menit, 1,5 L/menit, 3 L/menit, 5 L/menit
 - c. Rasio bahan baku terhadap solvent adalah 0,05 g.mL⁻¹; 0,1 g.mL⁻¹, dan 0,2 g.mL⁻¹.
 - d. Daya microwave 264 W, 400 W dan 600 W
2. Kondisi operasi
 - a. Tekanan atmosfer
3. Waktu Pengamatan
Tetes pertama pada metode *microwave hydro distillation* dan metode *microwave hydro distillation* dengan adanya aliran udara membutuhkan waktu sekitar 20 menit kemudian proses distilasi dengan aliran udara dilakukan selama 60 menit.

III.7 Besaran Penelitian yang Diukur

Adapun beberapa besaran dan analisa yang dilakukan pada hasil proses ekstraksi dengan *microwave* antara lain :

1. Pengukuran rendemen minyak atsiri.
2. Analisa berat jenis dengan menggunakan piknometer.
3. Analisa indeks bias dengan menggunakan refraktometer.
4. Analisa komposisi minyak nilam dengan GC
5. Pengukuran recovery minyak atsiri

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{massa minyak hasil percobaan}}{\text{massa minyak total}} \times 100\%$$

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

IV.1 Distilasi Minyak Atsiri

Metode pengambilan minyak atsiri dengan proses *microwave hydro distillation* dengan adanya aliran udara ini menggunakan sampel daun nilam (*Pogostemon cablin Benth*) dengan perlakuan utuh dan dicacah (. Daun tersebut diperoleh dari daerah Trenggalek, Jawa Timur, dalam keadaan sudah dikeringkan. Daun nilam yang digunakan untuk percobaan memiliki massa 20 g ram, 40 g ram, dan 80 g ram. Daun nilam tersebut lalu dimasukkan ke dalam labu distilasi dengan volume 1000mL. Lalu ditambahkan aquadest dengan volume 400 mL ke dalam labu distilasi. Kemudian kondensor dialiri air dan menyatel *flowmeter* dengan laju alir udara 0L/min (untuk metode *microwave hydro distillation*) dan 0,1 L/min, 1,5 L/min, 3 L/min, dan 5 L/min (untuk metode *microwave hydro distillation* dengan aliran udara). Daya yang digunakan yaitu 264, 400, dan 600 Watt.

Tujuan pemilihan volume aquadest sebanyak 400 m L yaitu agar bahan terendam dan menghindari meluapnya bahan dan pelarutnya masuk ke kondensor. Peristiwa tersebut bisa terjadi akibat tekanan yang meningkat pada labu distilasi akibat dari naiknya suhu pemanasan secara cepat selama proses radiasi microwave sehingga melebihi stabilitas bahan.

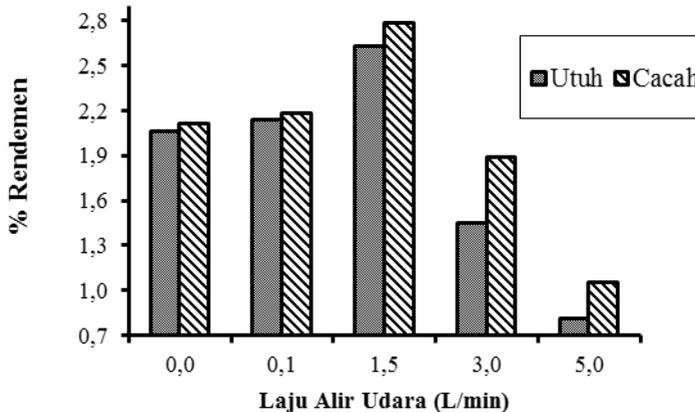
Pemilihan pelarut sangat mempengaruhi rendemen minyak atsiri yang diperoleh. Menurut Guenther (1987) titik didih setiap cairan dua fase (tidak saling larut) akan selalu lebih rendah dari titik didih masing-masing cairan murni pada tekanan yang sama. Pada percobaan ini, distilat pertama kali menetes pada suhu di bawah 100°C. Padahal pada tekanan atmosfer, titik didih air murni adalah 100°C dan minyak atsiri dari daun nilam adalah 288°C. Penurunan titik didih campuran ini disebabkan karena campuran berupa larutan tidak saling larut.karena itulah aquadest digunakan untuk ekstraksi minyak atsiri dari tanaman aromatik. Selain itu aquadest bersifat polar dan memiliki konstanta

dielektrik yang tinggi yaitu 80. S e hingga sangat bagus dalam penyerapan gelombang mikro yang berasal dari *microwave*.

Konstanta dielektrik merupakan ukuran yang menunjukkan kemampuan untuk menyerap gelombang mikro. Apabila bahan yang memiliki konstanta dielektrik dikombinasikan dengan medan elektromagnet maka menghasilkan konversi dari energi elektromagnet menjadi energi panas. Sehingga semakin tinggi konstanta dielektrik suatu bahan akan semakin bagus pula penyerapannya terhadap radiasi elektromagnet.

Proses distilasi minyak atsiri dilakukan selama 1 jam dan dilakukan *recycle* pelarut (pengembalian air distilat sebagai pelarut). Hal ini dilakukan karena proses distilasi dilakukan selama 1 jam dan kapasitas labu ekstraksi untuk menampung pelarut sangat terbatas. *Recycle* pelarut bermanfaat agar pelarut tidak habis sampai waktu proses distilasi selesai. Apabila pelarut yang digunakan habis sebelum proses distilasi selesai maka dapat menyebabkan bahan menjadi hangus. Selain itu juga untuk menghindari kehilangan minyak hasil ekstraksi yang terikut dalam pelarut sehingga rendemen minyak yang diperoleh bisa optimal serta membantu proses ekstraksi minyak berlangsung secara kontinyu. (Candra, 2013).

IV.2 Pengaruh Perlakuan Bahan terhadap Rendemen Minyak Nilam



Gambar IV.1 Pengaruh Perlakuan Bahan terhadap % rendemen pada berbagai variable laju aliran udara untuk rasio bahan 0,05 g/mL dan daya 600 W

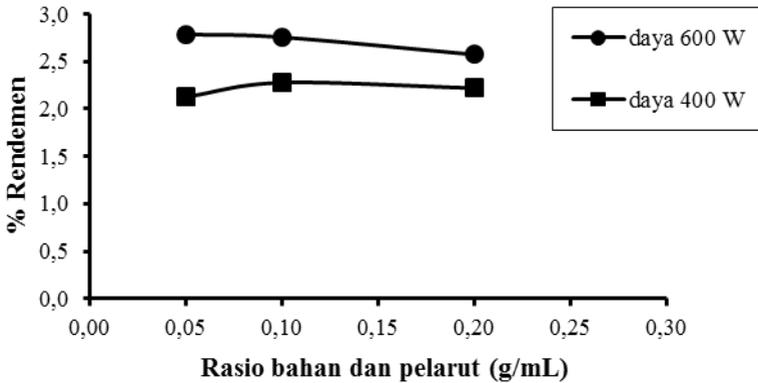
Pada percobaan pengambilan minyak atsiri dengan *microwave hydro distillation* adanya aliran udara ini ada dua macam perlakuan bahan yang digunakan, yaitu daun nilam utuh dan daun nilam cacah. Dari gambar IV.1 terlihat bahwa hasil percobaan dengan daun nilam cacah menghasilkan persen rendemen lebih tinggi daripada daun nilam utuh. Untuk laju alir udara 0 L/min, bahan yang dicacah menghasilkan rendemen sebesar 2,12%, sedangkan bahan yang utuh menghasilkan rendemen 2,05%. Untuk laju alir udara 0,1 L/min, bahan yang dicacah menghasilkan rendemen 2,18%, sedangkan bahan utuh menghasilkan rendemen 2,13%. Pada laju alir 1,5 L/min bahan yang dicacah menghasilkan rendemen sebesar 2,78% dan daun utuh menghasilkan rendemen 2,62%. Pada laju alir udara 3 L/min, bahan cacah menghasilkan rendemen sebesar 1,52% dan

yang utuh menghasilkan rendemen sebesar 1,44%. Sedangkan pada laju alir 5 L /min, bahan cacah menghasilkan rendemen 1,05% dan bahan utuh menghasilkan 0,80%.

Persen rendemen bahan yang dicacah cenderung lebih besar dari bahan utuh. Hal ini karena perajangan bahan sebelum disuling bertujuan untuk memudahkan penguapan minyak atsiri dari bahan dan mengurangi sifat kamba bahan. (Ketaren, 1985). Minyak atsiri berada di dalam kelenjar minyak. Dengan adanya pencacahan daun, semakin banyak jaringan daun yang terbuka dan ketebalan bahan ditempat terjadinya difusi dapat berkurang. Hal ini menyebabkan pelarut dapat lebih mudah melewati membrane sel dengan bebas melalui proses hidrodifusi. Sehingga laju perpindahan minyak yang terkandung di dalam kelenjar ke permukaan bahan lebih cepat.

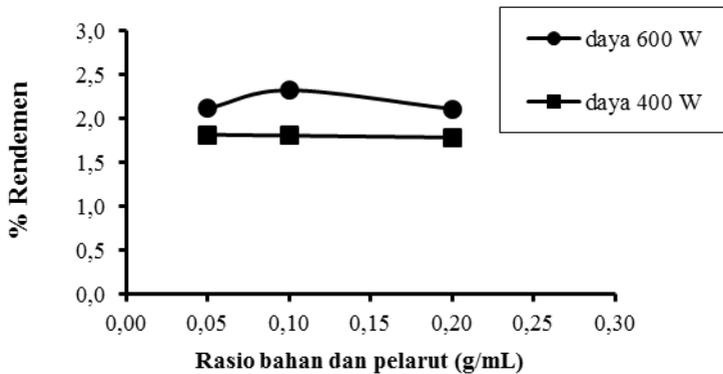
IV.3 Pengaruh Rasio Bahan terhadap Rendemen Minyak Nilam

Gambar IV.2 menunjukkan hubungan antara rasio bahan dan pelarut terhadap % rendemen minyak nilam untuk daun cacah pada percobaan *microwave hydro distillation* dengan aliran udara 1,5 L/min dan pada dua kondisi daya microwave yaitu 400 W dan 600 W. Pada daya 400 W, nilai % rendemen untuk rasio bahan dan pelarut 0,05 sebesar 2,1286 %, sedangkan untuk rasio 0,1 sebesar 2,2775 %, sehingga nilai % rendemen mengalami kenaikan dari rasio 0,05 sampai 0,1 sebanyak 6,9%. Namun, % rendemen mengalami penurunan pada rasio 0,2.



Gambar IV.2 Pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap % rendemen minyak nilam pada percobaan *microwave hydro distillation* dengan aliran udara 1,5 L/min untuk daun cacah

Pada daya 600 W, nilai % rendemen untuk rasio bahan dan pelarut 0,05 sebesar 2,782 %, sedangkan untuk rasio 0,1 sebesar 2,756 %, sehingga nilai % rendemen mengalami penurunan dari rasio 0,05 sampai 0,1 sebanyak 1,12 %. Dari rasio 0,1 sampai 0,2 juga mengalami penurunan sebanyak 7,09 % . Penurunan % rendemen minyak nilam tersebut diakibatkan oleh semakin banyaknya bahan baku yang akan diekstrak sehingga rasio dengan pelarutnya besar yang mengakibatkan labu distilasi terpenuhi (padat) oleh bahan. Kepadatan bahan dalam labu distilasi tersebut menyebabkan molekul minyak yang penting sulit untuk keluar dari bahan sehingga dapat menurunkan % rendemen yang dihasilkan. Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa kepadatan bahan terlalu tinggi dan tidak merata dapat menyebabkan terbentuknya jalur uap “*rat holes*” yang dapat menurunkan rendemen dan mutu minyak (Guenther, 1987).



Gambar IV.3 Pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap % rendemen pada percobaan *microwave hydro distillation* untuk kondisi daun cacah

Gambar IV.3 menunjukkan hubungan antara rasio bahan dan pelarut terhadap % rendemen minyak nilam untuk daun cacah pada percobaan *microwave hydro distillation* 0 L/min dan pada dua kondisi daya microwave yaitu 400 W dan 600 W. Pada daya 600 W, nilai % rendemen untuk rasio 0,05 sebesar 2,1157 %, rasio 0,1 sebesar 2,3236 %, sehingga dapat dikatakan dari rasio 0,05 sampai 0,1 mengalami kenaikan nilai % rendemen sebesar 9,82 %. Hasil kenaikan % rendemen tersebut berkaitan bahwa rasio 0,1 memiliki massa bahan yang lebih besar untuk menghasilkan % rendemen minyak yang lebih banyak daripada rasio 0,05. Untuk rasio 0,2, nilai % rendemen yang didapatkan sebesar 2,112 %, sehingga dari rasio 0,1 sampai rasio 0,2 mengalami penurunan % rendemen sebesar 9,1 %. Penurunan nilai % rendemen tersebut dikarenakan pada rasio 0,2, massa bahan yang mengisi labu distilasi terlalu banyak sehingga menghambat proses keluarnya komponen minyak penting keluar bahan untuk menghasilkan % rendemen yang lebih banyak.

Pada daya 400 W, nilai % rendemen untuk rasio bahan dan pelarut 0,05 sebesar 1,8184 %, rasio bahan dan pelarut 0,1 sebesar 1,8076 %, dan pada rasio 0,2 sebesar 1,7865 %. Dari hasil

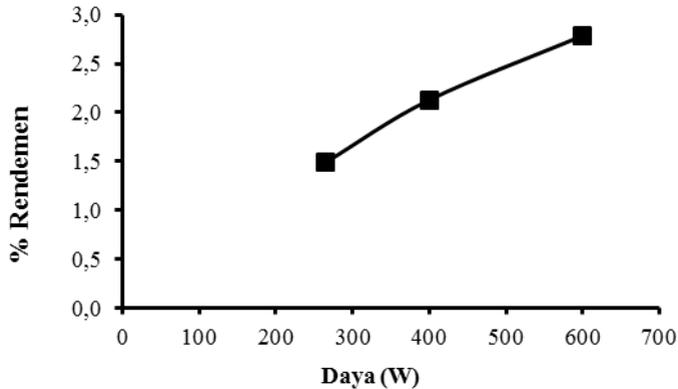
tersebut, % rendemen mengalami penurunan dari rasio 0,05 sampai pada 0,2 sebesar 1,75 %. Hal tersebut telah dijelaskan padagambar IV.3 bahwa hasil % rendemen mengalami penurunan dikarenakan semakin besar rasio bahan dan pelarut, maka semakin banyak atau padat bahan terisi pada labu distilasi yang menghambat proses keluarnya komponen minyak penting.

Rasio antara massa bahan dan pelarut yang digunakan nantinya terkait dengan seberapa banyak bahan baku yang dapat digunakan pada alat distilasi dengan ukuran tertentu. Hal ini bertujuan agar bisa diperoleh rendemen yang maksimum. Rasio ini diperoleh dari perbandingan massa bahan baku serta pelarut dengan volume alat distilasi yang digunakan. Penentuan rasio ini nantinya bermanfaat untuk proses *scale up* alat.

IV.4 Pengaruh Daya Microwave terhadap Rendemen Minyak Nilam

Daya microwave yang digunakan selama proses hidrodistilasi sangat mempengaruhi jumlah minyak yang dihasilkan. Pada percobaan menggunakan pemanas *microwave*, transfer energi merupakan ciri khas utama. Energi dari microwave dihantarkan ke dalam bahan secara langsung melewati interaksi antar molekul dengan medan elektromagnetik melalui konversi energi elektromagnetik menjadi energi termal. Energi panas tersebut membantu proses ekstraksi untuk mendapatkan *yield* minyak yang lebih baik daripada metode konvensional (Veggi dkk, 2013).

Semakin besar daya microwave yang digunakan, maka getaran gelombang mikro yang terjadi pada bahan akan semakin besar pula. Getaran tersebut kemudian menghasilkan panas yang dapat membantu pecahnya dinding sel daun nilam dan minyak yang terkandung di dalamnya dapat bebas keluar. Dengan demikian, laju penguapan minyak bisa terjadi lebih cepat dan rendemen yang dihasilkan lebih banyak.

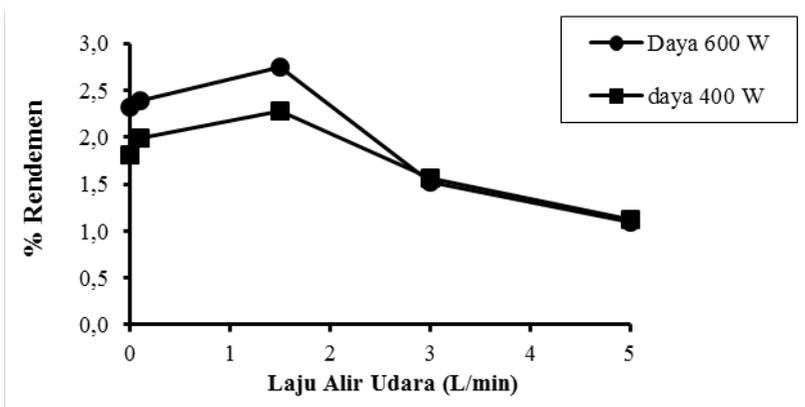


Gambar IV.4 Pengaruh daya terhadap % rendemen pada percobaan microwave hydro distillation dengan aliran udara 1,5 L/min untuk kondisi daun cacah

Gambar tersebut menunjukkan hubungan antara daya microwave terhadap % rendemen minyak nilam untuk daun cacah pada percobaan *microwave hydro distillation* dengan adanya aliran udara untuk kondisi daun cacah dan aliran udara 1,5 L/min. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin besar daya microwave, maka nilai % rendemen yang dihasilkan juga semakin banyak. Pada daya 264 W didapatkan nilai % rendemen sebanyak 1,4853 %, daya 400 W sebanyak 2,1286 %. Dari percobaan menggunakan daya 264 W sampai 400 W mengalami kenaikan sebesar 43,3 %, sedangkan pada percobaan menggunakan daya 600 W didapatkan hasil 5 rendemen sebanyak 2,7872 %, sehingga mengalami kenaikan sebesar 30,94 %.

Hubungan kenaikan antara semakin besarnya daya microwave terhadap % rendemen disebabkan oleh semakin meningkatnya daya microwave, maka meningkat pula rendemen ekstraksi. 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 dielektrik. (Veggi dkk, 2013)

IV.5 Pengaruh Aliran Udara terhadap Rendemen Minyak Nilam



Gambar IV.5 Pengaruh laju alir udara terhadap % rendemen minyak nilam pada rasio bahan 0,1 g/mL

Pada percobaan ini digunakan variable laju alir udara sebesar 0 L/min, 0,1 L/min, 1,5 L/min, 3 L/min, dan 5 L/min. Gambar IV.2 menunjukkan hubungan antara laju alir udara terhadap % rendemen minyak nilam pada rasio bahan 0,1 dan pada kedua daya *microwave* yaitu 400 W dan 600 W. Pada gambar tersebut, hasil % rendemen pada kedua daya mengalami peningkatan dari percobaan yang tidak menggunakan aliran udara yaitu 0 L/min sampai aliran udara 1,5 L/min. Lalu mengalami penurunan pada aliran udara 3 L/min dan 5 L/min.

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa pada percobaan ini, hasil % rendemen percobaan *microwave hydro distillation* yang menggunakan aliran udara lebih besar daripada menggunakan percobaan *microwave hydro distillation* yang tidak menggunakan aliran udara. Untuk membandingkan hasil rendemen minyak nilam antara kedua metode tersebut diambil dari data untuk variable perlakuan daun, daya dan rasio bahan terhadap pelarut yang sama yaitu variable daun cacah, daya 600 W dan rasio

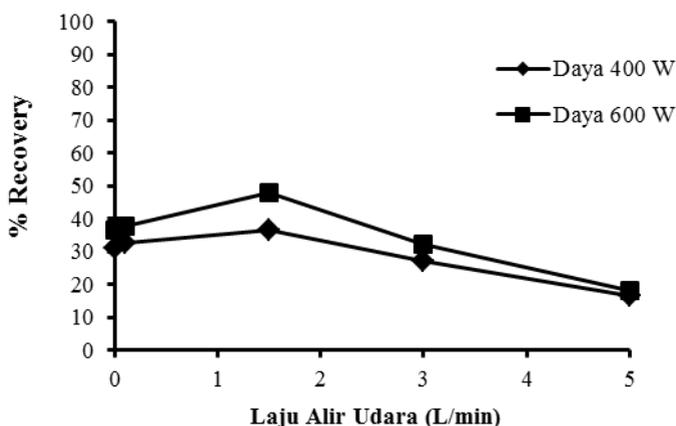
bahan terhadap pelarut 0,1 g/mL dimana pada percobaan *microwave hydro distillation* yang tidak menggunakan aliran udara didapatkan % rendemen rata-rata sebesar 2,32%, sedangkan pada percobaan *microwave hydro distillation* dengan menggunakan aliran udara pada aliran udara 1,5 L/min didapatkan % rendemen rata-rata sebesar 2,76 % . Peningkatan % rendemen sebanyak 18,61 % tersebut disebabkan oleh aliran udara pada percobaan *microwave hydro distillation* yang menggunakan aliran udara berperan membantu proses pengadukan sehingga senyawa-senyawa dalam minyak nilam yang berada di dalam jaringan daun nilam dapat menguap dan keluar. Sehingga dapat menghasilkan rendemen minyak nilam yang lebih banyak. Akan tetapi, pada aliran udara 3 L/min dan 5 L/min mengalami penurunan % rendemen yang menghasilkan % rendemen sebesar 1,52 % dan 1,09 % . Hal ini disebabkan pada laju alir udara yang tinggi terjadi proses pengadukan lebih cepat yang menjadikan uap sulit terkondensasi karena uap minyak tersebut terlalu sebentar untuk mengalami proses kondensasi akibat adanya aliran udara, sehingga sebagian senyawa termasuk komponen penting minyak nilam yang ikut tidak terkondensasi sempurna (Nidiya, 2012).

IV.6 Hasil Persentase Recovery Minyak Nilam

Perhitungan persen recovery bertujuan agar bisa mengetahui efisiensi pengambilan minyak dengan metode dan variable yang dilakukan. Harga ini sangat penting untuk mengetahui kadar sebenarnya sehingga evaluasi terhadap produk dapat dilakukan. Nilai persen recovery diperoleh dari perbandingan massa minyak nilam yang diperoleh dari percobaan dan massa minyak nilam yang diperoleh dari metode soxhlet. Dari hasil percobaan menggunakan metode soxhlet, diperoleh rendemen minyak sebesar 5,81% dengan menggunakan pelarut petroleum ether.

Gambar IV.6 menunjukkan bahwa % recovery pada daya 400 W berkisar antara 16,71% - 36,61% dengan nilai % recovery

tertinggi diperoleh dari laju alir udara sebesar 1,5 L /min. Sedangkan untuk daya 600 W, nilai % recovery berkisar antara 18,13%- 47,94% dengan nilai % recovery tertinggi diperoleh dari laju alir udara 1,5 L/min pula. Sehingga dari keseluruhan dapat diketahui bahwa % recovery tertinggi diperoleh dari metode *microwave hydro distillation* dengan aliran udara 1,5 L /min, kondisi daun cacah, dan rasio 0,05 g/mL menghasilkan recovery sebesar 47,94%. Nilai % recovery tersebut masih dapat ditingkatkan lagi agar mendekati 100%.



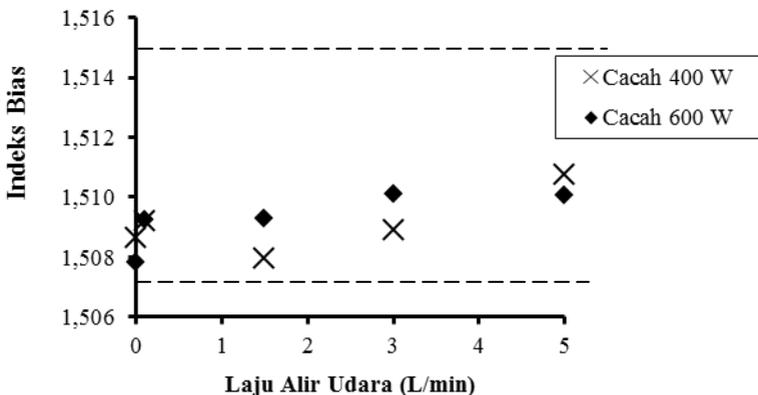
Gambar IV.6 Pengaruh laju alir udara terhadap % recovery untuk kondisi daun cacah dan rasio bahan 0,05 g/mL

IV.7 Hasil Analisa Indeks Bias Minyak Nilam

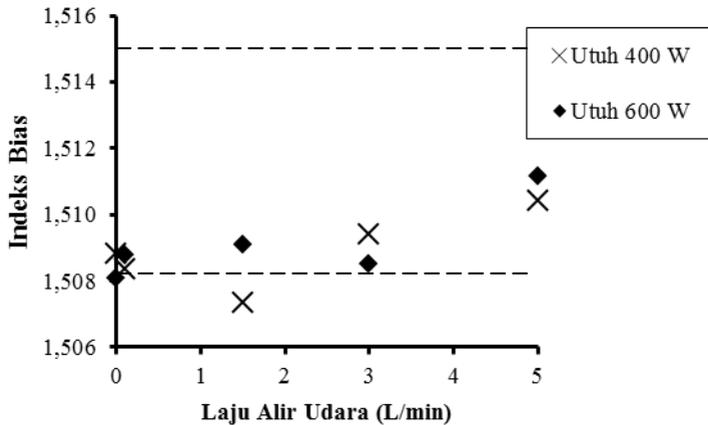
Indeks bias merupakan salah satu parameter dari kualitas minyak nilam. Indeks Bias merupakan perbandingan antara kecepatan cahaya di dalam udara dengan kecepatan cahaya di dalam zat tersebut pada suhu tertentu. Uji indeks bias pada minyak atsiri dilakukan untuk mengetahui komponen yang tersusun dalam minyak atsiri yang dihasilkan. Nilai indeks bias dipengaruhi oleh salah satunya kandungan air di dalam minyak

atsiri. Semakin banyak kandungan airnya, maka semakin kecil nilai indeks biasnya.

Pada percobaan metode *microwave hydro distillation* ini, dilakukan uji indeks bias pada kondisi daun cacah dan utuh dengan rasio bahan terhadap pelarut 0,2. Uji tersebut dilakukan dengan refraktometer pada suhu tertentu sesuai saat pengukuran. Berdasarkan Standar Nasional (SNI 06-2385-2006) untuk minyak atsiri pada suhu 20⁰ C, nilai indeks biasnya sebesar 1,507-1,515. Untuk daya 400 W dan kondisi daun cacah, didapatkan hasil indeks bias pada percobaan yang tidak menggunakan aliran udara sebesar 1,5086, sedangkan untuk percobaan yang menggunakan aliran udara pada variable 0,1 L/min sebesar 1,5092, variable 1,5 L/min sebesar 1,5079, variable 3 L/min sebesar 1,5088, dan variable 5 L/min sebesar 1,5107. Untuk daya 600 W dan kondisi daun cacah, pada percobaan yang tidak menggunakan aliran udara didapatkan hasil indeks bias sebesar 1,50784, sedangkan hasil indeks bias pada percobaan yang menggunakan aliran udara untuk variable 0,1 L/min sebesar 1,50924, variable 1,5 L/min sebesar 1,50928, variable 3 L/min sebesar 1,51012, dan variable 5 L/min sebesar 1,51008.



Gambar IV.7 Pengaruh laju alir udara terhadap indeks bias pada kondisi daun cacah dan rasio bahan terhadap pelarut 0,2 g/mL

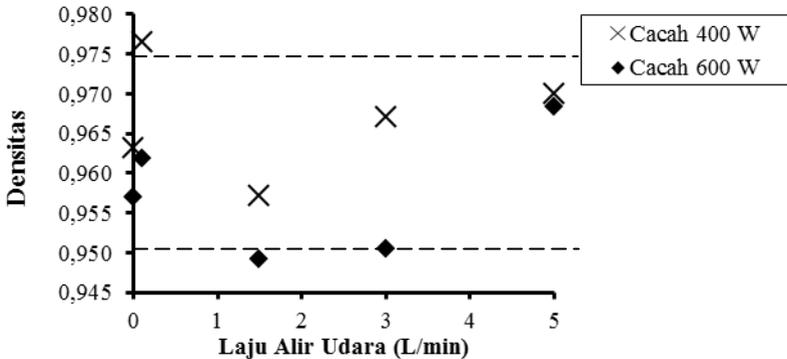


Gambar IV.8 Pengaruh laju alir udara terhadap indeks bias pada kondisi daun utuh dan rasio bahan terhadap pelarut 0,2 g/mL

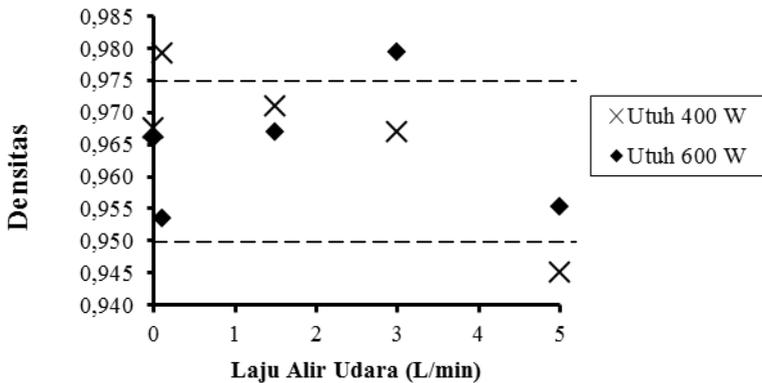
Dari hasil uji indeks bias tersebut, dapat dilihat bahwa semua nilai indeks pada minyak nilam tersebut sesuai dengan kisaran nilai SNI yaitu 1,507-1,515. Begitu juga untuk daya 600 W dan 400 W dengan kondisi daun utuh. Minyak nilam yang dihasilkan dengan kondisi tersebut memenuhi standar mutu SNI.

IV.8 Hasil Analisa Densitas Minyak Nilam

Salah satu parameter untuk penentuan kualitas hasil minyak nilam adalah densitas atau berat jenis. Nilai berat jenis minyak atsiri didefinisikan sebagai perbandingan antara berat minyak dengan berat air pada volume air yang sama dengan volume minyak. Berat jenis berhubungan dengan fraksi berat komponen-komponen yang terkandung di dalam minyak atsiri. Semakin besar fraksi berat yang terkandung dalam minyak, maka semakin besar nilai densitasnya.



Gambar IV.9 Pengaruh laju alir udara terhadap densitas pada kondisi daun cacah dan rasio bahan terhadap pelarut 0,2 g/mL



Gambar IV.10 Pengaruh laju alir udara terhadap densitas pada kondisi daun utuh dan rasio bahan terhadap pelarut 0,2 g/mL

Pada percobaan *microwave hydro distillation* ini, dilakukan uji densitas pada sampel kondisi daun cacah dan utuh dengan rasio 0,2 pada suhu 31⁰ C. Berdasarkan Standar Nasional (SNI 06-2385-2006) untuk minyak atsiri pada suhu 25⁰ C, nilai berat jenisnya sebesar 0,95-0,975. Untuk daya 400 W, didapatkan hasil densitas pada percobaan yang tidak menggunakan aliran udara

sebesar 0,9632, sedangkan untuk percobaan yang menggunakan aliran udara pada variable 0,1 L/min sebesar 0,9764, variable 1,5 L/min sebesar 0,9572, variable 3 L/min sebesar 0,967, dan variable 5 L /min sebesar 0,97. Untuk daya 600 W, pada percobaan yang tidak menggunakan aliran udara didapatkan hasil indeks bias sebesar 0,957, sedangkan hasil indeks bias pada percobaan yang menggunakan aliran udara untuk variable 0,1 L/min sebesar 0,9618, variable 1,5 L/min sebesar 0,9492, variable 3 L/min sebesar 0,9504, dan variable 5 L/min sebesar 0,9684.

Dari hasil uji densitas atau berat jenis tersebut dapat dikatakan bahwa sebagian besar telah memenuhi standar SNI. Adapun beberapa yang sedikit berbeda dengan standar mutu SNI, disebabkan adanya sedikit kandungan air yang terdapat dalam produk minyak. Adanya kandungan air dikarenakan aquadest digunakan sebagai pelarut dalam proses distilasi.

IV.9 Hasil Analisa *Gas Chromatography*

Tabel IV.1 Hasil analisa *gas chromatography* untuk kandungan *patchouli alcohol* pada minyak nilam

Parameter	<i>Microwave distillation</i> dengan laju alir udara 0 L/min	<i>hydro distillation</i> dengan laju alir udara 1,5 L/min
Patchouli alcohol	48,99 %	45,51 %

Komponen utama minyak nilam sebagai penentu kualitas minyak nilam yang baik yaitu *patchouli alcohol*. Berdasarkan Nuryani (2004), batas minimum kadar *patchouli alcohol* untuk diekspor yaitu 30%. Dari hasil uji GC tabel IV.1 di atas dapat dilihat bahwa metode *microwave hydro distillation* dengan laju alir udara 0 L/min dan 1,5 L/min telah memenuhi kadar minimum *patchouli alcohol* untuk diekspor. Namun, *microwave hydro distillation* dengan laju alir udara 0 L/min memiliki kandungan

patchouli alcohol lebih besar dibandingkan dengan *microwave hydro distillation* dengan laju alir 1,5 L/min.

Metode *microwave hydro distillation* dengan laju alir udara 0 L/min memiliki kandungan *patchouli alcohol* sebesar 48,99 %. Sedangkan pada metode *microwave hydro distillation* dengan laju alir 1,5 L/min memiliki kandungan *patchouli alcohol* lebih sedikit yaitu 45,51 %. Pada pembahasan mengenai pengaruh aliran udara terhadap rendemen minyak nilam sudah dijelaskan bahwa %rendemen terbaik pada laju alir udara 1,5 L/min, tetapi pada laju alir tersebut memiliki kadar *patchouli alcohol* yang lebih rendah daripada percobaan yang tidak menggunakan aliran udara. Hal tersebut dikarenakan pada percobaan menggunakan aliran udara, kandungan seskuiterpen yaitu *patchouli alcohol* bersifat pro-oksidan sehingga mengalami oksidasi.

Tabel IV.2 Perbandingan kadar patchouli alcohol antara metode Distilasi Modifikasi dan metode *Microwave Hydro Distillation*

Parameter	Distilasi Modifikasi (Nindiya, 2012)	<i>Microwave Hydro Distillation</i> dengan adanya Aliran Udara (Safrina H & Putri K, 2015)
Kandungan <i>Patchouli Alcohol</i>	38,22%	45,51%

Hal tersebut menunjukkan bahwa pada percobaan *microwave hydro distillation* dengan aliran udara memiliki kandungan *patchouli alcohol* lebih besar yaitu 45,51% dibanding percobaan sebelumnya pada Distilasi Modifikasi yaitu proses distilasi yang dilakukan dengan bantuan aliran udara tanpa menggunakan microwave yang dilakukan oleh Nindiya yaitu 38,22%. Hal ini membuktikan bahwa microwave dapat membantu proses keluarnya minyak dari dalam bahan melalui gelombang elektromagnetik yang dikonversi ke energi panas dan aliran udara dapat membantu proses pengadukan sehingga uap minyak yang

keluar dari bahan dapat cepat terbawa untuk proses kondensasi sehingga dapat menghasilkan minyak yang lebih maksimal.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

1. Metode *microwave hydro distillation* dengan menggunakan aliran udara dan *microwave hydro distillation* dapat digunakan untuk mengambil minyak atsiri dari daun nilam.
2. Pada percobaan *microwave hydro distillation* dengan aliran udara 1,5 L/min dan kondisi daun cacah nilai rendemen untuk daya 264 W sebesar 1,48%, daya 400 W sebesar 2,12%, dan daya 600 W sebesar 2,78%. Maka semakin besar daya microwave, rendemen yang dihasilkan juga semakin besar.
3. Pada percobaan dengan rasio 0,05 dan daya 600 W, didapatkan nilai rendemen pada perlakuan daun utuh dengan laju alir 1,5 L/min, nilai rendemennya sebesar 2,62%. Untuk perlakuan daun cacah menghasilkan rendemen 2,78%. Sehingga perlakuan daun cacah menghasilkan rendemen yang lebih besar daripada daun utuh.
4. Pada percobaan *microwave hydro distillation* dengan aliran udara 1,5 L/min dan kondisi daun cacah untuk daya 600 W, rasio bahan dan pelarut 0,05 nilai rendemen sebesar 2,78%, untuk rasio 0,1 nilainya 2,75%, untuk rasio 0,2 nilainya 2,57%. Maka semakin besar rasio bahan terhadap pelarut, maka rendemen yang dihasilkan semakin kecil.
5. Aliran udara yang dapat menghasilkan rendemen terbanyak adalah 1,5 L/min. Adanya faktor aliran udara dapat meningkatkan rendemen yang dihasilkan, tetapi dapat menurunkan kadar *patchouli alcohol*.

V.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut *Metode Microwave Hydro Distillation dengan menggunakan aliran udara* agar diperoleh rendemen dan kualitas minyak nilam yang baik. Dalam hal ini terutama kandungan patchouli alcohol sebagai penentu kualitas minyak nilam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, Y. 2010. *Peningkatan Kadar Patchouli Alcohol Dalam Minyak Nilam (Pogostemon cablin Benth) dengan Menggunakan Membran Selulosa Asetat*. Jurnal Agritech, Vol.30, No.3
- Bhatia, S.P, Letizia C. S. dan Api A. M. 2008. *Fragrance Material Review on Patchouli Alcohol*. Food and Chem. Toxicology, 46, S255-S256.
- Candra, Ayu. 2014. *Ekstraksi Minyak Atsiri dari Bunga Kenanga (Cananga Odorata) dengan Menggunakan Metode Hydrodistillation, Microwave Hydrodistillation, dan Microwave Steam-Hydrodistillation*. Tesis Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS. Surabaya.
- Donelian, A., Carlson L.H.C, Lopes T.J., Machado R.A.F. 2009. *Comparison of Extraction of Patchouli Essential Oil with Supercritical CO₂ and by Steam Distillation*. The Journal of critical Fluids, Vol.48, hal 15-29.
- Ferhat M., Chemat F., Meklati B., Smadja J. 2006. *An Improved Microwave Clevenger Apparatus for Distillation of Essential Oils from Orange Peel*. Journal of Chromatography A, Vol.112, hal 121-126.
- Guenther, Ernest. 1987. *Minyak Atsiri Jilid 1*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Halimah D.P.P dan Yulvi Zetra. 2011. *Minyak Atsiri dari Tanaman Nilam (Pogostemon cablin Benth) melalui Metode Fermentasi dan Hidrodestilasi serta Uji Bioaktivitasnya*. Prosiding tugas akhir semester Genap 2010/2011 Jurusan Kimia FMIPA ITS. Surabaya.
- Hernawati, N.S., Budiarti, Aprilia., & Mahfud. 2012. *Proses Pengambilan Minyak Atsiri dari Daun Nilam dengan Pemanfaatan Gelombang Mikro (Microwave)*. Jurnal Teknik ITS, Vol.1, hal 25-29.
- Irawan, Bambang dan Bakti Jos. 2010. *Peningkatan Mutu Minyak Nilam dengan Ekstraksi dan Destilasi pada Berbagai*

- Komposisi Pelarut*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ketaren, S. 1985. *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Balai Pustaka. Jakarta.
- Nindiya. 2012. D estilasi Minyak Atsiri Tanaman Nilam (Pogostemon cablin Benth) dengan Metode Hidrodestilasi Modifikasi. Skripsi Jurusan Kimia. Fakultas MIPA ITS. Surabaya.
- Nuryani, Yang. 2004. *Karakteristik Minyak Nilam Hasil Fusi Protoplas antara Nilam Aceh dengan Nilam Jawa*. Buletin TRO XV, no. 2.
- Rukmana, Rahmat. 2004. *Nilam: Prospek Agribisnis dan Teknik Budi Daya*. Kanisius. Jakarta
- Sastrohamidjojo, H. 2004. *Kimia Minyak atsiri*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Veggi, Priscilla C, Julian Martinez, M. Angela A. Meireles. 2013. *Fundamentals of Microwave Extraction*. University of Campinas. Campinas.

LAMPIRAN A

CONTOH PERHITUNGAN

A.1 Menghitung Rendemen Minyak

1. Menimbang botol vial kosong yang dinotasikan sebagai (A gr)
2. Menimbang botol vial kosong yang telah diisi minyak yang dinotasikan sebagai (B gr)
3. Menghitung berat minyak (gr)
Berat minyak (gr) = B – A

4. Menghitung rendemen minyak dengan rumus :

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat minyak (gr)}}{\text{Berat bahan segar (gr)}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan :

1. Berat bahan baku daun nilam = 20,1937 gr
2. Berat botol vial kosong = 11,7625 gr
3. Berat botol vial berisi minyak = 12,1049 gr
4. Berat minyak = 9,8087 gram – 7,3521 gram
= 0,3424 gram

$$5. \% \text{ Rendemen} = \frac{0,3424}{20,1937} \times 100\% = 1,6956\%$$

A.2 Menghitung Densitas Minyak

1. Menimbang gelas beker kosong yang dinotasikan sebagai (A gr)
2. Mengambil minyak dengan pipet volume 0,5 ml
3. Menimbang gelas beker yang telah diisi minyak yang dinotasikan sebagai (B gr)
4. Menghitung berat minyak (gram)
Berat minyak (gram) = B – A

$$5. \rho = \frac{\text{Berat minyak (gr)}}{\text{Volume minyak (ml)}}$$

Contoh perhitungan :

1. Berat gelas beker kosong = 37,6486 gram
2. Berat gelas beker yang berisi minyak = 38,1302 gram
3. Berat minyak = 38,1302 gram – 37,6486 gram
= 0,4816gram

$$4. \rho \text{ minyak} = \frac{0,4816 \text{ gr}}{0,5 \text{ ml}} = 0,9632 \text{ gr/ml}$$

A.3 Analisa Indeks Bias

Satu tetes minyak nilam diukur dalam refraktometer dan diukur suhunya. Suhu yang dipakai saat pengukuran bermacam-macam. Kemudian melakukan koreksi terhadap indeks bias yang didapat dengan rumus:

$$\text{Indeks Bias} = n_{t1} + 0,0004 \times (t_1 - t)$$

Di mana:

- n_{t1} = nilai yang didapat dari refractometer
- t_1 = suhu yang tercatat pada refractometer
- t = suhu referensi 20°C

A.4 Analisa Recovery

1. Menimbang daun nilam kering sebanyak 20 gram
2. Memasukkan ke dalam kertas timbel untuk soxhlet, menutupi atasnya dengan kapas
3. Menimbang labu alas bulat beserta batu didihnya
4. Merangkai apparatus soxhlet
5. Menambahkan petroleum ether p.a. sebanyak 1,5-2 kali sirkulasi
6. Menjalankan pendingin dan menyalakan penangas air
7. Menjalankan apparatus selama 6 jam
8. Setelah selesai, labu didih dilepas dari apparatus dan dikeringkan di atas penangas air suhu 70°C hingga petroleum ether menguap sempurna

9. Memasukkan labu didih yang telah berisi minyak ke dalam eksikator dan membiarkan hingga tercapai berat konstan
10. Mencatat hasil penimbangan konstan sebagai berat akhir
11. Menghitung kadar minyak

$$\text{massa minyak total} = \frac{\text{massa bahan percobaan}}{\text{massa bahan yang disoxhlet}} \times \text{massa minyak hasil soxhlet}$$

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{massa minyak hasil percobaan}}{\text{massa minyak total}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan:

Massa minyak hasil soxhlet = 1,1637 gram

Massa bahan yang disoxhlet = 20,0157 gram

Untuk variable massa 20,1937 gram daya 400 W didapat minyak nilam dengan massa=0,3424 gram

Diperoleh perhitungan:

$$\text{massa minyak total} = \frac{20,1937 \text{ gram}}{20,0157 \text{ gram}} \times 1,1637 \text{ gram} = 1,1740 \text{ gram}$$

$$\% \text{ Recovery} = \frac{0,3424}{1,1740} \times 100\% = 29,16\%$$

LAMPIRAN B

DATA HASIL PENELITIAN

Tabel B.1. Data % Rendemen Minyak Nilam pada Perlakuan Daun Utuh pada Daya 400 W dan Rasio 0,05

Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa botol vial (g)	Massa botol vial + minyak 1 (g)	Massa minyak 1 (g)	Massa botol vial + minyak 2 (g)	Massa minyak 2 (g)	Yield 1 (%)	Yield 2 (%)	Yield (%)	SD
0	20.1937	20.4094	11.7625	12.1049	0.3424	12.4293	0.3244	1.6956	1.5895	1.643	0.075
0.1	20.0708	20.1500	11.4473	11.8049	0.3576	12.2086	0.4037	1.7817	2.0035	1.893	0.157
1.5	20.1274	20.2383	12.1845	12.6462	0.4617	13.0320	0.3858	2.2939	1.9063	2.100	0.274
3.0	20.0884	20.1515	12.5893	12.8076	0.2183	13.1352	0.3276	1.0867	1.6257	1.356	0.381
5.0	20.3027	20.3620	14.3448	14.5316	0.1868	14.7281	0.1965	0.9201	0.9650	0.943	0.032

Tabel B.2. Data % Rendemen Minyak Nilam pada Perlakuan Daun Utuh pada Daya 400 W dan Rasio 0,1

Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa botol vial (g)	Massa botol vial + minyak 1 (g)	Massa minyak 1 (g)	Massa botol vial + minyak 2 (g)	Massa minyak 2 (g)	Yield 1 (%)	Yield 2 (%)	Yield (%)	SD
0	40.0811	40.0720	12.0856	12.7477	0.6621	13.3507	0.6030	1.6519	1.5048	1.578	0.104
0.1	40.1409	40.1327	12.9514	13.6448	0.6934	14.4035	0.7587	1.7274	1.8905	1.809	0.115
1.5	40.1177	39.9863	11.8375	12.7092	0.8717	13.5268	0.8176	2.1729	2.0447	2.109	0.091
3.0	40.2512	40.3099	11.2575	11.8016	0.5441	12.4990	0.6974	1.3518	1.7301	1.541	0.268
5.0	39.5891	40.2072	14.2805	14.6296	0.3491	14.9060	0.2764	0.8818	0.6874	0.785	0.137

Tabel B.3. Data % Rendemen Minyak Nilam pada Perlakuan Daun Utuh pada Daya 400 W dan Rasio 0,2

Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa botol vial (g)	Massa botol vial + minyak 1 (g)	Massa minyak 1 (g)	Massa botol vial + minyak 2 (g)	Massa minyak 2 (g)	Yield 1 (%)	Yield 2 (%)	Yield (%)	SD
0	80.5793	80.0541	12.0144	13.4550	1.4406	14.7959	1.3409	1.7878	1.6750	1.731	0.080
0.1	80.0961	80.1845	11.7841	13.1320	1.3479	14.6213	1.4893	1.6829	1.8573	1.770	0.123
1.5	80.0355	80.0706	11.9163	13.6457	1.7294	15.2380	1.5923	2.1608	1.9886	2.075	0.122
3.0	80.0627	80.2089	11.5419	12.4018	0.8599	13.5937	1.1919	1.0740	1.4860	1.280	0.291
5.0	80.0769	79.5381	13.0409	13.9243	0.8834	14.8509	0.9266	1.1032	1.1650	1.134	0.044

Tabel B.4. Data % Rendemen Minyak Nilam pada Perlakuan Daun Utuh pada Daya 600 W dan Rasio 0,05

Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa botol vial (g)	Massa botol vial + minyak 1 (g)	Massa minyak 1 (g)	Massa botol vial + minyak 2 (g)	Massa minyak 2 (g)	Yield 1 (%)	Yield 2 (%)	Yield (%)	SD
0	20.2579	20.0970	12.9482	13.3409	0.3927	13.7784	0.4375	1.9385	2.1769	2.0577	0.1686
0.1	20.1030	20.1431	11.5457	11.9762	0.4305	12.4046	0.4284	2.1415	2.1268	2.1341	0.0104
1.5	21.0921	20.5480	11.8122	12.3924	0.5802	12.9062	0.5138	2.7508	2.5005	2.6256	0.1770
3.0	20.1480	20.1531	11.2122	11.5062	0.2940	11.9754	0.4692	1.4592	2.3282	1.8937	0.6145
5.0	20.4613	20.8519	13.2806	13.4474	0.1668	13.6149	0.1675	0.8152	0.8033	0.8092	0.0084

Tabel B.5. Data % Rendemen Minyak Nilam pada Perlakuan Daun Utuh pada Daya 600 W dan Rasio 0,1

Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa botol vial (g)	Massa botol vial + minyak 1 (g)	Massa minyak 1 (g)	Massa botol vial + minyak 2 (g)	Massa minyak 2 (g)	Yield 1 (%)	Yield 2 (%)	Yield (%)	SD
0	40.1250	40.0833	12.1429	12.9172	0.7743	13.7086	0.7914	1.9297	1.9744	1.9521	0.0316
0.1	40.1431	40.0850	11.9100	12.7235	0.8135	13.6381	0.9146	2.0265	2.2817	2.1541	0.1804
1.5	40.2710	40.3046	11.7387	12.8402	1.1015	13.9595	1.1193	2.7352	2.7771	2.7562	0.0296
3.0	40.2718	40.3565	11.5002	12.3481	0.8479	13.0250	0.6769	2.1054	1.6773	1.8914	0.3027
5.0	40.6551	40.0196	11.8126	12.7720	0.9594	13.5687	0.7967	2.3599	1.9908	2.1753	0.2610

Tabel B.5. Data % Rendemen Minyak Nilam pada Perlakuan Daun Utuh pada Daya 600 W dan Rasio 0,2

Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa botol vial (g)	Massa botol vial + minyak 1 (g)	Massa minyak 1 (g)	Massa botol vial + minyak 2 (g)	Massa minyak 2 (g)	Yield 1 (%)	Yield 2 (%)	Yield (%)	SD
0	80.0705	80.3393	11.9693	13.5137	1.5444	15.0618	1.5481	1.9288	1.9270	1.9279	0.0013
0.1	80.0942	80.0374	11.7247	13.4906	1.7659	15.1053	1.6147	2.2048	2.0174	2.1111	0.1325
1.5	80.1256	80.2345	11.8209	13.7092	1.8883	15.5397	1.8305	2.3567	2.2814	2.3191	0.0532
3.0	80.0443	80.0252	11.4478	12.9888	1.5410	14.3716	1.3828	1.9252	1.7280	1.8266	0.1395
5.0	79.8371	80.1298	11.7793	12.7898	1.0105	13.5352	0.7454	1.2657	0.9302	1.0980	0.2372

Tabel B.6. Data % Rendemen Minyak Nilam pada Perlakuan Daun Cacah pada Daya 400 W dan Rasio 0,05

Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa botol vial (g)	Massa botol vial + minyak 1 (g)	Massa minyak 1 (g)	Massa botol vial + minyak 2 (g)	Massa minyak 2 (g)	Yield 1 (%)	Yield 2 (%)	Yield (%)	SD
0	20.0433	20.0881	10.6559	11.0499	0.3940	11.3856	0.3357	1.9657	1.6711	1.8184	0.2083
0.1	20.1392	20.3262	11.8418	12.2294	0.3876	12.6144	0.3850	1.9246	1.8941	1.9094	0.0216
1.5	20.5352	20.2017	11.7635	12.1798	0.4163	12.6303	0.4505	2.0273	2.2300	2.1286	0.1434
3.0	20.0227	20.2035	11.3886	11.7565	0.3679	12.0265	0.2700	1.8374	1.3364	1.5869	0.3543
5.0	20.0915	20.4193	11.9674	12.1599	0.1925	12.3610	0.2011	0.9581	0.9849	0.9715	0.0189

Tabel B.7. Data % Rendemen Minyak Nilam pada Perlakuan Daun Cacah pada Daya 400 W dan Rasio 0,1

Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa botol vial (g)	Massa botol vial + minyak 1 (g)	Massa minyak 1 (g)	Massa botol vial + minyak 2 (g)	Massa minyak 2 (g)	Yield 1 (%)	Yield 2 (%)	Yield (%)	SD
0	40.1938	40.0824	11.9082	12.6173	0.7091	13.3592	0.7419	1.7642	1.8509	1.8076	0.0613
0.1	40.1141	40.1411	11.4237	12.1712	0.7475	13.0259	0.8547	1.8634	2.1292	1.9963	0.1880
1.5	40.1442	40.2768	11.9235	12.8387	0.9152	13.7551	0.9164	2.2798	2.2753	2.2775	0.0032
3.0	40.0136	40.0147	11.4045	12.0886	0.6841	12.6601	0.5715	1.7097	1.4282	1.5689	0.1990
5.0	40.2220	40.1806	13.1342	13.6571	0.5229	14.0322	0.3751	1.3000	0.9335	1.1168	0.2592

Tabel B.8. Data % Rendemen Minyak Nilam pada Perlakuan Daun Cacah pada Daya 400 W dan Rasio 0,2

Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa botol vial (g)	Massa botol vial + minyak 1 (g)	Massa minyak 1 (g)	Massa botol vial + minyak 2 (g)	Massa minyak 2 (g)	Yield 1 (%)	Yield 2 (%)	Yield (%)	SD
0	80.1503	80.3085	11.8522	13.1857	1.3335	14.7190	1.5333	1.6637	1.9093	1.7865	0.1736
0.1	80.1738	80.0403	11.7129	13.2241	1.5112	14.7001	1.4760	1.8849	1.8441	1.8645	0.0289
1.5	80.1878	80.2510	11.9816	13.8267	1.8451	15.5427	1.7160	2.3010	2.1383	2.2196	0.1150
3.0	80.0046	80.1594	11.3524	12.6874	1.3350	14.0624	1.3750	1.6687	1.7153	1.6920	0.0330
5.0	80.2216	80.2132	12.9901	13.9446	0.9545	14.9236	0.9790	1.1898	1.2205	1.2052	0.0217

Tabel B.9. Data % Rendemen Minyak Nilam pada Perlakuan Daun Cacah pada Daya 600 W dan Rasio 0,05

Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa botol vial (g)	Massa botol vial + minyak 1 (g)	Massa minyak 1 (g)	Massa botol vial + minyak 2 (g)	Massa minyak 2 (g)	Yield 1 (%)	Yield 2 (%)	Yield (%)	SD
0	20.2991	20.1342	12.6299	13.1127	0.4828	13.4858	0.3731	2.3784	1.8531	2.1157	0.3715
0.1	20.0361	20.0000	11.2169	11.6668	0.4499	12.0912	0.4244	2.2454	2.1220	2.1837	0.0873
1.5	20.0463	20.2252	11.9048	12.4800	0.5752	13.0271	0.5471	2.8694	2.7050	2.7872	0.1162
3.0	20.0068	20.0509	11.3790	11.7650	0.3860	12.1339	0.3689	1.9293	1.8398	1.8846	0.0633
5.0	20.2276	20.0782	11.9420	12.1565	0.2145	12.3668	0.2103	1.0604	1.0474	1.0539	0.0092

Tabel B.10. Data % Rendemen Minyak Nilam pada Perlakuan Daun Cacah pada Daya 600 W dan Rasio 0,1

Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa botol vial (g)	Massa botol vial + minyak 1 (g)	Massa minyak 1 (g)	Massa botol vial + minyak 2 (g)	Massa minyak 2 (g)	Yield 1 (%)	Yield 2 (%)	Yield (%)	SD
0	40.2377	40.0398	11.4596	12.3615	0.9019	13.3248	0.9633	2.2414	2.4059	2.3236	0.1163
0.1	40.0883	40.3808	11.3950	12.3354	0.9404	13.3154	0.9800	2.3458	2.4269	2.3864	0.0573
1.5	40.2710	40.3046	11.7387	12.8402	1.1015	13.9595	1.1193	2.7352	2.7771	2.7562	0.0296
3.0	40.0021	40.2345	11.2719	11.8655	0.5936	12.4936	0.6281	1.4839	1.5611	1.5225	0.0546
5.0	39.9970	40.8757	12.1869	12.6683	0.4814	13.0752	0.4069	1.2036	0.9955	1.0995	0.1472

Tabel B.11. Data % Rendemen Minyak Nilam pada Perlakuan Daun Cacah pada Daya 600 W dan Rasio 0,2

Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa botol vial (g)	Massa botol vial + minyak 1 (g)	Massa minyak 1 (g)	Massa botol vial + minyak 2 (g)	Massa minyak 2 (g)	Yield 1 (%)	Yield 2 (%)	Yield (%)	SD
0	80.0953	80.2538	11.6696	13.2674	1.5978	15.0564	1.7890	1.9949	2.2292	2.1120	0.1657
0.1	80.0803	80.0863	11.1784	12.9266	1.7482	14.8586	1.9320	2.1831	2.4124	2.2977	0.1622
1.5	80.3343	80.1159	12.5482	14.6471	2.0989	16.6778	2.0307	2.6127	2.5347	2.5737	0.0552
3.0	80.0031	80.2184	11.4190	12.9357	1.5167	14.1100	1.1743	1.8958	1.4639	1.6798	0.3054
5.0	80.2767	80.1464	12.0979	13.3507	1.2528	14.4919	1.1412	1.5606	1.4239	1.4922	0.0967

Tabel B.12. Data Uji Indeks Bias Pada Kondisi Daun Cacah dan Rasio 0,2

Daya	Laju Alir	Indeks bias	Suhu	Indeks bias yg dihitung
400 W	0	1.5045	30.4	1.50866
	0.1	1.505	30.5	1.5092
	1.5	1.504	29.9	1.50796
	3	1.505	29.7	1.50888
	5	1.5065	30.6	1.51074
600W	0	1.504	29.6	1.50784
	0.1	1.505	30.6	1.50924
	1.5	1.505	30.7	1.50928
	3	1.506	30.3	1.51012
	5	1.506	30.2	1.51008

Tabel B.13. Data Uji Indeks Bias Pada Kondisi Daun Utuh dan Rasio 0,2

Daya	Laju Alir	Indeks bias	Suhu	Indeks bias yg dihitung
400 W	0	1.5045	30.8	1.50882
	0.1	1.504	30.9	1.50836
	1.5	1.503	29.8	1.50732
	3	1.505	31	1.5094
	5	1.506	30.2	1.5104
600 W	0	1.504	29.4	1.50808
	0.1	1.505	30.2	1.50876
	1.5	1.505	30.7	1.50908
	3	1.504	31.3	1.50852
	5	1.507	30.4	1.51116

Tabel B.14. Data Uji Densitas Pada Kondisi Daun Cacah dan Rasio 0,2

Daya	Laju Alir	Massa	volume	densitas yg dihitung
400 W	0	0.4838	0.5	0.9676
	0.1	0.4896	0.5	0.9792
	1.5	0.4855	0.5	0.971
	3	0.4835	0.5	0.967
	5	0.4725	0.5	0.945
600 W	0	0.483	0.5	0.966
	0.1	0.4767	0.5	0.9534
	1.5	0.4835	0.5	0.967
	3	0.4897	0.5	0.9794
	5	0.4776	0.5	0.9552

Tabel B.15. Data Uji Densitas Pada Kondisi Daun Utuh dan Rasio 0,2

Daya	Laju Alir	Massa	volume	densitas yg dihitung
400 W	0	0.4816	0.5	0.9632
	0.1	0.4882	0.5	0.9764
	1.5	0.4786	0.5	0.9572
	3	0.4835	0.5	0.967
	5	0.485	0.5	0.97
600 W	0	0.4785	0.5	0.957
	0.1	0.4809	0.5	0.9618
	1.5	0.4746	0.5	0.9492
	3	0.4752	0.5	0.9504
	5	0.4842	0.5	0.9684

Tabel B.16. Data % Recovery pada Kondisi Daun Utuh dan Daya 400 W

Rasio (g/mL)	Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa Minyak 1 (g)	Massa Minyak 2 (g)	Massa Minyak Total 1	Massa Minyak Total 2	Persen Recovery 1	Persen Recovery 2	Rata-rata % Recovery
0,05	0,0	20,1937	20,4094	0,3424	0,3244	1,1740	1,1866	29,16	27,34	28,25
	0,1	20,0708	20,1500	0,3576	0,4037	1,1669	1,1715	30,65	34,46	32,55
	1,5	20,1274	20,2383	0,4617	0,3858	1,1702	1,1766	39,45	32,79	36,12
	3,0	20,0884	20,1515	0,2183	0,3276	1,1679	1,1716	18,69	27,96	23,33
	5,0	20,3027	20,3620	0,1868	0,1965	1,1804	1,1838	15,83	16,60	16,21
0,10	0,0	40,0811	40,0720	0,6621	0,603	2,3303	2,3298	28,41	25,88	27,15
	0,1	40,1409	40,1327	0,6934	0,7587	2,3338	2,3333	29,71	32,52	31,11
	1,5	40,1177	39,9863	0,8717	0,8176	2,3324	2,3248	37,37	35,17	36,27
	3,0	40,2512	40,3099	0,5441	0,6974	2,3402	2,3436	23,25	29,76	26,50
	5,0	39,5891	40,2072	0,3491	0,2764	2,3017	2,3376	15,17	11,82	13,50
0,20	0,0	80,5793	80,0541	1,4406	1,3409	4,6848	4,6543	30,75	28,81	29,78
	0,1	80,0961	80,1845	1,3479	1,4893	4,6567	4,6619	28,95	31,95	30,45
	1,5	80,0355	80,0706	1,7294	1,5923	4,6532	4,6553	37,17	34,20	35,69
	3,0	80,0627	80,2089	0,8599	1,1919	4,6548	4,6633	18,47	25,56	22,02
	5,0	80,0769	79,5381	0,8834	0,9266	4,6556	4,6243	18,97	20,04	19,51

Tabel B.17. Data % Recovery pada Kondisi Daun Utuh dan Daya 600 W

Rasio (g/mL)	Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa Minyak 1 (g)	Massa Minyak 2 (g)	Massa Minyak Total 1	Massa Minyak Total 2	Persen Recovery 1	Persen Recovery 2	Rata-rata % Recovery
0,05	0,0	20,2579	20,0970	0,3927	0,4375	1,1778	1,1684	33,34	37,44	35,39
	0,1	20,1030	20,1431	0,4305	0,4284	1,1688	1,1711	36,83	36,58	36,71
	1,5	21,0921	20,5480	0,5802	0,5138	1,2263	1,1946	47,31	43,01	45,16
	3,0	20,1480	20,1531	0,294	0,2892	1,1714	1,1717	25,10	24,68	24,89
	5,0	20,4613	20,8519	0,1668	0,1675	1,1896	1,2123	14,02	13,82	13,92
0,10	0,0	40,1250	40,0833	0,7743	0,7914	2,3328	2,3304	33,19	33,96	33,58
	0,1	40,1431	40,0850	0,8135	0,9146	2,3339	2,3305	34,86	39,24	37,05
	1,5	40,2710	40,3046	1,1015	1,1193	2,3413	2,3433	47,05	47,77	47,41
	3,0	40,2718	40,3565	0,8479	0,6769	2,3414	2,3463	36,21	28,85	32,53
	5,0	40,6551	40,0196	0,9594	0,7967	2,3637	2,3267	40,59	34,24	37,42
0,20	0,0	80,0705	80,3393	1,5444	1,5481	4,6552	4,6709	33,18	33,14	33,16
	0,1	80,0942	80,0374	1,7659	1,6147	4,6566	4,6533	37,92	34,70	36,31
	1,5	80,1256	80,2345	1,8883	1,8305	4,6585	4,6648	40,53	39,24	39,89
	3,0	80,0443	80,0252	1,541	1,3828	4,6537	4,6526	33,11	29,72	31,42
	5,0	79,8371	80,1298	1,0105	0,7454	4,6417	4,6587	21,77	16,00	18,89

Tabel B.18. Data % Recovery pada Kondisi Daun Cacad dan Daya 400 W

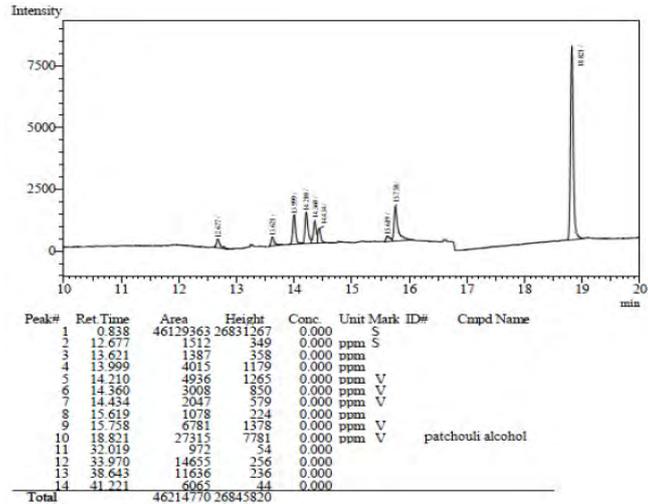
Rasio (g/mL)	Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa Minyak 1 (g)	Massa Minyak 2 (g)	Massa Minyak Total 1	Massa Minyak Total 2	Persen Recovery 1	Persen Recovery 2	Rata-rata % Recovery
0,05	0,0	20,0433	20,0881	0,3940	0,3357	1,1653	1,1679	33,81	28,74	31,28
	0,1	20,1392	20,3262	0,3876	0,3850	1,1709	1,1818	33,10	32,58	32,84
	1,5	20,5352	20,2017	0,4163	0,4505	1,1939	1,1745	34,87	38,36	36,61
	3,0	20,0227	20,2035	0,3679	0,2700	1,1641	1,1746	31,60	22,99	27,29
	5,0	20,0915	20,4193	0,1925	0,2011	1,1681	1,1872	16,48	16,94	16,71
0,10	0,0	40,1938	40,0824	0,7091	0,7419	2,3368	2,3304	30,34	31,84	31,09
	0,1	40,1141	40,1411	0,7475	0,8547	2,3322	2,3338	32,05	36,62	34,34
	1,5	40,1442	40,2768	0,9152	0,9164	2,3340	2,3417	39,21	39,13	39,17
	3,0	40,0136	40,0147	0,6841	0,5715	2,3264	2,3264	29,41	24,57	26,99
	5,0	40,2220	40,1806	0,5229	0,3751	2,3385	2,3361	22,36	16,06	19,21
0,20	0,0	80,1503	80,3085	1,3335	1,5333	4,6599	4,6691	28,62	32,84	30,73
	0,1	80,1738	80,0403	1,5112	1,4760	4,6613	4,6535	32,42	31,72	32,07
	1,5	80,1878	80,2510	1,8451	1,7160	4,6621	4,6657	39,58	36,78	38,18
	3,0	80,0046	80,1594	1,3350	1,3750	4,6514	4,6604	28,70	29,50	29,10
	5,0	80,2216	80,2132	0,9545	0,9790	4,6640	4,6635	20,47	20,99	20,73

Tabel B.19.Data % Recovery pada Kondisi Daun Cacah dan Daya 600 W

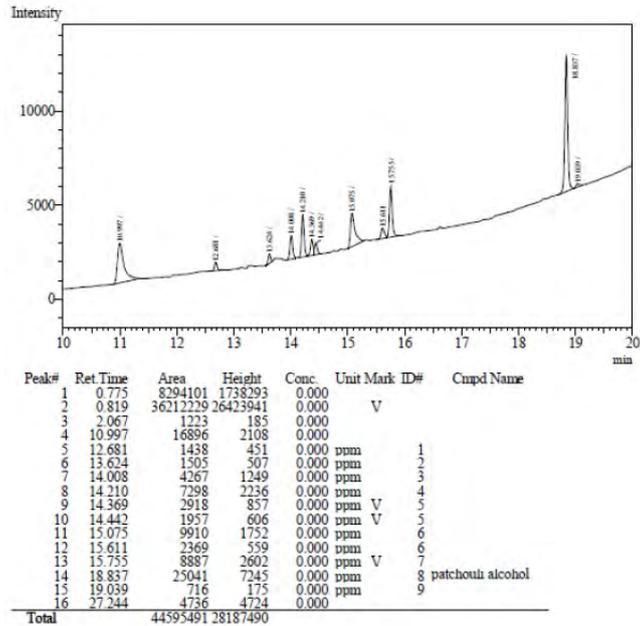
Rasio (g/mL)	Laju aliran udara (L/min)	Massa bahan 1 (g)	Massa bahan 2 (g)	Massa Minyak 1 (g)	Massa Minyak 2 (g)	Massa Minyak Total 1	Massa Minyak Total 2	Persen Recovery 1	Persen Recovery 2	Rata-rata % Recovery
0,05	0,0	20,2991	20,1342	0,4828	0,3731	1,1802	1,1706	40,91	31,87	36,39
	0,1	20,0361	20,0000	0,4499	0,4244	1,1649	1,1628	38,62	36,50	37,56
	1,5	20,0463	20,2252	0,5752	0,5471	1,1655	1,1759	49,35	46,53	47,94
	3,0	20,0068	20,0509	0,386	0,3689	1,1632	1,1657	33,18	31,64	32,41
	5,0	20,2276	20,0782	0,2145	0,2103	1,1760	1,1673	18,24	18,02	18,13
0,10	0,0	40,2377	40,0398	0,9019	0,9633	2,3394	2,3279	38,55	41,38	39,97
	0,1	40,0883	40,3808	0,9404	0,9800	2,3307	2,3477	40,35	41,74	41,05
	1,5	40,2710	40,3046	1,1015	1,1193	2,3413	2,3433	47,05	47,77	47,41
	3,0	40,0021	40,2345	0,5936	0,6281	2,3257	2,3392	25,52	26,85	26,19
	5,0	39,9970	40,8757	0,4814	0,4069	2,3254	2,3765	20,70	17,12	18,91
0,20	0,0	80,0953	80,2538	1,5978	1,7890	4,6567	4,6659	34,31	38,34	36,33
	0,1	80,0803	80,0863	1,7482	1,9320	4,6558	4,6562	37,55	41,49	39,52
	1,5	80,3343	80,1159	2,0989	2,0307	4,6706	4,6579	44,94	43,60	44,27
	3,0	80,0031	80,2184	1,5167	1,1743	4,6513	4,6638	32,61	25,18	28,89
	5,0	80,2767	80,1464	1,2528	1,1412	4,6672	4,6597	26,84	24,49	25,67

LAMPIRAN C

Hasil Kromatogram GC Minyak Nilam



Gambar 1. Kromatogram Minyak Nilam dari Metode Microwave Hydro Distillation (Aliran udara 0 L/menit)



Gambar 2. Kromatogram Minyak Nilam dari Metode Microwave Hydro Distillation (Aliran udara 1,5 L/menit)

RIWAYAT PENULIS I



Safrina Hapsari dilahirkan di Sidoarjo, 22 November 1992. Penulis merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis mengawali pendidikan formalnya di SDN Kepuh Kiriman 1 pada tahun 1999. Pada tahun 2005, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Waru. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMAN 16 Surabaya pada tahun 2008. Setelah lulus dari SMAN 16 Surabaya tahun 2011, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Strata 1(S1) jurusan Teknik Kimia FTI-ITS. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan yang diselenggarakan oleh jurusan Himpunan Mahasiswa S1 Teknik Kimia FTI-ITS. Pada tahun 2014, penulis pernah melakukan kerja praktik di PT. Petrokimia Gresik. Bersama dengan partnernya, penulis mengerjakan tugas pra desain pabrik dengan judul **“Pabrik Sorbitol dari Tepung Tapioka”** dan melakukan penelitian dengan judul **“Proses Pengambilan Minyak Atsiri Dari Daun Nilam Dengan Pemanfaatan Gelombang Mikro (*Microwave*)”** di bawah bimbingan Ibu Ir. Rr. Pantjawarni Prihatini dan Bapak Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.

RIWAYAT PENULIS II



Penulis bernama Putri Kusumawardhani dilahirkan di Surabaya, tanggal 19 Oktober 1993, merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan yaitu : SD Negeri Pakis II Surabaya, SMP Negeri 3 Surabaya, SMA Negeri 5 Surabaya. Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Strata 1(S1) jurusan Teknik Kimia FTI-ITS. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan yang diselenggarakan oleh jurusan Himpunan Mahasiswa S1 Teknik Kimia FTI-ITS. Pada tahun 2014, penulis pernah melakukan kerja praktik di PT. Petrokimia Gresik. Bersama dengan partnernya, penulis mengerjakan tugas pra desain pabrik dengan judul **“Pabrik Sorbitol dari Tepung Tapioka”** dan melakukan penelitian dengan judul **“Proses Pengambilan Minyak Atsiri Dari Daun Nilam Dengan Pemanfaatan Gelombang Mikro (*Microwave*)”** di bawah bimbingan Ibu Ir. Rr. Pantjawarni Prihatini dan Bapak Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.