



SKRIPSI – TK 141581

**EKSTRAKSI MINYAK BUNGA CEMPAKA
DAN DAUN NILAM DENGAN METODE
HIDRODISTILASI DAN HIDRODISTILASI
DENGAN ALIRAN UDARA**

Oleh:

Fachrudin

NRP. 2314105008

Agi Iqbal Velayas

NRP. 2314105013

Dosen Pembimbing

Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T.

NIP. 1976 09 18 2003 12 2002

Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA

NIP. 1961 08 02 1986 01 1001

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA 2016



Final Project – TK 141581

**ESSENTIAL OIL EXTRACTION OF
CHAMPAKA FLOWER AND PATCHOULI
LEAVES BY HYDRODISTILLATION AND
AIR-HYDRODISTILLATION**

**By:
Fachrudin
NRP. 2314105008**

**Agi Iqbal Velayas
NRP. 2314105013**

**Supervisor :
Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T.
NIP. 1976 09 18 2003 12 2002**

**Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA
NIP. 1961 08 02 1986 01 1001**

**CHEMICAL ENGINEERING DEPARTEMENT
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
INSTITUTE OF TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016**

LEMBAR PENGESAHAN

EKSTRAKSI MINYAK BUNGA CEMPAKA DAN DAUN NILAM DENGAN METODE HIDRODISTILASI DAN HIDRODISTILASI DENGAN 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:

Fachrudin
Agi Iqbal Velayas

NRP 2314 105 008
NRP 2314 105 013

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T.  (Pembimbing I)
2. Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA  (Pembimbing II)
3. Prof. Dr. Ir. M. Rachimoellah, Dipl. Est.  (Penguji I)
4. Ir. Ignatius Gunardi, M.T.  (Penguji II)
5. Donny Satya Bhuana, S.T., MSc.Adv.  (Penguji III)



Surabaya

Juli, 2016

EKTRAKSI MINYAK BUNGA CEMPAKA DAN DAUN NILAM DENGAN METODE HIDRODISTILASI DAN HIDRODISTILASI DENGAN ALIRAN UDARA

Nama : Fachrudin 2314 105 008
Agi Iqbal Velayas 2314 105 013

Jurusan : Teknik Kimia FTI ITS

Pembimbing : Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T.
Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA

ABSTRAK

Minyak nilam dan cempaka merupakan minyak berat dan pada proses ekstraksinya masih banyak komponen fraksi berat yang belum terekstrak. Dari hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa hal ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan kondisi operasi dan metode yang digunakan. Oleh karena itu diperlukan adanya modifikasi kondisi operasi dari metode yang telah digunakan sebelumnya yaitu metode hidrodistilasi dengan penambahan aliran udara. Penambahan aliran udara ini diharapkan dapat membantu membawa komponen fraksi berat keluar dari bahan. Pada penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses ekstraksi minyak bunga cempaka dan daun nilam berdasarkan beberapa parameter seperti pengaruh laju alir udara, berat bahan baku dan waktu pengambilan sampel terhadap *yield* dan mutu minyak atsiri. Metode yang dilakukan yaitu metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara pada suhu 100-105⁰C dan tekanan 1 atm. Ekstraksi bunga cempaka dilakukan pada skala lab, sedangkan ekstraksi daun nilam dilakukan pada skala besar (*scale-up*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat bahan baku optimum untuk menghasilkan *yield* minyak bunga cempaka dan daun nilam terbaik yaitu 125 gr dalam 400 ml pelarut dan 500 gr dalam 10 L pelarut. *Yield* minyak cempaka menggunakan metode

hidrodistilasi dengan aliran udara (0,1684%) lebih baik dibandingkan metode hidrodistilasi (0,0424%), sedangkan *yield* minyak nilam menggunakan metode hidrodistilasi (4,1476%) lebih baik dibandingkan metode hidrodistilasi dengan aliran udara (4,0819%). Hasil analisa terhadap sifat fisik dari minyak nilam menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode hidrodistilasi maupun hidrodistilasi dengan aliran udara memiliki kualitas (berat jenis, kelarutan dan warna) yang sesuai dengan standar. Adapun analisa sifat kimia dari minyak cempaka dan minyak nilam menunjukkan bahwa pada metode hidrodistilasi dengan aliran udara memiliki kualitas (aroma) yang lebih baik dibandingkan dengan metode hidrodistilasi.

Kata kunci : minyak cempaka, minyak nilam, hidrodistilasi, hidrodistilasi dengan aliran udara

ESSENTIAL OIL EXTRACTION OF CHAMPAKA FLOWER AND PATCHOULI LEAVES BY HYDRODISTILLATION AND AIR- HYDRODISTILLATION

Name : Fachrudin 2314 105 008
Agi Iqbal Velayas 2314 105 013

Department : Chemical Engineering FTI-ITS

Supervisors : Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T.
Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA

ABSTRACT

Patchouli oil and champaka oil are heavy oil and the extraction process is still a lot of component weight fractions that have not been extracted. From the results of previous studies have shown that this can be influenced by differences in operating conditions and methods used. Therefore, it is necessary to modify the operating conditions of the methods that have been used previously, namely hidrodistolasi method with the addition of air flow. The addition of air flow is expected to help carry the heavy fraction components out of the material. This research aims to study the process of oil extraction champaka flowers and patchouli leaves based on operating conditions such as effect air flow, mass of raw material and sampling time for yield and quality of essential oil. The method are hydrodistillation method and air-hydrodistillation with condition at 100-105⁰C and atmospheric pressure. Extraction of champaka flowers is operated on laboratory scale, while extraction of patchouli leaves is operated on scale-up.

The results showed that the mass of raw materials to produce the optimum yield of champaka oil and patchouli oil sequentially are 125 g in 400 ml solvent and 500 grams in 10 L solvent. Yield of champaka oil by air-hydrodistillation method (0.1684%) is better than hydrodistillation method (0.0424%). Contrast with patchouli

oil which yield of hydrodistillation method (4.1476%) is better than the air-hydrodistillation method (4.0819%). Result of physical properties analysis of patchouli oil showed that quality (density, solubility, and colour) of essential oil are produced by hydrodistillation methods or air-hydrodistillation are in accordance with the standar. As for chemical properties analysis of champaka oil and patchouli oil showed that the quality (flavour) of essential oil by air-hydrodistillation method are better than hydrodistillation method.

Key word : champaka oil, patchouli oil, hydrodistillation, air- hydrodistillation

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Cempaka.....	5
2.1.1 Jenis-Jenis Bunga Cempaka.....	5
2.1.2 Komposisi Minyak Cempaka.....	6
2.1.3 Kegunaan Minyak Cempaka.....	7
2.2 Tanaman Nilam.....	7
2.2.1 Jenis-Jenis Tanaman Nilam.....	7
2.2.2 Komposisi Minyak Nilam.....	9
2.2.3 Standar Mutu Minyak Nilam.....	11
2.2.4 Kegunaan Minyak Nilam.....	12
2.3 Metode Ekstraksi Minyak Atsiri.....	12
2.4 Gelombang Mikro (<i>Microwave</i>).....	16
2.5 Mekanisme Penyulingan.....	18
2.6 Parameter Minyak Atsiri.....	20
2.7 Penelitian Terdahulu.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Garis Besar Penelitian.....	23
3.2 Bahan dan Alat.....	23
3.2.1 Bahan.....	23
3.2.2 Deskripsi Peralatan Proses.....	24
3.3 Prosedur Penelitian.....	25
3.3.1 Ekstraksi Minyak Cempaka.....	25

3.3.2 Ekstraksi Minyak Nilam.....	27
3.4 Skema Penelitian.....	30
3.5 Variabel Percobaan.....	31
3.6 Besaran Pengukuran Penelitian.....	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Ekstraksi Minyak Cempaka Dengan Metode Hidrodistilasi dan Hidrodistilasi dengan Aliran Udara....	33
4.1.1 Pengaruh Waktu Ekstraksi terhadap <i>Yield</i> Minyak Cempaka.....	34
4.1.2 Pengaruh Massa Bahan Baku terhadap <i>Yield</i> Minyak Cempaka.....	35
4.1.3 Pengaruh Laju Alir terhadap <i>Yield</i> Minyak Cempaka.....	37
4.1.4 Hasil Analisa Fisika dan Kimia Minyak Cempaka.....	39
4.2 Ekstraksi Minyak Nilam Dengan Metode Hidrodistilasi dan Hidrodistilasi dengan Aliran Udara.....	42
4.2.1 Pengaruh Waktu Ekstraksi terhadap <i>Yield</i> Minyak Nilam.....	43
4.2.2 Pengaruh Massa Bahan Baku terhadap <i>Yield</i> Minyak Nilam.....	45
4.2.3 Pengaruh Laju Alir terhadap <i>Yield</i> Minyak Cempaka.....	46
4.2.4 Hasil Analisa Fisika dan Kimia Minyak Nilam....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	xiii
APPENDIKS	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi minyak nilam.....	10
Tabel 2.2	Standar mutu minyak nilam menurut SNI 06-2385-2006 dan ISO 3757 : 2002(E).....	11
Tabel 4.1	Komposisi minyak <i>M.Alba</i> dengan metode <i>water distillation</i>	39
Tabel 4.2	Komposisi senyawa utama dari minyak cempaka dengan metode hidrodistilasi <i>microwave</i> dan hidrodistilasi <i>microwave</i> dengan aliran udara 2 L/min.....	41
Tabel 4.3	Hasil analisa sifat fisik dari minyak nilam dengan metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara.....	49
Tabel 4.4	Komposisi senyawa utama dari minyak nilam dengan metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara 3 L/min.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur senyawa linalool.....	7
Gambar 2.2 Struktur senyawa <i>patchouli alcohol</i>	10
Gambar 2.3 Skema peralatan <i>hydrodistilation</i>	13
Gambar 2.4 Skema peralatan <i>steam-distilation</i>	14
Gambar 2.5 Skema peralatan <i>steam-hydrodistilation</i>	15
Gambar 2.6 Skema peralatan <i>microwave distilation</i>	16
Gambar 3.1 Skema peralatan skala laboratorium.....	24
Gambar 3.2 Skema peralatan skala besar (<i>scale-up</i>).....	25
Gambar 3.3 Skema penelitian metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara.....	30
Gambar 4.1 Pengaruh massa bahan baku terhadap <i>yield</i> minyak cempaka metode hidrodistilasi <i>microwave</i>	36
Gambar 4.2 Pengaruh penambahan aliran udara terhadap <i>yield</i> minyak cempaka (massa bahan baku 125 gram/400 mL pelarut).....	38
Gambar 4.3 Pengaruh waktu operasi terhadap <i>yield</i> minyak nilam menggunakan (a) metode hidrodistilasi dan (b) metode hidrodistilasi dengan aliran udara (massa bahan 500 gr/ 10 L pelarut).....	44
Gambar 4.4 Pengaruh massa bahan baku terhadap <i>yield</i> minyak nilam menggunakan metode hidrodistilasi.....	45
Gambar 4.5 Pengaruh penambahan aliran udara terhadap <i>yield</i> minyak nilam (bahan baku 500 gram/10 L pelarut).....	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak atsiri dikenal dengan nama minyak eteris atau minyak terbang merupakan bahan yang bersifat mudah menguap (*volatile*). Minyak atsiri juga dihasilkan dengan proses degradasi oleh enzim atau secara sintesis. Saat ini, kebutuhan terhadap minyak atsiri semakin meningkat dan mengalami kenaikan 10% tiap tahunnya. Hal ini mengingatkan bahwa Indonesia merupakan produsen minyak atsiri yang digunakan sebagai bahan industri parfum, antiseptik serta bidang lain untuk mencukupi kebutuhan masyarakat. Dari statistik perdagangan minyak atsiri Indonesia menunjukkan bahwa nilai ekspor minyak atsiri pada tahun 2007 mencapai US\$ 101,4 juta. Namun, nilai impor minyak atsiri pada tahun yang sama mencapai US\$ 381,9 juta. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan minyak atsiri di Indonesia sangat besar akan tetapi dalam proses produksinya sedikit.

Pada perkembangannya minyak atsiri ini dapat diperoleh dari beberapa bahan baku contohnya nilam, cempaka, cengkeh, cendana, dan berbagai macam daun-daunan dan tanaman. Pada penelitian ini menggunakan cempaka dan daun nilam sebagai bahan baku karena mengingat ketersediaan bahan baku ini sangat melimpah di Indonesia khususnya di pulau Jawa. Akan tetapi saat ini masih minimnya pemanfaatan bunga cempaka ini sebatas hanya digunakan untuk bidang kesehatan. Oleh karena itu perlu dimanfaatkan lebih maksimal yaitu dengan mengekstraksi kandungan minyak atsiri pada bahan baku tersebut sehingga menghasilkan nilai ekonomis yang lebih tinggi. Mengingat juga selama ini belum adanya produksi minyak atsiri dari bunga cempaka secara massal. Sehingga hal ini dapat menjadi varian bahan baku baru dalam produksi minyak atsiri dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan minyak atsiri di Indonesia dan dapat menurunkan nilai impor minyak atsiri tersebut.

Sedangkan untuk daun nilam merupakan bahan yang telah lama digunakan di industri minyak atsiri dan merupakan salah

satu komoditi unggulan Indonesia. Menurut Maryadhi (2009) minyak nilam merupakan salah satu produk yang penting bagi Indonesia karena mampu menyumbang devisa sekitar 60 % dari total ekspor minyak atsiri nasional. Namun kendala yang sering terjadi dalam mendapatkan minyak nilam yang bermutu bagus antara lain adanya kandungan campuran lain yang mengakibatkan kualitas minyak nilam menjadi kurang baik.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil ekstraksi minyak atsiri ini antara lain : jenis tanaman, umur tanaman, waktu panen, perubahan bentuk daun, perlakuan pendahuluan sebelum ekstraksi dan juga teknik ekstraksi. Oleh karena itu teknologi ekstraksi minyak atsiri penting untuk dikaji dan dikembangkan lebih lanjut untuk mendapatkan proses yang efisien dan produk yang berkualitas tinggi.

Ada beberapa metode yang sering digunakan dalam ekstraksi minyak atsiri yaitu *expression* (tekanan), distilasi, *solvent extraction*, *maceration* dan *enfleurage*. Kelima metode ini merupakan metode konvensional, metode yang sering digunakan oleh petani yaitu metode distilasi karena membutuhkan biaya yang lebih rendah daripada metode konvensional yang lainnya. Distilasi minyak atsiri ini dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu dengan air (*hydrodistillation*), uap air (*steam distillation*) dan juga kombinasi air-uap (*steam-hydrodistillation*). Hasil penelitian sebelumnya menggunakan metode distilasi pada bunga cempaka yang dilakukan oleh Putthita Punjee *et al* (2009) menunjukkan bahwa hasil *yield* dari masing-masing metode yaitu *hydrodistillation* sebesar 0,225%, *steam distillation* 0,12% dan *steam-hydrodistillation* 0,199%. Dan dari data tersebut menunjukkan bahwa metode *hydrodistillation* menghasilkan *yield* yang lebih tinggi dari metode lainnya. Sedangkan pada penelitian daun nilam yang dilakukan oleh Bangkit (2011) menghasilkan *yield* 2,61% dengan menggunakan metode *steam-hydrodistillation*. Dari hasil penelitian-penelitian diatas menunjukkan bahwa perbedaan kondisi operasi dan metode

sangat mempengaruhi *yield* dari produk minyak atsiri yang dihasilkan.

Oleh sebab itu, untuk menghasilkan *yield* minyak atsiri yang lebih tinggi dan kualitas yang baik juga diperlukan adanya modifikasi kondisi operasi dari metode yang telah digunakan sebelumnya. Salah satu usaha yang dilakukan yaitu modifikasi metode distilasi air atau hidrodistilasi dengan penambahan aliran udara. Kemudian produk yang dihasilkan dibandingkan dengan metode hidrodistilasi tanpa aliran udara. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kusuma (2016) penambahan aliran udara pada proses ekstraksi minyak atsiri dengan pemanas microwave menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik dari proses tanpa aliran udara. Penambahan udara ini diharapkan dapat membantu membawa komponen minyak penting yang berada di dalam membran sel atau jaringan tanaman yang sulit terdifusi keluar sehingga *yield* minyak atsiri menjadi lebih optimal. Pada penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium untuk bahan baku cempaka dan skala pilot untuk bahan baku nilam.

I.2 Rumusan Masalah

Kebutuhan terhadap minyak atsiri semakin meningkat karena banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku di beberapa industri seperti makanan, parfum dan lain lain. Saat ini telah dilakukan beberapa metoda dalam pengambilan minyak atsiri dan bahan baku yang digunakan juga bermacam-macam. Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara serta bahan yang digunakan adalah bunga cempaka putih (skala laboratorium) dan daun nilam (skala pilot). Penelitian ini mempelajari dan membandingkan hasil dari kedua metode yang digunakan, serta mempelajari pengaruh laju alir udara, massa bahan baku, dan pengaruh waktu terhadap *yield* produk yang dihasilkan.

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini meliputi :

1. Membandingkan proses ekstraksi bunga cempaka pada skala laboratorium dan daun nilam pada skala besar (*scale-up*) menggunakan metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara.
2. Menentukan kondisi operasi optimum pada proses ekstraksi minyak cempaka dan minyak nilam.

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ekstraksi minyak atsiri dari bunga cempaka dan daun nilam antara lain :

1. Memberikan informasi mengenai proses ekstraksi bunga cempaka dan ekstraksi daun nilam yang efektif dan efisien dalam memperoleh *yield* yang maksimal serta mutu yang berkualitas.
2. Sebagai referensi bagi yang ingin mengkaji dan meneliti tentang proses ekstraksi dari bunga cempaka maupun daun nilam.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Cempaka

Pohon cempaka adalah tanaman pekarangan yang sangat populer bukan saja di Indonesia, namun hampir di seluruh negara-negara Asia Timur, dan dihargai untuk bunganya yang memiliki aroma yang kuat. Cempaka berasal dari India, kemudian menyebar ke berbagai tempat di Asia hingga Cina Barat Daya, Indocina, Semenanjung Malaya, Sumatra, Jawa dan Kepulauan Sunda.

Cempaka termasuk dalam suku Magnoliaceae, terdiri dari tumbuhan berupa pohon atau semak, yang mengandung terpenoid aromatik dengan alkaloid yang bertipe benzil-isoquinolin atau aporfin. Alkaloid aporfin adalah alkaloida yang mengandung inti aporfin dalam struktur kimianya (Anonim, 2010).

2.1.1 Jenis- Jenis Cempaka

Bunga cempaka putih (*Michelia alba D.C*) memiliki mahkota berwarna putih dan berbau harum, sehingga digunakan sebagai bahan campuran pembuatan parfum dan wewangian. Tanaman ini merupakan habitus pohon, berkayu tinggi mencapai 30 meter, berdaun tunggal berbentuk bulat telur memanjang berujung runcing (Anonim, 2008).

Bunga cempaka termasuk bunga tunggal, beraroma halus yang khas. Daun tenda bunga panjangnya 3-5 cm, yang terdalam lebih sempit dan lebih runcing daripada yang terluar. Pada dasar bunga yang berbentuk tiang, bakal buah dan benang sari jelas dipisahkan oleh suatu ruang. Bakal buah lebih daripada 20, berjejal, bentuk telur yang pipih, berambut, masing-masing dengan bakal biji berjumlah 2-6.

Bunga cempaka diklasifikasikan sebagai berikut :

Klasifikasi Divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Sub Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas : Magnoliopsida (Berkeping dua/dikotil)
Bangsa : Magnoliidae

Suku : Magnoliaceae
Marga : Michelia

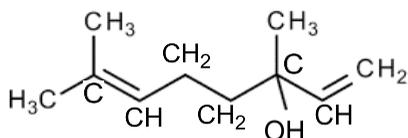
Ada beberapa jenis cempaka, antara lain ;

1. Cempaka Wangi
Bunga ini mengeluarkan aroma yang wangi sehingga digunakan sebagai pewangi rambut dan sering ditanam di taman, pekuburan dan tempat-tempat sakral.
2. Cempaka Kuning
Bunga ini digunakan sebagai penghias rambut, aromatikum dan kosmetik. Selain itu, bagian kulit kayu dan akar serta daunnya dapat dijadikan obat.
3. Cempaka Putih
Cempaka putih dibudidayakan untuk diambil bunganya dan memiliki khasiat seperti bunga cempaka lainnya, yaitu wewangian.

2.1.2 Komposisi Minyak Cempaka

Bunga cempaka memiliki beberapa komponen di dalamnya yaitu linalool, methyl 2-methylbutyrate, ethyl 2-methylbutyrate, beta-elemene, methyl eugenol dan beta-caryophyllene. Komponen linalool merupakan komposisi terbesar dari keenam komponen yang disebutkan (Punjee *et al.*, 2009).

Linalool merupakan senyawa utama penyusun minyak cempaka yang termasuk golongan monoterpen. Linalool larut dalam air, dengan titik didih 198,5°C pada tekanan 760 mmHg. Linalool disebut juga 1,2-Dihydrolinalool mempunyai berat molekul 154,25 dengan rumus molekul C₁₀H₁₈O. Struktur linalool dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur senyawa linalool

2.1.3 Kegunaan Minyak Cempaka

Minyak pada umumnya masih dimanfaatkan oleh sebagian kalangan sebagai obat atau digunakan sebagai hal-hal yang berkaitan dengan mistik seperti penangkal pelet dan lain-lain. Penggunaan minyak cempaka ini masih terbatas dan belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan pendukung di industri. Jika melihat karakteristik dari minyak cempaka ini dapat dimanfaatkan untuk bahan aromaterapi dan industri farmasi.

2.2 Tanaman Nilam

Nilam berasal dari daerah tropis Asia Tenggara terutama Indonesia dan Filipina, serta India, Amerika Selatan dan China (Grieve, 2003). Tanaman nilam jenis *Pogostemon cablin* yang berasal dari Filipina pertama kali dibawa oleh orang Belanda ke Indonesia, dan tanaman tersebut menjadi tanaman sela di perkebunan kopi di kaki gunung Pasamanan Sumatera Barat. Setelah itu, tanaman ini menyebar ke daerah di sekitar Aceh sebagai tanaman sela di perkebunan tembakau dan kelapa sawit. Sejak tahun 1990, orang-orang Belanda mulai mendirikan unit-unit penyulingan untuk mengambil minyak dari tanaman tersebut.

2.2.1 Jenis-Jenis Tanaman Nilam

Tanaman nilam termasuk famili *Lamiaceae* dan bentuk fisiknya seperti tanaman perdu, daunnya berwarna hijau kemerahan, baunya harum dan berbentuk bulat atau lonjong serta bercabang banyak, dengan tinggi pohonnya sekitar 60 cm dan batangnya tidak terlalu kokoh, sehingga akan rebah karena menyangga daun yang rimbun.

Tanaman nilam diklasifikasikan sebagai berikut :

Klasifikasi Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Bangsa	: Solonales
Suku	: Labiateae
Marga	: Pogostemon

Di Indonesia terdapat tiga jenis nilam, antara lain ;

1. Nilam Aceh (*Pogostemon Cablin Benth*)
Nilam Aceh merupakan tanaman standar ekspor yang direkomendasikan karena memiliki aroma khas dan rendemen minyak daun keringnya yang tinggi, antara 2,5-5% dibandingkan jenis lain. Nilam aceh sebenarnya jenis tanaman nilam dari Filipina yang kemudian ditanam dan dikembangkan di wilayah Indonesia, Malaysia, Madagaskar, dan Brazil. Tanaman ini memiliki daun agak membulat seperti jantung, terdapat bulu-bulu halus dibagian bawah sehingga warnanya nampak pucat, dan tidak berbunga.
2. Nilam Jawa (*Pogostemon Heynecnus Benth*)
Disebut juga dengan nilam hutan, yaitu berasal dari India dan tumbuh meliar dibeberapa hutan di pulau Jawa. Tanaman ini hanya memiliki minyak sekitar 0,5-1,5%. Tanaman ini memiliki daun yang berujung runcing, lembaran daun tipis dengan warna hijau tua, dan berbunga lebat.
3. Nilam Sabun (*Pogostemon Hortensis Backer Benth*)
Zaman dahulu, nilam ini digunakan untuk mencuci pakaian, terutama kain batik sehingga nilam ini disebut nilai sabun. Tanaman ini memiliki lembaran daun tipis, tidak berbulu, permukaan daun mengkilat, dan berwarna hijau. Tanaman ini memiliki kandungan minyak 0,5-1,5%. Komposisi kandungan minyak yang dimiliki dan dihasilkan tidak baik, sehingga minyak dari nilam ini tidak memperoleh pasaran. Nilam Jawa dan nilai sabun tidak direkomendasikan sebagai tanaman komersil.

2.2.2 Komposisi Minyak Nilam

Minyak nilam tergolong dalam minyak atsiri atau minyak eteris, yaitu minyak yang mudah menguap dengan komposisi dan titik didih yang berbeda-beda (Guenther, 1987). Komponen utama dalam minyak nilam adalah *patchouli alcohol* (patchoulol). Minyak diperoleh dari penyulingan uap terhadap daun keringnya. Pada umumnya, minyak nilam memiliki kadar *patchouli alcohol* tidak kurang dari 30% (Isfaroiny dan Mitarlis, 2005). Minyak nilam harus berwarna kuning jernih dan memiliki wangi khas dan sulit dihilangkan (Wandiatmoko dan Tamba, 2009).

Minyak nilam terdiri dari campuran senyawa terpen yang bercampur dengan alkohol, aldehid, dan ester yang dapat memberikan aroma yang khas dan spesifik pada minyak nilam (Suhirman, 2009). Minyak nilam tidak menguap pada suhu kamar, hal ini karena komponen-komponen dalam minyak nilam memiliki titik didih yang tinggi seperti *patchouli alcohol*, *patchoulen* dan *nonpatchoulenol* yang berfungsi sebagai zat pengikat yang tidak dapat digantikan oleh zat sintetik. Dan umumnya minyak nilam larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air (Ketaren, 1985).

Patchouli alcohol merupakan senyawa utama penyusun minyak nilam yang termasuk golongan *oxygenated sesquiterpen*. *patchouli alcohol* tidak larut dalam air, melainkan larut dalam alkohol, eter atau pelarut organik lain yang mempunyai titik didih 280-288°C pada tekanan 760 mmHg. Kristal yang terbentuk mempunyai titik lebur 55-58°C. Komponen-komponen yang umum terkandung pada minyak nilam ditunjukkan pada Tabel 2.1.

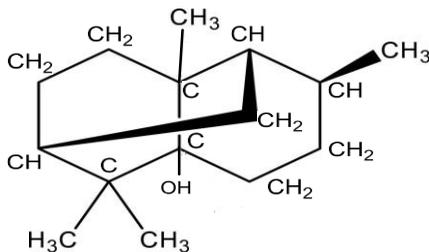
Tabel 2.1 Komposisi minyak nilam

Komponen	Kandungan (%)	Titik Didih (°C)	Berat Molekul
Patchouli alcohol	30	280,37	222,37
α -bulnesen	17	242,26	190,32
α -gualen	16	242,25	190,32

Seychellen	9	259,09	128,38
α -patchoullen	5	245,23	204,35
β -kariofelin	2,8	110,00	204,36
β -patcoulen	2	248,83	204,35
Pogostol	2	274,43	208,34
σ -kadinen	2	246,84	190,32
Norpatchoulenol	1	268,88	208,34
Kariofelin oksida	1	243,18	192,30
Nortetrapatchoulenol	0,001	268,88	208,34
Eugenol	-	253,00	164,30
Benzaldehid	-	178,00	106,15
Sinnamaldehyd	-	68-80	132,15

Sumber : (Suhirman, 2009)

Patchouli alcohol disebut juga *patchouli camphor* atau oktahidro-4,8a,9,9-tetrametil-1,6-metanonaftalen, mempunyai berat molekul 222,36 dengan rumus molekul $C_{15}H_{26}O$ dan struktur *patchouli alcohol* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur senyawa *patchouli alcohol*

Bentuk negatif isomer optik dari *patchouli alcohol* merupakan senyawa organik yang mengakibatkan aroma khas minyak nilam. *Patchouli alcohol* juga dimanfaatkan dalam sintesis obat kemoterapi *Taxol*.

2.2.3 Standar Mutu Minyak Nilam

Parameter dalam menentukan kualitas minyak nilam dapat dilihat dari kadar *patchouli alcohol* yang terdapat dalam minyak nilam. Hal ini yang kemudian mengakibatkan mengapa *patchouli alcohol* disebut sebagai penciri utama dalam menentukan mutu minyak nilam (Santoso, 1990).

Tabel 2.2. Standar mutu minyak nilam menurut SNI 06-2385-2006 dan ISO 3757 : 2002(E)

Karakteristik	Persyaratan	
	SNI 06-2385-2006	ISO 3757: 2002(E)
Warna	Kuning muda sampai kemerahan	Kuning sampai kemerahan
Bobot Jenis	0,950-0,975 (25°C/25°C)	0,952-0,975 (20°C/20°C)
Indeks Bias 20°C	1,5070-1,5150	1,5050-1,5150
Putaran Optik	(-48°)-(-65°)	(-40°)-(-60°)
Kelarutan (dalam etanol)	Dalam etanol 90% larutan jernih, perbandingan 1:10	Dalam etanol 90% larutan jernih, perbandingan 1:10
Bilangan asam	Maksimal 8	Maksimal 4
Bilangan ester	Maksimal 20	Maksimal 10
Kadar Patchouli alcohol	Minimal 30%	27-35%

Tabel 2.2 menunjukkan bahwa berdasarkan rancangan SNI tahun 2006 kadar minimal *patchouli alcohol* dalam minyak nilam adalah 30%, sedangkan berdasarkan rancangan ISO tahun 2002

kadar *patchouli alcohol* yang harus terdapat dalam minyak nilam adalah 27-35%.

2.2.4 Kegunaan Minyak Nilam

Minyak nilam merupakan salah jenis minyak atsiri yang mempunyai fungsi dan kegunaan dalam industri aromaterapi dan farmasi, sehingga mempunyai nilai komersil yang menguntungkan. Manfaat dari minyak atsiri adalah sebagai berikut ;

- Bahan baku, bahan pencampur dan fiksatif (pengikat wangi – wangi) dalam industri parfum, farmasi dan kosmetik (Ketaren, 1985).
- Sebagai pewangi selendang, karpet dan barang-barang tenun (Rusli dan Hasanah, 1985).

2.3 Metode Ekstraksi Minyak Atsiri

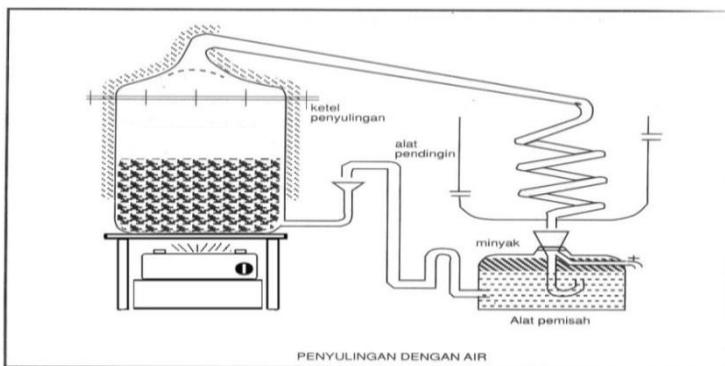
Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan dari bahan padat maupun cair dengan bantuan pelarut. Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan material lainnya. Ekstraksi padat-cair atau leaching adalah transfer difusi komponen terlarut dari padatan inert ke dalam pelarutnya. Ekstrak dari bahan padat dapat dilakukan jika bahan yang diinginkan dapat larut dalam pelarut pengestraksi. Ekstraksi tergantung dari beberapa faktor antara lain: ukuran partikel, jenis zat pelarut, temperatur, dan pengadukan. Ekstraksi termasuk proses pemisahan melalui dasar operasi difusi. Secara difusi, proses pemisahan terjadi karena adanya perpindahan solute, sebagai akibat adanya beda konsentrasi diantara dua fasa yang saling kontak. Perbedaan konsentrasi yang ada pada dua fasa disebut gradien konsentrasi. Difusi akan terus terjadi hingga seluruh partikel tersebar luas secara merata atau mencapai keadaan kesetimbangan dimana perpindahan molekul tetap terjadi walaupun tidak ada perbedaan konsentrasi. Pada ekstraksi solvent yang digunakan diharapkan dapat melarutkan solute dengan cukup baik, memiliki perbedaan titik didih dengan solute yang cukup besar, tidak beracun, tidak bereaksi secara kimia dengan

solute maupun diluen, murah, dan mudah diperoleh (Guenther, 1987).

Adapun istilah metode yang dikenal oleh akademisi maupun di industri yaitu terdapat beberapa macam metode, yaitu :

1. *Hydrodistillation*

Metode hidrodistilasi mempunyai keuntungan karena dapat mengekstrak minyak dari bahan yang berbentuk bubuk (akar, kulit, kayu dan sebagainya) dan beberapa bahan yang mudah menggumpal jika disuling dengan uap seperti jenis bunga-bunga (bunga mawar dan orange blossom). Pengolahan minyak atsiri dengan metode hidrodistilasi dikenal sebagai metode konvensional yang didasarkan pada prinsip bahwa campuran (uap minyak dan uap air) mempunyai titik didih sedikit lebih rendah dari titik didih uap air murni, sehingga campuran uap mengandung minyak memiliki jumlah yang lebih besar. Dengan pengurangan kecepatan kohobasi, maka kandungan minyak dalam destilat akan lebih besar disebabkan oleh uap yang keluar akan lebih jenuh oleh uap minyak.



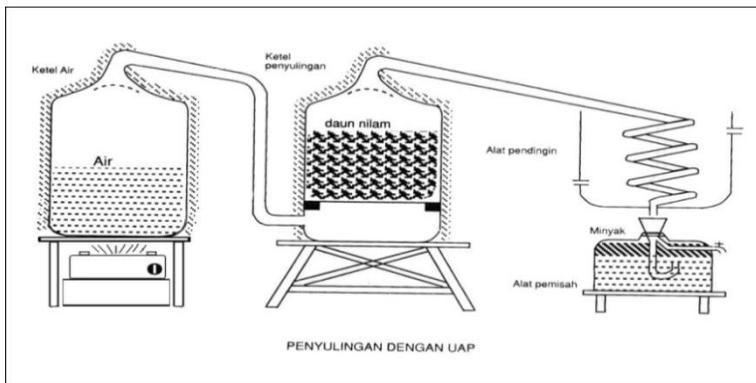
Gambar 2.3. Skema peralatan *hydrodistillation*

Rendemen yang diperoleh dari metode hidrodistilasi sangat ditentukan oleh beberapa faktor antara lain ukuran bahan, jumlah (rasio) bahan dan air yang digunakan, perlakuan pengadukan serta waktu proses (Djafar *et al.*, 2010). 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 (Guenther, 1987).

2. *Steam Distillation*

Steam distillation 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 2.4 Skema peralatan *steam-distillation*

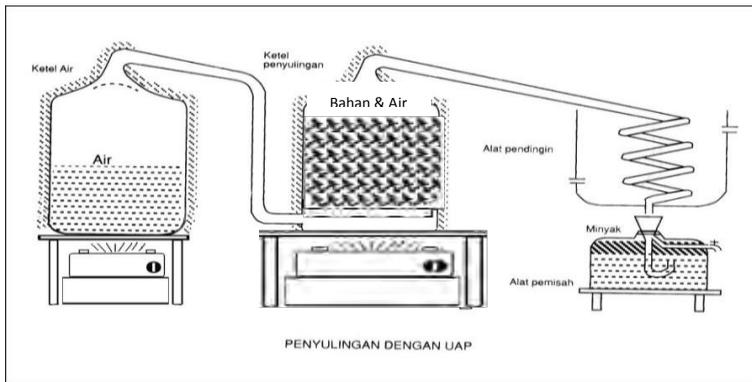
3. *Steam-Hydrodistillation*

Penyulingan minyak atsiri dengan cara ini memang sedikit lebih maju dan produksinya 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 :

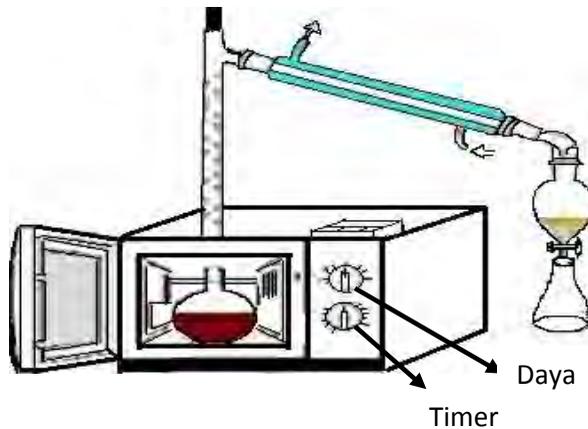
- a. Uap selalu dalam keadaan basah, jenuh dan tidak terlalu panas
- b. Bahan yang disuling hanya berhubungan dengan uap dan tidak dengan air panas. (Guenther, 1987).



Gambar 2.5. Skema peralatan *steam-hydrodistillation*

4. Penyulingan dengan Microwave (*Microwave Assisted Extraction*)

Bahan di masukkan dalam labu yang terbuat dari gelas atau plastik agar dapat ditembus oleh radiasi *microwave* akan menyerap radiasi tersebut, hingga mencapai kelenjar *glandular* dan *system vascular* bahan tanaman di dalam dinding sel. Peristiwa ini akan menimbulkan panas sehingga dinding sel akan pecah dan minyak atsiri di dalamnya dapat keluar.



Gambar 2.6 Skema peralatan *microwave-assisted extraction*

Adanya air di dalam bahan tanaman dan juga panas akibat menyerap energi elektromagnetik akan berdifusi ke dalam minyak atsiri sehingga menimbulkan peristiwa hidrodifusi. Minyak atsiri dan air akan menguap bersamaan berdasarkan prinsip distilasi campuran tak saling larut lalu di kondensasikan.

2.4 Gelombang Mikro (*Microwave*)

Gelombang mikro atau *microwave* adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi super tinggi (*Super High Frequency, SHF*), yaitu antara 300Mhz – 300 Ghz. *Microwave* memiliki rentang panjang gelombang dari 1 mm hingga 1 m (Thostenson, 1999). Pemanfaatan gelombang mikro sudah diaplikasikan secara luas dalam berbagai bidang ilmu. Dalam elektronika seperti radio, televisi. Dalam teknologi komunikasi seperti radar, satelit, pengukuran jarak jauh, dan untuk penelitian sifat sifat material. Kapasitas panas dari radiasi gelombang mikro sebanding dengan properti dielektrik dari bahan dan sebaran muatan elektromagnetiknya. (Santos, 2011)

Pemanasan pada *microwave* dikenal dengan pemanasan dielektrik *microwave*. Dielektrik adalah bahan isolator listrik yang dapat dikutubkan dengan cara menempatkan bahan

dielektrik dalam medan listrik. Ketika bahan tersebut berada dalam medan listrik, muatan listrik yang terkandung di dalamnya tidak akan mengalir. Akibatnya tidak timbul arus seperti bahan konduktor, tetapi hanya bergeser sedikit dari posisi setimbangnya. Hal ini mengakibatkan terciptanya pengutuban dielektrik. Akibatnya muatan positif bergerak menuju kutub negatif medan listrik, sedang muatan negatif bergerak ke arah kutub positif. Hal ini menyebabkan medan listrik internal yang menyebabkan jumlah medan listrik yang melingkupi bahan dielektrik menurun.

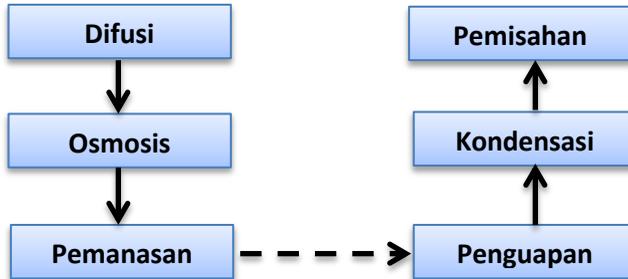
Dalam pendekatan teori tentang permodelan dielektrik, sebuah bahan terbuat dari atom-atom. Setiap atom terdiri dari elektron terikat dan meliputi titik bermuatan positif di tengahnya. Dengan adanya medan listrik disekeliling atom ini maka awan bermuatan negatif tersebut berubah bentuk.

Mekanisme dasar pemanasan *microwave* melibatkan pengadukan molekul polar atau ion yang berosilasi karena pengaruh medan listrik dan magnet yang disebut polarisasi dipolar. Dengan adanya medan yang berosilasi, partikel akan beradaptasi dimana gerakan partikel tersebut dibatasi oleh gaya interaksi antar partikel dan tahanan listrik. Akibatnya partikel tersebut menghasilkan gerakan acak yang menghasilkan panas.

Keunggulan dalam pemilihan *microwave* sebagai media pemanas karena *microwave* bisa bekerja cepat dan efisien. Hal ini dikarenakan adanya gelombang elektromagnetik yang bisa menembus bahan dan mengeksitasi molekul-molekul bahan secara merata. Gelombang pada frekuensi 2500MHz (2,5 GHz) ini diserap bahan. Saat diserap, atom-atom akan tereksitasi dan menghasilkan panas. Proses ini tidak membutuhkan konduksi panas seperti oven biasa. Maka dari itu, prosesnya bisa dilakukan sangat cepat. Disamping itu, gelombang mikro pada frekuensi ini diserap oleh bahan gelas, keramik, dan sebagian jenis plastik.

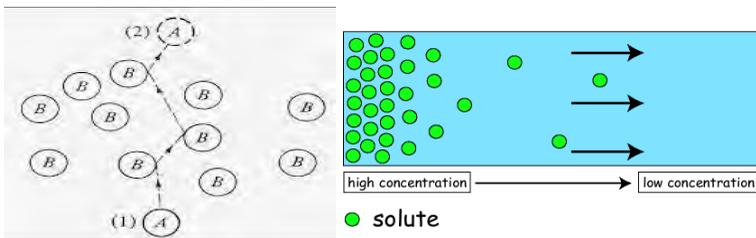
2.5 Mekanisme Penyulingan

Proses penyulingan tersebut terdiri dari beberapa mekanisme penting yang dapat membantu dalam memahami fenomena yang terjadi selama proses (Tutuarima, 2009).



a. Difusi

Difusi memegang peranan penting pada ekstraksi minyak atsiri dari tanaman. Geankoplis (1983) menyebutkan difusi molekuler didefinisikan sebagai perpindahan molekul dalam fluida secara acak. Gambar 3 memperlihatkan skema proses difusi molekuler. Dari gambar tersebut, terlihat molekul A (dalam hal ini adalah uap) berdifusi secara acak melalui molekul B (minyak dalam tanaman) dari titik 1 ke 2. Hal ini dikarenakan jumlah molekul A yang ada di sekitar titik 1 lebih banyak daripada yang berada disekitar titik 2. Hukum Fick menyebutkan penyebab terjadinya difusi adalah perbedaan konsentrasi komponen. Akibat perbedaan ini komponen akan berpindah ke berbagai arah hingga konsentrasi mencapai kesetimbangan. Arah difusi dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah.



Sel tanaman terdiri dari membran sel. Membran sel merupakan lapisan pelindung tanaman yang memisahkan sel dari lingkungan luar. Minyak atsiri berada dalam kelenjar minyak (*oil glands*). Molekul-molekul yang berada disekitar sel dapat berpindah masuk atau keluar sel. Membran sel *selective permeabel* mengatur molekul yang melewatinya. Air dapat melewati membran sel dengan bebas melalui proses difusi dan osmosis.

b. Osmosis

Peristiwa osmosis berperan membawa minyak yang terdapat dalam kelenjar ke permukaan bahan. Osmosis merupakan peristiwa perpindahan partikel dari tempat yang memiliki konsentrasi lebih tinggi ke tempat yang memiliki konsentrasi yang lebih rendah melewati membran selektif permeabel hingga tercapai keseimbangan dinamis.

c. Pemanasan, penguapan dan kondensasi

Pemanasan akan menyebabkan temperatur air meningkat hingga tekanan uap cairan sama dengan tekanan sekitar. Pada kondisi ini tidak terjadi peningkatan suhu dan penambahan energi panas hanya akan membuat cairan menguap. Molekul-molekul uap tersebut akan tetap berada dalam gerakan yang konstan (keadaan setimbang). Pada sistem tertutup, keadaan setimbang dipengaruhi oleh suhu. Kondensasi merupakan proses perubahan wujud uap menjadi cairan dengan cara mengalirkan air pendingin pada tabung kondensor. Kondensasi dan penguapan melibatkan fase cairan dengan koefisien pindah panas yang besar. Kondensasi terjadi apabila uap jenuh seperti uap bersentuhan dengan padatan yang suhunya dibawah jenuh sehingga membentuk cairan (Geankoplis 1983).

d. Pemisahan

Pemisahan campuran air dan minyak umumnya dilakukan berdasarkan berat jenis. Secara umum minyak memiliki berat jenis lebih kecil dari berat jenis air ($=1$), sehingga minyak akan berada di lapisan atas.

2.6 Parameter Minyak Atsiri

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

- 1) 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, 2002).
- 2) Kelarutan dalam etanol merupakan nilai perbandingan banyaknya minyak atsiri yang larut sempurna dengan pelarut etanol. Setiap minyak atsiri mempunyai nilai kelarutan dalam etanol yang spesifik, sehingga sifat ini bisa digunakan untuk menentukan sesuatu kemurnian minyak atsiri. Minyak atsiri banyak yang mudah larut dalam etanol dan jarang yang larut dalam air, sehingga kelarutannya mudah diketahui dengan menggunakan etanol pada berbagai tingkat konsentrasi. Untuk menentukan kelarutan minyak atsiri juga tergantung pada kecepatan daya larut dan kualitas minyak atsiri tersebut. Kelarutan minyak juga dapat berubah karena lamanya penyimpanan. Hal ini disebabkan karena proses polimerisasi menurunkan daya kelarutan, sehingga untuk melarutkannya diperlukan konsentrasi etanol yang tinggi. Kondisi penyimpanan kurang baik dapat mempercepat polimerisasi diantaranya cahaya, udara, dan adanya air bisa menimbulkan pengaruh yang tidak baik. Minyak atsiri mempunyai sifat yang larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air.

2.7 Penelitian Terdahulu

Pembuatan minyak atsiri dari daun nilam lebih sering dilakukan dibandingkan dengan bunga cempaka, sehingga referensi yang diperoleh lebih mudah. Penelitian ini telah dilakukan oleh masyarakat maupun mahasiswa. Namun, kondisi operasi yang dilakukan pada umumnya berbeda, walaupun inti dari penelitian yaitu mengekstrak minyak atsiri dari kedua bahan tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh Putthita Punjee dkk (2009) tentang ekstraksi minyak bunga cempaka dengan tiga metode distilasi diperoleh *yield* secara berurutan yaitu 0,1200; 0,1990 dan 0,2250 dengan linalool sebagai komponen terbanyak pada hasil ekstraksi. Sedangkan penelitian-penelitian pada ekstraksi minyak nilam yaitu sebagai berikut :

No	Judul	Penulis	Yield	Tahun
1	Pengambilan Minyak Atsiri dari Akar Tanaman Nilam Aceh (<i>Pogestemon Cablin Benth</i>) dengan Metode Destilasi Air dan Destilasi Uap-Air	Lia Rachmawati dan Lailatus Sa'diyah	0,42%	2010
2	Peningkatan Kualitas Minyak Nilam Menggunakan Metode <i>Steam-Hydrodistillation</i> Skala Pilot	Bangkit Gotama dan Yuni Pratidina W.	2,61%	2011
3	Proses Pengambilan Minyak Atsiri dari Daun Nilam dengan Metode <i>Microwave Hydrodistillation</i> dengan Adanya Aliran Udara	Safrina Hapsari dan Putri K.	2,78%	2015
4	Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Kayu Cendana (<i>Santalum album</i>) dan Daun Nilam (<i>Pogostemon cablin Benth</i>) dengan Menggunakan Metode <i>Microwave Hydrodistillation</i> dan <i>Microwave Air-Hydrodistillation</i>	Heri Septya Kusuma	2,77%	2016

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Garis Besar Penelitian

Proses ekstraksi minyak atsiri menggunakan bahan baku bunga cempaka dan daun nilam. Metode ekstraksi yang digunakan adalah distilasi air (*Hydrodistillation*) dan distilasi air dengan aliran udara (*Air-Hydrodistillation*). Metode *Hydrodistillation* yaitu bahan baku diekstraksi secara langsung dengan menggunakan air tanpa adanya *steam*, sedangkan metode *Air-Hydrodistillation* menggunakan proses yang sama dengan metode sebelumnya akan tetapi ditambahkan aliran udara ke dalam *distiller*.

Proses ekstraksi untuk bunga cempaka dilakukan pada skala laboratorium selama 3 jam waktu operasi untuk mendapatkan *yield* dan kualitas minyak atsiri yang bagus. Sedangkan untuk daun nilam dilakukan selama 12 jam dalam skala pilot (*scale-up*). Pada kedua bahan tersebut memiliki beberapa variasi yaitu massa bahan terhadap volume pelarut yang telah ditetapkan serta variasi laju alir udara.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

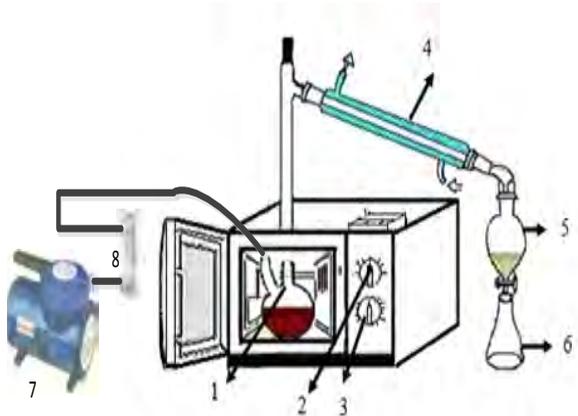
Adapun alat dan bahan yang digunakan, antara lain ;

- Bunga Cempaka
- Daun Nilam
- Natrium Sulfat Anhidrit
- n-Hexana
- Aquadest
- Air

3.2.2 Deskripsi Peralatan Proses

- **Skala Laboratorium**

1. Labu leher 2
2. Pengatur Daya
3. Pengatur Waktu
4. Kondensator liebig
5. Corong pemisah
6. Erlenmeyer
7. Kompresor
8. Flowmeter



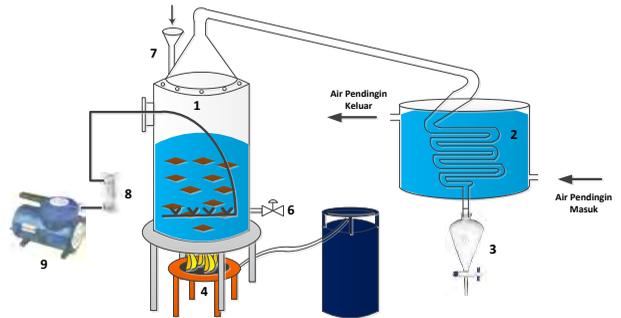
Gambar 3.1 Skema peralatan skala laboratorium

Spesifikasi alat yang digunakan, antara lain :

- Daya output : 800 W
- Frekuensi : 2450 MHz
- Dimensi *Microwave* :
 - Panjang : 50 cm
 - Lebar : 40 cm
 - Tinggi : 40 cm

- **Skala Besar (Scale Up)**

1. Tabung Distiller
2. Kondensor
3. Corong Pemisah
4. Pemanas
5. Tabung Elpiji
6. Drain Valve
7. Handhole
8. Flowmeter
9. Kompresor



Gambar 3.2 Skema peralatan skala besar (*scale-up*)

Spesifikasi alat yang digunakan, antara lain :

- Distiler :
 - Bahan : Stainless Steel
 - Kapasitas : 21 Liter
 - Diameter : 25 cm
 - Tinggi : 55 cm
- Kondensor :
 - Panjang *Coil* : 200 cm
 - ID : 1,5 cm

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Ekstraksi Minyak Cempaka

Metode Hidrodistilasi

1. Memasukkan bahan baku yang telah ditimbang dan sesuai antara massa bahan baku dan volume pelarut yang telah ditetapkan dalam variable penelitian kedalam labu distiller.
2. Memanaskan labu distiller dengan pemanas *microwave* (Gambar 3.1).
3. Menunggu sampai tetes pertama keluar dari kondensor.

4. Menghitung waktu distilasi mulai tetes pertama keluar dari kondensor.
5. Menghentikan proses sesuai dengan waktu yang ditentukan.
6. Menampung dan memisahkan destilat dalam corong pemisah, kemudian menampung minyak tersebut pada botol vial.
7. Apabila minyak sulit dipisahkan dengan air, maka ditambahkan n-hexane ke dalam corong pisah.
8. Mendinginkan minyak yang berada dalam corong pisah sampai jernih (n-hexane + minyak cempaka dengan air terpisah), kemudian dipisahkan sehingga air terpisah.
9. Menguapkan n-hexane dalam lemari asam atau mendistilasi larutan minyak-hexane, sehingga minyak cempaka diperoleh.
10. Melakukan analisa GC-MS terhadap minyak yang dihasilkan.

Metode Hidrodistilasi dengan Aliran Udara

1. Memasukkan bahan baku yang telah ditimbang dan sesuai antara massa bahan baku dan volume pelarut yang telah ditetapkan dalam variable penelitian kedalam labu distiller.
2. Memanaskan alat distilasi dengan pemanas *microwave* (Gambar 3.1).
3. Menambahkan aliran udara dengan beberapa variasi laju alir yang telah ditentukan.
4. Menghitung waktu distilasi yang dimulai pada tetesan pertama keluaran kondensor.
5. Menghentikan proses sesuai dengan waktu yang ditentukan.
6. Menampung dan memisahkan destilat dalam corong pemisah, kemudian menampung minyak tersebut pada botol vial.

7. Apabila minyak sulit dipisahkan dengan air, maka ditambahkan n-hexane ke dalam corong pisah.
8. Mendinginkan minyak yang berada dalam corong pisah sampai jernih (n-hexane + minyak cempaka dengan air terpisah), kemudian dipisahkan sehingga air terpisah.
9. Menguapkan n-hexane dalam lemari asam atau mendistilasi larutan minyak-hexane, sehingga minyak cempaka diperoleh.
10. Melakukan analisa GC-MS terhadap minyak yang dihasilkan.

3.3.2 Ekstraksi Minyak Nilam

Metode Hidrodistilasi

1. Memasukkan bahan baku yang telah ditimbang dan sesuai antara massa bahan baku dan volume pelarut yang telah ditetapkan dalam variable penelitian kedalam distiller (Gambar 3.2).
2. Memanaskan distiller dengan pemanas kompor.
3. Menghitung waktu distilasi mulai tetes pertama keluar dari kondensor.
4. Mengambil sampel pada waktu yang ditentukan dan menghentikan proses sesuai dengan waktu proses yang telah ditentukan.
5. Menampung destilat dalam *beaker glass*.
6. Memisahkan minyak dari air dengan menggunakan corong pisah, kemudian menampung minyak tersebut pada botol vial.
7. Menambahkan Na_2SO_4 anhydrous ke dalam botol vial yang berisi minyak untuk menghilangkan kadar airnya.

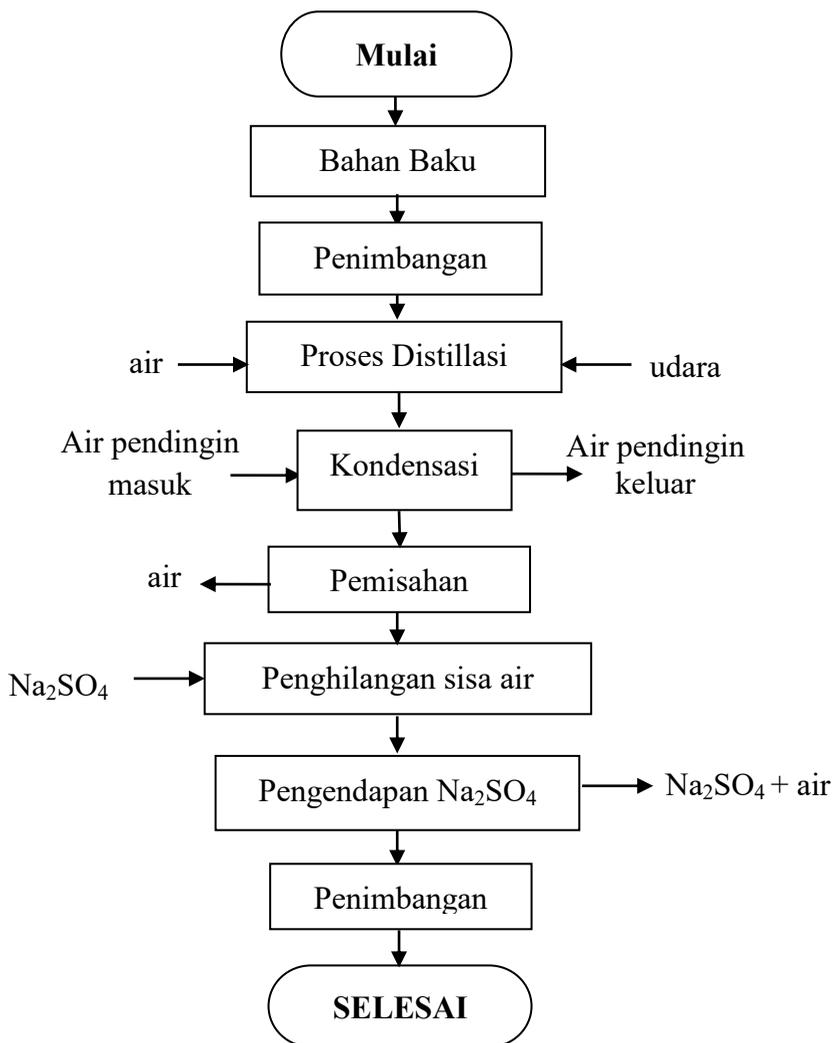
8. Mendiamkan minyak yang berada dalam botol vial sampai jernih (Na_2SO_4 + air mengendap), kemudian dipisahkan sehingga minyak terpisahkan.
9. Melakukan analisa terhadap minyak yang dihasilkan, antara lain :
 - Berat Jenis :
 - Menimbang botol vial kosong yang akan digunakan sebagai wadah menggunakan neraca analitik (W_1)
 - Mengambil minyak dengan menggunakan pipet 1 ml (V)
 - Memasukkan minyak ke dalam botol vial (W_2)
 - Kelarutan dalam alkohol :
 - Menempatkan 0,1 ml minyak nilam ke dalam tabung reaksi
 - Menambahkan etanol 90% 0,1 ml, mengocok tabung reaksi setiap setelah penambahan sampai diperoleh suatu larutan yang sebening mungkin atau terjadi opalesensi ringan.
 - Analisa komponen minyak dengan GC-MS

Metode Hidrodistilasi dengan Aliran Udara

1. Memasukkan bahan baku yang telah ditimbang dan sesuai antara massa bahan baku dan volume pelarut yang telah ditetapkan dalam variable penelitian kedalam distiller (Gambar 3.2).
2. Memanaskan alat distilasi dengan pemanas kompor.
3. Menambahkan aliran udara dengan beberapa variasi laju alir yang telah ditentukan.
4. Menghitung waktu distilasi mulai tetes pertama keluar dari kondensor.

5. Mengambil sampel pada tiap waktu yang ditentukan dan menghentikan proses sesuai dengan waktu proses yang telah ditentukan.
6. Menampung destilat dalam *beaker glass*.
7. Memisahkan minyak dari air dengan menggunakan corong pisah, kemudian menampung minyak tersebut pada botol vial.
8. Menambahkan Na_2SO_4 anhydrous ke dalam botol vial yang berisi minyak untuk menghilangkan kadar airnya.
9. Mendinginkan minyak yang berada dalam botol vial sampai jernih (Na_2SO_4 + air mengendap), kemudian dipisahkan sehingga minyak terpisahkan.
10. Melakukan analisa terhadap minyak yang dihasilkan, antara lain.:
 - Berat Jenis :
 - Menimbang botol vial kosong yang akan digunakan sebagai wadah menggunakan neraca analitik (W_1)
 - Mengambil minyak dengan menggunakan pipet 1 ml (V)
 - Memasukkan minyak ke dalam botol vial (W_2)
 - Kelarutan dalam alkohol :
 - Menempatkan 0,1 ml minyak nilam ke dalam tabung reaksi
 - Menambahkan etanol 90% 0,1 ml, mengocok tabung reaksi setiap setelah penambahan sampai diperoleh suatu larutan yang sebening mungkin atau terjadi opalesensi ringan.
 - Analisa komponen minyak dengan GC-MS

3.4 Skema Penelitian



Gambar 3.3 Skema penelitian metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara

3.5 Variabel Percobaan

a. Variabel

Untuk penelitian ini, dua jenis bahan yang digunakan memiliki perlakuan yang berbeda dalam pengoperasiannya.

- Daun Nilam
 - Skala yang digunakan yaitu skala besar (*scale-up*).
 - Kondisi bahan kering dan utuh
 - Massa daun nilam yang digunakan terhadap pelarut (10 Liter) yaitu 100; 200; 300; 400 dan 500 gram.
 - Laju alir udara yang digunakan 3, 5 dan 10 L/min
 - Bunga Cempaka
 - Skala yang digunakan yaitu skala laboratorium
 - Kondisi bahan kering dan cacah
 - Massa bunga cempaka yang digunakan terhadap pelarut (400 ml) yaitu 75; 100; 125 dan 150 gram.
 - Laju alir udara yang digunakan 1, 2 dan 3 L/min.
 - Waktu pengambilan sampel yaitu ;
 1. Daun Nilam : Setiap jam selama 12 jam operasi.
 2. Bunga Cempaka : pada akhir waktu operasi (3 jam).
- #### b. Kondisi Operasi
- Tekanan atmosferik (1 atm)
 - Suhu operasi 100°C - 105°C

3.6 Besaran Pengukuran Penelitian

1. Pengukuran % *yield* minyak atsiri untuk masing-masing metode, dengan rumus :

$$\% Yield = \frac{\text{Massa minyak yang diperoleh (gr)}}{\text{Massa bahan baku bunga kering (gr)}} \times 100\%$$

2. Analisa berat jenis (densitas)

$$\text{Berat Jenis} = \frac{\text{Massa minyak yang diperoleh (gr)}}{\text{Volume minyak yang diperoleh (ml)}}$$

3. Analisa kelarutan

Kelarutan minyak dalam larutan etanol 90 % membentuk larutan yang bening dan cerah atau terjadi opalesensi ringan.

4. Analisa identifikasi komponen dalam minyak atsiri dengan GC-MS

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Ekstraksi Minyak Cempaka Dengan Metode Hidrodistilasi dan Hidrodistilasi dengan Aliran Udara

Metode yang digunakan pada proses ekstraksi minyak cempaka yaitu metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara pada skala laboratorium dengan menggunakan pemanas *microwave* pada daya 600 Watt. Pemilihan skala ini didasari karena pada saat ekstraksi bunga cempaka menggunakan skala pilot tidak menghasilkan minyak sedikitpun. Hal ini dikarenakan kandungan minyak cempaka yang terlalu sedikit serta diduga menempel pada distiller maupun kondensor sehingga tidak diperoleh minyak cempaka. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan pada skala yang lebih kecil yaitu skala laboratorium agar dapat menghasilkan minyak walaupun pada kenyataannya kandungan minyaknya sedikit.

Bahan baku bunga cempaka yang digunakan didapat dari Probolinggo, Jawa Timur, dalam keadaan sudah kering. Bunga cempaka ini mengalami perlakuan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk percobaan yaitu dilakukan pencacahan. Hal ini dikarenakan ketika menggunakan bunga kering dalam kondisi utuh tidak menghasilkan minyak sama sekali dan juga menurut Guenther (1987) proses pencacahan dapat menyebabkan kelenjar minyak dapat menjadi terbuka sebanyak mungkin. Selain itu dengan adanya proses pencacahan, ukuran ketebalan bahan tanaman di tempat terjadinya difusi akan berkurang, sehingga, laju penguapan minyak atsiri dari bahan tanaman menjadi cukup cepat pada proses penyulingan. Variabel massa cempaka yaitu 75, 100, 125, dan 150 gram. Lalu ditambahkan aquadest dengan volume 400 ml ke dalam labu *distiller*. Variabel bahan baku terhadap pelarut yang menghasilkan *yield* tertinggi akan dipilih untuk metode hidrodistilasi menggunakan aliran udara.

Pemilihan volume pelarut tersebut bertujuan agar bahan dapat terendam dan menghindari meluapnya bahan dan pelarut ke

dalam kondesor. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya tekanan dalam labu *distiller* yang disebabkan oleh peningkatan suhu pemanasan yang sangat cepat selama proses distilasi. Percobaan ini dilakukan proses *recycle* pelarut karena proses ekstraksi dilakukan selama 3 jam. Proses *recycle* ini diperlukan agar pelarut di dalam labu *distiller* tidak habis sampai waktu distilasi selesai, sehingga proses dapat berjalan secara kontinyu. Pelarut yang habis akan menyebabkan bahan menjadi rusak dan hangus, sehingga akan berpengaruh terhadap minyak hasil ekstraksi dan rendemen yang diperoleh tidak menjadi optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan membandingkan perbedaan metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara serta pengaruh dari beberapa parameter pada ekstraksi minyak cempaka yang berpengaruh terhadap *yield* dan kualitas dari minyak yang diperoleh. Adapun parameter tersebut meliputi waktu proses ekstraksi, massa bahan baku, serta laju aliran udara yang digunakan.

4.1.1 Pengaruh Waktu Ekstraksi terhadap Yield Minyak Cempaka

Pada proses ekstraksi minyak atsiri terdapat tiga tahapan penting yaitu fase ekuilibrium (*equilibrium phase*), fase transisi (*transition phase*), dan fase difusi (*diffusion phase*). Fase ekuilibrium adalah terjadinya perpindahan substrat yang terdapat pada lapisan luar dari matriks. Perpindahan substrat tersebut berlangsung dengan laju yang konstan. Kemudian dilanjutkan dengan fase transisi, dimana pada tahap ini terjadi perpindahan massa secara konveksi dan difusi. Dan pada fase yang terakhir yaitu fase difusi, dimana laju ekstraksi berjalan dengan lambat dan pada fase ini dikarakterkan dengan keluarnya ekstrak melalui mekanisme difusi. Pada proses ekstraksi, fase difusi sering dianggap sebagai tahap pembatas atau *limiting step* (Raynie, 2000). Waktu yang dibutuhkan untuk melewati ketiga tahapan tersebut berbeda dari masing-masing bahan baku yang digunakan. Ada bahan yang membutuhkan waktu untuk melewati ketiga fase

tersebut sangat cepat dan ada juga yang berjalan sangat lambat. Waktu yang diperlukan dapat disebabkan oleh dua faktor yaitu kondisi bahan baku dan metode yang digunakan. Dan faktor yang paling berpengaruh yaitu metode yang digunakan dalam proses ekstraksi minyak atsiri.

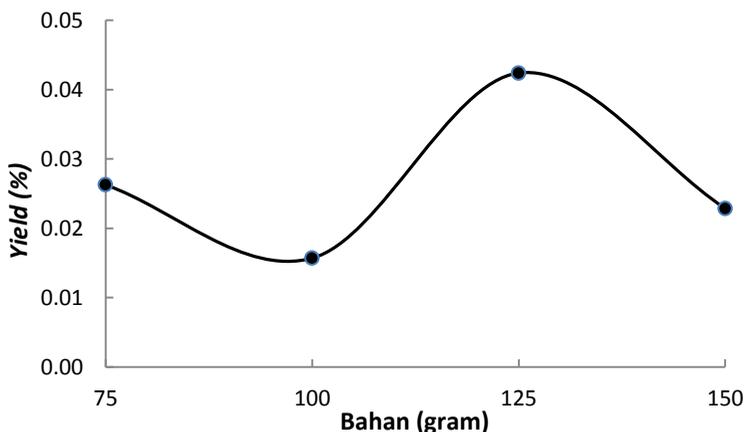
Waktu operasi pada ekstraksi minyak cempaka ini yaitu selama 3 jam dengan waktu pengambilan *sampling* setelah proses ekstraksi selesai. Pada penelitian ini tidak dapat melihat peningkatan *yield* minyak cempaka terhadap waktu karena proses *sampling* tidak dilakukan per jam. Hal ini dikarenakan jumlah minyak yang dihasilkan terlalu sedikit apabila dilakukan *sampling* per jam. Oleh karena itu, pengambilannya dilakukan langsung pada jam ketiga dengan harapan produk yang dihasilkan menjadi lebih banyak dan mudah dalam pengambilannya. Pemilihan waktu operasi selama 3 jam sebagai waktu operasi ditinjau dari optimal atau tidaknya minyak yang dihasilkan. Penambahan waktu operasi tidak dilakukan karena peningkatan minyak yang dihasilkan tidak terlalu signifikan bahkan cenderung tidak mengalami peningkatan. Hasil ekstraksi minyak cempaka selama 3 jam proses dengan metode hidrodistilasi *microwave* mendapatkan *yield* terbaik sebesar 0,0424%. Sedangkan proses ekstraksi dengan metode hidrodistilasi *microwave* dengan aliran udara didapat *yield* terbaik sebesar 0,1684%.

4.1.2 Pengaruh Massa Bahan Baku terhadap Yield Minyak Cempaka

Faktor lain yang mempengaruhi *yield* minyak cempaka yaitu massa bahan baku yang direndam dengan volume pelarut aquadest yang telah ditetapkan. Faktor jumlah massa bahan baku ini terkait dengan seberapa padatnya (banyaknya) kondisi bahan baku yang dimasukkan dalam labu destilasi, sehingga proses ekstraksi dan penguapan minyak bisa berjalan secara sempurna. Tingkat kepadatan bahan berhubungan erat dengan besar ruangan antar bahan. Kepadatan bahan yang terlalu tinggi dan tidak merata dapat menyebabkan terbentuknya jalur “*rat holes*” yang dapat

menurunkan *yield* dan mutu minyak (Guenther, 1987). Semakin besar kepadatan bahan juga mengakibatkan laju penyulingan atau penguapan minyak akan semakin lambat karena terhambatnya ruang gerak untuk bisa menguap menuju kondensor, sehingga *yield* dan efisiensi penyulingan menurun. Oleh karena itu, faktor rasio antara bahan baku dengan pelarut yang optimum harus diketahui.

Pada ekstraksi minyak cempaka dengan menggunakan metode *microwave hydrositillation*, hubungan massa bahan baku dengan volume pelarut yang sama dapat dilihat pada Gambar 4.1 bahwa *yield* minyak pada massa bahan baku bunga cempaka 125 gram lebih besar dibandingkan dengan massa bahan baku yang lain yaitu sebesar 0.0424%. Hal ini menunjukkan bahwa pada massa bahan baku bunga cempaka 125 gram dan pelarut 400 ml merupakan massa bahan baku yang optimum. Adapun adanya penurunan *yield* minyak cempaka pada massa bahan baku 150 gram disebabkan massa bahan baku bunga cempaka yang digunakan terlampaui banyak dan memenuhi labu *distiller* yang digunakan, sehingga proses penyulingan menjadi terhambat karena uap sulit untuk keluar dari bahan.



Gambar 4.1 Pengaruh massa bahan baku terhadap *yield* minyak cempaka metode hidrodistilasi *microwave*

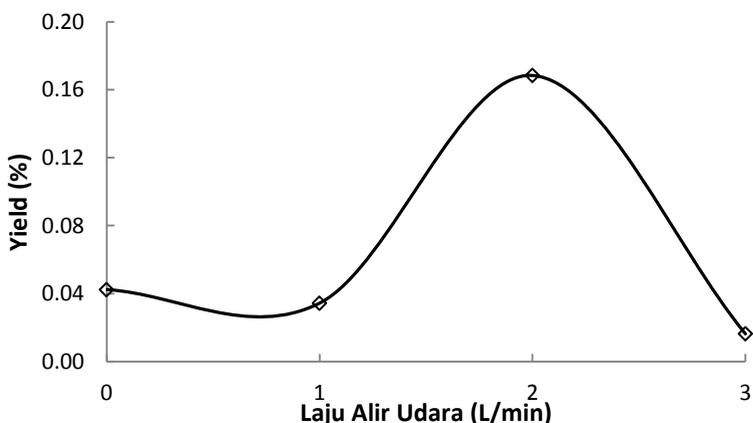
Yield pada penelitian ini lebih kecil apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Putthita Punjee *et al* (2009). Sedangkan penurunan *yield* yang terjadi pada masa bahan baku 100 gram dapat disebabkan oleh kondisi bahan, dimana komponen-komponen minyak atsiri dalam bunga cempaka yang digunakan menguap atau hilang terlebih dahulu sebelum diekstrak. Faktor yang mempengaruhi kondisi tersebut yaitu umur dari bahan baku yang sudah terlalu lama dan posisi penyimpanan bunga cempaka dalam wadah, sehingga kondisi bunga cempaka yang diekstrak menjadi kurang baik. Oleh karena itu, data yang dihasilkan tidak menunjukkan peningkatan, akan tetapi mengalami penurunan pada titik tersebut.

4.1.3 Pengaruh Laju Alir Udara terhadap *Yield* Minyak Cempaka

Adanya penambahan aliran udara ini membantu proses pengadukan, sehingga proses ekstraksi menjadi lebih optimal. Proses pengadukan ini berpengaruh secara langsung terhadap proses perpindahan massa pada fase pelarut. Hal inilah yang kemudian menyebabkan kesetimbangan antara fase cairan dan uap pada ekstraksi minyak cempaka dapat tercapai lebih cepat (Chemat dan Cravotto, 2013). Penambahan aliran udara juga berperan dalam mengekstrak komponen-komponen minyak penting yang berada di dalam membran sel atau jaringan tanaman yang sulit terdifusi keluar.

Pada ekstraksi minyak cempaka dengan metode hidrodistilasi *microwave* dengan aliran udara menunjukkan bahwa *yield* minyak cempaka memiliki kecenderungan naik sampai laju aliran tertentu. Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa *yield* terbesar dengan metode hidrodistilasi *microwave* dengan laju udara 2 L/min yaitu sebesar 0,1684%. Jika menggunakan pendekatan kepada hasil penelitian sebelumnya maka seharusnya pada laju udara 1 L/min mengalami kenaikan dan lebih besar apabila dibandingkan dengan hidrodistilasi *microwave* tanpa udara akan tetapi hasil penelitian ini justru mengalami penurunan.

Hal ini bisa terjadi dikarenakan faktor pemilihan dan penyimpanan bahan yang digunakan dapat mempengaruhi *yield* minyak cempaka. Umur bahan baku yang terlalu lama mengakibatkan komponen-komponen yang terkandung pada bunga menghilang. Pengaruh lainnya yaitu perbedaan posisi bunga cempaka pada saat penyimpanan membuat kondisi bunga menjadi tidak sama antara bunga satu dengan yang lain. Oleh karena itu, minyak cempaka yang dihasilkan pada laju aliran udara 1 L/min tidak menunjukkan trend kenaikan ataupun penurunan karena minyak yang terkandung di dalam bunganya berbeda-beda.



Gambar 4.2 Pengaruh penambahan aliran udara terhadap *yield* minyak cempaka (massa bahan baku 125 gram/400 mL pelarut)

Sedangkan penurunan *yield* minyak cempaka pada laju alir udara 3 L/min menunjukkan bahwa aliran udara yang digunakan terlalu besar untuk proses ekstraksi minyak cempaka. Pada pembahasan sebelumnya laju alir udara yang digunakan pada proses ekstraksi mempunyai titik optimum. Pada laju 3 L/min ini sudah melebihi titik optimumnya sehingga menyebabkan penurunan *yield* minyak cempaka dan proses kondensasi tidak berlangsung secara sempurna. Laju udara optimum pada ekstraksi minyak cempaka ini yaitu dengan menggunakan laju alir udara

sebesar 2 L/min. Proses ekstraksi satu bahan dengan bahan yang lain menghasilkan titik optimum laju alir udara yang berbeda-beda.

4.1.4 Hasil Analisa Fisika dan Kimia Minyak Cempaka

Hasil analisa sifat fisik dan kimia dari minyak cempaka menggunakan metode hidrodistilasi *microwave* dan hidrodistilasi *microwave* dengan aliran udara beracuan pada penelitian yang dilakukan oleh Punjee *et al* (2009), dimana mereka melakukan ekstraksi *Michele Alba (White Champaka)* dengan berbagai metode ekstraksi. Adapun bahan yang digunakan yaitu bunga segar (*fresh flower*).

Pada penelitian ini hasil analisa sifat fisik dari minyak cempaka menggunakan metode hidrodistilasi *microwave* dan hidrodistilasi *microwave* dengan aliran udara sulit untuk dilakukan. Hal ini disebabkan jumlah volume dari minyak cempaka yang dihasilkan sedikit. Warna minyak cempaka yang dihasilkan dari metode hidrodistilasi *microwave* dan metode hidrodistilasi *microwave* dengan aliran udara yaitu berwarna kuning kegelapan, sama seperti minyak cempaka yang dihasilkan dari penelitian yang dilakukan oleh Punjee *et al* (2009). Secara umum dapat dikatakan bahwa minyak cempaka yang dihasilkan cukup baik dan minyak cempaka yang diperoleh dengan kedua metode tersebut memiliki kualitas (warna) yang sama.

Tabel 4.1 Komposisi senyawa minyak *M. Alba* dengan metode *water distillation*

No	Komponen	Area (%)
1	Linalool	85,78
2	beta-Elemene	3,82
3	Methyl Eugenol	3,59
4	Ethyl 2-Methylbutyrate	3,14
5	Methyl 2-Methylbutyrate	2,43
6	beta-Caryophyllene	0,32
7	Methyl Isoeugenol	0,92

Tabel 4.1 menunjukkan analisa sifat kimia dari minyak cempaka yang diperoleh oleh Punjee *et al* (2009) dengan menggunakan metode *water distillation* atau hidrodistilasi. Mengacu pada tabel tersebut, hasil analisa kimia minyak cempaka yang dihasilkan dari penelitian ini hanya memperoleh komponen linalool (0,39%) dan beta-caryophyllene (0,20%) dengan metode hidrodistilasi *microwave* dan komponen lainnya tidak terdeteksi. Sedangkan untuk metode hidrodistilasi *microwave* dengan aliran udara tidak ada komponen yang terdeteksi dari ketujuh komponen tersebut.

Komposisi senyawa yang terdapat pada minyak cempaka yang dihasilkan dari ekstraksi menggunakan metode hidrodistilasi *microwave* dan hidrodistilasi *microwave* dengan aliran udara disajikan pada Tabel 4.2. Belum ada standar yang menunjukkan kualitas dari minyak cempaka, baik standar *International Organisation for Standardisation* (ISO) ataupun Standar Nasional Indonesia (SNI), sehingga sulit untuk mengindikasikan komponen-komponen yang sebaiknya terkandung di dalam minyak cempaka.

Pada metode hidrodistilasi *microwave* terdapat 70 senyawa yang terdeteksi yaitu 31 komponen fraksi ringan (*mol. weight* \leq 204,35) dan 39 komponen fraksi berat (*mol. weight* $>$ 204,35), sedangkan dengan metode hidrodistilasi *microwave* dengan aliran udara terdapat 65 senyawa yang terdeteksi yaitu 20 komponen fraksi ringan (*mol. weight* \leq 204,35) dan 45 komponen fraksi berat (*mol. weight* $>$ 204,35). Berdasarkan hasil analisa komposisi senyawa untuk minyak cempaka dapat dikatakan bahwa penambahan aliran udara dapat membantu mengekstrak komponen yang berada di dalam membran sel atau jaringan tanaman yang sulit untuk terdifusi keluar.

Tabel 4.2 Komposisi senyawa utama dari minyak cempaka dengan metode hidrodistilasi *microwave* dan hidrodistilasi *microwave* dengan aliran udara 2 L/min

No	Komponen	Area (%)	
		Tanpa Udara	Dengan Udara
1	n-Hexadecanoic Acid	24,51	24,41
2	9,12-Octadecanoic acid (Z,Z)-	9,56	6,82
3	2,6-Octadecanoic acid, 3,7-dimethyl (Geranic Acid)	8,81	8,89
4	1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E)- (Nerolidol)	4,82	3,77
5	Tetradecanoic Acid	4,64	4,96
6	Heneicosane	4,13	4,54
7	Benzoic Acid, 2-hydroxy-, phenylmethyl ester	4,02	4,59
8	2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-	3,13	3,41
9	Eicosane	2,82	1,36
10	Geranyl Linalool	2,75	2,35
	Monoterpenes	0,00	0,00
	Oxygenated Monoterpenes	1,93	0,63
	Sesquiterpenes	2,57	0,07
	Oxygenated Sesquiterpenes	12,58	10,29
	Other Compounds	13,60	17,89
	Other Oxygenated Compounds	68,94	70,76

Apabila mengacu pada kualitas minyak cempaka, komponen fraksi berat merupakan komponen minyak penting, dimana sebagian besar komponen fraksi berat merupakan golongan *oxygenated compound* yang dapat dikatakan paling penting dalam minyak atsiri karena lebih berkontribusi terhadap

aroma yang dihasilkan oleh minyak atsiri dibandingkan dengan komponen golongan senyawa yang lain. Oleh karena itu, dengan semakin banyak komponen golongan *oxygenated compound* yang terkandung pada minyak cempaka dapat meningkatkan kualitas (aroma) dari minyak atsiri yang dihasilkan, sehingga dapat diduga bahwa minyak cempaka yang dihasilkan menggunakan metode hidrodistilasi *microwave* dengan aliran udara lebih baik dibandingkan dengan metode hidrodistilasi *microwave*.

4.2 Ekstraksi Minyak Nilam Dengan Metode Hidrodistilasi dan Hidrodistilasi dengan Aliran Udara

Metode yang digunakan pada proses ekstraksi minyak nilam yaitu metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara pada skala pilot (*scale up*) dengan menggunakan ketel suling (*Distiller*). Daun nilam yang digunakan berupa daun utuh yang didapat dari daerah Trenggalek, Jawa Timur, dalam keadaan sudah kering. Variabel massa daun nilam yaitu 100, 200, 300, 400, dan 500 gram. Lalu ditambahkan air dengan volume 10 L ke dalam *distiller*. Kemudian dari beberapa variabel rasio antara massa bahan dan volume pelarut tersebut didapat variabel yang menghasilkan *yield* tertinggi akan dipilih untuk metode hidrodistilasi menggunakan aliran udara.

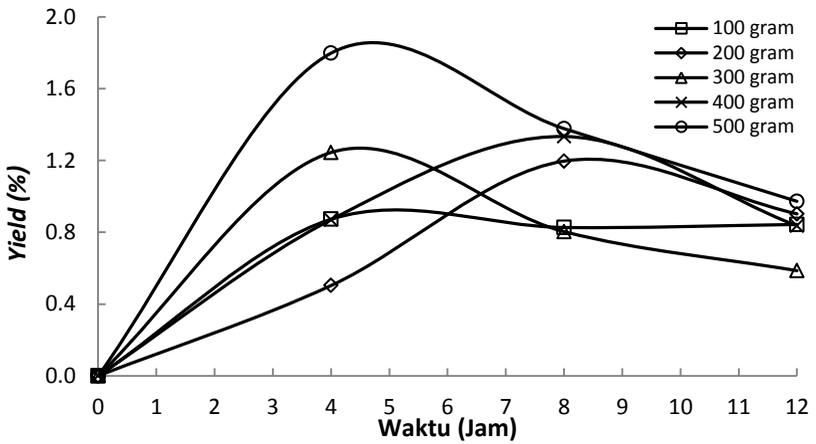
Penggunaan volume air tersebut bertujuan agar bahan dapat terendam dan menghindari meluapnya bahan dan pelarut ke dalam kondesor. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya tekanan dalam distiller yang disebabkan oleh peningkatan suhu pemanasan selama proses ekstraksi. Percobaan ini dilakukan proses *recycle* pelarut karena proses ekstraksi dilakukan selama 12 jam. Proses *recycle* ini diperlukan agar air pelarut di dalam *distiller* tidak habis sampai waktu distilasi selesai, sehingga proses dapat berjalan secara kontinyu. Air pelarut yang habis akan menyebabkan bahan menjadi rusak dan hangus, sehingga akan berpengaruh terhadap minyak hasil ekstraksi dan *yield* tidak menjadi optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan membandingkan perbedaan metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara serta pengaruh dari beberapa parameter pada ekstraksi minyak nilam yang berpengaruh terhadap *yield* dan kualitas dari minyak yang diperoleh. Adapun parameter tersebut meliputi waktu proses ekstraksi, massa bahan baku, serta laju aliran udara yang digunakan.

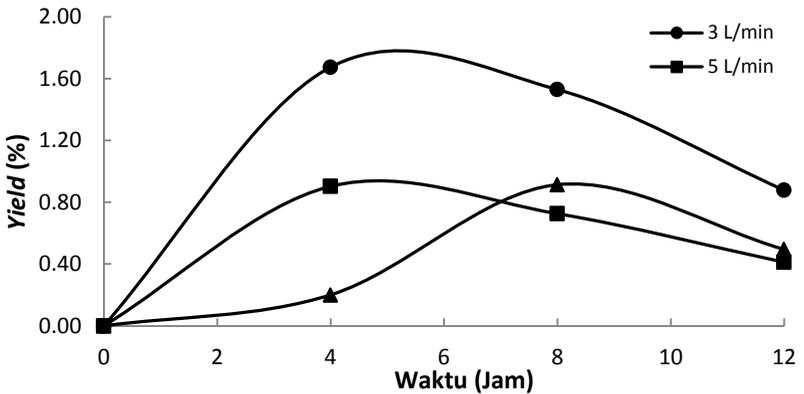
4.2.1 Pengaruh Waktu Ekstraksi terhadap *Yield* Minyak Nilam

Waktu merupakan faktor yang dapat mempengaruhi *yield* minyak nilam yang dihasilkan, dimana semakin lama waktu proses yang digunakan maka *yield* yang dihasilkan semakin besar. Hal tersebut karena adanya panas yang diterima oleh bahan untuk menguapkan minyak dari bahan. Selain itu, proses difusi akan menjadi meningkat dan proses pengambilan minyak semakin lambat. Waktu pengambilan sampel minyak nilam pada percobaan dengan skala pilot ini dilakukukan setiap satu jam sekali.

Secara umum *yield* dengan menggunakan metode hidrodistilasi (Gambar 4.3 (a)) menunjukkan peningkatan sampai pada waktu 4-5 jam operasi setelah tetesan pertama kemudian mengalami penurunan pada jam berikutnya. Namun, pada bahan baku nilam 200 dan 400 gram masih mengalami peningkatan sampai pada waktu 8 jam operasi. Penurunan ini menunjukkan bahwa kandungan minyak atsiri dalam bahan baku sudah mulai berkurang. Sedangkan pada metode hidrodistilasi dengan aliran udara (b) menunjukkan bahwa peningkatan *yield* secara umum terjadi sampai pada waktu 4-5 jam operasi setelah tetesan pertama kemudian mengalami penurunan pada jam berikutnya. Namun, pada laju udara 10 L/min peningkatan masih terjadi sampai pada waktu 8 jam operasi. Hubungan antara waktu operasi terhadap *yield* minyak nilam dari berbagai variasi massa bahan baku yang digunakan disajikan pada Gambar 4.3.



(a)



(b)

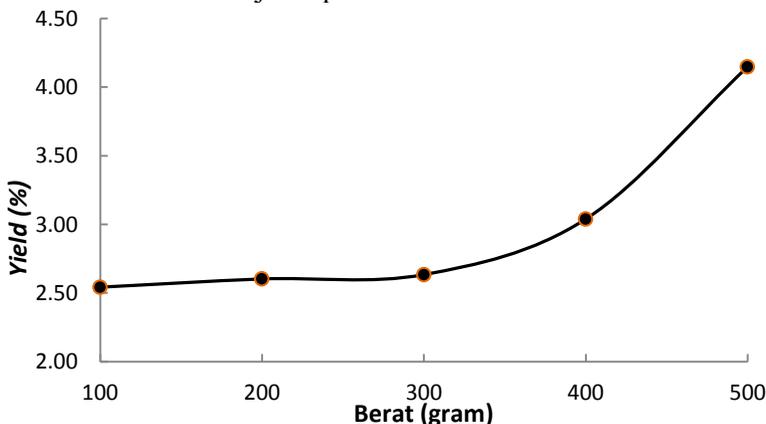
Gambar 4.3 Pengaruh waktu operasi terhadap *yield* minyak nilam menggunakan (a) metode hidrodistilasi dan (b) metode hidrodistilasi dengan aliran udara (massa bahan 500 gr terhadap 10 L pelarut)

Secara umum peningkatan per jam dari kedua metode ini tidak mempunyai perbedaan yang signifikan dan memiliki kecenderungan trend grafik yang sama. Hal ini menunjukkan

pada penelitian ini penambahan aliran udara ini tidak banyak mempengaruhi waktu proses ekstraksi menjadi lebih cepat. Alasan mengenai penyebab hal tersebut akan dibahas pada sub bab mengenai pengaruh aliran udara terhadap *yield* minyak nilam.

4.2.2 Pengaruh Massa Bahan Baku terhadap *Yield* Minyak Nilam

Pada ekstraksi minyak nilam dengan metode hidrodistilasi menunjukkan bahwa *yield* semakin meningkat seiring dengan semakin banyaknya bahan baku yang digunakan. Akan tetapi, semakin banyak bahan baku yang digunakan tidak selalu berkorelasi langsung terhadap peningkatan *yield*. Hal ini dikarenakan *yield* minyak nilam dipengaruhi oleh faktor rasio antara minyak nilam yang diperoleh dengan massa bahan baku yang digunakan. Hubungan antara *yield* minyak nilam terhadap massa bahan baku disajikan pada Gambar 4.4.



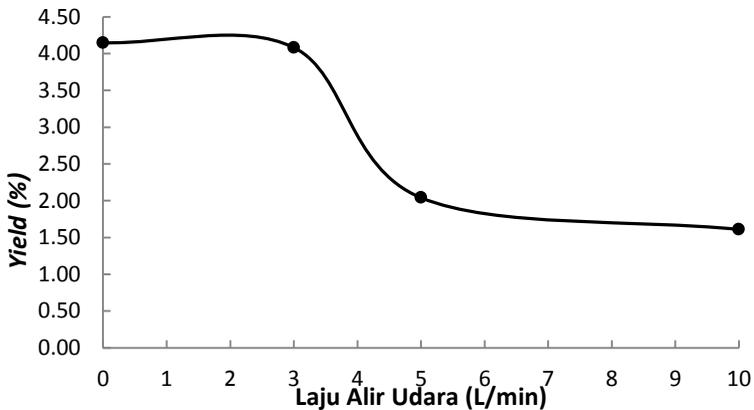
Gambar 4.4 Pengaruh massa bahan baku terhadap *yield* minyak nilam menggunakan metode hidrodistilasi

Yield minyak nilam pada massa bahan baku daun nilam sebesar 500 gram dan volume pelarut 10 L lebih besar dibandingkan dengan massa bahan baku daun nilam lainnya yaitu sebesar 4,15%. *Yield* pada metode hidrodistilasi ini juga lebih

besar apabila dibandingkan dengan penelitian Kusuma (2016) dengan metode hidrodistilasi *microwave* pada skala laboratorium. Hal ini menunjukkan bahwa bahan baku tersebar merata di dalam *distiller*, sehingga tidak menghambat laju penyulingan dan ruang gerak ketika proses penguapan berlangsung. Penambahan bahan baku yang lebih besar masih bisa dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kepadatan bahan dalam *distiller*. Ketika dilakukan penambahan bahan baku akan meningkatkan ketinggian campuran bahan baku dengan pelarut dalam *distiller* sehingga dikhawatirkan akan terjadi *overflow* yang bisa mengganggu proses ekstraksi berlangsung dan juga mempengaruhi *yield* minyak nilam. Oleh karena itu dengan kondisi tersebut dapat dikatakan bahwa bahan baku sebesar 500 gram sebagai massa bahan yang menghasilkan *yield* minyak nilam yang terbaik.

4.2.3 Pengaruh Laju Alir Udara terhadap Yield Minyak Nilam

Pada ekstraksi daun nilam ini digunakan metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan *yield* dan mutu minyak atsiri dari daun nilam yang diperoleh. Untuk membandingkan pengaruh penambahan aliran udara terhadap *yield* minyak atsiri, maka digunakan data pada kondisi massa bahan baku dan volume pelarut yang sama. Rasio antara massa bahan yang digunakan yaitu 500 gram untuk bahan baku daun nilam dalam 10 L pelarut. Pemilihan massa bahan baku nilam tersebut berdasarkan *yield* terbaik pada metode hidrodistilasi.



Gambar 4.5 Pengaruh penambahan aliran udara terhadap *yield* minyak nilam (bahan baku 500 gram terhadap 10 L pelarut)

Gambar 4.5 menunjukkan hasil ekstraksi minyak nilam dengan metode hidrodistilasi dengan aliran udara menghasilkan *yield* minyak nilam yang lebih kecil dibandingkan dengan metode hidrodistilasi. *Yield* pada metode hidrodistilasi dengan aliran udara yaitu sebesar 4,08% sedangkan pada metode hidrodistilasi sebesar 4,15%. Hasil ini berbanding terbalik dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kusuma (2016) dimana *yield* minyak nilam dengan menggunakan metode hidrodistilasi *microwave* dengan aliran udara lebih tinggi apabila dibandingkan dengan menggunakan metode hidrodistilasi *microwave*. Dan juga penambahan aliran udara ini belum mampu mempercepat waktu ekstraksi sehingga peningkatan *yield* per-jam tidak mengalami perbedaan apabila dibandingkan dengan metode hidrodistilasi. Hal ini diduga dapat terjadi karena penyebaran udara yang tidak merata di dalam *distiller*, sehingga proses pengadukan bahan tidak optimal dan keseimbangan fasa antara fase pelarut dan uap menjadi tidak seragam serta proses perpindahan massa pada fase pelarut menjadi tidak optimal.

Penambahan aliran udara yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan proses ekstraksi menjadi tidak optimal karena uap

yang dihasilkan dari proses pemanasan menjadi lebih cepat terbawa ke kondensor, sehingga mengganggu proses ekstraksi bahan baku yang dilakukan oleh uap dan proses kondensasi menjadi tidak sempurna. Kondisi tersebut menyebabkan *yield* minyak nilam menjadi lebih kecil pada metode hidrodistilasi dengan adanya aliran udara. Pada penelitian ini juga belum didapatkan kondisi optimum aliran udara yang ditambahkan dengan menggunakan alat yang tersedia. Jika melihat komponen minyak nilam yang dihasilkan, penambahan aliran udara menghasilkan komponen yang jauh lebih banyak jika dibandingkan dengan metode hidrodistilasi. Sehingga adanya aliran udara pada metode hidrodistilasi dapat dikatakan berfungsi sebagai medium perpindahan bagi komponen minyak atsiri yang terdapat dalam bahan yang sulit untuk diekstrak.

4.2.4 Hasil Analisa Fisika dan Kimia Minyak Nilam

Dalam penentuan kualitas dari minyak nilam yang diperoleh dengan menggunakan metode hidrodistilasi dan metode hidrodistilasi dengan aliran udara, maka perlu dilakukan pengujian terhadap sifat fisik dan kimia. Pengujian terhadap sifat fisik dari minyak nilam dapat dilakukan dengan cara menentukan berat jenis dan kelarutannya. Sedangkan pengujian terhadap sifat kimia dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi komposisi senyawa yang terdapat pada minyak atsiri menggunakan GC-MS. Selain dapat digunakan untuk memperoleh gambaran tentang kemurnian dan kualitas dari minyak atsiri, dengan cara membandingkan hasil analisa sifat fisik dan kimia dengan data standar mutu ini juga dapat digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pemalsuan terhadap minyak atsiri. Akan tetapi analisa terhadap sifat fisik dan kimia ini tidak selalu berhubungan secara langsung dengan aroma yang dihasilkan oleh minyak atsiri (Guenther, 1987).

Tabel 4.3 Hasil analisa sifat fisik dari minyak nilam dengan metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara

Standarisasi Minyak Nilam		Berat Jenis	Kelarutan
(ISO 3757 : 2002 (E))		0,9520 -0,9752 (20 ⁰ C/20 ⁰ C)	Larutan Jernih dalam perbandingan volume 1:10 bagian
Hidrodistilasi (10 L pelarut)	100 gr	-	-
	200 gr	0,9300-09766	1:10
	300 gr	0,9409-0,9673	1:10
	400 gr	0,9539-0,9631	1:10
	500 gr	0,9390-0,9764	1:10
Hidrodistilasi dengan Aliran Udara (500 gr)	3 L/min	0,9342-0,9654	1:10
	5 L/min	0,9047-0,9623	1:10
	10 L/min	0,9098-0,9668	1:10

Hasil analisa sifat fisik dari minyak nilam pada Tabel 4.3 merupakan uji terhadap sampel yang diperoleh selama waktu operasi 12 jam menggunakan metode hidrodistilasi maupun hidrodistilasi dengan aliran udara. Secara umum dapat dikatakan bahwa nilai berat jenis dari minyak nilam tersebut telah sesuai dengan standar mutu dan masuk ke dalam rentang yang telah ditentukan. Kelarutan yang dihasilkanpun sesuai dengan standar mutu yang ditentukan serta warna dari minyak nilam yang dihasilkan sesuai dengan standar mutu yaitu berwarna kuning. Dari hasil analisa sifat fisik (berat jenis, kelarutan dan warna) dapat dilihat bahwa minyak nilam yang diekstraksi menggunakan kedua metode ekstraksi tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, sehingga dapat diperkirakan bahwa minyak nilam yang diperoleh dengan metode hidrodistilasi dengan aliran udara memiliki kualitas yang sama dengan metode hidrodistilasi.

Untuk hasil analisa sifat kimia dari minyak nilam dengan menggunakan metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara, kualitas dari minyak nilam yang diperoleh dapat dilihat dari komposisi beberapa senyawa utama. Kualitas dari minyak nilam yang diperoleh dengan menggunakan metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara dapat dilihat dari senyawa utama *patchouli alcohol*, dimana berdasarkan standar mutu ISO 3757 : 2002(E) kandungan *patchouli alcohol* minimal sebesar 30%. Secara umum komposisi minyak nilam yang diperoleh dengan menggunakan metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara dapat dikatakan telah sesuai dengan standar mutu ISO 3757 : 2002(E).

Tabel 4.4 Komposisi senyawa utama dari minyak nilam dengan metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara 3 L/min

No	Komponen	Area (%)	
		Tanpa Udara	Dengan Udara
1	Patchouli Alcohol	41,22	44,07
2	δ – Guaaiene	9,77	11,75
3	α – Guaaiene	8,58	4,98
4	Seychellene	6,32	4,01
5	Pogostol	4,33	3,81
6	α – Patchoulene	3,77	5,85
7	β – Patchoulene	3,24	3,50
8	β – Carryophyllene	2,97	1,86
9	Viridiflorol	1,44	2,06
10	Copaene	0	0
Monoterpenes		0,09	0,00
Sesquiterpenes		42,04	42,16
Oxygenated Sesquiterpenes		50,44	53,22
Other Compounds		4,53	2,80
Other Oxygenated Compounds		2,92	1,85

Selain itu berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan oleh Betts (1994) juga menunjukkan bahwa pada sampel

komersial dari minyak nilam (Rivendell, Bunbury, Western Australia) terdapat kandungan senyawa utama patchouli alkohol sebesar 28,5%. Sehingga berdasarkan hal tersebut juga dapat dikatakan bahwa minyak nilam yang diperoleh dengan menggunakan metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara mempunyai kualitas yang dapat dikatakan sama atau bahkan lebih baik apabila dibandingkan dengan minyak nilam komersial. Komposisi senyawa utama yang terdapat pada minyak nilam yang diperoleh dengan menggunakan metode hidrodistilasi dan hidrodistilasi dengan aliran udara disajikan pada Tabel 4.4.

Pada appendix C menunjukkan bahwa ekstraksi minyak nilam dengan metode hidrodistilasi diperoleh 49 komponen, yang terdiri 21 komponen fraksi ringan (*mol. weight* \leq 204,35) dan 28 komponen fraksi berat (*mol. weight* $>$ 204,35). Sedangkan dengan metode hidrodistilasi dengan aliran udara diperoleh 63 komponen, yang terdiri dari 30 komponen fraksi ringan (*mol. weight* \leq 204,35) dan 33 komponen fraksi berat (*mol. weight* $>$ 204,35).

Komponen fraksi berat yang terdapat pada minyak nilam merupakan komponen minyak penting. Hal ini disebabkan karena sebagian besar komponen fraksi berat tersebut merupakan golongan *oxygenated compound*. Dimana komponen golongan *oxygenated compound* ini merupakan senyawa yang dapat dikatakan paling penting dalam minyak atsiri karena komponen golongan *oxygenated compound* lebih berkontribusi terhadap aroma yang dihasilkan oleh minyak atsiri dibandingkan dengan komponen golongan senyawa yang lain (Ferhat *et al.*, 2007). Oleh karena itu dengan semakin banyaknya komponen golongan *oxygenated compound* maupun komponen *oxygenated* yang terdapat pada minyak nilam yang diperoleh dengan menggunakan metode hidrodistilasi dengan aliran udara ini secara tidak langsung juga dapat meningkatkan kualitas (aroma) dari minyak atsiri yang dihasilkan, sehingga dapat diduga bahwa ekstraksi dengan menggunakan metode hidrodistilasi dengan aliran udara menghasilkan kualitas (aroma) yang lebih baik apabila dibandingkan dengan metode hidrodistilasi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran A

CONTOH PERHITUNGAN

A.1 Menentukan Massa Minyak Bunga Cempaka dan Daun Nilam

Minyak Bunga Cempaka (100 gr)

$$\begin{aligned} \text{Minyak Bunga Cempaka} &= \text{Massa Botol Berisi} - \\ \text{Massa Botol Kosong} &= 10,3309 - 10,3152 \\ &= 0,0157 \text{ gram} \end{aligned}$$

Minyak Daun Nilam (100 gr – jam ke-8)

$$\begin{aligned} \text{Minyak Daun Nilam} &= \text{Massa Botol Berisi} - \\ \text{Massa Botol Kosong} &= 11,5828 - 11,2942 \\ &= 0,2886 \text{ gram} \end{aligned}$$

A.2 Menentukan % *Yield* Minyak Bunga Cempaka dan Daun Nilam

Minyak Bunga Cempaka (100 gr)

$$\begin{aligned} \% \text{ Yield Minyak Cempaka} &= \text{Massa Minyak Bunga} \\ \text{Cempaka} / \text{Massa Bahan Baku} &= 0,0157 / 100 \text{ gram} \\ &= 0,0157 \% \end{aligned}$$

Minyak Daun Nilam (100 gram – jam ke 8)

$$\begin{aligned} \% \text{ Yield Minyak Nilam} &= \text{Massa Minyak Daun} \\ \text{Nilam} / \text{Massa Bahan Baku} &= 0,2886 \text{ gram} / 100 \text{ gram} \\ &= 0,2886 \% \end{aligned}$$

A.3 Menentukan % Yield Akumulatif Minyak Daun Nilam

Contoh :

Bahan baku = 100 gram

Rentang waktu = jam ke-0 hingga jam ke-4

Waktu (Jam)	Massa Minyak (gram)	% Yield	
		Per-jam	Akumulatif
0	0	0,0000%	0,0000%
1	0,0252	0,0252%	0,0252%
2	0,424	0,4240%	0,4492%
3	0,2028	0,2028%	0,6520%
4	0,2206	0,2206%	0,8726%

% Yield Akumulatif

= % Yield jam 0 + % Yield jam 1 + % Yield jam 2 +
% Yield jam 3 + % Yield jam 4

= 0,0000 % + 0,0252 % + 0,4240 % + 0,2028 % +
0,2206 %

= 0,8726 %

A.4 Menentukan % Yield per-dua jam dan per-empat jam Minyak Daun Nilam

Contoh :

Bahan baku = 100 gram

Rentang waktu = jam ke-0 hingga jam ke-4

Waktu (Jam)	Massa Minyak (gram)	% Yield	
		Per-jam	Akumulatif
0	0	0,0000%	0,0000%
1	0,0252	0,0252%	0,0252%
2	0,424	0,4240%	0,4492%
3	0,2028	0,2028%	0,6520%
4	0,2206	0,2206%	0,8726%

- % *Yield* per-dua jam (jam ke-1 dan jam ke-2)
 - = % *Yield* jam 1 + % *Yield* jam 2
 - = 0,0252 % + 0,4240 %
 - = 0,4492 %
- % *Yield* per-dua jam (jam ke-3 dan jam ke-4)
 - = % *Yield* jam 3 + % *Yield* jam 4
 - = 0,2028 % + 0,2206 %
 - = 0,4234 %
- % *Yield* per-empat jam
 - = % *Yield* jam 0 + % *Yield* jam 1 + % *Yield* jam 2 +
 - % *Yield* jam 3 + % *Yield* jam 4
 - = 0,0000 % + 0,0252 % + 0,4240 % + 0,2028 % +
 - 0,2206 %
 - = 0,8726 %

Atau

- % *Yield* per-empat jam
 - = [% *Yield* jam ke-1 dan jam ke-2] + [% *Yield* jam
 - ke-3 dan jam ke-4]
 - = [0,4492 %] + [0,4234 %]
 - = 0,8726 %

A.5 Perhitungan Densitas Minyak Minyak Nilam

- a. Menimbang botol vial kosong yang akan digunakan sebagai wadah menggunakan neraca analitik (W_1)
- b. Mengambil minyak dengan menggunakan pipet 1 ml (V)

- c. Memasukkan minyak ke dalam botol vial (W_2)
- Massa botol vial (W_1) = 11,6303 gram
 - Massa botol vial + minyak (W_2) = 12,5985 gram
 - Massa minyak (W_m) = 0,9682 gram
 - Densitas minyak (ρ_m) = $\frac{W_m}{V}$
 $= \frac{0,9682 \text{ gram}}{1 \text{ ml}}$
 $= 0,9682 \text{ gr/ml}$

A.6 Analisa Kelarutan Minyak Nilam

- a. Menempatkan 0,1 ml minyak nilam ke dalam tabung reaksi
- b. Menambahkan etanol 90% 0,1 ml, mengocok tabung reaksi setiap setelah penambahan sampai diperoleh suatu larutan yang sebening mungkin atau terjadi opalesensi ringan.
- c. Hasil analisa :
 Setelah penambahan etanol 90% sebanyak sepuluh kali volume minyak nilam yang digunakan (1:10) campuran larutan menjadi bening tetapi tidak larut sempurna, akan tetapi terjadi opalesensi ringan.

Lampiran B
HASIL DATA PENELITIAN

B.1 Massa dan % Yield Minyak Bunga Cempaka

No	Operasi	Laju Udara (L/min)	Massa Bahan Baku (gram)	Volume Pelarut (ml)	Massa Botol Kosong (gram)	Massa Botol Berisi (gram)	Massa Minyak (gram)	Yield Minyak
1	Tanpa Udara	-	75	400	11,2465	11,2662	0,0197	0,0263%
2			100		10,3152	10,3309	0,0157	0,0157%
3			125		11,2285	11,2815	0,053	0,0424%
4			150				0,0343	0,0229%
1	Dengan Udara	1	125	400	11,2100	11,2530	0,0430	0,0344%
2		2			11,5525	11,7630	0,2105	0,1684%
3		3			11,3423	11,3627	0,0204	0,0163%

B.2 Massa, % Yield dan % Yield Akumulatif Minyak Daun Nilam

- 1) Bahan baku : 100 gram
Aliran udara : 0 L/min

Waktu (jam)	Massa Botol Kosong (gr)	Massa Botol Berisi (gr)	Massa Minyak (gr)	Yield	
				Per-jam	Akumulatif
0	0	0	0	0,0000%	0,0000%
1	11,3670	11,3922	0,0252	0,0252%	0,0252%
2	11,6348	12,0588	0,424	0,4240%	0,4492%
3	11,0897	11,2925	0,2028	0,2028%	0,6520%
4	12,4009	12,6215	0,2206	0,2206%	0,8726%
5	11,7625	11,8676	0,1051	0,1051%	0,9777%
6	11,5099	11,6661	0,1562	0,1562%	1,1339%
7	11,2271	11,5037	0,2766	0,2766%	1,4105%
8	11,2942	11,5828	0,2886	0,2886%	1,6991%
9	11,4246	11,6678	0,2432	0,2432%	1,9423%
10	11,2170	11,4611	0,2441	0,2441%	2,1864%
11	11,6110	11,8585	0,2475	0,2475%	2,4339%
12	11,4468	11,5553	0,1085	0,1085%	2,5424%

2) Bahan baku : 200 gram
 Aliran udara : 0 L/min

Waktu (jam)	Massa Botol Kosong (gr)	Massa Botol Berisi (gr)	Massa Minyak (gr)	Yield	
				Per-jam	Akumul.
0	0	0	0	0,0000%	0,0000%
1	11,3165	11,4188	0,1023	0,0511%	0,0511%
2	11,2688	11,3755	0,1067	0,0534%	0,1045%
3	11,6622	11,8020	0,1398	0,0699%	0,1744%
4	11,5711	12,2289	0,6578	0,3289%	0,5033%
5	11,5711	12,2275	0,6564	0,3282%	0,8315%
6	11,4246	12,0547	0,6301	0,3151%	1,1466%
7	11,5393	11,9806	0,4413	0,2207%	1,3672%
8	11,5091	12,1742	0,6651	0,3326%	1,6998%
9	11,3911	12,1150	0,7239	0,3620%	2,0617%
10	11,2525	11,7496	0,4971	0,2486%	2,3103%
11	11,2757	11,6605	0,3848	0,1924%	2,5027%
12	11,5600	11,7595	0,1995	0,0997%	2,6024%

- 3) Bahan baku : 300 gram
 Aliran udara : 0 L/min

Waktu (jam)	Massa Botol Kosong (gr)	Massa Botol Berisi (gr)	Massa Minyak (gr)	Yield	
				Per-jam	Akumul.
0	0	0	0	0,0000%	0,0000%
1	12,7413	12,8452	0,1039	0,0346%	0,0346%
2	11,3463	12,5024	1,1561	0,3854%	0,4200%
3	11,3177	12,6118	1,2941	0,4314%	0,8514%
4	12,1179	13,2975	1,1796	0,3932%	1,2446%
5	11,3304	12,0267	0,6963	0,2321%	1,4767%
6	11,7268	12,2735	0,5467	0,1822%	1,6589%
7	11,3976	11,8792	0,4816	0,1605%	1,8194%
8	11,4162	12,1020	0,6858	0,2286%	2,0480%
9	11,7788	12,0635	0,2847	0,0949%	2,1429%
10	11,7223	12,1496	0,4273	0,1424%	2,2854%
11	11,3981	11,5624	0,1643	0,0548%	2,3401%
12	11,7340	12,6157	0,8817	0,2939%	2,6340%

4) Bahan baku : 400 gram
 Aliran udara : 0 L/min

Waktu (jam)	Massa Botol Kosong (gr)	Massa Botol Berisi (gr)	Massa Minyak (gr)	Yield	
				Per-jam	Akumul.
0	0	0	0	0,0000%	0,0000%
1	12,3785	12,6768	0,2983	0,0746%	0,0746%
2	11,2673	11,7048	0,4375	0,1094%	0,1840%
3	11,3366	12,2016	0,865	0,2163%	0,4002%
4	11,3463	13,2246	1,8783	0,4696%	0,8698%
5	11,2254	11,7855	0,5601	0,1400%	1,0098%
6	11,1996	12,0004	0,8008	0,2002%	1,2100%
7	11,3144	13,9452	2,6308	0,6577%	1,8677%
8	11,4778	12,8192	1,3414	0,3354%	2,2031%
9	12,0145	13,3954	1,3809	0,3452%	2,5483%
10	11,5895	12,3346	0,7451	0,1863%	2,7346%
11	12,9862	13,4546	0,4684	0,1171%	2,8517%
12	10,5200	11,2686	0,7486	0,1872%	3,0388%

5) Bahan baku : 500 gram
 Aliran udara : 0 L/min

Waktu (jam)	Massa Botol Kosong (gr)	Massa Botol Berisi (gr)	Massa Minyak (gr)	Yield	
				Per-jam	Akumul.
0	0	0	0	0,0000%	0,0000%
1	11,3777	12,7406	1,3629	0,2726%	0,2726%
2	11,4964	14,2130	2,7166	0,5433%	0,8159%
3	11,4936	13,4854	1,9918	0,3984%	1,2143%
4	11,5802	14,4982	2,918	0,5836%	1,7979%
5	11,6168	13,4884	1,8716	0,3743%	2,1722%
6	11,3652	12,6927	1,3275	0,2655%	2,4377%
7	11,2010	13,5300	2,329	0,4658%	2,9035%
8	11,2658	12,6241	1,3583	0,2717%	3,1751%
9	11,2530	12,5546	1,3016	0,2603%	3,4355%
10	11,3208	12,6572	1,3364	0,2673%	3,7027%
11	11,0118	12,2126	1,2008	0,2402%	3,9429%
12	11,2806	12,3039	1,0233	0,2047%	4,1476%

6) Bahan baku : 500 gram
 Aliran udara : 3 L/min

Waktu (jam)	Massa Botol Kosong (gr)	Massa Botol Berisi (gr)	Massa Minyak (gr)	Yield	
				Per-jam	Akumul.
0	0	0	0	0,0000%	0,0000%
1	11,3843	11,3843	0	0,0000%	0,0000%
2	11,3291	11,3453	0,0162	0,0032%	0,0032%
3	11,2996	12,8166	1,517	0,3034%	0,3066%
4	11,8286	18,6661	6,8375	1,3675%	1,6741%
5	11,5696	12,6388	1,0692	0,2138%	1,8880%
6	11,5413	13,2058	1,6645	0,3329%	2,2209%
7	11,8131	15,2498	3,4367	0,6873%	2,9082%
8	13,0044	14,4810	1,4766	0,2953%	3,2035%
9	11,4777	12,9230	1,4453	0,2891%	3,4926%
10	11,1977	12,4205	1,2228	0,2446%	3,7372%
11	11,9655	12,6822	0,7167	0,1433%	3,8805%
12	11,2685	12,2753	1,0068	0,2014%	4,0819%

7) Bahan baku : 500 gram
 Aliran udara : 5 L/min

Waktu (jam)	Massa Botol Kosong (gr)	Massa Botol Berisi (gr)	Massa Minyak (gr)	Yield	
				Per-jam	Akumul.
0	0	0	0	0,0000%	0,0000%
1	11,7131	12,9153	1,2022	0,2404%	0,2404%
2	11,4907	11,7706	0,2799	0,0560%	0,2964%
3	11,0881	12,2039	1,1158	0,2232%	0,5196%
4	11,4730	13,3888	1,9158	0,3832%	0,9027%
5	11,7021	12,4665	0,7644	0,1529%	1,0556%
6	11,3892	12,4596	1,0704	0,2141%	1,2697%
7	11,7256	12,6849	0,9593	0,1919%	1,4616%
8	11,1789	12,0146	0,8357	0,1671%	1,6287%
9	11,4952	12,3483	0,8531	0,1706%	1,7993%
10	11,3925	12,0458	0,6533	0,1307%	1,9300%
11	11,2539	11,7910	0,5371	0,1074%	2,0374%
12	11,3018	11,3187	0,0169	0,0034%	2,0408%

- 8) Bahan baku : 500 gram
 Aliran udara : 10 L/min

Waktu (jam)	Massa Botol Kosong (gr)	Massa Botol Berisi (gr)	Massa Minyak (gr)	Yield	
				Per-jam	Akumul.
0	0	0	0	0,0000%	0,0000%
1	11,5705	11,5705	0	0,0000%	0,0000%
2	11,5705	11,5992	0,0287	0,0057%	0,0057%
3	11,5112	11,8191	0,3079	0,0616%	0,0673%
4	11,9125	12,5800	0,6675	0,1335%	0,2008%
5	12,6429	13,9939	1,351	0,2702%	0,4710%
6	11,7628	12,9840	1,2212	0,2442%	0,7153%
7	11,2684	12,2802	1,0118	0,2024%	0,9176%
8	11,2606	12,2440	0,9834	0,1967%	1,1143%
9	11,2304	12,0249	0,7945	0,1589%	1,2732%
10	11,3029	11,9061	0,6032	0,1206%	1,3938%
11	11,2986	12,0552	0,7566	0,1513%	1,5452%
12	11,3588	11,6796	0,3208	0,0642%	1,6093%

B.3 % Yield Minyak Daun Nilam per-dua jam

Hydrodistillation tanpa Aliran Udara

Waktu (Jam)	Yield				
	100 gram	200 gram	300 gram	400 gram	500 gram
0	0	0	0	0	0
2	0,4492%	0,1045%	0,4200%	0,1840%	0,8159%
4	0,4234%	0,3988%	0,8246%	0,6858%	0,9820%
6	0,2613%	0,6433%	0,4143%	0,3402%	0,6398%
8	0,5652%	0,5532%	0,3891%	0,9931%	0,7375%
10	0,4873%	0,6105%	0,2373%	0,5315%	0,5276%
12	0,3560%	0,2921%	0,3487%	0,3043%	0,4448%

Hydrodistillation tanpa Aliran Udara

Berat bahan baku : 500 gram

Waktu (jam)	Yield		
	3 L/min	5 L/min	10 L/min
0	0	0	0
2	0,0032%	0,2964%	0,0057%
4	1,6709%	0,6063%	0,1951%
6	0,5467%	0,3670%	0,5144%
8	0,9827%	0,3590%	0,3990%
10	0,5336%	0,3013%	0,2795%
12	0,3447%	0,1108%	0,2155%

B.4 % Yield Minyak Daun Nilam per-empat jam

Hydrodistillation tanpa Aliran Udara

Waktu (Jam)	Yield				
	100 gram	200 gram	300 gram	400 gram	500 gram
0	0	0	0	0	0
4	0,8726%	0,5033%	1,2446%	0,8698%	1,7979%
8	0,8265%	1,1965%	0,8035%	1,3333%	1,3773%
12	0,8433%	0,9026%	0,5860%	0,8358%	0,9724%

Hydrodistillation tanpa Aliran Udara

Berat bahan baku : 500 gram

Waktu (jam)	Yield		
	3 L/min	5 L/min	10 L/min
0	0	0	0
4	1,6741%	0,9027%	0,2008%
8	1,5294%	0,7260%	0,9135%
12	0,8783%	0,4121%	0,4950%

B.5 Berat Jenis Minyak Daun Nilam

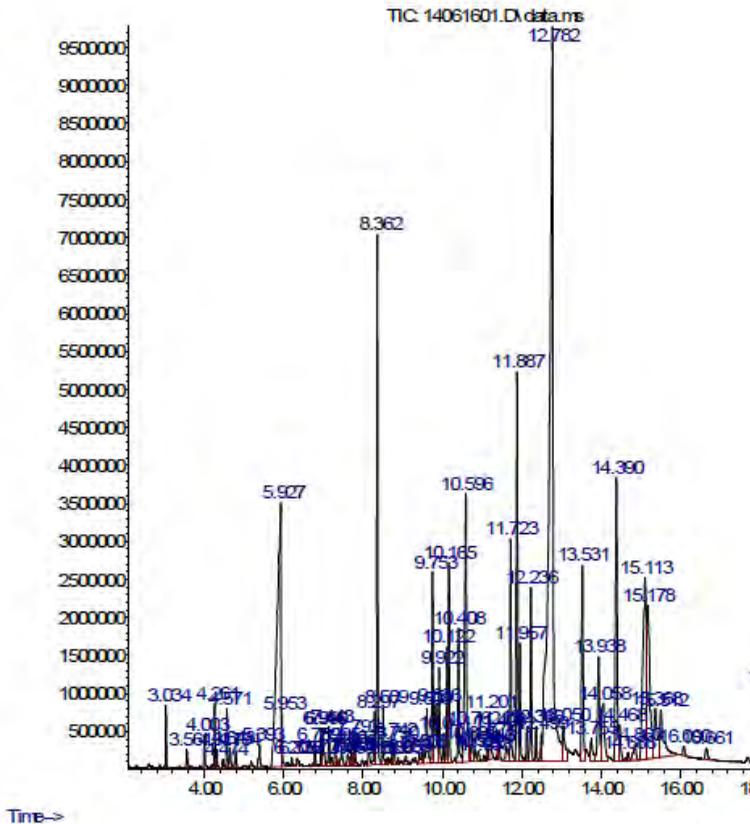
	100 gram	200 gram	300 gram	400 gram	500 gram
Jam ke 1 dan 2	-	-	-	-	0,9764
Jam ke 3 dn 4	-	0,9766	0,9409	0,9573	0,9518
Jam ke 5 dan 6	-	0,9530	0,9620	0,9557	0,9682
Jam ke 7 dan 8	-	0,9588	0,9550	0,9539	0,9459
Jam ke 9 dan 10	-	0,9462	0,9673	0,9550	0,9451
Jam ke 11 dan 12	-	0,9300	0,9443	0,9631	0,9390

Lampiran C HASIL GC-MS

C.1 Hasil Uji Kimia Minyak Bunga Cempaka

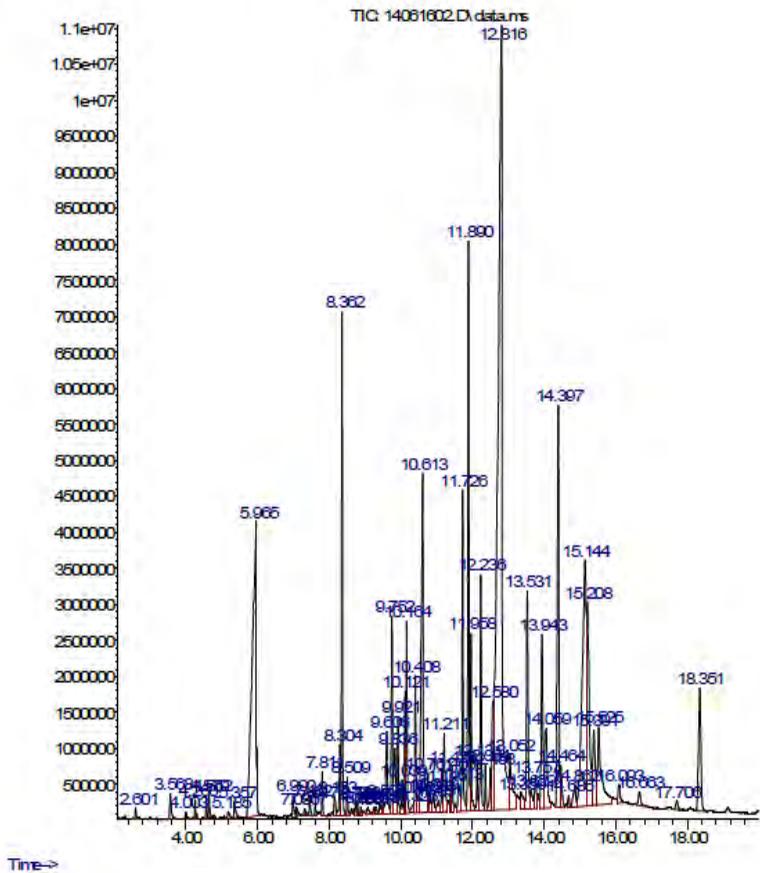


Abundance



Analisa Minyak Cempaka Tanpa Udara

Abundance



Analisa Minyak Cempaka Dengan Udara

No	RT	Komponen	Area (%)	
			Tanpa Udara	Dengan Udara
Monoterpenes			C₁₀H₁₆	
1		Tidak ada	0	0
TOTAL KOMPONEN			<i>0</i>	<i>0</i>
TOTAL % AREA			<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
Oxygenated Monoterpenes			C₁₀H₁₆O	
1	3,036	LINALOOL L	0,39	
2	4,002	p-menth-1-en-8-ol <<<.alpha.Terpineol>>>	0,24	0,04
3	4,311	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-,(Z)- <<<cis-Geranoil>>>	0,64	0,40
4	4,476	2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z) <<<.beta.citral>>>	0,29	
5	5,356	2,4-Decadienal, (E,E)-		0,19
6	14,861	6-oxa-3,3,5-trimethyl-spiro[5,2]octa-5-ene	0,37	
TOTAL KOMPONEN			5	3
TOTAL % AREA			1,93	0,63
Sesquiterpenes			C₁₅H₂₄	
1	6,208	.alpha.-Cubebene	0,08	

2	6,334	4,7-Methanoazulene, 1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, [1S-(1.alpha.,4.alpha.,7.alpha.)]- <<<.beta.patchoulene>>>	0,03	
3	6,791	Caryophyllene	0,2	
4	6,945	Azulene, 1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,4.alpha.,7.alpha.)]- <<<.alpha.Guaiene>>>	0,3	
5	7,145	SEYCHELLENE	0,53	
6	7,208	1,4,7,-Cycloundecatriene, 1,5,9,9-tetramethyl-, Z,Z,Z-	0,1	
7	7,294	1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,6,7,8,8a-hexahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, (1.alpha.,3a.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)- <<<.alpha.patchoulene>>>	0,23	
8	7,328	Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4a.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)]	0,08	
9	7,660	(E,Z)-.alpha.-Farnesene	0,09	
10	7,734	Cyclohexene, 1-methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-, (S)- <<<.beta.Bisabolene>>>	0,09	
11	7,791	Azulene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)]- <<<.delta.Guaiene>>>	0,32	
12	8,146	Cyclopropane, nonyl-	0,22	

13	8,626	Naphthalene, decahydro-1,6-bis(methylene)-4-(1-methylethyl)- <<<<.epsilon.Bulgarene>>>>	0,08	
14	8,740	.alpha.-longipinene	0,22	
15	9,249	Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-4a,8-dimethyl-2-(1-methylethenyl)-, [2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8a.beta.)]-		0,07
TOTAL KOMPONEN			14	1
TOTAL % AREA			2,57	0,07
Oxygenated Sesquiterpenes			C₁₅H₂₄O	
1	8,363	1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E)- <<<<.nerolidol>>>>	4,82	3,77
2	8,791	Caryophyllene oxide	0,22	0,10
3	9,083	valerenol		0,1
4	9,506	.alpha.-trans-sequicyclogeraniol		0,14
5	9,752	Patchouli alcohol	1,95	1,59
6	9,837	.alpha.-Bisabolol	1,08	
7	9,923	2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-	3,13	3,41
8	10,323	1-Cyclohexene-1-methanol, 2,6,6-trimethyl-5-(3-methyl-2-butenyl)-, (.+.-)-		0,11
9	10,409	2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trimethyl-	1,38	1,07

TOTAL KOMPONEN			6	9
TOTAL % AREA			12,58	10,29
	Komponen Lain		-	
1	7,317	Cyclooctane, methyl-		0,10
2	8,740	.PARA.CYMENE		0,09
3	12,363	2,6-Octadiene, 2,6-dimethyl-		0,36
4	8,511	(E,E)-4,8,12-Trimethyl-1,3,7,11-tridecatetraene	0,48	
5	9,420	CIS-SALVENE		0,12
6	9,506	1(5),3-aromadenedradiene	0,15	
7	9,609	8-Heptadecene	0,82	0,98
8	9,837	Heptadecane		0,91
9	10,917	Octadecane		0,57
10	10,918	Eicosane	2,82	1,36
11	11,049	2-Aminoethylthiosulfuric acid		0,52
12	11,723	Z-5-Nonadecene	1,96	2,15
13	11,958	Nonadecane	1,11	1,29
14	13,758	1,5,9-DECATRIENE, 2,3,5,8-TETRAMETHYL		0,4

15	13,941	Bibenzyl	1,75	
16	13,941	Benzyl ester of N-Benzyloxycarbonyl-3-chloro-L-alanine		2,18
17	14,392	Heneicosane	4,13	4,54
18	16,090	Docosane	0,16	
19	16,661	1,19-Eicosadiene	0,22	
20	16,661	Bicyclo[10.8.0]eicosane, cis-		0,24
21	17,707	9-Tricosene, (Z)-		2,08
TOTAL KOMPONEN			10	16
TOTAL % AREA			13,60	17,89
Komponen Oxygenated Lain			-	
1	2,602	Benzyl Alcohol		0,08
2	3,562	OCTANOIC ACID	0,19	0,27
3	4,259	6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)- <<<.beta.Citronellol>>>	0,49	0,09
4	4,648	Nonanoic acid	0,23	0,19
5	5,185	6-Octenoic acid, 3,7-dimethyl- <<<citronellic acid>>>		0,09
6	5,391	2,6-Octadienoic acid, 3,7-dimethyl', methyl ester	0,29	
7	5,698	2,6-Octadienoic acid, 3,7-dimethyl- <<<Geranic acid>>>	8,81	8,89

8	5,951	n-Decanoic acid	0,34	
9	6,991	5,9-Undecadien-2-one, 6,10-dimethyl-, (E)- <<<<Geranyl acetone>>>>	0,44	0,19
10	7,094	1,3-Dimethyl cyclopentanol		0,07
11	7,460	2-Carboxymethyl-3-n-hexylmaleic acid anhydride	0,28	0,14
12	7,614	.DELTA. DECALACTONE	0,15	0,12
13	7,808	Dodecanoic acid, methyl ester		0,29
14	8,151	chloromethyl 6-chlorododecanoate		0,23
15	8,294	Dodecanoic acid	0,61	0,62
16	8,883	Z-2-Dodecenol		0,06
17	8,883	Ethanol, 2-(9-octadecenyloxy)-, (Z)-	0,06	
18	9,083	Spiro[4.4]nonan-2-one	0,14	
19	9,311	Cyclobutanol, 2-(2,2-dimethyl-6-methylenecyclohexyl)-1-methyl-, [1.alpha.,2.alpha.(R*)]-		0,09
20	9,420	3-Cyclohexene-1-ethanol, .beta.,4-dimethyl-, [s-(R*,S*)]-	0,15	
21	10,037	Hexadecanal	0,30	0,27
22	10,123	Tridecanoic acid, 12-methyl-, methyl ester	1,07	
23	10,123	Methyltetradecanoate		0,88

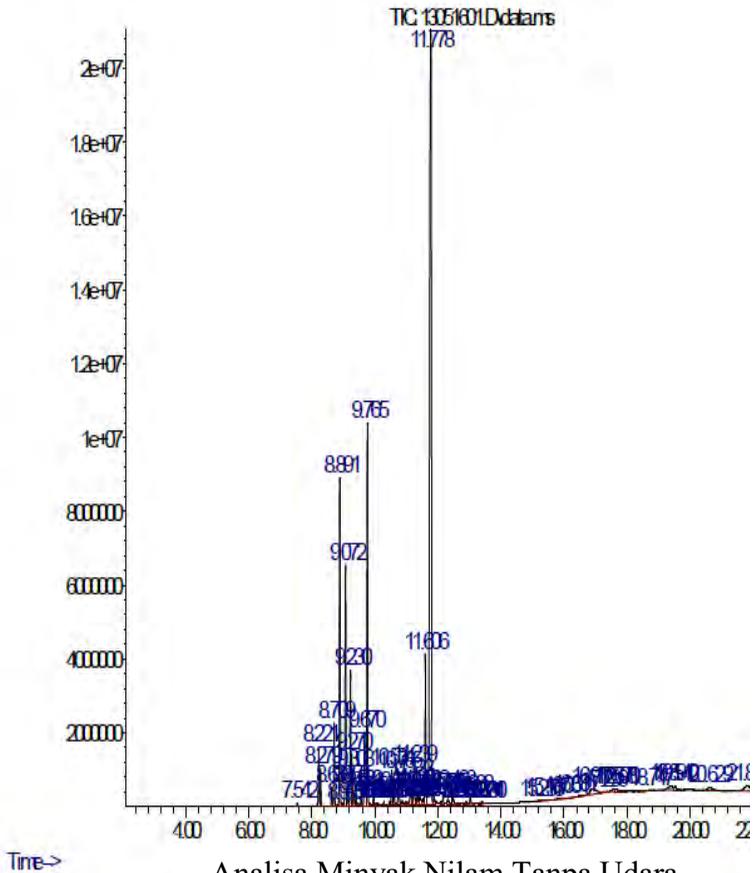
24	10,460	1,2-Epoxy-1-vinylcyclododecene		0,16
25	10,598	Tetradecanoic acid	4,64	4,96
26	10,763	Benzyl Benzoate	0,39	0,40
27	10,832	2,6,10-Dodecatrienoic acid, 3,7,11-trimethyl-, methyl ester	0,71	
28	11,140	2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, acetate, (E,E)-	0,13	
29	11,426	2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl	0,32	0,37
30	11,609	Pentadecanoic acid	0,32	0,48
31	11,889	Benzoic acid, 2-hydroxy-, phenylmethyl ester	4,02	4,59
32	12,129	9-Hexadecenoic acid, methyl ester,(Z)-	0,3	0,37
33	12,238	Hexadecanoic acid, methyl ester	1,79	1,93
34	12,364	6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate <<<Citronellyl acetate>>>	0,34	
35	12,501	Isophytol	0,31	0,40
36	12,581	Hexadecenoic acid, Z-11-		1,17
37	12,781	n-Hexadecanoic acid	24,51	24,41
38	13,529	GERANYL LINALOOL	2,75	2,35
39	13,752	Trifluoroacetyl-isopulegol	0,49	
40	14,055	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)- <<<Neryl acetate>>>	1,51	

41	14,061	Geranyl formate		1,62
42	14,467	9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)-	0,64	
43	14,467	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester		0,58
44	14,684	11-Octadecenoic acid, methyl ester	0,12	0,13
45	14,861	Citronellyl Butenoate		0,38
46	15,113	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	9,56	6,82
47	15,370	Oleic Acid	1,27	3,59
48	15,210	9,17-Octadecadienal, (Z)-		3,86
49	15,513	Z,E-2,13-Octadecadien-1-ol	1,27	
TOTAL KOMPONEN			35	36
TOTAL % AREA			68,94	70,76

C.2 Hasil Uji Kimia Minyak Daun Nilam



Abundance



No	RT	Komponen	Area (%)	
			Tanpa Udara	Dengan Udara
Monoterpenes			C₁₀H₁₆	
1	7,540	(+)-4-Carene	0,09	
TOTAL KOMPONEN			1	0
TOTAL % AREA			0,09	0,00
Oxygenated Monoterpenes			C₁₀H₁₆O	
-	-	Tidak ada	0	0
TOTAL KOMPONEN			0	0
TOTAL % AREA			0,00	0,00
Sesquiterpenes			C₁₅H₂₄	
1	2,710	TRANS-.ALPHA.-BISABOLENE		0,06
2	3,345	1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,6,7,8,8a-hexahydro-1,4,9,9-tetramethyl-(1.alpha.,3a.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)-	3,77	5,85
3	3,625	Patchoulene	3,24	3,50
4	4,310	Caryophyllene	2,97	1,86
5	4,893	.ALPHA.-GUAIONE	8,58	4,98

6	5,111	1,6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-, [s-(E,E)]-		0,04
7	5,391	Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-4a,8-dimethyl-2-(1-methylethenyl)-, [2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8a.beta.)]-		2,86
8	5,534	Bicyclo[5.3.0]decane, 2-methylene-5-(1-methylvinyl)-8-methyl-		0,13
9	5,636	1H-Cycloprop[e]azulene, 1a,2,3,4,4a,5,6,7b-octahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1aR-(1a.alpha.,4.alpha.,4a.beta.,7b.alpha.)]-		0,29
10	6,008	Aciphyllene		1,30
11	6,357	Azulene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)]-	9,77	11,75
12	6,734	alpha panasinsen		0,13
13	7,568	Cyclohexene, 4-ethenyl-4-methyl-3-(1-methylethenyl)-1-(1-methylethyl)-, (3R-trans)-		0,08
14	8,277	Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,2.beta.,4.beta.)]-	0,93	0,83
15	8,488	(2.alpha.,6.alpha.)-cis-9,10-Dimethyl-4-oxateracyclo[6.3.0.0(2,6).0(7,11)]undecane	0,43	0,4
16	8,660	(1S,6S)-1,7,7-Trimethyl-2,3-Dimethyliden-trans-Bicyclo(4.4.0)Decane		0,70
17	8,997	SEYCHELLENE	6,32	4,01

18	9,031	.beta.-Selinene		0,06
19	9,180	1,4,7,-Cycloundecatriene, 1,5,9,9-tetramethyl-, Z,Z,Z-		0,4
20	9,271	Cyclohexene, 6-ethenyl-6-methyl-1-(1-methylethyl)-3-(1-methylethylidene)-, (S)-	1,22	
21	9,569	Naphthalene, 1,2,4a,5,8,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.beta.,8a.alpha.)-(./-.)-	0,40	
22	9,597	1H-Cycloprop[e]azulene, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1aR-(1a.alpha.,4a.beta.,7.alpha.,7a.beta.,7b.alpha.)]-	0,26	0,72
23	9,672	Cedrene-V6	2,37	
24	9,837	delta-Cadinene	0,10	
25	9,866	Calarene		0,53
26	9,957	7-epi-.alpha.-selinene	0,21	
27	9,986	Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-		0,31
28	10,169	VALENCENE	0,43	0,64
29	10,906	.gamma.-Selinene		0,22
30	11,352	Ethynyl (1R*,2R*,5S*)-5,8,8-trimethylbicyclo[3.3.0]oct-2-yl ketone	0,51	

31	11,432	Azulene, 1,2,3,3a,4,5,6,7-octahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1R-(1.alpha.,3a.beta.,4.alpha.,7.beta.)]-	0,53	
32	12,072	.beta.-Humulene		0,1
33	12,495	4-methyl-1-(3',3'-dimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-ylidene)pent-2-ene		0,41
TOTAL KOMPONEN			17	26
TOTAL % AREA			42,04	42,16
Oxygenated Sesquiterpenes			C₁₅H₂₄O	
1	7,837	Cyclohexanemethanol, 4-ethenyl-.alpha.,.alpha.,4-trimethyl-3-(1-methylethenyl)-, [1R-(1.alpha.,3.alpha.,4.beta.)]-	0,09	0,09
2	9,517	caryophylla-3,8(13)-dien-5.alpha.-ol		0,47
3	10,403	Patchouli alcohol	41,22	44,07
4	10,637	Viridiflorol	1,44	2,06
5	10,763	Caryophyllene oxide	1,15	
6	10,792	cis-Z-.alpha.-Bisabolene epoxide		1,37
7	11,015	Spathulenol	0,10	0,29
8	11,100	Valerenol	0,11	0,33
9	11,135	caryophylla-3,8(13)-dien-5.alpha.-ol	0,91	

10	11,163	1-deoxycapsidiol		0,65
11	11,192	(E)-2,6,6-Trimethyl-2-(3'-oxo-1'-butenyl)-3-cyclohexen-1-one	0,48	
12	11,306	Calareneperoxide	0,15	
13	11,603	Pogostol	4,33	3,81
14	11,878	Longifolenaldehyde	0,42	0,04
15	13,455	2H-Cyclopropa[a]naphthalen-2-one,1,1a,4,5,6,7,7a,7b-octahydro-1,1,7,7a-tetramethyl-, (1a.alpha.,7.alpha.,7a.alpha.,7b.alpha.)-		0,04
16	16,330	1-Methylene-2b-hydroxymethyl-3,3-dimethyl-4b-(3-methylbut-2-enyl)-cyclohexane	0,04	
TOTAL KOMPONEN			12	11
TOTAL % AREA			50,44	53,22
Komponen Lain				
1	7,111	Cyclohexane, 1,1,2-trimethyl-3,5-bis(1-methylethenyl)-, (2.alpha.,3.beta.,5.beta.)-		0,03
2	7,271	Aromadendrene, dehydro-	0,08	0,08
3	7,345	(3E,5E,8Z)-3,7,11-Trimethyl-1,3,5,8,10-dodecapentane		0,03
4	7,985	7,8-Dihydroxy-4,5-dimethyl-3,4-dihydronaphthalen-1(2H)-one		0,87
5	8,831	4,4-dimethyl-3-methylenebicyclo[3.2.1]oct-6-ene-2-spiro-1'-		0,38

		cyclopentane		
6	10,066	Neoisolongifolene, 8,9-dehydro-		0,17
7	10,089	4,8,8-Trimethylspiro[2.6]non-4,6-diene	0,12	
8	11,220	2,3,3-Trimethyl-2-(3-methylbuta-1,3-dienyl)-6-methylenecyclohexanone		0,63
9	12,318	1,1'-Bicyclohexyl, 2-(2-methylpropyl)-, cis-	0,33	
10	13,032	5-BUTYL-3-METHYL-1,2,3,8A-TETRAHYDROINDOLIZINE	0,29	0,22
11	13,386	4,6,6-Trimethyl-2-(3-methylbuta-1,3-dienyl)-3-oxatricyclo[5.1.0.0(2,4)]octane	0,05	
12	13,432	12-METHYL-1-(1'-PROPYNYL)-1(E)-CYCLODODECENE	0,05	
13	13,975	Cyclohexene, 4-(4-ethylcyclohexyl)-1-pentyl-		0,19
14	15,255	1H-Indene, 5-butyl-6-hexyloctahydro-	0,07	0,07
15	16,055	2-Methyl-3-(3-methyl-but-2-enyl)-2-(4-methyl-pent-3-enyl)-oxetane	0,01	
16	16,913	Tetratriacontane	1,36	
17	17,593	3-Ethylidenecholestane	0,31	
18	17,781	D-Homoandrostande, (5.alpha.,13.alpha.)-		0,02
19	19,147	Tricyclo[4.3.1.1(3,8)]undecane, 1-chloro-		0,11

20	19,393	Tricosane	0,66	
21	21,828	Octacosane	1,2	
TOTAL KOMPONEN			12	12
TOTAL % AREA			4,53	2,80
Komponen Oxygenated Lain			-	
1	6,625	3-PHENYL-4-METHYL-2-ISOXAZOLINE		0,09
2	8,631	(e)-1-(2',3',3'-trimethylbicyclo[3.1.0]hex-2'-yl)-4-methyl-2,4-pentadien-1-one	0,53	
3	9,477	2-Butenal, 2-methyl-4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-		0,24
4	10,535	1-(Propen-2-yl)-4-methylspiro[4.5]decan-7-one (isomer B)	1,04	
5	11,072	Spiro[4.4]nonan-2-one	0,15	
6	11,998	2-((Z)-3'-Methyl-1',3'-butadien-1'-yl)-2,3,3-trimethyl-6-oxabicyclo[3.2.0]heptan-7-one		0,13
7	12,192	(4R,4aS,6S)-6-Isopropenyl-4,4a-dimethyl-3,4,4a,5,6,7-hexahydronaphthalen-1(2H)-one		0,31
8	12,312	ISO-.ALPHA.-CEDREN-15-AL		0,55
9	13,409	oxo alpha ylangene		0,03
10	13,792	Decahydro-9-ethyl-4,4,8,10-tetramethylnaphthalene		0,04
11	15,444	5.ALPHA.,8.ALPHA.,9.BETA.,14.BETA.-CHOLESTANE-	0,09	

		3,11-DIONE		
12	15,484	2(1H)-Naphthalenone, octahydro-4a-methyl-7-(1-methylethyl)-, (4a.alpha.,7.beta.,8a.beta.)-		0,04
13	17,004	OLEIC ACID, PROPYL ESTER		0,11
14	17,301	Z,Z-6,25-Tetratriactontadien-2-one	0,1	
15	17,381	EXO-5-ISOPROPYL-7-ACETOXY-2,7-DIMETHYLTRICYCLO(4.4.0.0**2,8)DECANE		0,03
16	17,667	Stigmast-5-en-3-ol, (3.beta.,24S)-(CAS)	0,78	
17	18,227	Pyridine-3-carboxamide, oxime, N-(2-trifluoromethylphenyl)-		0,04
18	18,479	(2,4,4,4,16,16-D6)-3.ALPHA.,17.BETA.-DIHYDROXY-5.BETA.-ANDROSTANE		0,04
19	19,542	methyl [N-(salicyl)-3-amidepropanoyl]-aminoacetate	0,23	
20	19,742	1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester		0,05
21	20,902	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester		0,15
TOTAL KOMPONEN			7	14
TOTAL % AREA			2,92	1,85

Lampiran D DOKUMENTASI

D.1 Ekstraksi Minyak Cempaka







D.2 Ekstraksi Minyak Nilam







BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- 1) Proses ekstraksi bunga cempaka pada skala laboratotium menggunakan metode hidrodistilasi *microwave* dengan aliran udara menghasilkan *yield* lebih tinggi apabila dibandingkan dengan metode hidrodistilasi *microwave*. Sedangkan Proses ekstraksi daun nilam pada skala pilot menggunakan metode hidrodistilasi dengan aliran udara mendapatkan *yield* lebih rendah apabila dibandingkan dengan metode hidrodistilasi.
- 2) Adapun pengaruh beberapa parameter terhadap minyak atsiri yang dihasilkan antara lain ;
 - Kondisi optimal proses ekstraksi minyak cempaka
Metode hidrodistilasi *microwave* : massa bahan baku 125 gram cempaka, waktu operasi 3 jam dan menghasilkan *yield* sebesar 0,0424%.
Metode hidrodistilasi *microwave* dengan aliran udara : massa bahan baku 125 gram cempaka, laju udara 2 L/min dan menghasilkan *yield* sebesar 0,1684%.
 - Kondisi optimal proses ekstraksi minyak nilam
Metode hidrodistilasi : massa bahan baku 500 gram nilam, waktu operasi 12 jam dan menghasilkan *yield* sebesar 4,1476%.
Metode hidrodistilasi dengan aliran udara : massa bahan baku 500 gram nilam, laju udara 3 L/min dan menghasilkan *yield* sebesar 4,0819%.

5.2 Saran

1. Mendesain distiller baru untuk skala pilot (*scale-up*) yang bertujuan agar penyebaran udara lebih baik pada metode hidrodistilasi dengan aliran udara dan juga dapat meningkatkan kapasitas daya tampung bahan baku dan pelarut yang digunakan.

2. Melanjutkan penelitian ekstraksi bunga cempaka menggunakan bahan baku bunga segar dengan rasio minimum 0,5.
3. Untuk dapat menentukan pengaruh laju alir udara terhadap *yield* minyak cempaka secara representatif perlu dilakukan beberapa hal, antara lain : memperkecil range harga laju alir udara, atau melakukan run sebanyak beberapa kali sehingga data yang dihasilkan bisa lebih akurat.
4. Untuk dapat menentukan pengaruh waktu terhadap *yield* minyak cempaka, paling tidak dibutuhkan minimal 3 data point untuk ditampilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2008). <http://ezygirlie06.blogspot.com/2008/04/khasiat-bunga-cempaka-putih.html>.
- Anonim. (2010). <http://www.plantamor.com/index.php?album=846>.
- Al Anshori, J., dan Hidayat, A.T., (2009). *Konsep Dasar Penyulingan dan Analisa Sederhana Minyak Nilam*. Bandung: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat, Universitas Padjadjaran.
- Chemat, F. & Cravotto. (2013). *Microwave-assisted Extraction for Bioactive Compounds: Theory and Practice*. New York: Springer.
- Djafar, F., Supardan, M.D., dan Gani, A., (2010). Pengaruh Ukuran Partikel, SF Rasio Dan Waktu Proses Terhadap Rendemen Pada Hidrodistilasi Minyak Jahe. *Hasil Penelitian Industri*. Vol. 23, hal. 48.
- Ferhat, M.A., Meklati, B.Y., dan Chemat, F. (2007), Comparison of Different Isolation Methods of Essential Oil from *Citrus* Fruits: Cold Pressing, Hydrodistillation and Microwave „Dry“ Distillation, *Flavour and Fragrance Journal*, Vol. 22, hal. 494-504.
- Geankoplis CJ. (1983). *Transport Processes and Separation Proses Principles (Includes Unit Operations) Fourth Edition*. New York : Prentice Hall.
- Gotama, B., Yuni P.W., (2011). *Peningkatan Kualitas Minyak Nilam Menggunakan Metode Steam-Hydrodistillation Skala Pilot*. Skripsi, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.

- Guenther, E. (1987). *Minyak Atsiri Jilid I*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Hapsari, S., Putri Kusumawardhani. (2015). *Proses Pengambilan Minyak Atsiri dari Daun Nilam dengan Metode Microwave Hydrodistillation dengan Adanya Aliran Udara*. Skripsi, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
- Isfaroiny, Rahma dan Mitarlis. (2005). *Peningkatan Kadar Patchouli Alcohol Pada Minyak Nilam (Pogostemon cablin Benth) Dengan Metode Distilasi Vakum*. Skripsi Fakultas MIPA, UNESA. Surabaya.
- Ketaren S., (1985). *Minyak Atsiri. Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Balai Pustaka Jakarta.
- Kusuma, Heri Septya. (2016). *Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Kayu Cendana (Santalum album) dan Daun Nilam (Pogostemon cablin Benth) dengan Menggunakan Metode Microwave Hydrodistillation dan Microwave Air-Hydrodistillation*. Tesis, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
- Punjee, P., Dilokkunanant, U., Sukkatta, U., Vajrodaya, S., Haruethaitanasan, V., Pitpiangchan, P., dan Rakthaworn, P., (2009). Scented Extract and Essential Oil Extraction from *Michelia alba* D.C., *Kasetrat Journal. (Natural Science)*. Vol. 43, hal. 197 - 203.
- Rachmawati, L., Lailatus Sa'diyah, (2010). *Pengambilan Minyak Atsiri dari Akar Tanaman Nilam Aceh (Pogestemon Cablin Benth) dengan Metode Destilasi Air dan Destilasi Uap-Air*. Skripsi, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.

- Raynie, D.E. (2000), "Extraction", dalam *Encyclopedia of Separation Science*, eds. Wilson I.D., Adlard E.R., Cooke M., dan Poolie C.F., Academic Press, San Diego.
- Santos, T. V. (2011). Elctromagnetic and Thermal History During Microwave Heating. *The Journal of Applied Thermal Engineering*, 31, 3255-3261.
- Santoso, H. (1990). *Bertanam Nilam Bahan Industri Wewangian*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sastrohamidjojo, H. (2002). *Kimia Minyak Atsiri*. Jogjakarta: FMIPA UGM.
- Suhirman, Shinta. (2009). *Apilkasi Teknologi Pemurnian Untuk Meningkatkan Mutu Minyak Nilam*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Bogor.
- Thostenson, E. C. (1999). Microwave Processing : Fundamentals and Application. *The Journal of Composite Part A : Applied Science And Manufacturing*. , 30, 1055-1071.
- Tutuarima, T. (2009). *Rekayasa Proses Penyulingan Minyak Akar Wangi dengan Peningkatan Tekanan dan Laju Alir Uap Bertahap*. Bogor: Pascasarjana IPB.

RIWAYAT PENULIS



Penulis lahir di Majalengka, 1 September 1993. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis menempuh pendidikan SD di SDN Sukawera 1 Majalengka, SMP di MTs Husnul Khotimah Kuningan, dan SMA di MA Husnul Khotimah Kuningan. Penulis melanjutkan studi D3 di Politeknik Negeri Bandung (POLBAN) dan S-1 Lintas Jalur di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya mengambil Jurusan Teknik Kimia. Penulis mengerjakan tugas akhir di Laboratorium Teknologi Proses Kimia. Selama proses penulisan tugas akhir penulis membuat Pra Desain Pabrik Sorbitol dan Skripsi Ekstraksi Minyak Bunga Cempaka dan Daun Nilam dengan Metode Hidrodistilasi dan Hidrodistilasi dengan Aliran Udara.

Data Pribadi Penulis	
Nama	: Fachrudin
Alamat	: Blok Senen RT 08 RW 04 Ds. Bantarwaru, Kec. Ligung, Majalengka
Email	: fachrudinfachru3@gmail.com
Telp	: 085317001794

RIWAYAT PENULIS



Penulis lahir di Pandeglang, 9 Agustus 1993. Penulis merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis menempuh pendidikan SD di SDN IV Cilegon, SMP di MTs Sahid Bogor, dan SMA di MA Sahid Bogor. Penulis melanjutkan studi D3 di Politeknik Negeri Bandung (POLBAN) dan S-1

Lintas Jalur di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya mengambil Jurusan Teknik Kimia. Penulis mengerjakan tugas akhir di Laboratorium Teknologi Proses Kimia. Selama proses penulisan tugas akhir penulis membuat Pra Desain Pabrik Sorbitol dan Skripsi Ekstraksi Minyak Bunga Cempaka dan Daun Nilam dengan Metode Hidrodistilasi dan Hidrodistilasi dengan Aliran Udara.

Data Pribadi Penulis	
Nama	: Agi Iqbal Velayas
Alamat	: Komp. BPI Blok GB No. 9, RT 01/06 Pangungsari, Jombang, Cilegon
Email	: agi.iqbal@yahoo.com
Telp	: 082218322842