



TUGAS AKHIR - TK145501

**PENGAMBILAN MINYAK SERAI  
(*Cymbopogon citratus*) DENGAN METODE  
MICROWAVE ULTRASONIC STEAM  
DIFFUSION**

HANANDYTA FARADIELLA  
NRP. 2314 030 043

LIFI LAILATUL KHIKMAH  
NRP. 2314 030 076

Dosen Pembimbing  
Ir. Agus Surono, M.T.

Co. Dosen Pembimbing  
Achmad Ferdiansyah Pradana Putra, S.T., M.T

PROGRAM STUDI D III TEKNIK KIMIA  
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



---

TUGAS AKHIR - TK145501

**PENGAMBILAN MINYAK SERAI (*Cymbopogon Citratus*) DENGAN METODE MICROWAVE ULTRASONIC STEAM DIFFUSION**

HANANDYTA FARADIELLA  
NRP. 2314 030 043

LIFI LAILATUL KHIKMAH  
NRP. 2314 030 076

Dosen Pembimbing  
Ir. Agus Surono, M.T.

Co. Dosen Pembimbing  
Achmad Ferdiansyah Pradana Putra, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI D III TEKNIK KIMIA  
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



---

FINAL PROJECT - TK145501

# **CYBBOGON CITRATUS EXTRACTION BY USING MICROWAVE ULTRASONIC STEAM DIFFUSION METHOD**

HANANDYTA FARADIELLA  
NRP. 2314 030 043

LIFI LAILATUL KHIKMAH  
NRP. 2314 030 076

Supervisor  
Ir. Agus Surono, M.T.

Co. Supervisor  
Achmad Ferdiansyah Pradana Putra, S.T., M.T.

DIPLOMA III CHEMICAL ENGINEERING  
DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL CHEMICAL ENGINEERING  
Faculty of VOCATIONAL  
Institute Technology of Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017

# LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL :  
PENGAMBILAN MINYAK SERAI (*CYMOPOGON CITRATUS*) DENGAN  
METODE *MICROWAVE ULTRASONIC STEAM DIFFUSION*

## TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada  
Departemen Teknik Kimia Industri  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

Hanandyta Faradiella  
Lifi Lailatul Khikmiah

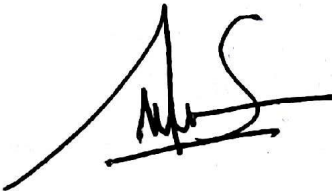
(NRP 2314 030 043)

(NRP 2314 030 076)

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing

Dosen Co Pembimbing

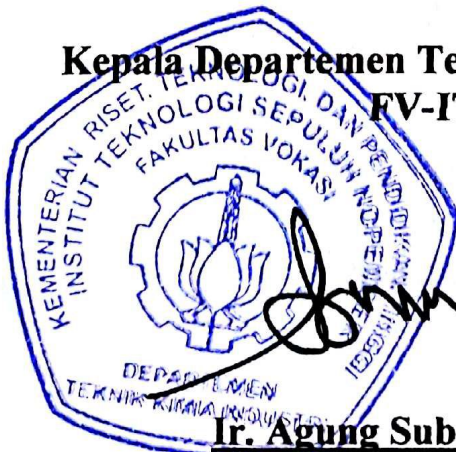


Ir. Agus Surono, M.T.  
NIP. 19590727 198701 1 001

Ach. Ferdiansyah PP., S.T, M.T.  
NIDN.0717068801

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Kimia Industri  
FV-ITS



Ir. Agung Subyakto, M.S.  
NIP. 19580312 198601 1 001

SURABAYA, 20 JULI 2017

## LEMBAR REVISI

Telah diperiksa dan disetujui sesuai dengan hasil ujian tugas akhir pada tanggal 14 Juli 2017 untuk tugas akhir dengan judul “Pengambilan Minyak Serai (*Cymbopogon citratus*) dengan Metode *Microave Ultrasonic Steam Diffusion*”, yang disusun oleh :

Hanandyta Faradiella  
Lifi Lailatul Khikmiah

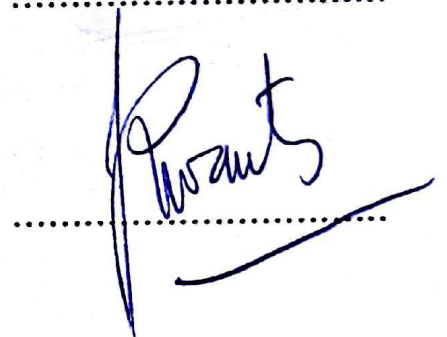
(NRP 2314 030 043)  
(NRP 2314 030 076)

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ir. Danawati Hari Prajitno, M.Pd



2. Ir. Sri Murwanti M.T.

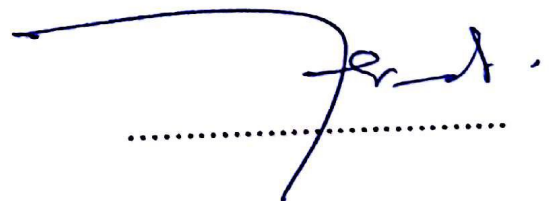


Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Agus Surono, M.T.



2. Ach. Ferdiansyah P.P., S.T., M.T.



SURABAYA, 21 JULI 2017

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat dan rahmat – Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“Pengambilan Minyak Serai (*Cymbopogon Citratus*) Dengan Metode *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion*”**.

Laporan tugas akhir ini merupakan tahap akhir dari penyusunan tugas akhir yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.md) di Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi ITS. Pada kesempatan kali ini atas segala bantuannya dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini, kami mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Agung Subyacto M.S, selaku Ketua Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi ITS.
2. Bapak Ir Agus Surono M,T dan Achmad Ferdiansyah P.P., S.T., M.T sebagai dosen pembimbing yang selalu mengawasi dan membantu dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Ibu Ir. Sri Murwanti, M.T selaku dosen penguji tugas akhir Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi ITS
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Danawati Hariprajitno M.Pd selaku dosen penguji tugas akhir Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi ITS
5. Seluruh dosen dan karyawan Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi ITS.
6. Kedua orang tua kami dan orang terdekat yang selalu mendukung dan memberikan baik moril maupun materil yang tak ternilai harganya
7. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2014 atas kerjasamanya selama menuntut ilmu di Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi ITS

Penyusun berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua dan kami menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan.

Surabaya, Juli 2017  
Penulis

**PENGAMBILAN MINYAK SERAI (*Cymbopogon citratus*)  
DENGAN METODE MICROWAVE ULTRASONIC STEAM DIFFUSION**

Nama Mahasiswa : 1. Hanandyta Faradiella 2314 030 043  
2. Lifi Lailatul Khikmiah 2314 030 076  
Program Studi : DIII Teknik Kimia Industri FV ITS  
Dosen Pembimbing : Ir. Agus Surono, M.T.  
Co-Dosen Pembimbing : Achmad Ferdiansyah P. P., S.T., M.T.

**ABSTRAK**

*Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus Dengue yang biasanya ditemukan di daerah tropis. Infeksi virus Dengue menyebabkan kematian dan kesakitan yang tinggi. Salah satu cara yang sering digunakan masyarakat untuk memberantas nyamuk yang membawa virus Dengue yaitu dengan menggunakan obat anti nyamuk cair, obat nyamuk bakar maupun lotion yang tanpa disadari oleh masyarakat, penggunaan obat-obat anti nyamuk tersebut memiliki bahan aktif berbahaya yang akan membawa dampak negatif bagi kesehatan. Sehingga diperlukan solusi yang dapat digunakan untuk menggantikan zat aktif berbahaya dalam obat anti nyamuk dengan menggunakan bahan organik yang memiliki fungsi sama dengan sedikit dampak negatif. Salah satu bahan organik yang bisa digunakan yaitu minyak serai. Untuk mendapatkan ekstrak minyak serai (*Cymbopogon Citratus*) maka digunakan metode ekstraksi. Metode ekstraksi yang sering digunakan adalah Solvent Extraction menggunakan pelarut n-heksana diperoleh yield yang besar dalam waktu 120 menit, namun tingkat konsumsi energi dan biaya yang dikeluarkan cukup tinggi. Metode lain yang dikembangkan adalah metode Microwave Assisted Hydrodistillation didapatkan yield optimal dengan waktu yang lebih singkat yaitu 90 menit. Akan tetapi, kelemahan dari metode ini adalah daya yang digunakan masih cukup tinggi sehingga konsumsi energi yang diperlukan juga tinggi. Pada inovasi ini dilakukan proses ekstraksi serai dengan metode Microwave Distillation yang dimodifikasi dengan rekayasa penambahan ultrasonik. Dengan metode ini diharapkan dihasilkan produk (yield) yang berkualitas dengan kebutuhan proses yang lebih rendah. Variabel yang digunakan ialah perbandingan hasil yield minyak atsiri serai yang diekstraksi dengan metode Microwave Steam Diffusion (MSDf) dan Microwave Ultrasonik Steam Diffusion (MUSDf). Dari hasil penelitian didapatkan bahwa metode MUSDf merupakan metode terbaik dalam menghasilkan minyak atsiri serai dengan yield 0,8484% dengan kandungan zat aktif serai (citral) sebesar 78,175%, dan biaya per mL minyak sebesar Rp 1.816. Diharapkan juga produk samping berupa sabun transparan anti nyamuk dengan daya tolak nyamuk sebesar 83,3%.*

**Kata kunci:** *Ekstraksi, microwave ultrasonik steam diffusion, serai, minyak serai*

## **CYMOPOGON CITRATUS EXTRACTION WITH MICROWAVE ULTRASONIC STEAM DIFFUSION METHODS**

Name : 1. Hanandyta Faradiella 2314 030 043  
2. Lifi Lailatul Khikmiah 2314 030 076  
Department : Diploma of Industrial Chemical Engineering  
Lecture : Ir. Agus Surono, M.T.  
Co-Lecture : Achmad Ferdiansyah P. P., S.T., M.T.

### **ABSTRACT**

*Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is an disease caused by the Dengue virus that commonly found in the tropics. Dengue virus causes death and high morbidity. One of the ways that people often use to eradicate mosquitoes that carry Dengue virus is by using liquid anti mosquito, mosquito coil or lotion which is not realized by the community, the use of anti-mosquito drugs has a dangerous active ingredient that will bring negative impact health. So we need a solution that can be used to replace harmful active substances in mosquito repellent by using organic materials that have the same function with little negative impact. One of the organic materials that can be used is lemongrass oil. To get lemongrass oil extract (Cymbopogon Citratus) then used method of extraction. The most commonly used solvent extraction method is solvent extraction using n-hexane solvent to obtain a large yield within 120 minutes, but the energy consumption level and cost are high enough. Another method developed is the method of Microwave Assisted Hydrodistillation obtained optimal yield with a shorter time of 90 minutes. However, the disadvantage of this method is that the power used is still high enough that the required energy consumption is also high. In this innovation, lemongrass extraction process is done by modified Microwave Distillation method with ultrasonic addition engineering. With this method is expected to produce a product (yield) quality with lower process requirements. The variables used were the ratio of yield of lemon grasses extracted with Microwave Steam Diffusion method (MSDf) and Microwave Ultrasonic Steam Diffusion (MUSDf). The result of this research shows that MUSDf method is the best method to produce lemongrass essential oil with yield 0,8484% with citral content of 78,175%, and cost per mL of oil equal to Rp 1,816. Also produced by side products such as anti-mosquito transparent soap with mosquito repellent power of 83,3%.*

*Keywords: Extraction, microwave ultrasonic steam diffusion, lemon grass, lemongrass oil*



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Perumusan Masalah .....	I-3
1.3 Batasan Masalah.....	I-4
1.4 Tujuan Inovasi Produk .....	I-4
1.5 Manfaat Inovasi Produk .....	I-4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tanaman Serai .....	II-1
2.2 Minyak Serai .....	II-2
2.2.1 Geranial.....	II-2
2.2.2 <i>Citronella</i> /Sitronelal .....	II-3
2.3 Metode Pengambilan Minyak Atsiri.....	II-3
2.3.1 Maserasi.....	II-4
2.3.2 Penyulingan dengan air ( <i>Water Distillation</i> )...II-4	
2.3.2 Penyulingan dengan uap ( <i>Steam Distillation</i> )..II-5	
2.4 Gelombang Ultrasonik .....	II-6
2.5 Gelombang Mikro ( <i>Microwave</i> ).....	II-7
2.6 Sabun.....	II-9
2.6.1 Formulasi Sediaan Sabun .....	II-10
2.7 Nyamuk <i>Aedes Aegypti</i> .....	II-11
2.8 Analisa GC-MS .....	II-12
2.9 Penelitian Sebelumnya .....	II-16
<b>BAB III METODE PEMBUATAN PRODUK</b>	
3.1 Tahap Pelaksanaan.....	III-1
3.2 Bahan yang Digunakan .....	III-1
3.3 Peralatan yang Digunakan .....	III-1
3.3.1 Peralatan untuk proses ekstraksi dan distilasi III-1	

3.3.2 Peralatan untuk pembuatan sediaan sabun ....	III-3
3.4 Variabel Inovasi.....	III-3
3.5 Prosedur Inovasi.....	III-6
3.5 Tempat Pelaksanaan.....	III- 27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Analisis Pengaruh Metode MSDf dan MUSDf terhadap <i>Yield</i> .....	IV-1
4.2. Analisis Pengaruh Metode MSDf dan MUSDf terhadap Kualitas Minyak Serai.....	IV-5
4.3. Analisis Pengaruh Metode MSDf dan MUSDf terhadap Konsumsi Energi .....	IV-7
4.4. Analisis Sabun Anti Nyamuk.....	IV-8
4.4.1 Uji Transmittansi Sabun Anti Nyamuk.....	IV-8
4.4.2 Uji Efektivitas Sabun Anti Nyamuk .....	IV-8
<b>BAB V NERACA MASSA</b>	
5.1 <i>Treatment</i> Bahan Baku.....	V-1
5.1.1 Pengeringan Serai.....	V-1
5.2 Tahap Pelaksanaan .....	V-1
5.2.1 <i>Microwave Steam Diffusion</i> .....	V-1
5.2.2 <i>Microwave Ultrasonic Steam Diffusion</i> .....	V-2
<b>BAB VI NERACA PANAS</b>	
6.1 Data Perhitungan .....	VI-1
6.2 Tahap Persiapan Bahan Baku.....	VI-1
6.2.1 Pengeringan Serai.....	VI-1
6.3 Tahap Pelaksanaan .....	VI-2
6.3.1 Metode <i>Microwave Steam Diffusion</i> .....	VI-2
6.3.2 Metode <i>Microwave Ultrasonic Steam         Diffusion</i> .....	VI-4
<b>BAB VII ESTIMASI BIAYA PRODUK</b>	
7.1. <i>Fixed Cost</i> (FC).....	VII-3
7.2. <i>Variable Cost</i> (VC).....	VII-3
7.3. Harga Pokok Penjualan (HPP).....	VII-4
7.4. <i>Break Even Point</i> (BEP).....	VII-5
<b>BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
8.1 Kesimpulan .....	VIII-1

8.2 Saran.....	VIII-1
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>xii</b>
<b>LAMPIRAN:</b>	
<b>APPENDIKS A</b>	
<b>APPENDIKS B</b>	
<b>APPENDIKS C</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Tanaman Serai .....	II-1
<b>Gambar 2.2</b>	Bentuk Molekul GeraniaI.....	II-2
<b>Gambar 2.3</b>	Bentuk Stereoisomer sitronelaI.....	II-3
<b>Gambar 2.4</b>	Skema Peralatan Distilasi Air ( <i>Water Distillation</i> ).....	II-5
<b>Gambar 2.5</b>	Skema Peralatan Distilasi Uap ( <i>Steam Distillation</i> ).....	II-6
<b>Gambar 2.6</b>	Cara Kerja Sensor Ultrasonik .....	II-7
<b>Gambar 2.7</b>	Skema Blok Pemancar Gelombang Mikro.....	II-8
<b>Gambar 2.8</b>	Profil Temperatur Pada Pemanasan <i>Microwave</i> dan Konvensional.....	II-9
<b>Gambar 2.9</b>	Nyamuk <i>Aedes Aegypti</i> .....	II-12
<b>Gambar 2.10</b>	Skema Konfigurasi Alat GCMS .....	II-12
<b>Gambar 2.11</b>	Bagan Alat GCMS .....	II-14
<b>Gambar 3.1</b>	Skema Peralatan Serangkaian Alat Ekstraksi MSDf dan MUSDf .....	III-1
<b>Gambar 3.2</b>	Proses <i>Pre-treatment</i> Bahan Baku Serai.....	III-9
<b>Gambar 3.3</b>	Proses Ekstraksi Dengan Metode <i>Microwave Steam Diffusion</i> .....	III-13
<b>Gambar 3.4</b>	Proses Ekstraksi Dengan Metode <i>Microwave Ultrasonic Steam Diffusion</i> .....	III-18
<b>Gambar 3.5</b>	Proses Pembuatan Sabun Anti Nyamuk Transparan.....	III-20
<b>Gambar 3.6</b>	Proses Analisa Efektivitas Sabun Anti Nyamuk .....	III-24
<b>Gambar 3.7</b>	Pengukuran Cahaya Transmisi Sabun Anti Nyamuk .....	III-27
<b>Gambar 4.1</b>	Mekanisme Proses Pemecahan Sel .....	IV-4
<b>Gambar 4.2</b>	Rangkaian Alat Uji Transparansi Sabun.....	IV-10

## DAFTAR GRAFIK

- Grafik 4.1** Hasil *Yield* Minyak Serai dengan Menggunakan Metode MSDf dan MUSDf..... IV-3
- Grafik 7.1** Grafik *Break Even Point* (BEP) ..... VII-7

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b>	Perbandingan Metode MUSDF dan MSDf Dengan Variasi Waktu Ekstraksi .....	III-4
<b>Tabel 3.2</b>	Perbandingan Metode Ekstraksi MUSDF dan MSDf.....	III-5
<b>Tabel 3.3</b>	Perbandingan Volume Minyak dengan Efektivitas Sabun Anti-Nyamuk .....	III-5
<b>Tabel 3.4</b>	Formulasi Pembuatan Sabun Anti Nyamuk.....	III-5
<b>Tabel 4.1</b>	Hasil <i>Yield</i> Minyak Serai dengan Menggunakan Metode MSDf dan MUSDF.....	IV-2
<b>Tabel 4.2</b>	Hasil Analisa Kadar Sitral dalam Minyak Serai Yang Diperoleh dari Metode MSDf dan MUSDF dengan menggunakan GC-MS .....	IV-6
<b>Tabel 4.3</b>	Konsumsi Energi yang Dibutuhkan pada Metode MSDf dan MUSDF.....	IV-8
<b>Tabel 4.4</b>	Formulasi Sabun Anti Nyamuk Pada Penelitian	IV-9
<b>Tabel 4.5</b>	Data Daya Yang Dipancarkan Oleh Sumber Cahaya Pada Masing-Masing Formulasi Sabun.....	IV-10
<b>Tabel 4.6</b>	Hasil olahan data cahaya yang ditransmisikan oleh masing-masing formula sabun .....	IV-11
<b>Tabel 4.7</b>	Jumlah Nyamuk Yang Hinggap Pada Variabel Control, Variabel 3% dan 5% Dari Jam Ke-0 Sampai Jam Ke-5.....	IV-12
<b>Tabel 4.8</b>	Persentase Daya Tolak Nyamuk.....	IV-13
<b>Tabel 5.1</b>	Neraca Massa Total pada Proses Pengeringan ....	V-1
<b>Tabel 5.2</b>	Neraca Massa Total Ekstraksi Menggunakan Metode MSDf.....	V-2
<b>Tabel 5.3</b>	Neraca Massa Total Pada <i>Ultrasonic Extraction</i> .....	V-3
<b>Tabel 5.4</b>	Neraca Massa Total Proses <i>Microwave Extraction</i> .....	V-3
<b>Tabel 6.1</b>	Neraca Panas Total pada Proses Pengeringan....	VI-2
<b>Tabel 6.2</b>	Neraca Panas Total Proses Ekstraksi untuk <i>Microwave Steam Diffusion</i> .....	VI-3

<b>Tabel 6.3</b>	Neraca Panas Total pada Proses Distilasi untuk <i>Microwave Steam Diffusion</i> .....	VI-4
<b>Tabel 6.4</b>	Neraca Panas Total Pada proses Maserasi dengan Gelombang Ultrasonik .....	VI-5
<b>Tabel 6.5</b>	Neraca Panas Total Proses Ekstraksi untuk <i>Microwave Ultrasonic Steam Diffusion</i> .....	VI-6
<b>Tabel 6.6</b>	Neraca Panas Total pada Proses Distilasi untuk <i>Microwave Ultrasonic Steam Diffusion</i> .....	VI-7
<b>Tabel 7.1</b>	Biaya Investasi Peralatan Per Bulan .....	VII-1
<b>Tabel 7.2</b>	Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi per 1 buah.....	VII-2
<b>Tabel 7.3</b>	Biaya Pendukung Utilitas Per Bulan.....	VII-2
<b>Tabel 7.4</b>	Biaya Pendukung Lainnya Per Bulan .....	VII-2
<b>Tabel 7.5</b>	Perhitungan Biaya Penjualan .....	VII-6
<b>Tabel A.1</b>	Neraca Massa Total pada Proses Pengeringan ....	A-1
<b>Tabel A.2</b>	Neraca Massa Total Ekstraksi Menggunakan Metode MSDf.....	A-2
<b>Tabel A.3</b>	Neraca Massa Total Pada <i>Ultrasonic Extraction</i> .....	A-3
<b>Tabel A.4</b>	Neraca Massa Total Proses <i>Microwave Extraction</i> .....	A-3
<b>Tabel B.1</b>	Komponen Minyak Serai Berdasarkan Hasil Analisa GC-MS .....	B-1
<b>Tabel B.2</b>	Nilai <i>Heat Capacity (Cp) liquid</i> .....	B-2
<b>Tabel B.3</b>	Data <i>Heat Capacity (Cp) Air</i> .....	B-21
<b>Tabel B.4</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 1 .....	B-22
<b>Tabel B.5</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 3.....	B-23
<b>Tabel B.6</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 4.....	B-23
<b>Tabel B.7</b>	Neraca Panas Total pada Proses Pengeringan....	B-24
<b>Tabel B.8</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 6.....	B-25
<b>Tabel B.9</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 8.....	B-25
<b>Tabel B.10</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 9.....	B-25
<b>Tabel B.11</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 10.....	B-26
<b>Tabel B.12</b>	Neraca Panas Total Proses Ekstraksi untuk <i>Microwave Steam Diffusion</i> .....	B-26

<b>Tabel B.13</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 12 .....	B-27
<b>Tabel B.14</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 13 .....	B-27
<b>Tabel B.15</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 14 .....	B-27
<b>Tabel B.16</b>	Neraca Panas Total pada Proses Distilasi untuk <i>Microwave Steam Diffusion</i> .....	B-29
<b>Tabel B.17</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 17 .....	B-30
<b>Tabel B.18</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 19 .....	B-30
<b>Tabel B.19</b>	Neraca Panas Total Pada proses Ekstraksi untuk <i>Microwave Ultrasonic Steam Diffusion</i> .....	B-31
<b>Tabel B.20</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 21 .....	B-32
<b>Tabel B.21</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 23 .....	B-32
<b>Tabel B.22</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 24 .....	B-32
<b>Tabel B.23</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 25 .....	B-33
<b>Tabel B.24</b>	Neraca Panas Total Proses Ekstraksi untuk <i>Microwave Ultrasonic Steam Diffusion</i> .....	B-33
<b>Tabel B.25</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 26.....	B-34
<b>Tabel B.26</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 28 .....	B-34
<b>Tabel B.27</b>	Neraca Panas Komponen Aliran 27 .....	B-35
<b>Tabel B.28</b>	Neraca Panas Total pada Proses Distilasi untuk <i>Microwave Ultrasonic Steam Diffusion</i> .....	B-36
<b>Tabel C.1</b>	Hasil Ekstraksi Minyak Serai Metode MSDf.....	C-1
<b>Tabel C.2</b>	Hasil Perhitungan Massa Minyak Serai Ekstraksi Dengan Metode MSDf .....	C-3
<b>Tabel C.3</b>	Hasil Ekstraksi Minyak Serai Metode MUSDF....	C-5
<b>Tabel C.4</b>	Hasil Perhitungan Massa Minyak Serai Ekstraksi Dengan Metode MUSDF.....	C-6
<b>Tabel C.5</b>	Hasil Pengukuran I <sub>o</sub> dan I <sub>t</sub> .....	C-10
<b>Tabel C.6</b>	Jumlah Nyamuk Yang Hinggap Pada Variabel Control, Variabel 3% dan 5% Dari Jam Ke-0 Sampai Jam Ke-5.....	C-11



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

*Dengue Hemorrhagic Fever* (DHF) atau Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus *Dengue* yang biasanya ditemukan di daerah tropis. Infeksi virus *Dengue* menyebabkan kematian dan kesakitan yang tinggi. Penyakit ini banyak terjadi pada anak usia di bawah 15 tahun dengan persentase 95% dan 5% terjadi pada bayi. Menurut Department Kesehatan RI (2015), pada tahun 2013 jumlah penderita DBD di Indonesia sebanyak 112.511 orang dengan jumlah kasus meninggal sebanyak 871 penderita dan di tahun 2014 sebanyak 71.668 orang dengan jumlah kasus meninggal sebanyak 641 penderita. Jumlah paling banyak penderita terserang DBD adalah pada usia di bawah 15 tahun. Hal ini terjadi karena saat anak mulai menderita DBD akan mengalami demam yang menimbulkan adanya pendarahan dan terjadinya renjatan yang mengakibatkan kematian. Faktor yang mempengaruhi kematian tersebut salah satunya adalah usia, dimana anak dengan usia di bawah 15 tahun memiliki tingkat imunitas terhadap virus *Dengue* sangat rendah, sehingga rentan mengalami kematian. Salah satu cara yang sering digunakan masyarakat untuk memberantas nyamuk yang membawa virus *Dengue* yaitu dengan menggunakan obat anti nyamuk yang cair, obat nyamuk bakar maupun *lotion* yang tanpa disadari oleh masyarakat, penggunaan obat-obat anti nyamuk tersebut juga akan membawa dampak negatif bagi kesehatan.

Dahniar (2011), menyatakan bahwa banyaknya kandungan bahan-bahan aktif seperti *propoxur*, *transflutrin*, *bioaleterin*, *diklorvovs*, *dalletherine* dan *octachiorophil* eter yang terkandung dalam obat-obat anti nyamuk yang beredar di masyarakat memiliki sifat karsinogenik, dapat mengaburkan penglihatan, pusing, badan lemah dan menurunkan aktivitas enzim yang berperan pada saraf transmisi serta berpengaruh buruk pada hati



dan reproduksi apabila terhirup oleh tubuh manusia. Namun *Indonesian Pharmaceutical Watch* (IPhW) sangat menyayangkan produsen obat anti nyamuk tidak mencantumkan petunjuk yang jelas atas pengaruh obat tersebut dan *public warning* bahwa produk mengandung racun yang berbahaya bagi manusia. Oleh karena itu, perlu diadakan sebuah pembaruan bentuk pengusir nyamuk, yaitu dengan membuat obat anti nyamuk dalam bentuk sabun. Dimana produk ini memiliki nilai efisiensi dan efektivitas yang cukup tinggi dan lebih memudahkan saat orang tua menggunakan produk ini untuk balita. Penggunaan yang efektif dan praktis akan diperoleh orang tua balita sehingga rasa khawatir akan gangguan nyamuk dan bahaya dalam penggunaan obat anti nyamuk akan sirna.

Selain itu, dari bahayanya kandungan dalam obat anti nyamuk di pasaran, diperlukan solusi yang dapat digunakan untuk menggantikan zat aktif berbahaya dalam obat anti nyamuk dengan menggunakan bahan organik yang memiliki fungsi sama dengan sedikit dampak negatif. Salah satu bahan organik yang bisa digunakan yaitu minyak serai. Agusta (2000) menyatakan bahwa minyak atsiri yang terkandung dalam serai dapur memiliki khasiat sebagai antiseptik, analgesik, antidepresi, diuretik, deodoran, antipiretik, insektisida, nervina, tonik, antiradang, fungisida, dan antiparasit. Efek minyak atsiri serai sebagai antibakteri disebabkan adanya komponen  $\alpha$ -citral (geranial) dan  $\beta$ -citral (neral) yang mampu berefek sebagai antibakteri terhadap bakteri baik Gram positif maupun bakteri Gram negatif. Kandungan sitronella dalam minyak atsiri sebanyak 35%, dimana zat ini bersifat racun dehidrasi yang dapat mengakibatkan kematian bagi serangga karena kehilangan cairan secara terus menerus.

Untuk mendapatkan ekstrak minyak serai (*Cymbopogon Citratus*) maka digunakan metode ekstraksi. Berbagai metode ekstraksi telah banyak dikembangkan untuk pengambilan minyak atsiri dalam suatu bahan, seperti maserasi, *water distillation* dan *steam distillation*. Sejauh ini, para peneliti telah melakukan penelitian mengenai pengambilan minyak serai dengan berbagai



macam metode. Metode yang dikembangkan dalam pengambilan minyak serai yaitu *Solvent Extraction*, *Water Distillation Extraction* dan *Hydrodistillation*. Pada Februari 2014, Moncada, dkk melakukan penelitian dengan membandingkan dua metode, yaitu *Water Distillation Extraction* dengan *Solvent Extraction* menggunakan pelarut n-heksana. Dari perbandingan dua metode tersebut, diperoleh *yield* yang besar dengan metode *solvent extraction* dalam waktu 120 menit, namun tingkat konsumsi energi dan biaya yang dikeluarkan dengan menggunakan *solvent extraction* cukup tinggi. Untuk mengatasi kekurangan metode tersebut, pada tahun yang sama Ranitha, dkk melakukan penelitian dengan menggunakan metode *Hydrodistillation* dan *Microwave Assisted Hydrodistillation*. Hasil terbaik didapatkan dari metode *Microwave Assisted Hydrodistillation* didapatkan *yield* optimal dengan waktu yang lebih singkat yaitu 90 menit. Akan tetapi, kelemahan dari metode ini adalah daya yang digunakan masih cukup tinggi sehingga konsumsi energi yang diperlukan juga tinggi.

Oleh karena itu, dari permasalahan metode diatas maka perlu dilakukan inovasi untuk menekan konsumsi energi, yaitu dengan menambahkan gelombang ultrasonik pada metode *Microwave Steam Diffusion* sehingga diperoleh *yield* minyak serai yang tinggi dalam waktu operasi yang singkat.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat disimpulkan permasalahan yang akan dibahas dalam inovasi produk ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh penambahan gelombang ultrasonik terhadap *yield*, kadar minyak serai (*Cymbopogon Citratus*) dan konsumsi energi pada metode *Microwave Steam Diffusion*?
2. Bagaimanakah pengaruh minyak serai dalam pembuatan sabun pengusir nyamuk dari ekstrak serai (*Cymbopogon*



*Citrus*) sebagai alternatif obat pengusir nyamuk yang aman dan praktis ?

### 1.3 Batasan Masalah

Dalam inovasi obat pengusir nyamuk dari ekstrak minyak serai ini, dilakukan pembatasan masalah yaitu bahan yang digunakan adalah serai (*Cymbopogon Citratus*)

### 1.4 Tujuan Inovasi Produk

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dalam inovasi produk ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh gelombang ultrasonik terhadap *yield*, kadar minyak serai (*Cymbopogon Citratus*) dan konsumsi energi pada metode *Microwave Steam Diffusion*.
2. Membuat produk sabun pengusir nyamuk dari ekstrak minyak serai (*Cymbopogon Citratus*) sebagai alternatif obat pengusir nyamuk yang aman dan praktis.

### 1.5 Manfaat Produk

Manfaat dari inovasi produk yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Sebagai alternatif obat pengusir nyamuk yang aman.
2. Mendapatkan ekstrak neral dan geranial dari minyak serai (*Cymbopogon Citratus*) dengan penggunaan energi yang rendah, serta menghasilkan *yield* dan kualitas yang optimum sebagai bahan baku utama dalam pembuatan sabun pengusir nyamuk.
3. Data hasil penelitian ini akan sangat berguna dalam pengembangan metode ekstraksi dari bahan-bahan yang lain.
4. Data hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi/rujukan dalam produksi minyak atsiri dari serai (*Cymbopogon Citratus*) dalam skala industri.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Serai

*Cymbopogon citratus* pada **gambar 2.1** yang dikenal sebagai rumput citronella atau serai. spesies ini milik keluarga Gramineae, yang terdiri dari sekitar 500 genus dan 8.000 herbal spesies. Serai adalah rumput abadi berumbai tumbuh hingga ketinggian 1 meter dengan berbagai berdaun kaku batang yang timbul dari akar rhizomatous singkat. Ini memiliki umur ekonomi selama sekitar 5 tahun. Daunnya berbentuk linear, meruncing di kedua ujungnya dan dapat tumbuh dengan panjang 50 cm dan lebar 1,5 cm. Daun-selubung adalah tubular dalam bentuk dan bertindak sebagai semu a. Daunnya panjang, keabu-abuan, hijau, linear meruncing ke atas dan sepanjang margin (*Manvitha, 2013*).

Serai sangat diminati karena minyaknya yang berharga komersial dan banyak digunakan dalam teknologi pangan serta dalam pengobatan tradisional. Orang-orang sekarang lebih Menyadari tentang masalah kesehatan akibat munculnya penyakit baru. Pengobatan menggunakan tanaman berbasis obat tampaknya menjadi pendekatan alternatif karena efek samping terkait dengan penggunaan obat sintesis. Serai adalah obat tradisional untuk batuk, kaki gajah, flu, radang gusi, sakit kepala, kusta, malaria, mata, radang paru-paru dan pembuluh darah gangguan serta anti nyamuk (*Manvitha, 2013*)



**Gambar 2.1** Tanaman Serai



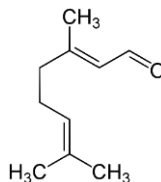
## 2.2 Minyak Serai

Kandungan kimia serai (*Cymbopogon Citratus*) antara lain minyak atsiri dengan komponen-komponen citronelal, citral, geraniol, metal-heptenone, eugenol, metil eter (Hariana, 2009).

Minyak serai mengandung tiga komponen utama, sitronelal, sitronelol dan geraniol. Senyawa-senyawa tersebut merupakan bahan dasar yang digunakan dalam parfum/pewangi dan juga produk farmasi. Tanaman serai juga mampu menghasilkan minyak dengan kadar sitronelal 7-15% dan geraniol 55-65% (Sastrohamidjojo, 2004).

### 2.2.1 Geraniol

Geraniol ( $C_{10}H_{16}O$ ) seperti pada **gambar 2.2** dengan berat molekul 154,25 gram/mol adalah senyawa alkohol yang tidak berwarna (kuning pucat) memiliki titik didih  $230^{\circ}C$ , seperti minyak, berbau menyenangkan, bersifat larut dalam alkohol dan eter tapi tidak larut dalam air. Sitral adalah senyawa reaktif karena memiliki dua ikatan etilenik. Sitronellol adalah senyawa berbentuk cairan seperti minyak, tidak berwarna dan harum mawar, mudah larut dalam alkohol dan eter tapi sedikit larut dalam air. Sitronellol memiliki gugus hidroksil dan merupakan senyawa yang relatif lebih stabil daripada geraniol. Sitronelol dan Sitral merupakan bahan aktif yang tidak disukai dan sangat dihindari serangga, termasuk nyamuk sehingga penggunaan bahan-bahan ini sangat bermanfaat sebagai bahan pengusir serangga (Ketaren et al, 1986).

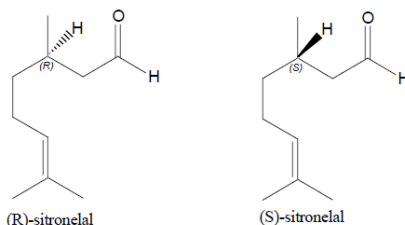


**Gambar 2.2** Bentuk Molekul Geraniol



### 2.2.2 Citronella/Sitronelal

Sitronelal dengan rumus bangun pada **Gambar 2.3** memiliki rumus molekul  $C_{10}H_{18}O$  dan massa molekul relatif 154,24 gram/mol. Sitronelal adalah konstituen utama minyak serai dan dijumpai pula pada minyak atsiri lain, seperti minyak lemon, lemon grass dan melissa. Sitronelal berwujud cair, mempunyai titik didih  $47^{\circ}C$  pada tekanan 1mmHg, larut dalam alkohol, sangat sedikit larut dalam air. Kegunaan sitronelal adalah sebagai penolak serangga dan pewangi sabun (Yulvianti, 2014).



**Gambar 2.3** Bentuk Stereoisomer sitronelal

Sitronelal merupakan senyawa aldehida tak jenuh dan mempunyai satu atom karbon asimetris (atom karbon kiral) yaitu pada C nomor tiga, sehingga mempunyai dua bentuk stereoisomer atau sepasang enantiomer, (R)-sitronelal dan (S)-sitronelal. Sitronelal murni berbentuk cairan tidak berwarna dengan bau yang menyegarkan, mengingatkan pada bau balsam mint. Sitronelal dipergunakan secara terbatas sebagai pewangi sabun dan deterjen. Kegunaan utamanya adalah untuk produksi isopulegol, sitronelol dan hidroksi sitronelal (Yulvianti, 2014).

## 2.3 Metode Pengambilan Minyak Atsiri

Pemilihan metode metode pengambilan minyak atsiri tergantung pada sifat bahan dan senyawa yang akan diisolasi. Beberapa jenis metode pengambilan minyak atsiri yang biasanya digunakan adalah sebagai berikut :



### 2.3.1 Maserasi

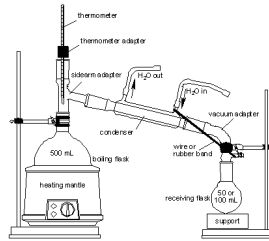
Metode maserasi ekstraksi merupakan proses pengestrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperature ruangan kamar. Maserasi bertujuan untuk menarik zat-zat berkhasiat yang tahan pemanasan maupun yang tidak tahan pemanasan. Secara teknologi, maserasi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan (*Depkes RI, 2000*).

Maserasi merupakan cara ekstraksi paling sederhana. Dasar dari maserasi adalah melarutnya bahan kandungan simplisia dari sel yang rusak, yang terbentuk pada saat penghalusan, ekstraksi (difusi) bahan kandungan dari sel yang masih utuh. Setelah selesai waktu maserasi, artinya keseimbangan antara bahan yang diekstraksi pada bagian dalam sel dengan masuk ke dalam cairan, telah tercapai maka proses difusi segera berakhir. Selama maserasi dilakukan pengocokan berulang-ulang. Upaya ini menjamin keseimbangan konsentrasi bahan ekstraksi yang lebih cepat di dalam cairan. Sedangkan keadaan diam selama maserasi menyebabkan turunnya perpindahan bahan aktif. Secara teriotis pada suatu maserasi tidak memungkinkan terjadinya ekstraksi absolut. Semakin besar perbandingan simplisia terhadap cairan pengestraksi, akan semakin banyak hasil yang diperoleh (*Voigh, 1994*).

### 2.3.2 Penyulingan dengan air (*Water Distillation*)

Pada metode ini, bahan yang akan disuling dikontakkan langsung dengan air mendidih. Bahan tersebut mengapung di atas air atau terendam secara sempurna tergantung dari bobot jenis dan jumlah bahan yang disuling. Air dipanaskan dengan metode pemanasan yang biasa dilakukan, yaitu dengan panas langsung (*Guenther, 1987*).



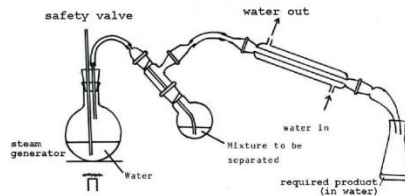


**Gambar 2.4** Skema Peralatan Distilasi Air (*Water Distillation*)

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

### 2.3.3 Penyulingan dengan uap (*Steam Distillation*)

Penyulingan uap atau penyulingan uap langsung dan prinsipnya sama dengan yang telah dibicarakan di atas, kecuali air tidak diisikan 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, 1952). Kualitas produk minyak atsiri yang dihasilkan jauh lebih sempurna dibandingkan dengan kedua cara lainnya, sehingga harga jualnya pun jauh lebih tinggi.



**Gambar 2.5** Skema Peralatan Distilasi Uap (*Steam Distillation*)

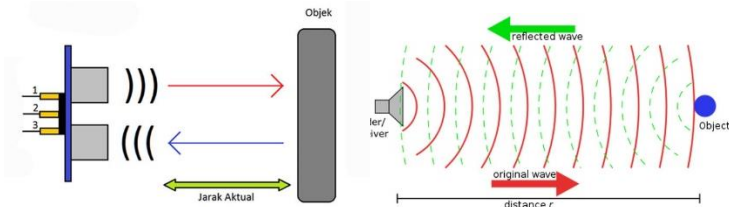
## 2.4 Gelombang Ultrasonik

Metode ultrasonik adalah metode yang menggunakan gelombang ultrasonik yaitu gelombang akustik dengan frekuensi lebih besar dari 16-20 kHz. Ekstraksi dengan bantuan ultrasonik merupakan suatu *tool* untuk meningkatkan laju ekstraksi dalam mengekstrak sejumlah komponen dari tipe sampel yang berbeda. Penggunaan ultrasonik merupakan metode ekstraksi untuk meningkatkan rendemen dan kualitas produk dibandingkan dengan metode soxhlet. Penggunaan gelombang ultrasonik memungkinkan proses dilakukan pada tekanan dan temperatur rendah, mengurangi pemakaian bahan baku dan pelarut, mengurangi tahapan sintesa yang akan dilakukan dan secara simultan akan meningkatkan selektifitas akhir (Mason, 1974).

Cara kerja metode ultrasonik dalam mengekstraksi dapat dilihat pada **Gambar 2.5**. Gelombang ultrasonik terbentuk dari pembangkitan ultrasonik secara lokal dari kavitas mikro pada sekeliling bahan yang akan diekstraksi sehingga terjadi pemanasan pada bahan tersebut, sehingga melepaskan senyawa ekstrak. Terdapat efek ganda yang dihasilkan, yaitu pengacauan dinding sel sehingga membebaskan kandungan senyawa yang ada di dalamnya dan pemanasan lokal pada cairan dan meningkatkan difusi ekstrak. Menurut Mason (1974), kavitas ultrasonik menghasilkan daya patah yang akan memecah dinding sel secara mekanis dan meningkatkan transfer material. Salah satu sistem ultrasonik yang sering digunakan adalah ultrasonik tanduk getar (Horn). Ultrasonik tanduk getar menggunakan gelombang yang



ditransmisikan dengan frekuensi 16-30 kHz dengan daya hingga 240 W. Luas penampang iradiasi tergantung dari kedalaman celup tanduk getar dan bisa digunakan untuk mengatur intensitas iradiasi. Konfigurasi ultrasonik sistem tanduk getar ini bisa digunakan untuk kebutuhan merusak jaringan sel tanaman, homogenisasi, dan proses-proses percepatan reaksi kimia (Mason, 1974).



**Gambar 2.6** Cara Kerja Sensor Ultrasonik

Untuk mengetahui besar energi dalam pemakaian gelombang *ultrasonic* dapat kita gunakan rumus berikut:

Rumus :

$$c = f \times \lambda$$

$$E = f \times h$$

$$E = \frac{c}{\lambda} \times h$$

Keterangan :

C = Cepat rambat gelombang

f = Frekuensi

$\lambda$  = Panjang gelombang

h =  $6,6 \times 10^{-34}$  J.s (Tetapan Planck)

E = Energi

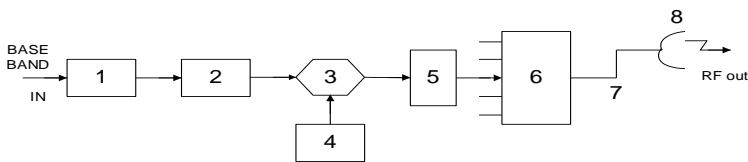
## 2.5 Gelombang Mikro (*Microwave*)

Energi gelombang mikro dikenal memiliki dampak yang signifikan terhadap tingkat berbagai proses dalam industri kimia dan makanan. Banyak perhatian telah diberikan kepada penerapan *microwave* pemanasan dielektrik untuk ekstraksi produk alami yang biasanya jam dibutuhkan atau hari untuk mencapai



penyelesaian dengan konvensional metode. Menggunakan oven *microwave*, ekstraksi direproduksi penuh sekarang bisa diselesaikan dalam hitungan detik atau menit dengan reproduktifitas tinggi, mengurangi konsumsi pelarut, menyederhanakan manipulasi dan bekerja-up, memberikan kemurnian tinggi dari produk akhir, menghilangkan *post treatment* air limbah dan mengkonsumsi hanya sebagian kecil dari energi yang biasanya dibutuhkan untuk metode ekstraksi konvensional seperti distilasi uap atau ekstraksi pelarut (Huda, 2014).

Skema proses pemancaran gelombang mikro ditunjukkan pada **Gambar 2.7** berikut ini:



**Gambar 2.7** Skema Blok Pemancar Gelombang Mikro

Keterangan:

1. *Pre Emphasis Network*
2. FM Deviator
3. *Mixer*
4. *Microwave Generator*
5. BPF
6. Rangkaian kombinasi kanal
7. *Wave guide*
8. Antena Parabola

Saat ini telah ada metode pemanasan dengan *Microwave steam diffusion*. Metode ini merupakan teknik untuk mengekstraksi bahan-bahan terlarut di dalam bahan tanaman dengan bantuan energi gelombang mikro. Teknologi tersebut cocok bagi pengambilan senyawa yang bersifat termolabil karena memiliki kontrol terhadap temperatur yang lebih baik daripada



pemanasan konvensional yang dapat dilihat pada **Gambar 2.8**. Selain kontrol suhu yang lebih baik, kelebihan lain adalah memiliki waktu ekstraksi yang singkat, konsumsi energi dan solvent yang lebih sedikit, *yield* yang lebih tinggi (Huda, 2014).



**Gambar 2.8** Profil Temperatur Pada Pemanasan *Microwave* dan Konvensional

## 2.6 Sabun

Sabun adalah garam alkali karboksilat ( $\text{RCOONa}$ ). Gugus R ber-sifat hidrofobik karena bersifat nonpolar dan  $\text{COONa}$  bersifat hidro-filik (polar). Proses yang terjadi dalam pembuatan sabun disebut sebagai saponifikasi. Ada 2 jenis sabun yang dikenal, yaitu sabun padat (batangan) dan sabun cair. Sabun padat dibedakan atas 3 jenis, yaitu sabun *opaque*, *translucent*, dan transparan. Sabun transparan merupakan salah satu jenis sabun yang memiliki penampilan menarik karena penampakkannya. Selain itu, sabun transparan bisa menjadi alternatif sediaan obat dengan penampakan yang lebih menarik. Penambahan ekstrak minyak serai dalam formula sabun transparan difungsikan sebagai anti nyamuk *Aedes Aegypti* (Hernani, 2010).

Sabun mandi bayi adalah senyawa natrium atau kalium dengan asam lemak yang digunakan sebagai bahan pembersih tubuh, berbentuk padat, berbusa, dengan atau tanpa bahan tambahan lain serta tidak menyebabkan iritasi pada kulit, mata, selaput lendir. Sabun bayi tidak jauh berbeda dari sabun biasa, tetapi mereka relatif kemurnian tinggi. Tidak ada pigmen yang diijinkan dalam sabun bayi dan aroma bahan tambahan harus minimal. Alkali bebas yang terdapat dalam sabun bayi tidak boleh



melebihi 0,05 persen sabun biasa mungkin mengandung damar dan logam pengotor seperti nikel (Rosmiati, 2013).

## **2.6.1 Formulasi Sediaan Sabun**

### **2.6.1.1 Minyak**

Lemak dan Minyak merupakan bahan dasar dalam pembuatan sabun, dimana asam lemak yang bereaksi dengan basa akan menghasilkan gliserin dan sabun, yang dikenal dengan proses saponifikasi. Perbedaan yang mendasar pada lemak dan minyak adalah pada bentuk fisisnya, lemak berbentuk padatan, sedangkan minyak berbentuk cairan. Lemak yang digunakan dalam pembuatan sabun adalah tallow, sedangkan minyak yang digunakan pada pembuatan sabun adalah *coconut oil*, *palm oil*, *palm kernel oil*, *palm stearin*, dll (Budianto, 2010).

### **2.6.1.2 Asam Stearat**

Asam stearat adalah campuran asam organik padat yang diperoleh dari lemak dan minyak yang sebagian besar terdiri atas asam oktadekonat dan asam heksadekonat, berupa zat padat keras mengkilat menunjukkan susunan hablur putih atau kuning pucat, mirip lemak lilin. Praktis tidak larut dalam air, larut dalam bagian (Febriyanti, 2015).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Febriyenti (2014), dinyatakan bahwa asam stearat yang memiliki atom carbon C18 merupakan asam lemak jenuh yang menyebabkan sabun yang dihasilkan menjadi keras.

### **2.6.1.3 Natrium Hidroksida**

Basa seperti NaOH diperlukan dalam pembuatan sabun. Peran dari basa adalah sebagai agen pereaksi dengan fase minyak, sehingga akan terjadi proses saponifikasi. Dengan adanya reaksi antara fase minyak dan basa, maka akan terbentuk gliserol dan sabun, yang berupa garam sodium atau potassium (Budianto, 2010).

### **2.6.1.4 Gliserin**

Gliserin adalah cairan seperti sirup jernih dengan rasa manis. Dapat bercampur dengan air dan etanol. Sebagai suatu pelarut, dapat disamakan dengan etanol, tapi karena



kekentalannya, zat terlarut dapat larut perlahan-lahan didalamnya kecuali kalau dibuat kurang kental dengan pemanasan. Gliserin bersifat sebagai bahan pengawet dan sering digunakan sebagai stabilisator dan sebagai suatu pelarut pembantu dalam hubungannya dengan air dan etanol. Gliserin digunakan sebagai emollient dan humectant dalam sediaan topical dengan rentang konsentrasi 0,2-65,7%. Gliserin pada konsentrasi tinggi menimbulkan efek iritasi pada kulit dan lebih disukai konsentrasi gliserin 10-20 % (Budianto, 2010).

Dalam sabun yang dibuat, gliserin berfungsi sebagai humektan. Humektan adalah suatu bahan yang digunakan untuk mengontrol perubahan kelembaban suatu sediaan dalam wadah atau kemasannya dan mengontrol kelembaban kulit ketika sediaan tersebut diaplikasikan. Gliserin termasuk dalam tipe humektan organik, dimana gliserin merupakan humektan yang paling banyak digunakan dalam industri kosmetik karena kestabilan harga dan presentasinya relatif sedikit dari jumlah total penggunaan produk (Budianto, 2010).

#### **2.6.1.5 Etanol**

Etanol merupakan senyawa organik dengan rumus kimia  $C_2H_5OH$ . Etanol digunakan sebagai pelarut pada proses pembuatan sabun transparan karena sifatnya yang mudah larut dalam air dan lemak (Usmania, 2012).

#### **2.6.1.6 Asam Sitrat**

Asam sitrat memiliki bentuk berupa kristal putih. Asam sitrat berfungsi sebagai agen pengelat. Asam sitrat berfungsi sebagai penurun nilai pH (Usmania, 2012).

#### **2.6.1.7 Gula**

Gula pada proses pembuatan sabun transparan berfungsi untuk membantu terbentuknya transparansi pada sabun. Gula dapat membantu perkembangan kristal pada sabun (Usmania, 2012).

### **2.7 Nyamuk *Aedes Aegypti***

*Aedes Aegypti* biasanya berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran nyamuk rumah



(*Culexquinquefasciatus*), mempunyai warna dasar yang hitam dan bintik-bintik putih pada bagian badannya, terutama pada kakinya dan dikenal dari bentuk morfologinya yang khas sebagai nyamuk, dan mempunyai gambaran lira yang putih pada punggungnya. Telur *Aedes Aegypti* mempunyai dinding bergaris-garis dan membentuk bangunan menyerupai gambaran kain kasa. Larva *Aedes Aegypti* mempunyai pelana yang terbuka dan gigi yang berduri lateral (Wardani, 2009).



**Gambar 2.9** Nyamuk *Aedes Aegypti*

Masa per tumbuhan dan perkembangan nyamuk *Aedes Aegypti* dapat dibagi menjadi empat tahap yaitu telur, larva, pupa dan dewasa. Nyamuk dewasa betina menghisap darah pada siang hari pukul 09.00-10.00 dan pada sore hari pukul 16.00-17.00 (Satari, 2004). Umur nyamuk dewasa kira-kira 10 hari, sedangkan di laboratorium dapat mencapai umur 2 bulan dan bertelur sebanyak 200-400 butir. Nyamuk ini sangat menyukai tempat yang teduh dan lembab, suka bersembunyi di bawah kerindangan pohon ataupun pakaian yang tergantung dan berwarna gelap. Nyamuk *A. aegypti* bertelur pada genangan air yang jernih, yang ada di dalam wadah dan bukan pada air kotor (Wardani, 2009).

Jarak terbang nyamuk *Aedes Aegypti* bisa mencapai 100 meter, maka luas penyemprotan (*fogging*) apabila sudah terjangkau kasus DBD, dilakukan sejauh radius 100 meter dari lokasi pasien DBD (Wardani, 2009).

## 2.8 Analisa GC-MS

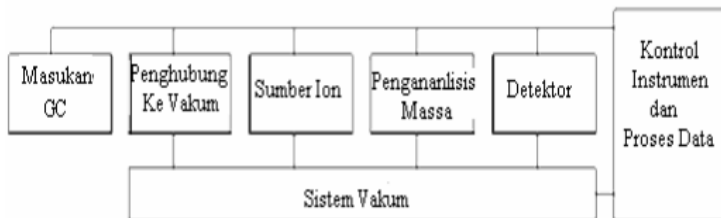
Kromatografi gas spektrometri massa (GCMS) merupakan instrumen analisis hasil kombinasi antara kromatografi gas dan





spektrometri massa, kromatografi gas memiliki kemampuan yang sangat baik dalam hal pemisahan analisis kuantitatif komponen sedangkan spektrometri massa memiliki kemampuan yang tinggi dalam hal identifikasi atau analisis kualitatif. Lebih dari 20 tahun GCMS telah diperkenalkan untuk analisis sehingga alat ini semakin populer digunakan dalam analisis di bidang kimia, ilmu kedokteran, farmasi, dan lingkungan. Di bidang lingkungan, GC dapat digunakan untuk analisis pestisida (Karwati, 2009).

Saat ini bentuk dasar dari GCMS sudah banyak mengalami perubahan dan perkembangan kearah bentuk yang lebih disederhanakan. Bahkan bukan itu saja, pengoprasian dari GCMS semakin dipermudah, sehingga data mentah yang dihasilkan dapat diproses dengan cepat dan mudah dilihat hasilnya. Secara umum GCMS memiliki tiga konfigurasi utama, yaitu GC, Konektor dan MS. **Gambar 2.10** menunjukkan skema alat kromatografi GCMS (Karwati, 2009).

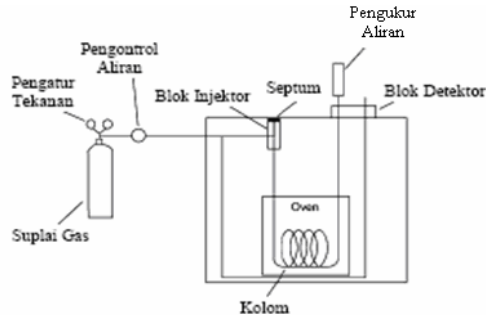


**Gambar 2.10** Skema Konfigurasi Alat GCMS

Kromatografi didasarkan pada perbedaan kepolaran dan massa molekul sampel yang dapat diuapkan. Sampel yang berupa cairan atau gas dapat langsung diinjeksikan ke dalam injektor, jika sampel dalam bentuk padatan maka harus dilarutkan pada pelarut yang dapat diuapkan. Aliran gas yang mengalir akan membawa sampel yang teruapkan untuk masuk ke dalam kolom. Komponen-komponen yang ada pada sampel akan dipisahkan berdasarkan partisi diantara fase gerak (gas pembawa) dan fase diam (kolom). Hasilnya adalah berupa molekul gas yang



kemudian akan diionisasikan pada spektrometer massa sehingga melokul gas itu akan mengalami fragmentasi yang berupa ion ion positif. Ion akan memiliki rasio yang spesifik antara massa dan muatannya ( $m/z$ ) (Karwati, 2009).



**Gambar 2.11** Bagan Alat GCMS

Sejak tahun 1960, GCMS digunakan secara luas dalam kimia organik. Sejak saat itu terjadi kenaikan penggunaan yang sangat besar dari metode ini. Ada dua alasan utama terjadinya hal tersebut. Pertama adalah telah ditemukannya alat yang dapat menguapkan hampir semua senyawa organik dan mengionkan uap. Kedua, fragmen yang dihasilkan dari ion molekul dapat dihubungkan dengan struktur molekulnya. Instrumen alat ini adalah gabungan dari alat GC dan MS, hal ini berarti sampel yang akan diperiksa diidentifikasi dahulu dengan alat GC (kromatografi gas) kemudian diidentifikasi dengan alat MS (spektrometri massa). GC dan MS merupakan kombinasi kekuatan yang simultan untuk memisahkan dan mengidentifikasi komponen-komponen campuran. Gambar 4 menunjukkan bagan alat kromatografi gas (Karwati, 2009).

Menurut Karwati (2014), Adapun kegunaan alat GCMS adalah:

- a) Untuk menentukan berat molekul dengan sangat teliti sampai 4 angka di belakang desimal. Untuk menentukan sampai 4 angka di belakang desimal contohnya adalah sebagai berikut:



misalnya ada senyawa-senyawa: CO massa molekulnya 28; N<sub>2</sub> massa molekulnya 28; H<sub>2</sub>C=CH<sub>2</sub> massa molekul 28. Kalau dihitung massa masing-masing dengan teliti, maka masing-masing massa molekulnya akan berbeda.

- b) Spektroskopi massa dapat digunakan untuk mengetahui rumus molekul tanpa melalui analisa unsur. Misalnya C<sub>4</sub>H=O, biasanya memakai cara kualitatif atau kuantitatif, mula-mula diketahui rumus empiris dulu (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>O<sub>z</sub>)<sub>n</sub>, kemudian baru ditentukan bobot molekulnya. Sekarang karena adanya komputer pada alat GCMS dapat langsung diketahui rumus molekulnya.
- c) Bila senyawa dimasukkan dalam spektroskopimassa, maka senyawa itu akan ditembaki oleh elektron dan molekul akan mengalami reaksi fragmentasi. Molekul akan pecah karena tembakan elektron dalam spektrometer. Pecahnya molekul itu tergantung pada gugus fungsi yang ada dalam molekul itu, jadi melalui suatu corak tertentu, tidak secara random. Sebelum ini hanya spektrometri IR, resonansi magnetik inti yang bisa mengetahui gugus fungsi. Dengan adanya fragmentasi kita juga bisa mengenali senyawa tersebut, sehingga bisa mendapatkan cara tambahan untuk mengetahui apakah senyawa tersebut termasuk golongan alkohol, amin, karboksilat, aldehid dan lain sebagainya.

GCMS hanya dapat digunakan untuk mendeteksi senyawa-senyawa yang mudah menguap. Glukosa, sukrosa, sakarosa bersifat tidak menguap, sehingga tidak dapat dideteksi dengan alat GCMS. Kriteria menguap adalah pada:

- a) Kondisi vakum tinggi, tekanan rendah.
- b) Dapat dipanaskan.
- c) Uap yang diperlukan tidak banyak.

Pada umumnya senyawa-senyawa dengan BM kurang dari 1000 dapat diuapkan, bisa ditentukan massa molekulnya dengan cara spektroskopi massa. Analisis GCMS dengan predikat pemisahan yang *high resolution* serta MS yang sensitif sangat



diperlukan dalam bidang aplikasi, antara lain bidang lingkungan, arkeologi, kesehatan, forensik, ilmu antariksa, kimia, biokimia dan lain sebagainya.

## 2.9 Penelitian Sebelumnya

Penelitian terhadap ekstraksi minyak atsiri dari Serai sudah pernah dilakukan diantaranya sebagai berikut:

1. Penelitian Moncada (2014), membandingkan 2 metode yaitu metode *Water Distillation Extraction* dengan *Solvent Extraction* menggunakan pelarut n-hexane. Pada penelitian tersebut. Yield metode *Solvent Extraction* lebih besar dibanding *Water Distillation Extraction* yaitu 9,97 kg/t dengan waktu 120 menit sedangkan yield *Water Distillation Extraction* adalah 8,75 kg/t dengan waktu yang sama. Tetapi tingkat konsumsi energi dan biaya yang dikeluarkan untuk pelarut dengan menggunakan *solvent extraction* cukup tinggi.
2. Penelitian Ranitha (2014), membandingkan 2 metode yaitu metode *Hydrodistillation* dan *Microwave Assisted Hydrodistillation*. Pada penelitian tersebut waktu untuk ekstraksi pada *Microwave Assisted Hydrodistillation* lebih singkat dibanding penelitian sebelumnya. Yield metode *Microwave Assisted Hydrodistillation* adalah 1,46% dalam waktu 90 menit sedangkan pada waktu yang sama yield *Hydrodistillation* adalah 0,98%.

Dari kedua jurnal diatas didapatkan kesimpulan bahwa metode dengan *yield* paling optimal yaitu metode *Microwave Assited Hydrodistillation*. Akan tetapi daya yang digunakan masih cukup tinggi yang menyebabkan tingginya konsumsi energi, sehingga pada penelitian ini dilakukan penelitian dengan menggunakan *Microwave Steam Diffusion* dengan penambahan gelombang ultrasonik untuk mengurangi tingginya konsumsi energi namun diperoleh *yield* minyak serai optimal dalam waktu yang singkat.

## **BAB III**

### **METODE PEMBUATAN PRODUK**

#### **3.1. Tahap Pelaksanaan**

Inovasi ini dilaksanakan di lingkungan kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya yaitu di Laboratorium Kimia Organik Departemen Teknik Kimia Industri FV-ITS selama 4 bulan (Februari 2017 – Mei 2017).

#### **3.2 Bahan yang Digunakan**

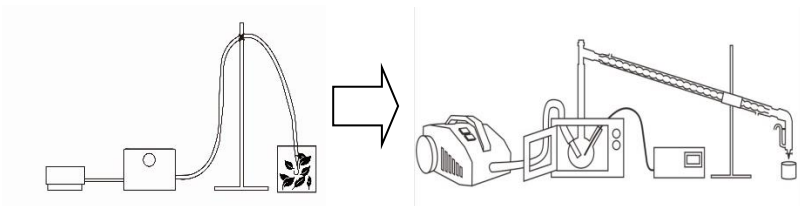
Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan inovasi ini adalah sebagai berikut :

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. Aquadest 10 liter     | 6. Minyak Zaitun 1 liter |
| 2. Asam Stearat 5 liter  | 7. NaOH 1 kg             |
| 3. Etanol 5 liter        | 8. Serai 3 kg            |
| 4. Gliserin 1 kg         | 9. TEA 1 liter           |
| 5. Minyak Kelapa 1 liter |                          |

#### **3.3 Peralatan yang digunakan**

Pada inovasi kali ini, peralatan yang digunakan yaitu serangkaian alat *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion*, *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion*, dan peralatan pembuatan sediaan nyamuk anti nyamuk.

##### **3.3.1 Peralatan untuk proses ekstraksi dan distilasi**



**Gambar 3.1** Serangkaian Alat Ekstraksi MSDf dan MUSDF



Keterangan:

- |                           |              |
|---------------------------|--------------|
| a. Ultrasonik Sonode      | e. Statif    |
| b. <i>Steam Generator</i> | f. Kondensor |
| c. <i>Microwave</i>       | g. Konektor  |
| d. <i>Thermo Couple</i>   |              |

Berikut ini merupakan fungsi dan spesifikasi alat yang digunakan:

a. Ultrasonik Sonode

Ultrasonik sonode berfungsi sebagai alat penghasil gelombang ultrasonik yang membantu proses ekstraksi. Terdiri dari beberapa bagian diantaranya: *power supply*, *handpiece scaler*, *foot switch*, dan *potensiometer*.

Spesifikasi :

- Merk : Woodpecker USD-J
- Power Supply Input : 220-240V~50Hz/60Hz 150 mA
- Main Unit Input : 24V~50Hz/60Hz 1.3A
- Output Power : 3W – 20W
- Frekuensi : 30 kHz  $\pm$  3kHz

b. *Steam Generator*

*Steam Generator* berfungsi sebagai alat penghasil uap air yang digunakan untuk membawa minyak terbang serai dan memanaskan serai saat dalam didalam *microwave*.

- Daya input : 1600 W
- Dimensi *Steam Generator* :
  - Panjang = 15 cm
  - Tinggi = 15 cm
  - Lebar = 15 cm

c. *Microwave*

*Microwave* berfungsi pemanas dalam ekstraksi minyak serai.

- Daya input : 450 W
- Frekuensi : 2450 MHz



- Panjang Gelombang : 12,24 cm
- Dimensi *Microwave* :
  - Panjang = 45 cm
  - Tinggi = 25 cm
  - Lebar = 31 cm

d. *Thermo Couple*

*Thermo Couple* berfungsi sebagai alat pengendali suhu agar tidak terjadi *overheating* dalam proses ekstraksi.

- Tipe Sensor : *Thermo couple* type K
- Tipe Controller : Autonics TC4S-14R
- Power Supply : 100 – 240 VAC 50/60 Hz

e. Statif danklem

Statif dan klem berfungsi sebagai penyangga kondensor.

f. Kondensor

Kondensor berfungsi sebagai alat yang merubah fase vapor hasil ekstraksi menjadi *fase liquid* (minyak).

g. Konektor

Konektor berfungsi sebagai penampung uap yang terkondensasi oleh kondensor.

### 3.3.2 Peralatan untuk Pembuatan Sediaan Sabun

Peralatan-peralatan yang digunakan dalam pembuatan sabun anti nyamuk adalah sebagai berikut:

1. Beaker glass
2. Cetakan Sabun
3. Gelas Ukur
4. *Heater*
5. Kaca Arloji
6. Neraca Analitik
7. Pipet Tetes
8. Spatula
9. Termometer



Berikut ini merupakan fungsi dari peralatan yang digunakan dalam pembuatan sabun anti nyamuk:

1. *Beaker glass* digunakan sebagai wadah dalam proses pencampuran bahan-bahan pembuat sabun anti nyamuk. *Beaker glass* yang digunkan yaitu ukuran 500 mL.
2. Cetakan sabun berfungsi untuk mencetak sabun setelah proses pembuatan.
3. Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume dari bahan kimia penyusun emulgel. Ukuran gelas ukur yang digunakan yaitu volume kecil sebesar 10mL dan 100 mL
4. *Heater* digunakan untuk memanaskan asam stearat dan minyak kelapa serta menaikkan suhu pada saat pencampuran.
5. Kaca arloji digunakan untuk wadah dalam proses penimbangan bahan kimia
6. Neraca Analitik digunakan untuk menimbang bahan pembuat sabun anti nyamuk sesuai dengan yang diperlukan
7. Pipet tetes digunakan untuk membantu dalam proses pengambilan bahan pembuat sabun anti nyamuk yang dalam bentuk *liquid*.
8. Spatula digunakan untuk membantu proses pengadukan pada proses pencampuran
9. Termometer digunakan untuk mengukur suhu pada proses pencampuran.

### 3.4. Variabel Inovasi

Variabel Inovasi yang digunakan dalam inovasi ini adalah membandingkan metode ekstraksi yang digunakan yaitu *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion* dan *Microwave Steam Diffusion*

**Tabel 3.1.** Perbandingan Metode MUSDf dan MSDf Dengan Variasi Waktu Ekstraksi

Variabel (menit)	MUSDf Yield (w/w)	MSDf Yield (w/w)
5	U <sub>5</sub>	S <sub>5</sub>
15	U <sub>15</sub>	S <sub>15</sub>





Variabel (menit)	MUSDf Yield (w/w)	MSDf Yield (w/w)
25	U <sub>25</sub>	S <sub>25</sub>
35	U <sub>35</sub>	S <sub>35</sub>
45	U <sub>45</sub>	S <sub>45</sub>
55	U <sub>55</sub>	S <sub>55</sub>
65	U <sub>65</sub>	S <sub>55</sub>

**Tabel 3.2.** Perbandingan Metode Ekstraksi MUSDf dan MSDf

Plant	MUSDf	MSDf
Microwave Time	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Yield Minyak Serai	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>
Microwave Power	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
Biaya	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>

**Tabel 3.3.** Perbandingan Volume Minyak dengan Efektivitas Sabun Anti-Nyamuk

Jumlah Minyak (% berat)	Jumlah Gigitan Nyamuk
3	N <sub>3</sub>
5	N <sub>5</sub>

**Tabel 3.4.** Formulasi Pembuatan Sabun Anti-Nyamuk

Formulasi ke-n	Bahan Yang Digunakan (% w/w)						
	Minyak Kelapa	Asam Stearat	NaOH	Etanol	TEA	Gliserin	Minyak Zaitun
F 1	31,41	2,09	10,47	31,41	10,47	8,90	5,24
F 2	31,41	5,24	10,47	31,41	10,47	8,90	5,24
F 3	31,41	2,09	16,75	31,41	10,47	8,90	5,24
F 4	31,41	5,24	13,61	31,41	13,61	8,90	5,24

Sedangkan untuk kondisi operasi pada saat pelaksanaan inovasi berlangsung yaitu sebagai berikut :

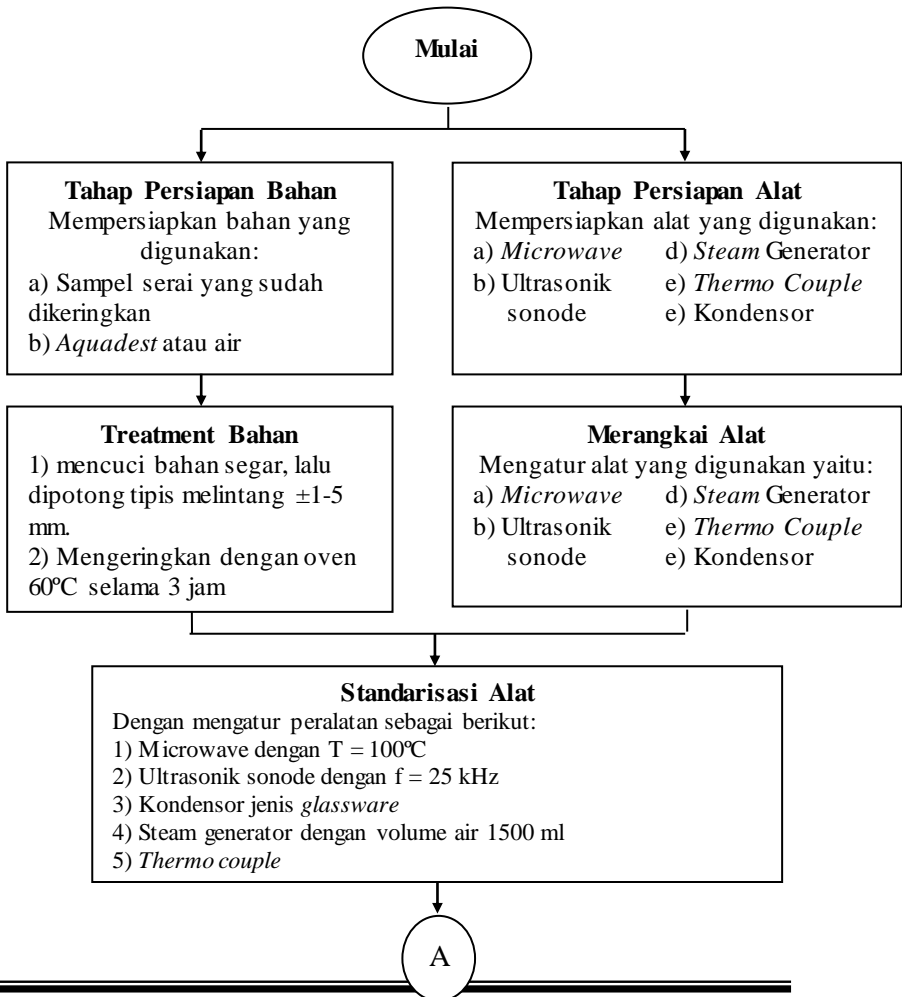
1. Tekanan Operasi Sebesar dengan 1 atm.

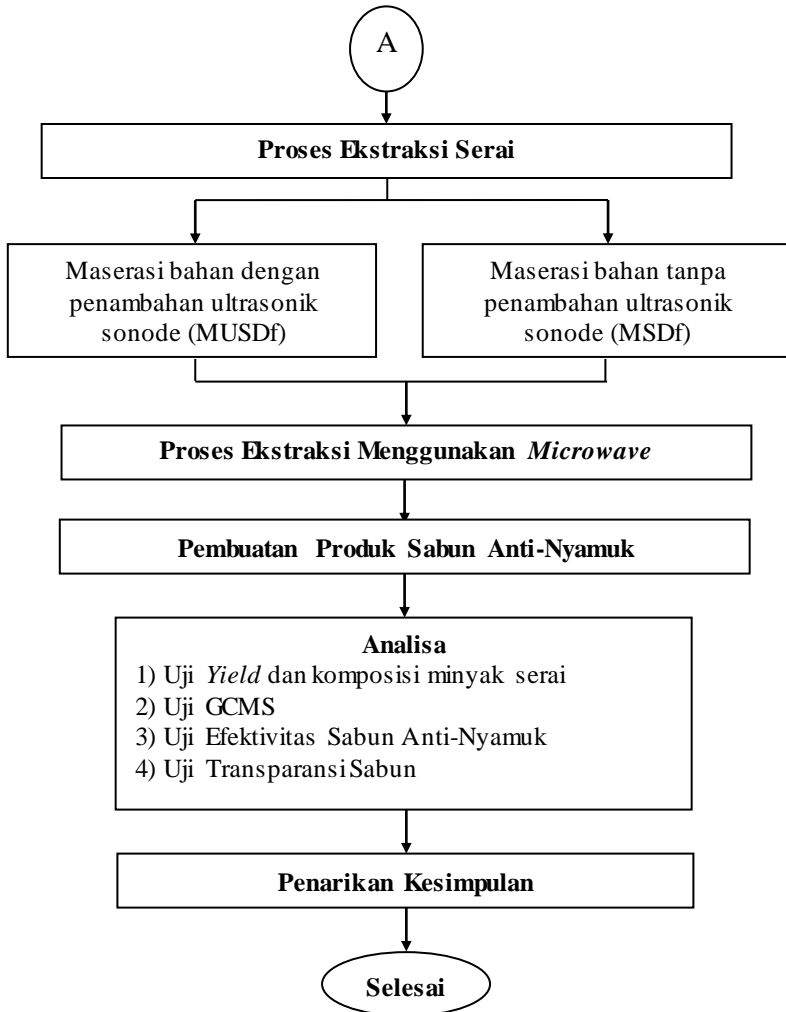


2. Frekuensi Ultrasonik Sebesar 25 kHz untuk metode *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion (MUSDf)*.
3. Waktu Maserasi Ultrasonik selama 30 menit.

### 3.5. Prosedur Inovasi

Adapun metode pelaksanaan yang digunakan, secara garis besar digambarkan pada diagram alir sebagai berikut :





### 3.5.1. Tahap Persiapan

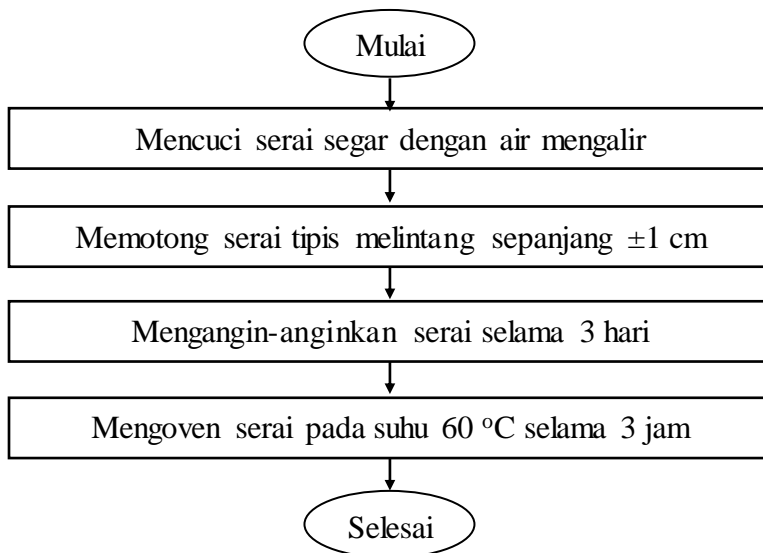
Tahap persiapan inovasi berupa studi literatur yang berkaitan dengan perancangan inovasi seperti karakteristik dari minyak atsiri serai dan *pretreatment* bahan serai yang tepat untuk



mendapatkan hasil yang optimal. Setelah dilakukan studi literatur mengenai hal tersebut, maka dilakukan penyusunan variabel serta kondisi operasi yang tepat. Pada tahap ini juga dilakukan observasi laboratorium mengenai peralatan dan bahan yang dibutuhkan selama kegiatan inovasi berlangsung.

### 3.5.2. Prosedur Pembuatan Produk

#### 3.5.2.1 Pre-Treatment Bahan



Penjelasan terkait diagram alir proses dalam *pre-treatment* bahan yang digunakan dalam inovasi ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Mencuci serai dengan air mengalir

Pada tahap ini, serai dibersihkan dengan menggunakan air mengalir. Hal ini dikarenakan pada batang serai masih terdapat banyak kotoran sisa tanah.



## 2. Memotong serai tipis melintang sepanjang $\pm 1$ cm

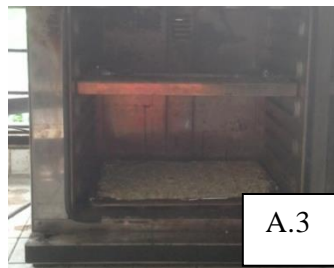
Serai yang sudah dibersihkan kemudian dipotong melintang sepanjang  $\pm 1$  cm. pemotongan ini dilakukan agar serai dapat mudah dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan dapat mempercepat proses pengeringan yang dilakukan. Proses ini ditunjukkan pada gambar A.1.

## 3. Mengangin-anginkan serai selama 3 hari

Serai yang sudah dipotong tipis-tipis kemudian ditata pada sebuah nampan kemudian diangin-anginkan pada suhu kamar, tidak dijemur pada sinar matahari. Proses ini ditunjukkan pada gambar A.2.

## 4. Mengoven serai pada suhu $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam

Setelah proses pengangin-anginan serai yang dilakukan selama 3 hari, serai dioven pada suhu  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan serai dengan kadar air dibawah 10%. Proses ini ditunjukkan pada gambar A.3.

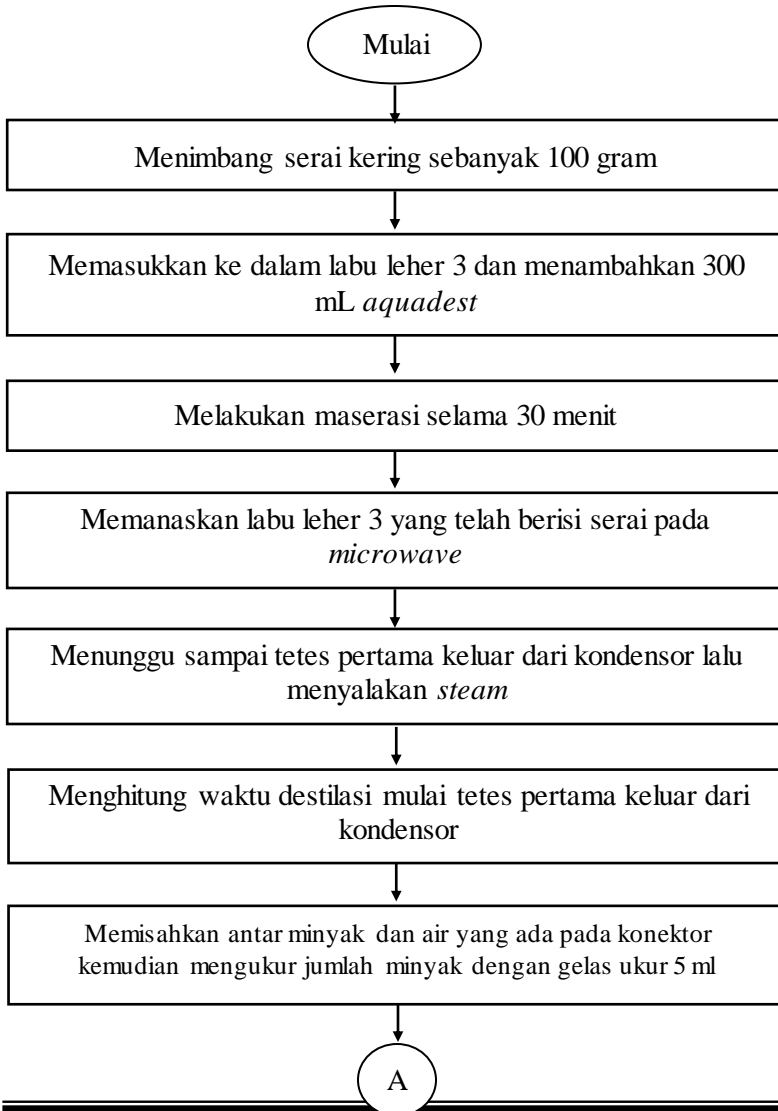


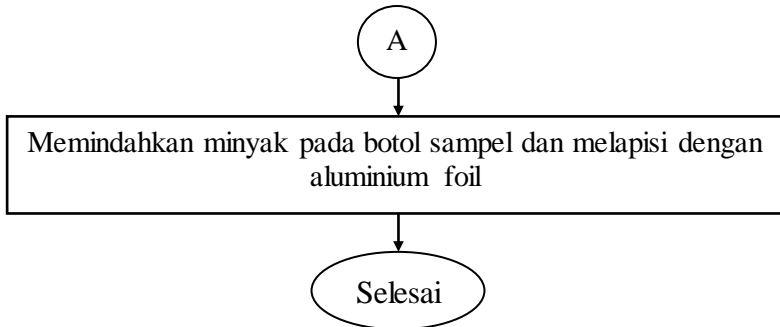
**Gambar 3.2** Proses Pre-treatment Bahan Baku Serai



### 3.5.2.2 Tahap Proses Ekstraksi

#### 3.5.2.2.1 Tahap Ekstraksi Minyak Serai Dengan Metode *Microwave Steam Diffusion* (MSDf)





Penjelasan terkait diagram alir proses dalam *pre-treatment* bahan yang digunakan dalam inovasi ini adalah sebagai berikut:

**1. Menimbang serai kering sebanyak 100 gram**

Pada tahap ini, serai yang sudah kering ditimbang sebanyak 100 gram. Proses ini tampak seperti pada gambar B.1.

**2. Memasukkan ke dalam labu leher 3 dan menambahkan 300 mL *aquadest***

Tahapan selanjutnya setelah melakukan penimbangan, serai perlahan-lahan dimasukkan ke dalam labu leher 3. Kemudian menambahkan *aquadest* dengan hati-hati ke dalam labu leher tiga sebanyak 300 mL seperti pada gambar B.2

**3. Melakukan maserasi selama 30 menit**

Melakukan proses maserasi tanpa penambahan gelombang ultrasonic. Hal ini dilakukan untuk memberikan perlakuan yang sama pada setiap variable metode. Proses maserasi (perendaman) ini tampak pada gambar B.3.

**4. Memanaskan labu leher 3 yang telah berisi serai pada *microwave***

Setelah proses maserasi selesai, proses selanjutnya yaitu memasukkan labu leher 3 ke dalam *microwave* untuk dilakukan ekstraksi. Disini *microwave* berfungsi sebagai pemanas. Proses ekstraksi dilakukan pada suhu 100 °C, karena *microwave* tidak memiliki control suhu, maka peralatan ini



dilengkapi dengan termokopel yang berfungsi untuk mengontrol suhu di dalam labu leher tiga. Proses ini ditunjukkan pada gambar B.4.

#### **5. Menunggu sampai tetes pertama keluar dari kondensor lalu menyalakan *steam***

Selama proses ekstraksi berlangsung, akan terdapat uap air yang membawa minyak serai yang kemudian akan terkondensasi. Setelah distilat menetes setelah melalui kondensator, *steam generator* dinyalakan dan waktu mulai dijalankan sesuai variabel. Fungsi dari *steam generator* yaitu untuk mencegah terjadinya kekosongan karena *liquid* yang terdapat di dalam labu leher tiga akan teruapkan dan lama kelamaan akan habis. Proses ini ditunjukkan oleh gambar B.5.

#### **6. Menghitung waktu destilasi mulai tetes pertama keluar dari kondensor**

Saat pertama kali keluar tetapan pertama dari kondensor maka stopwatch dinyalakan sesuai dengan variable waktu ekstraksi yaitu sebesar 5, 15, 25, 35, 45, 55, dan 65 menit. Kemudian menghentikan proses ekstraksi setelah variabel waktu tercapai

#### **7. Memisahkan antar minyak dan air yang ada pada konektor kemudian mengukur jumlah minyak dengan gelas ukur 5 ml**

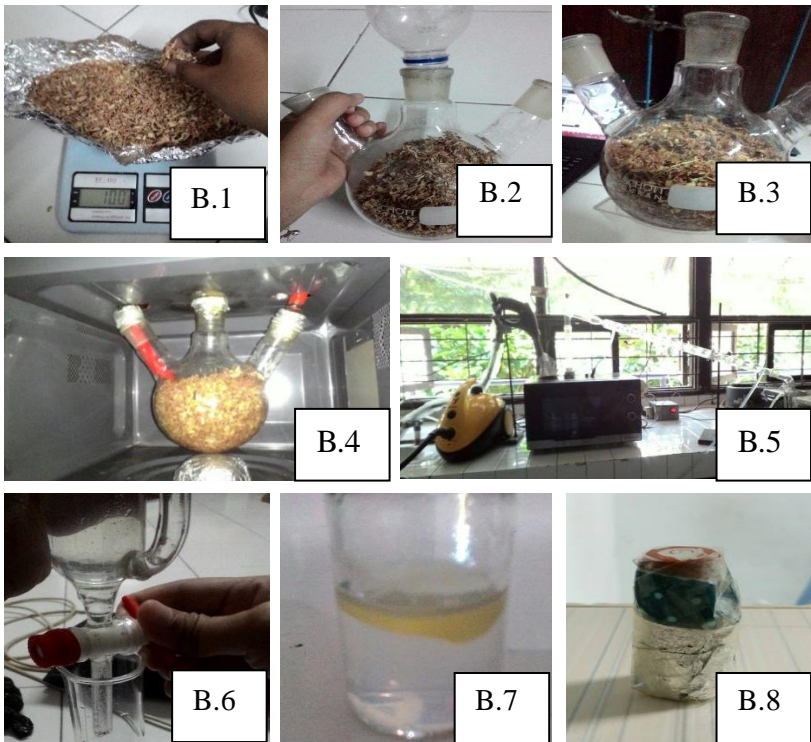
Setelah proses ekstraksi selesai, distilat yang berupa air dan minyak yang tertampung pada konektor dipisahkan antara air dan minyaknya. Karena nilai densitas minyak lebih kecil dari air, maka minyak akan berada pada bagian atas. Sehingga untuk memisahkan air dan minyak cukup dengan membuka kran pada bagian bawah konektor untuk membuang air hingga tersisa hanya minyak saja. Setelah tersisa minyak saja, memindahkan minyak dari konektor menuju gelas ukur dengan membuka kran bagian bawah dan menghitung volume minyak hasil ekstraksi. Proses ini ada pada gambar B.6.





### 8. Memindahkan minyak pada botol sampel dan melapisi dengan aluminium foil

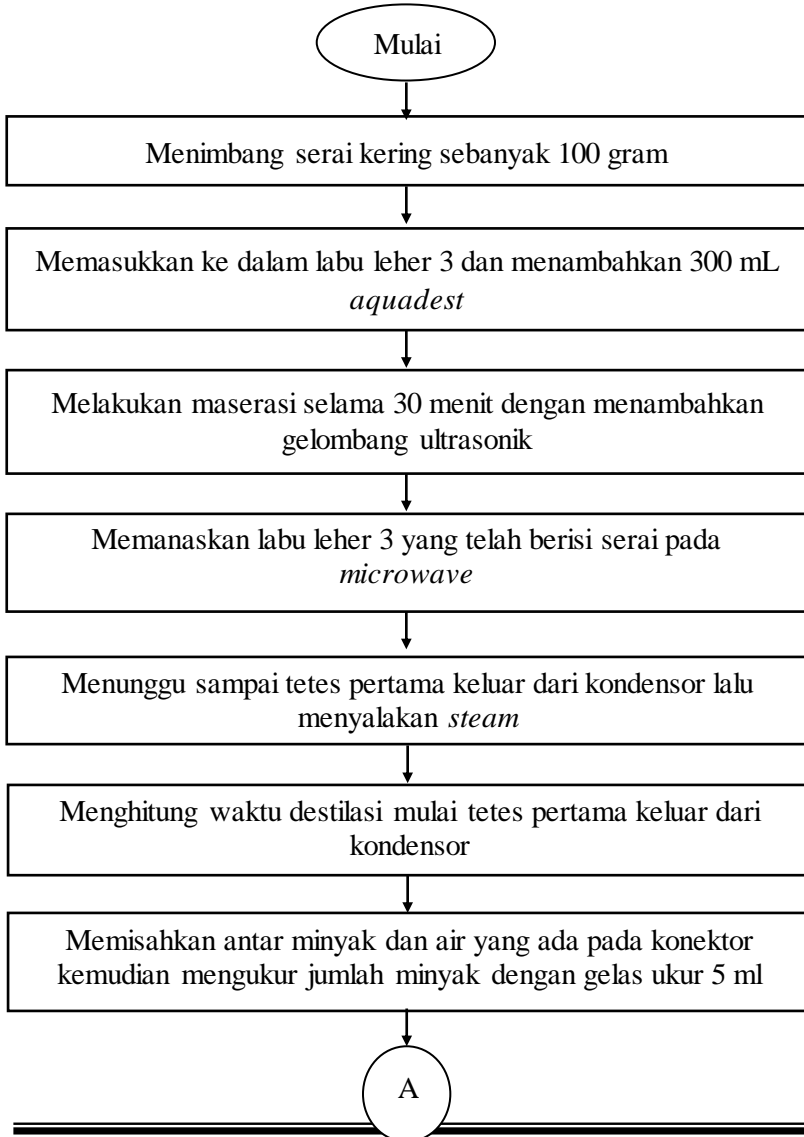
Minyak yang sudah diukur, disimpan pada botol sampel pada gambar B.7, lalu dilapisi aluminium foil dan dimasukkan ke dalam kulkas. Hal ini dilakukan agar minyak tidak mengalami oksidasi sehingga senyawanya terdegradasi. Proses ini ada pada gambar B.8.

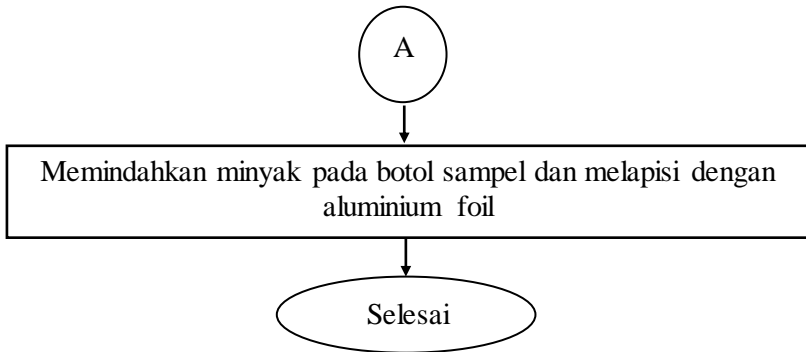


**Gambar 3.3** Proses Ekstraksi dengan Metode *Microwave Steam Diffusion*



### 3.5.2.2 Tahap Ekstraksi Minyak Serai dengan Metode *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion*(MUSDF)





Penjelasan terkait diagram alir proses dalam *pre-treatment* bahan yang digunakan dalam inovasi ini adalah sebagai berikut:

**1. Menimbang serai kering sebanyak 100 gram**

Pada tahap ini, serai yang sudah kering ditimbang sebanyak 100 gram. Proses ini tampak seperti pada gambar C.1.

**2. Memasukkan ke dalam labu leher 3 dan menambahkan 300 mL *aquadest***

Tahapan selanjutnya setelah melakukan penimbangan, serai perlahan-lahan dimasukkan ke dalam labu leher 3. Kemudian menambahkan *aquadest* dengan hati-hati ke dalam labu leher tiga sebanyak 300 mL seperti pada gambar C.2

**3. Melakukan maserasi selama 30 menit dengan menambahkan gelombang ultrasonik**

Melakukan proses maserasi dengan penambahan gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik akan menyebabkan terjadinya kavitasi yang menyebabkan rusaknya membrane sel, sehingga minyak mudah terekstrak. Proses maserasi ini tampak pada gambar C.3.



#### **4. Memanaskan labu leher 3 yang telah berisi serai pada *microwave***

Setelah proses maserasi selesai, proses selanjutnya yaitu memasukkan labu leher 3 ke dalam *microwave* untuk dilakukan ekstraksi. Disini *microwave* berfungsi sebagai pemanas. Proses ekstraksi dilakukan pada suhu 100 °C, karena *microwave* tidak memiliki control suhu, maka peralatan ini dilengkapi dengan termokopel yang berfungsi untuk mengontrol suhu di dalam labu leher tiga. Proses ini ditunjukkan pada gambar C.4.

#### **5. Menunggu sampai tetes pertama keluar dari kondensor lalu menyalakan *steam***

Selama proses ekstraksi berlangsung, akan terdapat uap air yang membawa minyak serai yang kemudian akan terkondensasi. Setelah distilat menetes setelah melalui kondensator, *steam generator* dinyalakan dan waktu mulai dijalankan sesuai variabel. Fungsi dari *steam generator* yaitu untuk mencegah terjadinya kekosongan karena *liquid* yang terdapat di dalam labu leher tiga akan teruapkan dan lama kelamaan akan habis. Proses ini ditunjukkan oleh gambar C.5.

#### **6. Menghitung waktu destilasi mulai tetes pertama keluar dari kondensor**

Saat pertama kali keluar tetapan pertama dari kondensor maka stopwatch dinyalakan sesuai dengan variabel waktu ekstraksi yaitu sebesar 5, 15, 25, 35, 45, 55, dan 65 menit. Kemudian menghentikan proses ekstraksi setelah variabel waktu tercapai

#### **7. Memisahkan antar minyak dan air yang ada pada konektor kemudian mengukur jumlah minyak dengan gelas ukur 5 ml**

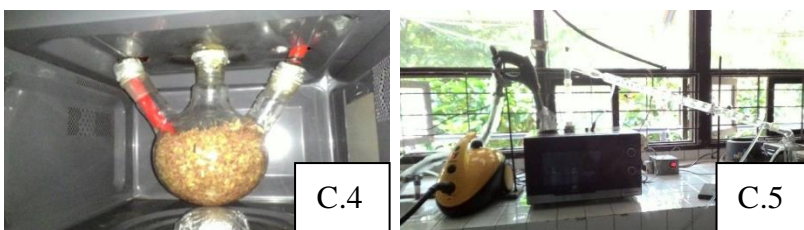
Setelah proses ekstraksi selesai, distilat yang berupa air dan minyak yang tertampung pada konektor dipisahkan antara air dan minyaknya. Karena nilai densitas minyak lebih kecil dari

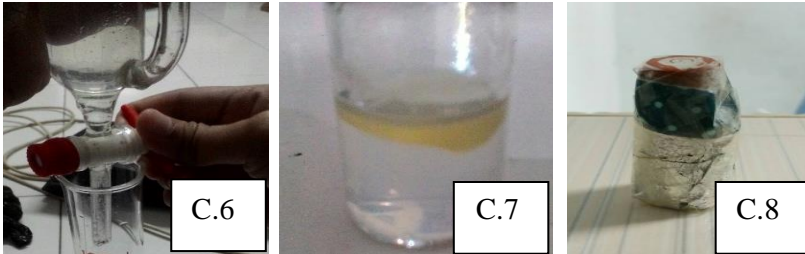


air, maka minyak akan berada pada bagian atas. Sehingga untuk memisahkan air dan minyak cukup dengan membuka kran pada bagian bawah konektor untuk membuang air hingga tersisa hanya minyak saja. Setelah tersisa minyak saja, memindahkan minyak dari konektor menuju gelas ukur dengan membuka kran bagian bawah dan menghitung volume minyak hasil ekstraksi. Proses ini ada pada gambar C.6.

### 8. Memindahkan minyak pada botol sampel dan melapisi dengan aluminium foil

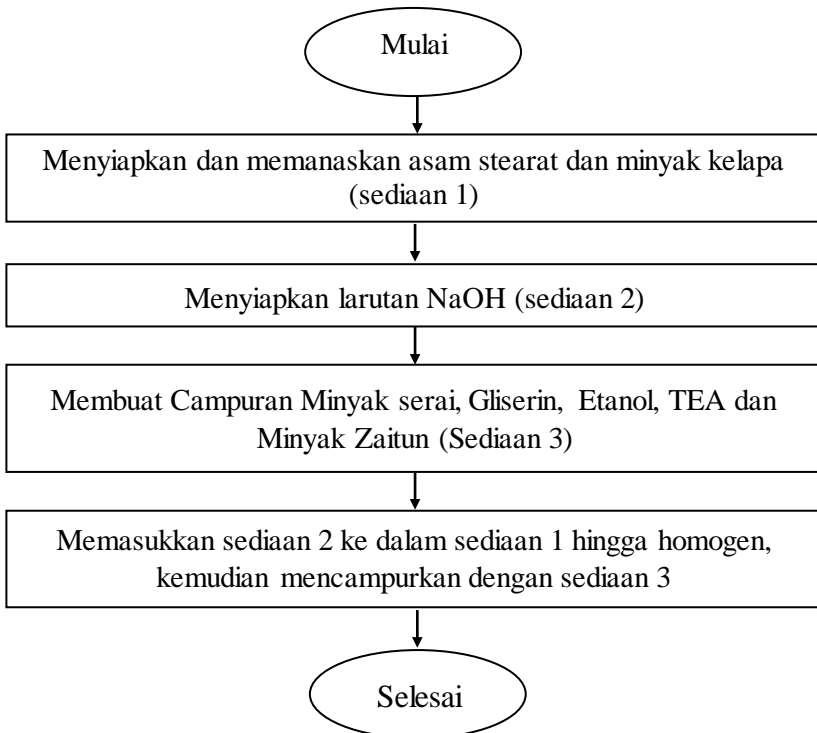
Minyak yang sudah diukur, disimpan pada botol sampel pada gambar B.7, lalu dilapisi aluminium foil dan dimasukkan ke dalam kulkas. Hal ini dilakukan agar minyak tidak mengalami oksidasi sehingga senyawanya terdegradasi. Proses ini ada pada gambar C.8.





**Gambar 3.4** Proses Ekstraksi dengan Metode *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion*

### 3.5.2.3 Tahap Pembuatan Produk Sabun Pengusir Nyamuk





Penjelasan terkait diagram alir proses dalam pembuatan sabun pengusir nyamuk adalah sebagai berikut:

**1. Menyiapkan dan memanaskan asam stearat dan minyak kelapa (sediaan 1)**

Pada tahap ini menimbang asam stearat sebanyak 2 gram dan menimbang minyak kelapa. Lalu mencampurkannya ke dalam *beaker glass* dan memanaskan hingga asam stearat menjadi meleleh. Gambar D.1

**2. Menyiapkan larutan NaOH (sediaan 2)**

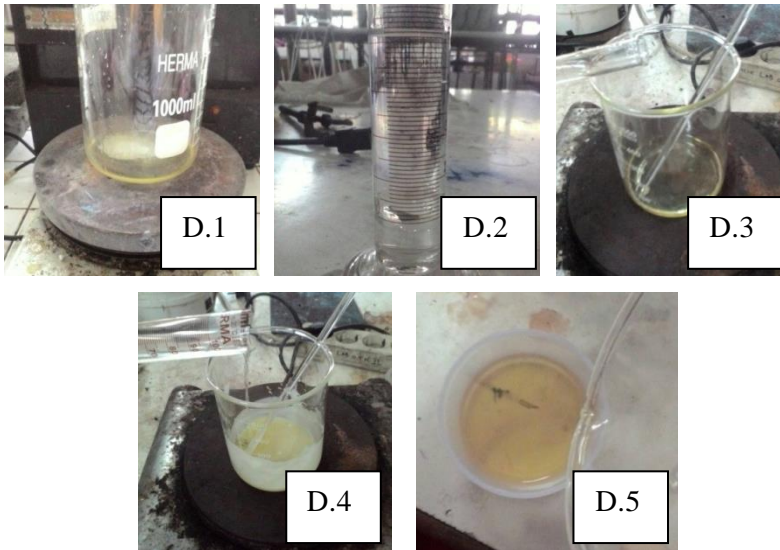
Membuat larutan NaOH 60%, yaitu menimbang 6 gram NaOH kemudian menambahkan *aquadest* hingga volumenya menjadi 10 ml.

**3. Membuat Campuran Minyak serai, Gliserin, Etanol, TEA dan Minyak Zaitun (Sediaan 3)**

Menimbang minyak serai sesuai variabel yaitu 3% dan 5% (w/w), gliserin 8,5 gram, etanol 30 gram, TEA 10 gram, dan minyak zaitun sebesar 5 gram. Kemudian mencampur menjadi satu sebagai sediaan 3. Gambar D.2

**4. Memasukkan sediaan 2 ke dalam sediaan 1 hingga homogen, setelahnya mencampurkan dengan sediaan 3**

Setelah asam stearat pada sediaan 1 meleleh dan selesai dipanaskan, kemudian memasukkan larutan NaOH (gambar D.3) dan mengaduk cepat dengan menggunakan spatula hingga terbentuk seperti pasta. Setelahnya memasukkan sediaan 3 ke dalam *beaker glass* tersebut dan memanaskannya (gambar D.4), menjaga suhunya agar tidak melebihi 60 °C. mengaduk cepat dengan menggunakan spatula hingga homogen. Setelah homogen, memasukkan sediaan ke dalam cetakan, kemudian mendinginkan selama 24 jam (gambar D.5)



**Gambar 3.5** Proses Pembuatan Sabun Anti Nyamuk Transparan

### 3.5.3 Prosedur Analisa

#### 1. Menghitung *Yield* Minyak Serai

*Yield* didefinisikan sebagai massa komponen hasil ekstraksi dibagi dengan massa *feed*. Dari metode *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion (MUSDf)* dan *Microwave Steam Diffusion (MSDf)* akan dibandingkan hasil *yield* yang diperoleh. Rumus perhitungan *yield*:

$$yield = \frac{\text{Berat Hasil}}{\text{Berat Umpan}} \times 100\%$$

#### 2. Uji CGMS Kadar Minyak Serai

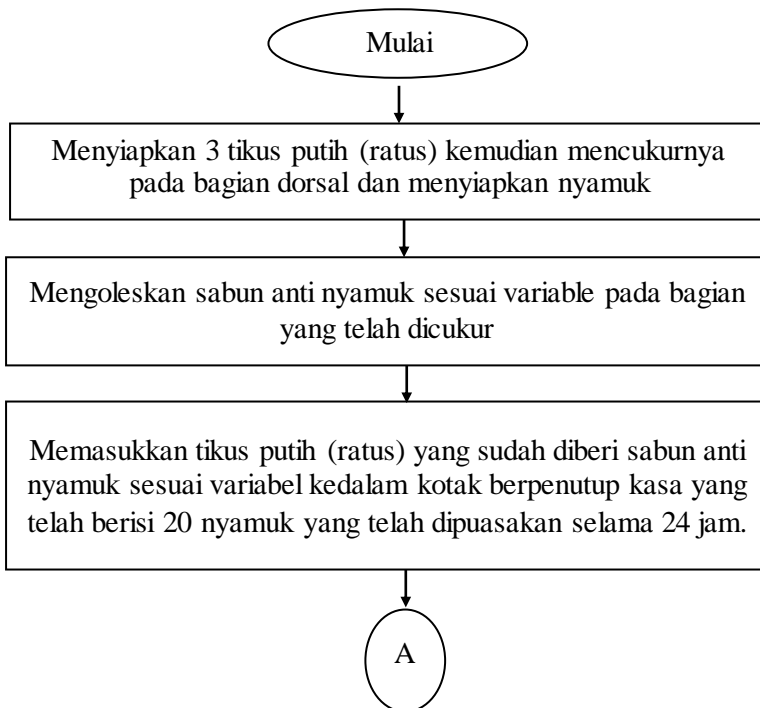
Untuk mengetahui komposisi minyak serai yang dihasilkan dari kedua metode tersebut maka dilakukan uji CGMS secara kuantitatif sehingga dapat diketahui kandungan minyak serai murni.

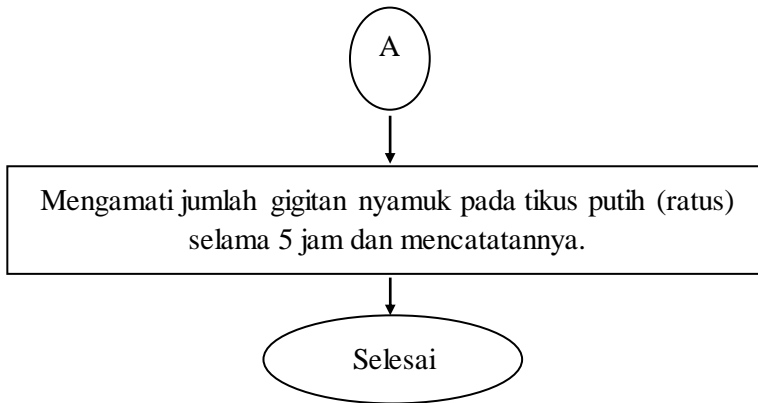




### 3. Uji Efektifitas Sabun Anti-Nyamuk

Untuk mengetahui pengaruh uji efektifitas sabun anti nyamuk digunakan hewan uji nyamuk *Aedes Albopictus* dengan cara memasukkan nyamuk *Aedes Albopictus* sebanyak 20 ekor ke dalam kandang (50 x 35 x 40) cm yang telah dipuasakan selama 24 jam. Kemudian memasukkan tikus putih (*ratus*) yang telah dicukur bulunya pada bagian dorsal dan diolesi sabun anti nyamuk. Mengamati jumlah gigitan nyamuk pada tikus putih (*ratus*) selama 2 jam dengan senter dan mencatatnya. Selama pengamatan, setiap penutup kasa pada kandang dipukul-pukul sebanyak 6x pukulan rata di setiap sisi kotak dengan selang waktu 5, 15, 30, 60 dan 120 menit agar nyamuk yang hinggap di kasa berterbangan kearah tikus uji.





Berikut penjelasan dari diagram alir proses ekstraksi minyak jeruk dengan metode uji efektivitas *lotion* anti nyamuk:

### 1. Menyiapkan 3 tikus putih (*ractus*) dan mencukurnya pada bagian dorsal

Meyiapkan kandang tikus dengan ukuran (20 x 8 x 10) cm untuk setiap tikus yang terbuat dari kawat kasa. Kemudian mencukur ke tiga tikus pada bagian dorsal (tempat yang akan diolesi sabun) dengan menggunakan pencukur rambut (gambar E.1).

Di samping itu, menyiapkan tempat yang digunakan uji, seperti kandang yang diselubungi oleh kasa tipis (gambar E.2), kemudian memasukkan 20 ekor nyamuk ke dalam kandang tersebut dengan menggunakan respirator (gambar E.3).

### 2. Mengoleskan sabun anti nyamuk sesuai variable pada bagian yang telah dicukur

Pada tahap ini, bagian dorsal yang telah dicukur masing-masing ekor tikus putih (*ractus*) dibilas dengan menggunakan spons yang sudah dibasahi air. Kemudian mengolesi bagian yang sudah dibilas dengan spons yang sudah diberi sabun serai sebanyak 15x pengulangan merata



keseluruh bagian yang dicukur. Ada 3 variasi konsentrasi sabun anti nyamuk, yaitu kontrol, sabun anti nyamuk dengan penambahan serai 3% dan sabun anti nyamuk dengan penambahan serai 5%. Tahap ini ditunjukkan pada gambar E4.

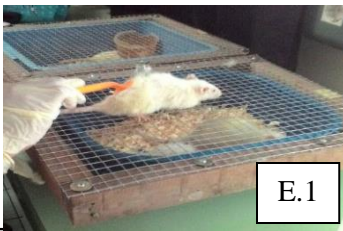
Setelah diberi perlakuan secara merata keseluruhan bagian dorsal yang dicukur, tikus putih (*ractus*) di masukkan kedalam kandang yang berukuran (20 x 8 x 10) cm. Tahap ini ditunjukkan pada gambar E.5.

**3. Memasukkan tikus putih (*ractus*) yang sudah diolesi obat pengusir nyamuk sesuai variabel kedalam kotak berpenutup kasa yang telah berisi 20 nyamuk yang telah dipuasakan selama 24 jam.**

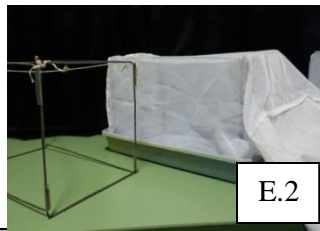
Pada tahap ini, nyamuk dimasukkan perlahan-lahan kedalam kandang berpenutup kasa, setelah itu, kandang beserta tikus putih (*ratus*) di dalamnya dimasukkan kedalam kotak berpenutup kasa secara perlahan dengan meniup-niupkan udara disekitar kasa yang terbuka agar nyamuk tidak keluar (gambar E.6)

**4. Mengamati nyamuk yang telah menggigit tikus putih (*ratus*) selama 5 jam dan mencatatannya.**

Selama pengamatan, setiap penutup kasa pada kandang dipukul-pukul sebanyak 6x pukulan rata di setiap sisi kotak dengan selang waktu 5, 15, 30, 60, 120, 180, 240, dan 300 menit agar nyamuk yang hinggap di kasa berterbangan kearah tikus uji. Kemudian mengamati nyamuk yang sudah menggigit tikus putih dengan senter dan menghitungnya. Tahap ini ditunjukkan pada gambar E.7.



E.1



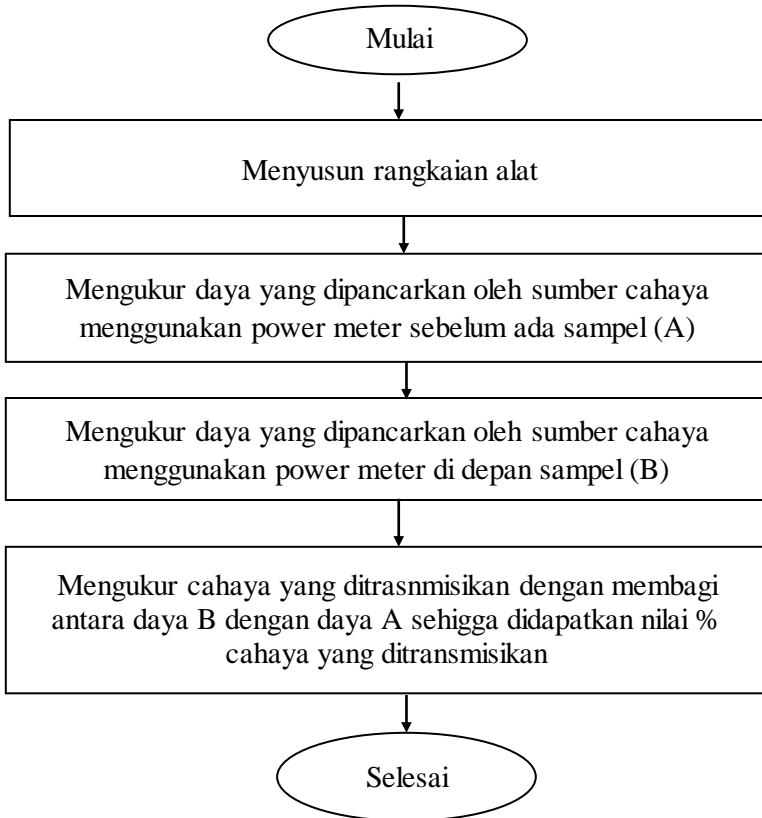
E.2



**Gambar 3.6** Proses Analisa Efektivitas Sabun Anti Nyamuk

#### 4. Uji Transmittansi Sabun Anti Nyamuk

Untuk mengetahui banyaknya cahaya yang ditransmisikan oleh sabun transparan yang dibuat. Pengukuran ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Fotonika Teknik Fisika FTI ITS.



Berikut penjelasan dari diagram alir proses pengukuran cahaya yang dapat ditransmisikan oleh sabun transparan:

### 1. Menyusun rangkaian alat

Pada tahap ini dilakukan proses perangkaian alat yang akan digunakan. Rangkaian alat yang digunakan seperti pada gambar F.1.



## 2. Mengukur daya yang dipancarkan oleh sumber cahaya menggunakan power meter sebelum ada sampel (Io)

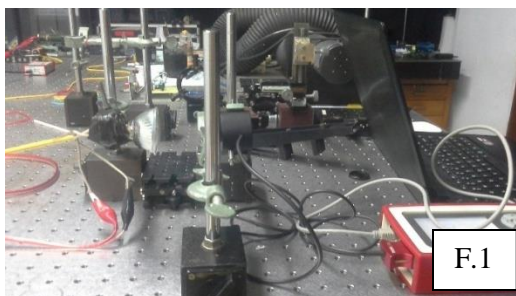
Setelah rangkaian alat disusun, dan laptop sudah terinstal oleh *software* PM100D, maka mengukur daya awal sumber cahaya (halogen) yang akan digunakan dengan menggunakan powermeter. Data-data yang keluar dari powermeter akan tercatat pada *software*. Sebelum pengukuran dilakukan, terlebih dahulu rangkaian alat ditutup kain hitam dan kemudian lampu dimatikan, (Gambar F.2)

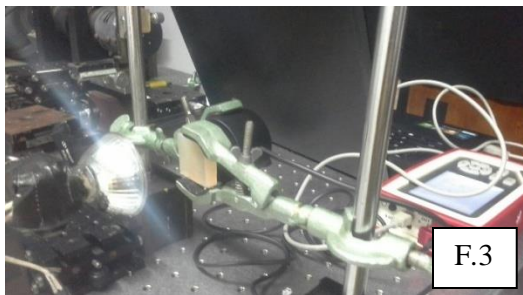
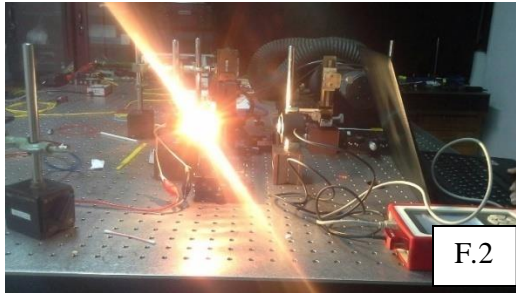
## 3. Mengukur daya yang dipancarkan oleh sumber cahaya menggunakan power meter di depan sampel (It)

Setelah pengukuran daya awal dilakukan, kemudian meletakkan sabun pada bagian rangkaian alat, kemudian mengambil data It yaitu data daya cahaya yang berhasil ditransmisikan oleh sabun. (Gambar F.3)

## 4. Mengukur cahaya yang ditransmisikan dengan membagi antara daya B dengan daya A sehingga didapatkan nilai % cahaya yang ditransmisikan

Setelah mendapatkan dua data yaitu data Io dan data It, maka dilakukan perhitungan % cahaya yang ditransmisikan dengan menggunakan rumus seperti pada Bab 4.





**Gambar 3.7** Pengukuran Cahaya Transmisi Sabun Anti Nyamuk

### 3.6. Tempat Pelaksanaan

Inovasi ini dilaksanakan di lingkungan kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya yaitu di Laboratorium Kimia Organik dan Kimia Analit Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi ITS, Laboratorium Entomologi Universitas Airlangga, dan Laboratorium Rekayasa Fotonika Teknik Fisika FTI-ITS. Pelaksanaan inovasi dilaksanakan selama 5 bulan (Februari 2017 - Juni 2017).



Halaman ini sengaja dikosongkan



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Analisis Pengaruh Metode MSDf dan MUSDf terhadap Yield**

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk membandingkan variasi dua metode dalam proses ekstraksi minyak serai (*Cymbopogon Citratus*), yaitu perbandingan antara metode *Microwave Steam Diffusion* (MSDf) dan metode *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion* (MUSDf). MSDf merupakan suatu metode pengambilan minyak yang terdapat pada suatu bahan dengan menggunakan pemanas gelombang mikro. Keuntungan dalam menggunakan gelombang mikro adalah gelombang ini berfungsi sebagai pemanas dengan persebaran yang merata, *steam* juga ditambahkan pada metode ini sebagai media pengangkut minyak serai yang teruapkan. Teknologi ini sangat cocok untuk pengambilan senyawa yang bersifat thermolabil karena memiliki kontrol suhu yang lebih baik. Sedangkan metode MUSDf merupakan metode ekstraksi minyak suatu bahan dengan memberikan penambahan gelombang ultrasonik. Metode tersebut mudah dioperasikan karena tidak memerlukan kondisi *supercritical* (suhu dan tekanan di atas titik kritis).

Pada proses ekstraksi MUSDf, serai kering dengan kadar air <10% ditimbang sebanyak 100 gram kemudian ditambahkan air sebanyak 300 ml dan dilakukan proses maserasi dengan penambahan gelombang ultrasonik selama 30 menit. Tahap selanjutnya yaitu melakukan ekstraksi dan distilasi dengan menggunakan pemanas gelombang mikro serta penambahan *steam*, keadaan operasi dijaga 100 °C dan tekanan 1 atm. Proses yang sama dilakukan pada metode MSDf, namun pada metode MSDf, maserasi tidak diberikan penambahan gelombang ultrasonik.

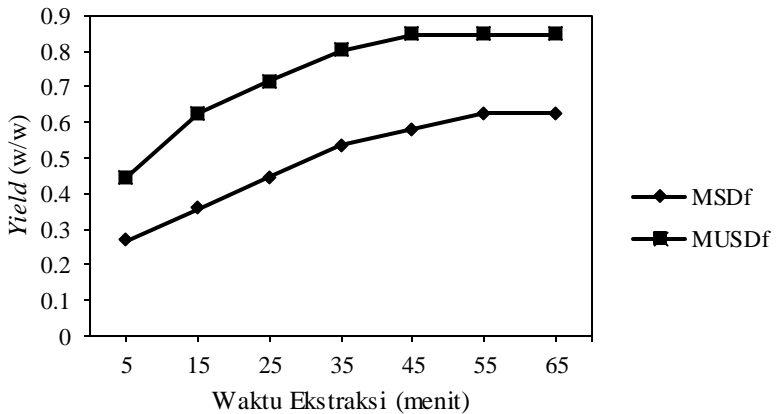
Dari hasil ekstraksi dengan menggunakan metode MUSDf dan MSDf didapatkan Hasil *yield* minyak serai pada tabel 4.1



**Tabel 4.1** Hasil *Yield* Minyak Serai dengan Menggunakan Metode MSDf dan MUSDf

Waktu Ekstraksi (menit)	<i>Yield</i> (w/w)	
	MSDf	MUSDf
5	0,2679	0,4465
15	0,3572	0,6251
25	0,4465	0,7144
35	0,5358	0,8037
45	0,5805	0,8484
55	0,6251	0,8484
65	0,6251	0,8484

Pengaruh penggunaan metode MSDf dan MUSDf terhadap *yield* disajikan pada **Tabel 4.1**. Nilai *yield* (w/w) paling tinggi ditunjukkan pada menit ke 45 dan 55 yaitu sebesar 0,84835 dan 0,6251 pada metode MUSDf dan MSDf. Untuk nilai *yield* (w/w) terendah ditunjukkan pada menit ke 5 sebesar 0,4465 dan 0,2679 di metode MUSDf dan MSDf. Sedangkan *yield* (w/w) minyak yang terekstrak meningkat secara signifikan dari 0,4465 menjadi 0,6251 pada metode MUSDf, namun pada metode MSDf kenaikan nilai *yield* yang terjadi hampir selalu sama sehingga tidak terjadi kenaikan signifikan pada setiap variabel waktu. Untuk mengetahui metode yang efektif pada ekstraksi serai, akan digambarkan pada **grafik 4.1**.



**Grafik 4.1** Hasil *Yield* Minyak Serai dengan Menggunakan Metode MSDf dan MUSDf

Terlihat bahwa pada **grafik 4.1** nilai *yield* (w/w) pada metode MUSDf lebih tinggi dari metode MSDf. Nilai *yield* optimum pada metode MUSDf didapatkan pada menit ke 45 yaitu sebesar 0,8484 (w/w). Sedangkan pada metode MSDf *yield* optimum diperoleh pada menit ke 55 yaitu sebesar 0,6251 (w/w). Hal ini menunjukkan bahwa pada metode MUSDf dapat mencapai titik optimum ekstraksi lebih cepat jika dibandingkan metode MSDf.

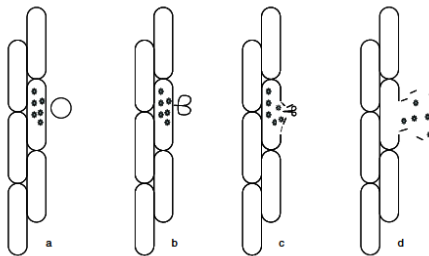
Chunmei, et al. (2014), dalam penelitiannya menyebutkan bahwa gelombang ultrasonik mampu mempercepat waktu ekstraksi dan memperbesar *yield* yang dihasilkan. Hasil yang sama ditunjukkan juga oleh Boukroufa, et al. (2015) yang menjelaskan bahwa penambahan gelombang ultrasonik mampu menaikkan nilai *yield* hingga 30%.

Penelitian lain dalam hal yang sama juga dilakukan oleh Bagherian, et al (2011) dengan membandingkan antara metode MAE (*Microwave Assited Extraction*) dan metode UAE+MAE (*Ultrasound Assited Extraction + Microwave Assited Extraction*). Pada penelitian yang dilakukan oleh Bagherian, et al (2011) terjadi



peningkatan *yield* yang dihasilkan pada dua metode tersebut. *Yield* yang dihasilkan pada metode MAE sebesar 27,81% dan pada metode UAE+MAE nilai *yield* yang dihasilkan meningkat sampai 31,88%. Hal tersebut berarti bahwa penambahan gelombang ultrasonik memang benar dapat meningkatkan nilai *yield* yang dihasilkan dalam proses ekstraksi. Penambahan gelombang ultrasonik dapat menyebabkan terbukanya pori-pori sel tanaman akibat terbentuknya gelembung kavitasi yang dihasilkan dari gelombang ultrasonik sehingga menyebabkan penetrasi pelarut ke dalam zat terlarut semakin meningkat dan menyebabkan proses difusi semakin meningkat, dengan hal itu maka akan meningkatkan proses perpindahan massa (*Bilgin & Shahin, 2013*)

Saat gelombang ultrasonik melalui media elastis, ia menginduksi perpindahan massa dari partikel. Sebenarnya, sumber gelombang suara berperan sebagai piston pada permukaan sel. Saat piston berada dalam posisi terbuka ini dapat menginduksi kompresi ke permukaan sel dan saat piston berada dalam posisi terjepit (*pull*) akan menciptakan *rarefaction phase*. Setiap permukaan sel memiliki *critical value distance*. Apabila dibawah nilai kritis ini, maka cairan/isi sel akan tetap utuh, tapi apabila diatas maka isi sel akan mengalir keluar. Gelembung kavitasi dapat tumbuh selama *rarefaction phase* dan terjadi penurunan ukuran selama siklus kompresi. Ketika ukuran gelembung ini mencapai titik kritis maka gelembung akan pecah. Mekanisme proses pemecahan sel yang disebabkan karena terjadinya proses kavitasi oleh Chemat, et al. (2010) dijelaskan pada gambar sebagai berikut:



**Gambar 4.1** Mekanisme Proses Pemecahan Sel



Gelembung kavitasi yang dihasilkan oleh gelombang ultrasonik terjadi pada permukaan sel tanaman (a), Gelembung kavitasi lama-kelamaan akan membesar (b) ketika gelembung kavitasi mencapai titik kritis, maka gelembung kavitasi akan pecah sehingga mulai terjadi pecahnya permukaan sel (b dan c). Tekanan tinggi yang dihasilkan oleh pecahnya gelembung kavitasi akan menghancurkan dinding sel tanaman sehingga isinya dapat dilepaskan ke medium (pelarut) (d)

#### **4.2. Analisis Pengaruh Metode MSDf dan MUSDf terhadap Kualitas Minyak Serai**

Banyak parameter yang menentukan baik atau buruknya kualitas serai. Salah satu parameter yang biasanya digunakan dalam penentuan kualitas minyak tersebut adalah kadar yang terdapat di dalam minyak serai. Penentuan kualitas minyak serai, ditandai dengan adanya tinginya bahan aktif (sitral) yang akan digunakan.

Pengujian kadar pada minyak serai dilakukan dengan menggunakan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*). Kromatografi gas spektrometri massa (GCMS) merupakan instrumen analisis hasil kombinasi antara kromatografi gas dan spektrometri massa, kromatografi gas memiliki kemampuan yang sangat baik dalam hal pemisahan analisis kuantitatif komponen sedangkan spektrometri massa memiliki kemampuan yang tinggi dalam hal identifikasi atau analisis kualitatif. Saat ini bentuk dasar dari GCMS sudah banyak mengalami perubahan dan perkembangan kearah bentuk yang lebih disederhanakan. Bahkan bukan itu saja, pengoprasian dari GCMS semakin dipermudah, sehingga data mentah yang dihasilkan dapat diproses dengan cepat dan mudah dilihat hasilnya (*Karwati, 2009*).

Dari hasil pengujian yang dilakukan di Unit Layanan Pengujian (ULP) Universitas Airlangga didapatkan presentase kandungan sitral pada minyak serai dengan menggunakan uji GC-MS yang disajikan pada tabel 4.2



**Tabel 4.2** Hasil Analisa Kadar Sitral dalam Minyak Serai yang Diperoleh dari Metode MSDf dan MUSDf dengan menggunakan GC-MS

No.	Komponen	Kadar (%)	
		MSDf	MUSDf
1	Heksanal	1,074	0,168
2	$\beta$ -myrcene	1,289	2,312
3	Octatriene	0,079	0,503
4	1,2,2 Trimetil Siklopentana	0,453	0,486
5	tricyclo(4,3,1,13) undacane 1-carboxylic acid	1,289	0,093
6	Asitamide	0	0,089
7	Propanamide	0	0,062
8	$\alpha$ -eudesmol	0,917	0
9	Linalool	0,750	1,231
10	Benzene 1,2,3,4-tetramethyl	0,177	0,424
11	Citronella	0,098	0
12	2-Siklopentena	0,615	0
13	1,8 Ciniol	0,153	0
14	Bicyclo	0,0667	0
15	Z-Citral	28,352	34,814
16	E-Citral	49,086	45,169
17	$\alpha$ -eudesmol	0,917	0
18	3-metilfuran	0,247	0
19	3-Butena	0,232	0
20	Delta cadinene	0	0,597
21	$\alpha$ - Celinene	0	0,745
22	$\beta$ - Celinene	0	1,064
23	Isodene	5,411	0,446
24	cis-Ocimene	0,121	0



No.	Komponen	Kadar (%)	
		MSDf	MUSDf
25	n-hexsilmethylamine 2-oktamine	0	0,049
26	p-metoksiamphetamene	0	0,074
27	3-octine	0	2,338
28	2,3,10-trimethyl tricyclo	0	0,766
29	Geraniol	0,078	0
30	Naphtalen	0,607	0,825
31	Caryophylleneoxide	0,658	0
32	2-isopropenol	0,397	0
33	$\alpha$ -amorphene	0,232	0
34	$\Gamma$ -gurjunene	0	2,399
35	Geranil asetat	0,257	0

Pada **Tabel 4.2** terlihat bahwa dari hasil GCMS kandungan senyawa sitral dalam minyak serai hasil ekstraksi sebesar 77,437% dan 78,175% pada metode MSDf dan MUSDf secara berturut-turut. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah sitral pada metode MUSDf relatif lebih tinggi dibandingkan metode MSDf. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan gelombang ultrasonik tidak membuat bahan aktif yang ada di dalam minyak menjadi rusak.

#### 4.3. Analisis Pengaruh Metode MSDf dan MUSDf terhadap Konsumsi Energi

Dalam membandingkan tingkat efektivitas metode MSDf dengan MUSDf, hal yang diamati tidak hanya dari sisi *yield*, namun tingkat konsumsi energi juga perlu untuk dibandingkan. Tabel kebutuhan energi antara metode MSDf dengan MUSDf, akan disajikan pada **tabel 4.3**.



**Tabel 4.3.** Konsumsi Energi yang Dibutuhkan pada Metode MSDf dan MUSDf

Parameter	Metode	
	MSDf	MUSDf
<b>Waktu Destilasi</b>	35 menit	35 menit
<b>Yield</b>	0,5358	0,8037
<b>Daya input</b>	2050 W	2070 W
<b>Energi</b>	1,196 KWh	1,2075 KWh
<b>Biaya</b>	Rp. 2.697,68/mL	Rp. 1.816/mL

Pada **tabel 4.3** terlihat bahwa dalam waktu yang sama yaitu 35 menit didapatkan hasil *yield* yang berbeda pada kedua metode. Metode MSDf didapatkan *yield* sebesar 0,5358 (w/w) sedangkan pada metode MUSDf didapatkan *yield* sebesar 0,8037 (w/w). Ditinjau dari segi biaya masing-masing proses ekstraksi dengan menggunakan metode MSDf dan MUSDf berturut-turut adalah Rp 2.697,68/mL dan Rp 1.816 /mL. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode MUSDf, waktu ekstraksi yang diperlukan cepat dan biaya yang digunakan lebih rendah. Rendahnya waktu dan peningkatan *yield* pada ekstraksi minyak jelas lebih menguntungkan apabila metode ini akan diterapkan dalam skala industri. Hasil yang sama didapatkan pada penelitian oleh Gutte, et all (2015), ekstraksi minyak dari *flaxseed* menggunakan UAE (*Ultrasound-assited extraction*) menghasilkan *yield* tertinggi dibandingkan metode lain. Dan keuntungan lain yang dapat ditunjukkan saat menggunakan UAE pada ekstraksi minyak adalah (1) Prosedur operasi lebih cepat dengan pengurangan waktu yang digunakan (2) Tidak diperlukan bahan kimia untuk melakukan penelitian menggunakan UAE.

#### 4.4. Analisis Sabun Anti Nyamuk

##### 4.4.1 Uji Transmittansi Sabun Anti Nyamuk

Hasil ekstraksi minyak serai yang dihasilkan diolah lebih lanjut menjadi sabun anti nyamuk dalam bentuk padat dan transparan. Terdapat 4 formulasi sabun anti nyamuk yang telah





dilakukan. Formulasi setiap sabun pada penelitian ini tersaji pada **Tabel 4.4**.

Uji transmitansi dilakukan untuk mengetahui formula sabun padat yang baik dari segi transparan sabun. Dalam pengujian ini akan didapatkan nilai transparan sabun dari rentang 1% sampai 100%. Gelombang cahaya yang menumbuk suatu permukaan medium transparan pada umumnya akan dipantulkan (direfleksikan) sebagian dan sebagian lagi direfraksikan (ditransmisikan) pada suatu material bahan. Pada proses pemantulan dan pembiasan, cahaya dapat terpolarisasi sebagian atau seluruhnya oleh refleksi. Perbandingan intensitas cahaya yang dipantulkan dengan cahaya yang datang disebut reflektansi (R), sedangkan perbandingan intensitas cahaya yang ditransmisikan dengan cahaya datang disebut transmitansi (T) (Ratnawati, 2005).

**Tabel 4.4** Formulasi Sabun Anti Nyamuk Pada Penelitian

Formulasi ke-n	Bahan Yang Digunakan (% w/w)						
	Minyak Kelapa	Asam Stearat	NaOH	Etanol	TEA	Gliserin	Minyak Zaitun
F 1	31,41	2,09	10,47	31,41	10,47	8,90	5,24
F 2	31,41	5,24	10,47	31,41	10,47	8,90	5,24
F 3	31,41	2,09	16,75	31,41	10,47	8,90	5,24
F 4	31,41	5,24	13,61	31,41	13,61	8,90	5,24

Dari kelima formulasi tersebut, kemudian dilakukan pengukuran transparansi sabun. Pengukuran transparansi sabun dilakukan dengan cara meletakkan sabun diantara cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya (halogen) dan detektor. Detektor yang digunakan lebih dahulu disambungkan dengan *powermeter* dan laptop yang telah terinstal *software* PM100D untuk mencatat hasil pengukuran transparansi. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Fotonika Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Rangkaian alat yang digunakan pada pengukuran transparansi ini tampak seperti **gambar 4.2**.



**Gambar 4.2** Rangkaian Alat Uji Transparansi Sabun  
Keterangan : (a) Cahaya halogen , (b) Sabun , (c) Detektor , (d) Laptop , (e) Powermeter

Dari pengukuran yang dilakukan tersebut, tercatatlah data daya sumber cahaya sebelum dan sesudah melewati bahan. Data tersebut ditunjukkan pada **Tabel 4.5**.

**Tabel 4.5** Data Daya Yang Dipancarkan Oleh Sumber Cahaya Pada Masing-Masing Formulasi Sabun

Perlakuan	Rata-rata daya sebelum mengenai bahan ( $I_0$ )	Rata-rata daya setelah melalui bahan ( $I_t$ )
F 1	$3,99.10^{-2}$	$3,04.10^{-2}$
F 2	$3,74.10^{-2}$	$2,48.10^{-2}$
F 3	$3,75.10^{-2}$	$1,94.10^{-2}$
F 4	$3,74.10^{-2}$	$2,36.10^{-2}$

Dari data daya yang diperoleh tersebut, kemudian dihitung banyaknya cahaya yang dapat ditransmisikan oleh sabun anti nyamuk yang telah digunakan. Transmittansi dari penelitian ini dapat dicari dengan membandingkan intensitas cahaya setelah melalui bahan ( $I_t$ ) dengan intensitas cahaya sebelum mengenai bahan ( $I_0$ ) (Ratnawati, 2005).



$$T = \frac{I_t}{I_o} \times 100\%$$

Dari data daya yang diperoleh tersebut, kemudian dihitung banyaknya cahaya yang dapat ditransmisikan oleh sabun anti nyamuk yang telah digunakan. Data hasil perhitungan nilai transparansi sabun anti nyamuk tersebut ditampilkan pada **Tabel 4.6**.

**Tabel 4.6** Hasil olahan data cahaya yang ditransmisikan oleh masing masing formula sabun

Perlakuan	Persen Cahaya Ditransmisikan (%)
F 1	76,14%
F 2	66,48%
F 3	51,82%
F 4	63,10%

hasil pengukuran cahaya yang ditransmisikan oleh sabun, terlihat bahwa formula 1 memiliki hasil yang lebih tinggi dibanding formula lain yaitu 76,14%. Hasil ini menunjukkan formula 1 lebih transparan dibandingkan dengan formula lain, sehingga formula 1 ini yang digunakan sebagai formulasi utama sabun anti nyamuk yang diberi penambahan minyak serai.

#### 4.4.2 Uji Efektivitas Sabun Anti Nyamuk

Salah satu produk olahan lanjutan yang dapat dihasilkan dari minyak serai yaitu sabun anti nyamuk, dimana minyak serai berfungsi untuk menggantikan tugas zat aktif berbahaya yang ada pada *repellent* nyamuk di masyarakat. Oleh karenanya, perlu dilakukan suatu analisa untuk mengetahui efektivitas sabun anti nyamuk yang dibuat.

Analisa terhadap efektivitas ini berfungsi untuk mengetahui kemampuan sabun anti nyamuk sebagai pengganti *repellent* nyamuk *Aedes Albopictus* yang beredar di masyarakat sebagai pencegahan terhadap DBD. Sediaan *repellent* pada masyarakat tersebut berupa



*aerosol/spray, lotion, electric*, dan obat nyamuk bakar yang digunakan pada bagian luar tubuh. Sediaan anti nyamuk pada masyarakat kebanyakan menggunakan bahan kimia berbahaya seperti DEET (*diethylmetatoluamide*) dan *Permethrin*, dimana zat tersebut dapat berakibat mencemari lingkungan, meninggalkan residu dan menimbulkan resistensi terhadap obat tersebut. Selain itu, residu yang ditinggalkan dapat menyebabkan beberapa masalah pada kesehatan manusia seperti jika terkena kulit yang sensitif dapat menimbulkan iritasi bahkan jika terkena dalam dosis tinggi dan terserap oleh kulit dapat menimbulkan kekejangan otot. Oleh karena efek samping yang tidak baik bagi kesehatan dari sediaan *repellent* berbahan kimia ini, maka salah satu alternatif yang dapat meminimalisir efek samping tersebut yaitu dengan melakukan substitusi bahan kimia berbahaya dengan bahan aktif yang terdapat pada tumbuhan yang mempunyai aroma khas dan disukai manusia akan tetapi tidak disukai nyamuk, salah satunya yaitu zat sitral yang terdapat pada tanaman (*Aini, et al., 2016*).

Pengujian *repellent* dilakukan dengan cara mengusap bagian dorsal tikus yang telah dicukur dengan menggunakan spons yang sudah diberi air, kemudian mengoles sabun anti nyamuk sebanyak 10 kali olesan dengan menggunakan spons yang sama. Banyaknya minyak serai yang ditambahkan pada formulasi sabun anti nyamuk transparan yaitu 3% dan 5%. Untuk hasil data nyamuk yang hinggap dan presentase daya tolak nyamuk disajikan pada **tabel 4.7** dan **tabel 4.8** secara berurutan.

**Tabel 4.7.** Jumlah Nyamuk Yang Hinggap Pada Variabel Control, Variabel 3% dan 5% Dari Jam Ke-0 Sampai Jam Ke-5

Perlakuan Sabun Anti Nyamuk	Jumlah Nyamuk yang Hinggap dari jam ke-0 sampai jam ke-5 (ekor)
Kontrol	12
Konsentrasi 3 %	3
Konsentrasi 5 %	2



Persen daya tolak nyamuk *Aedes Albopictus* jika dikonversikan dalam persen dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Daya Tolak Nyamuk} = \frac{(K - P)}{K} \times 100 \%$$

Keterangan :

K = Banyaknya nyamuk yang hinggap pada kontrol

P = Banyaknya nyamuk yang hinggap pada kelompok perlakuan

(Widawati, 2014)

Hasil olahan data konversi daya tolak nyamuk dalam persen selama selang waktu 5 jam dapat dilihat pada tabel 4.8.

**Tabel 4.8.** Persentase Daya Tolak Nyamuk

Perlakuan Sabun Anti Nyamuk	Persen Daya Tolak Nyamuk (%)
Kontrol	0
Konsentrasi 3 %	75
Konsentrasi 5 %	83,33

Berdasarkan hasil penelitian efektivitas sabun anti nyamuk, dapat dilihat bahwa sabun anti nyamuk yang memiliki daya tolak terlama yaitu pada sabun anti nyamuk dengan penambahan minyak serai sebesar 5%. Pada perlakuan sabun anti nyamuk yang bertindak sebagai control, nyamuk mulai hinggap pada jam ke 1, sedangkan pada perlakuan sabun anti nyamuk yang diberi penambahan serai sebesar 3% dan 5% secara berturut-turut nyamuk mulai hinggap pada jam ke 2 dan 4. Akumulasi nyamuk yang hinggap pada tikus yang diolesi oleh sabun anti nyamuk kontrol, sabun anti nyamuk dengan konsentrasi serai 3% dan sabun anti nyamuk dengan konsentrasi serai 5% secara berturut-turut yaitu sejumlah 12 ekor, 3 ekor, dan 2 ekor. Sehingga dari data



tersebut diperoleh persen daya tolak nyamuk secara berturut-turut yaitu 0%, 75% dan 83,33%.

Minyak serai digunakan sebagai pengganti zat aktif yang berupa DEET pada obat pengusir nyamuk pada umumnya karena di dalam minyak serai terdapat kandungan sitral. Mekanisme kerja DEET dalam menangkal gigitan nyamuk atau serangga adalah dengan mengacaukan kemampuan serangga atau nyamuk untuk mendeteksi sumber gas karbondioksida yang keluar dari kulit dan nafas manusia dan asam laktat yang menarik serangga/nyamuk ke arah kita sampai jarak sekitar 36 meter, karena nyamuk mempunyai kemoreseptor pada antenanya untuk asam laktat. Oleh karena itu, DEET bertugas untuk menangkal reseptor tersebut. Jadi, DEET ini tidak bersifat membunuh, tetapi membuat nyamuk/serangga tidak bisa melokalisir posisi kita selama periode beberapa jam.

Sedangkan bahan aktif yang terdapat pada serai, yaitu sitral merupakan zat yang dapat berfungsi sebagai *repellent* nyamuk. Sitral termasuk senyawa aldehida dari geranial, cairan berminyak berwarna kuning pucat yang berbau menyegarkan seperti buah lemon. Price (1997), menyatakan bahwa senyawa beraroma dengan gugus fungsional aldehid memiliki aktivitas sebagai penolak serangga. Kemudian Goumin and Cai (2003), menjelaskan bahwasanya mekanisme kerja penolak nyamuk ada 5, diantaranya dapat menghambat rangsangan kimia yang ditimbulkan oleh manusia/binatang, menginaktivasi reseptor inderapenciuman, melemahkan system saraf nyamuk, dan menghambat reseptor pencari mangsa serta menginaktivasi reseptor lainnya. Hal ini dijelaskan kembali oleh Maia (2011) bahwa sitral yang terdapat di dalam minyak serai mampu menjadi *repellent* nyamuk karena zat ini dapat menghambat reseptor penciuman dari nyamuk. Jadi, senyawa sitral mempunyai daya menimbulkan bau atau aroma khas, apabila aroma tersebut ditangkap oleh nyamuk, maka reseptor perasa pada mulut nyamuk akan terhambat dan nyamuk gagal mendapatkan stimulus rasa akibatnya nyamuk gagal mengenali makanannya dan akan pergi menjauh (Aini, et al., 2016).



Oleh karena hal-hal tersebut serta analisa yang telah dilakukan, maka sabun anti nyamuk yang paling ampuh untuk menjadi *repellent* nyamuk yaitu sabun anti nyamuk dengan penambahan ekstrak serai sebesar 5%.



Halaman Ini Sengaja Dikosongkan



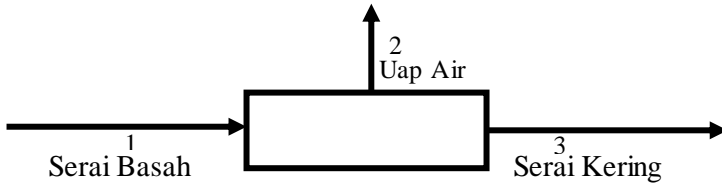
## BAB V NERACA MASSA

Kapasitas : 1.000 Kg minyak/hari

### 5.1 Treatment Bahan Baku

#### 5.1.1 Pengeringan Serai

Fungsi : Untuk Menurunkan Kadar Air pada serai

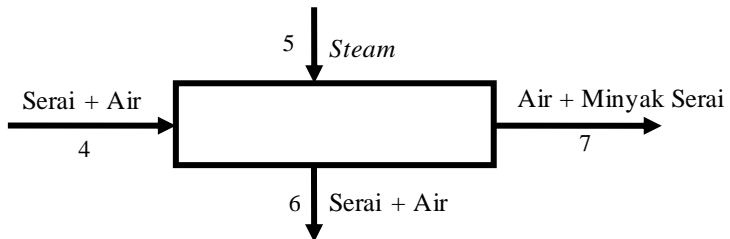


**Tabel 5.1** Neraca Massa Total pada Proses Pengeringan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
<b>(Aliran 1)</b>		<b>(Aliran 2)</b>	
Serai Basah	1.064.198,710	Uap Air	924.221,106
		<b>(Aliran 3)</b>	
		Serai Kering	139.977,604
<b>Total</b>	1.064.198,710	<b>Total</b>	1.064.198,710

### 5.2 Tahap Pelaksanaan

#### 5.2.1 Microwave Steam Diffusion





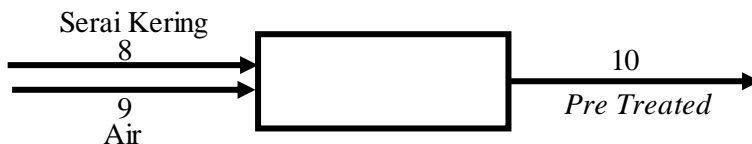
**Tabel 5.2** Neraca Massa Total Ekstraksi Menggunakan Metode MSDf

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
<b>(Aliran 4)</b>		<b>(Aliran 6)</b>	
Serai Kering	139.977,6036	Serai basah	538.913,7738
Air	419.932,8108	Air	447.928.3315
	559.910,4143		9.868.42,1053
<b>(Aliran 5)</b>		<b>(Aliran 7)</b>	
Steam	1.539.753,639	Air	1.111.842,1050
		Minyak Jeruk	1.000
			1.112.842,1050
		<b>Mass Losses</b>	97.002,14851
<b>Total</b>	20.996.640,54	<b>Total</b>	20.996.640,54

## 5.2.2 Microwave Ultrasonic Steam Diffusion

### 5.2.2.1 Ultrasonic Extraction

Fungsi : Untuk merusak sel pada serai agar mempercepat proses ekstraksi



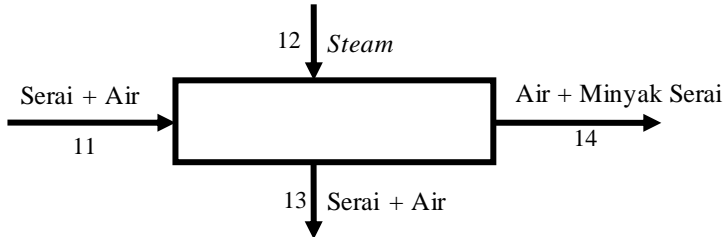


**Tabel 5.3** Neraca Massa Total Pada *Ultrasonic Extraction*

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
(Aliran 8) Serai Kering	117.875,8767	(Aliran 10) <i>Pre Treated</i>	471.503,5068
(Aliran 9) Air	353.627,6301		
<b>Total</b>	471.503,5068	<b>Total</b>	471.503,5068

**5.2.2.2 Microwave Extraction**

Fungsi : Untuk Mendapatkan Minyak serai



**Tabel 5.4** Neraca Massa Total Proses *Microwave Extraction*

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
(Aliran 11) Serai Kering	117.875,8767	(Aliran 13) Serai basah	453.822,1253
<i>Aquadest</i>	353.627,6301	<i>Liquid</i>	129.663,4644
	471.503,5068		583.485,5897
(Aliran 12) <i>Steam</i>	1.662.049,861	(Aliran 14) <i>Aquadest</i>	1.456.945,836
		Minyak Serai	1.000
			1.457.945,836
		<b>Mass Losses</b>	92.121,94259
<b>Total</b>	2.133.553,368	<b>Total</b>	2.133.553,368



Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

## BAB VI NERACA PANAS

### 6.1. Data Perhitungan

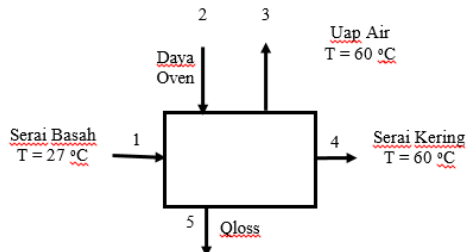
- Asumsi skala pabrik
- Kapasitas produksi : 1.000 kg minyak/hari
- Suhu *reference* yang digunakan ( $T_{ref}$ ) : 25 °C

### 6.2. Tahap Persiapan Bahan Baku

#### 6.2.1. Pengeringan

Fungsi : Untuk menurunkan kadar air pada serai

Kondisi Operasi :  $T = 60$  °C  
 $t = 3$  jam  
 $P = 1$  atm



Entalpi bahan masuk dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = m \cdot C_p \cdot (T - T_{ref}), \quad T_{ref} = 25 \text{ °C}$$



### ❖ Neraca Panas Total

Tabel 6.1 Neraca Panas Total pada Proses Pengeringan

Kalor Masuk		Kalor Keluar	
Komponen	Q (Kkal)	Komponen	Q (Kkal)
<b>(Aliran 1)</b>		<b>(Aliran 3)</b>	
Serai	9.492.652,49	Uap Air (panas <i>sensible</i> )	49.857.134,060
		Uap Air (panas laten)	3.238.008,644
			53.095.142,708
<b>(Aliran 2)</b>		<b>(Aliran 4)</b>	
Oven	21.678.611.422,17	Serai kering	2.185.050,392
		Qloss	1.625.673.929,996
<b>Total</b>	<b>2.168.810.407,466</b>	<b>Total</b>	<b>2.168.810.407,466</b>

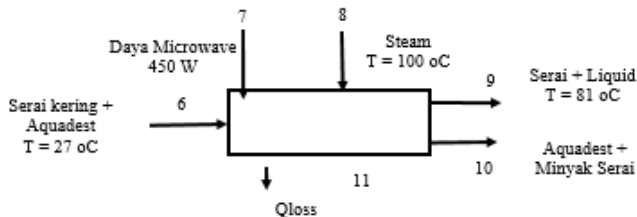
## 6.3. Tahap Pelaksanaan

### 6.3.1 Metode *Microwave Steam Diffusion*

#### 6.3.1.1 Ekstraksi untuk *Microwave Steam Diffusion*

Fungsi : Untuk mengambil minyak serai dalam serai kering

Kondisi Operasi: T = 100 °C  
 P = 1 atm  
 t = 65 menit





❖ **Neraca Panas Total**

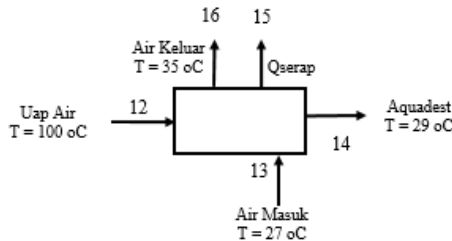
**Tabel 6.2** Neraca Panas Total Proses Ekstraksi untuk *Microwave Steam Diffusion*

Kalor Masuk		Kalor Keluar	
Komponen	Q (Kkal)	Komponen	Q (Kkal)
<b>(Aliran 6)</b>		<b>(Aliran 9)</b>	
Air	840.705,4871	Serai	13.459.910,4143
Serai	124.860,0224	Liquid	25.109.070,5487
	965.565,5095		38.568.980,9630
<b>(Aliran 7)</b>		<b>(Aliran 10)</b>	
Microwave	5.871.290,5935	Air	18.959.236,1643
		Minyak Serai	5.798
			18.965.034,1643
<b>(Aliran 8)</b>		Qloss	6.481.763,9147
Steam	52.544.092,9451		
<b>Total</b>	<b>59.380.949,04815</b>	<b>Total</b>	<b>59.380.949,04815</b>

**6.3.1.2. Kondensasi Microwave Steam Diffusion**

Fungsi : Untuk mengetahui jumlah air yang digunakan sebagai kondensasi

Kondisi Operasi: T = 100 °C  
P = 1 atm



❖ **Neraca Panas total**

**Tabel 6.3** Neraca Panas Total pada Proses Distilasi untuk  
*Microwave Steam Diffusion*

Kalor Masuk		Kalor Keluar	
Komponen	Q (Kkal)	Komponen	Q (Kkal)
<b>(Aliran 12)</b>		<b>(Aliran 14)</b>	
Air (panas <i>sensible</i> )	116.359.182,5308	Air	4.054.235,7223
Air (panas laten)	830.620.100,7839		
	946.979.283,3147		
<b>(Aliran 13)</b>		<b>(Aliran 16)</b>	
Air	942.925.047,5924	Air	942.925.047,5924
		Qserap	942.925.047,5924
<b>Total</b>	<b>1.889.904.330,9071</b>	<b>Total</b>	<b>1.889.904.330,9071</b>

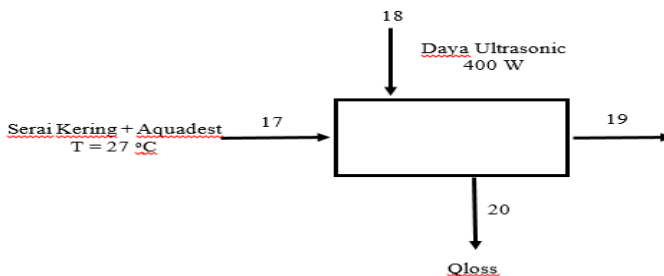
### 6.3.2. Metode *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion*

#### 6.3.2.1 Maserasi dengan Penambahan Gelombang Ultrasonik pada *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion*

Fungsi : Untuk memperlebar pori-pori serai kering

Kondisi Operasi: P = 1 atm

t = 30 menit







❖ **Neraca Panas Total**

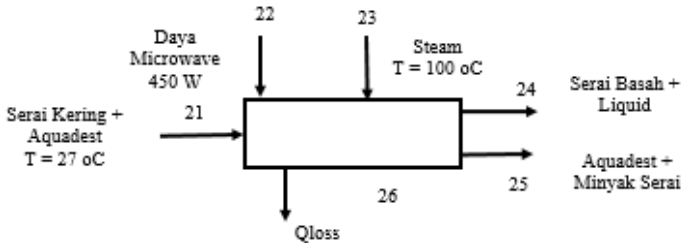
**Tabel 6.4** Neraca Panas Total Pada proses Maserasi dengan gelombang ultrasonik

Kalor Masuk		Kalor Keluar	
Komponen	Q (Kkal)	Komponen	Q (Kkal)
<b>(Aliran 17)</b>		<b>(Aliran 19)</b>	
Air	707.962,5155	Air	2.477.868,8041
Serai kering	100.901,7505	Serai basah	353.156,1266
<b>(Aliran 18)</b>			
Ultrasonik	24.087.346,0246	Qloss	22.065.185,3598
<b>Total</b>	<b>24.896.210,2906</b>	<b>Total</b>	<b>24.896.210,2906</b>

**6.3.2.2 Ekstraksi untuk Microwave Steam Diffusion**

Fungsi : Untuk mendapatkan minyak serai dari serai

Kondisi Operasi: T = 100 °C  
 P = 1 atm  
 t = 65 menit



Entalpi bahan masuk dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = m \cdot C_p \cdot (T - T_{ref}), \quad T_{ref} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

❖ **Neraca Panas Total**

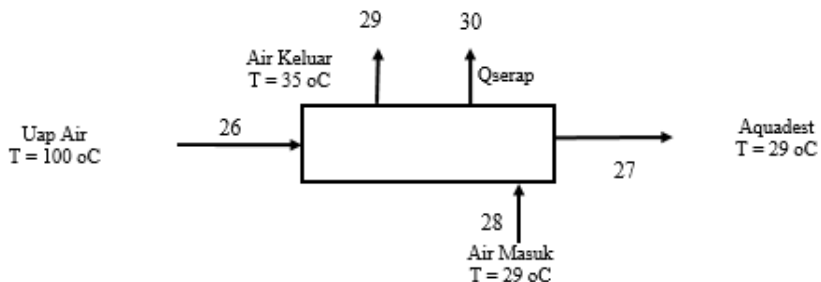
**Tabel 6.5** Neraca Panas Total Proses Ekstraksi untuk *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion*

Kalor Masuk		Kalor Keluar	
Komponen	Q (Kkal)	Komponen	Q (Kkal)
(Aliran 21)		(Aliran 24)	
Air	707.962,5154	Serai	12.042.623,9170
Serai	100.901,7505	Liquid	8.047.173,9258
	808.864,2659		20.089.797,8429
(Aliran 22)		(Aliran 25)	
<i>Microwave</i>	49.442,4471	Air	29.168.055,6374
		Minyak Serai	8.560
			29.176.615,6374
(Aliran 23)			
Uap Air	56.717.451,5235	Qloss	8.309.344,7563
<b>Total</b>	<b>57.575.758,2366</b>	<b>Total</b>	<b>57.575.758,2366</b>

### 6.3.2.3 Kondensasi *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion*

Fungsi : Untuk mengetahui jumlah air yang digunakan sebagai kondensasi

Kondisi Operasi: T = 100 °C  
P = 1 atm



*Pengambilan Minyak Serai (Cymbopogon Citratus) Dengan Metode Microwave Ultrasonic Steam Diffusion*

Departemen Teknik Kimia Industri  
Fakultas Vokasi ITS

❖ **Neraca Panas total****Tabel 6.6** Neraca Panas Total pada Proses Distilasi untuk  
*Microwave Ultrasonic Steam Diffusion*

<b>Kalor Masuk</b>		<b>Kalor Keluar</b>	
<b>Komponen</b>	<b>Q (Kkal)</b>	<b>Komponen</b>	<b>Q (KKal)</b>
<b>(Aliran 12)</b>		<b>(Aliran 14)</b>	
Air (panas <i>sensible</i> )	125.601.108,0332	Air	5.820.440,3371
Air (panas laten)	896.592.797,7839		
	1.022.193.905,8172		
<b>(Aliran 13)</b>		<b>(Aliran 16)</b>	
Air pendingin	1.016.373.465,4801	Air pendingin	1.016.373.465,4801
		Qserap	1.016.373.465,4801
<b>Total</b>	<b>2.038.567.371,2972</b>	<b>Total</b>	<b>2.038.567.371,2972</b>



Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

## BAB VII ESTIMASI BIAYA

Basis produksi di *scale up* untuk komersil dengan kapasitas produksi per bulan adalah 6000 buah, dengan berat 50 gr. Berikut adalah estimasi anggaran biaya :

**Tabel 7.1.** Biaya Investasi Peralatan Per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga Per unit (IDR)	Lifetime (Bulan)	Biaya (IDR/Bulan)
1	<i>Microwave</i>	2	3.000.000,00	6	1.000.000,00
2	Oven	1	18.000.000,00	12	1.500.000,00
3	Alat Distilasi (1 set)	2	3.000.000,00	12	500.000,00
4	<i>Ultrasonic</i>	2	1.200.000,00	6	400.000,00
5	Tangki	2	5.000.000,00	12	833.333,33
7	Pompa	2	2.000.000,00	12	333.333,33
8	<i>Steam Generator</i>	1	5.000.000,00	6	833.333,33
9	<i>Thermocouple</i>	2	1.300.000,00	4	650.000,00
<b>TOTAL</b>					<b>6.050.000,00</b>

**Tabel 7.2.** Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi per 1 buah

No	Keterangan	Kuantitas (gr)	Harga (IDR)	Total Biaya (IDR)
1	Minyak Kelapa Sawit	30	9.000,00	270,00
2	Gliserin	8,5	32.500,00	276,25
3	Asam Stearat	2	20.000,00	40,00
4	Etanol	30	18.000,00	540,00
5	NaOH	6	14.000,00	84,00
6	Minyak zaitun	5	17.000,00	85,00
7	Minyak serai	5	75.000,00	375,00
8	TEA	10	50.000,00	500,00
<b>TOTAL</b>				<b>2.170,25</b>

**Tabel 7.3.** Biaya Pendukung Utilitas Per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (IDR)	Total Biaya (IDR)
1	Air	400	5.000,00	2.000.000,00
2	Listrik	700	1.500,00	1.050.000,00
<b>TOTAL</b>				<b>3.050.000,00</b>

**Tabel 7.4.** Biaya Pendukung Lainnya Per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (IDR)	Total Biaya (IDR)
1	Gaji Karyawan	3	2.000.000,00	6.000.000,00
2	Maintenance	1	1.500.000,00	1.500.000,00
3	Sewa Bangunan	-	10.000.000,00	10.000.000,00
<b>TOTAL</b>				<b>17.500.000,00</b>



### 7.1. Fixed Cost (FC)

*Fixed cost* atau biaya tetap adalah total biaya yang tidak akan mengalami perubahan apabila terjadi perubahan volume produksi. Biaya tetap secara total akan selalu konstan sampai tingkat kapasitas penuh. Biaya tetap merupakan biaya yang akan selalu terjadi walaupun perusahaan tidak berproduksi. Biaya tetap meliputi PBB, penyusutan alat, sewa tanah atau bangunan, utilitas, gaji karyawan, dan *maintenance* peralatan.

1 Investasi Alat	IDR 6.050.000,00
2 Utilitas	IDR 3.050.000,00
3 Lain-lain	IDR 17.500.000,00
	<hr/>
	IDR 26.600.000,00

### 7.2. Variable Cost (VC)

*Variable cost* atau biaya variabel total biaya yang berubah-ubah tergantung dengan perubahan volume penjualan/produksi. Biaya variabel akan berubah secara proposional dengan perubahan volume produksi. Biaya variabel meliputi kebutuhan bahan baku.

1. Biaya Variabel per Produksi = 2.170,25
2. Biaya Variabel selama 1 Bulan = 2.170,25 x 6000  
= IDR 130.215.000,00

Dari hasil *fixed cost* dan *variable cost* maka dapat diketahui biaya total produksi (TC) dalam waktu satu bulan, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{TC} &= \text{FC} + \text{VC} \\ \text{TC} &= 26.600.000,00 + 130.215.000,00 \\ \text{TC} &= \text{IDR } 39.621.500,00 \end{aligned}$$



### VII.3. Harga Pokok Penjualan (HPP)

Harga pokok penjualan adalah seluruh biaya yang dikeluarkan untuk memperoleh barang yang dijual atau harga perolehan dari barang yang dijual.

#### 1. HPP

$$\begin{aligned} \text{HPP} &= \frac{\text{TC}}{\text{Jumlah Produk Per Bulan}} \\ \text{HPP} &= \frac{\text{IDR } 39.621.500,00}{6000 \text{ Unit}} \\ \text{HPP} &= \text{IDR } 6.603,58 \end{aligned}$$

#### 2. Harga Jual

$$\begin{aligned} \text{Harga Jual} &= \text{HPP} + (\text{HPP} \times \% \text{ mark up}) \\ \text{Harga Jual} &= \text{IDR } 6.603,58 + (\text{IDR } 6.603,58 \times 0,5) \\ \text{Harga Jual} &= \text{IDR } 9.905,38 \end{aligned}$$

#### 3. Laba = Harga Jual – HPP

$$\begin{aligned} &= 9.905,38 - 6.603,58 \\ &= \text{IDR } 3.301,79 \end{aligned}$$

#### 4. Hasil Penjualan per Bulan

$$\begin{aligned} \text{Hasil Penjualan/Bulan} &= \text{Harga Jual} \times \text{Jumlah Produk/Bulan} \\ \text{Hasil Penjualan/Bulan} &= 9.905,38 \times 6000 \\ \text{Hasil Penjualan/Bulan} &= \text{IDR } 59.432.250,00 \end{aligned}$$

#### 5. Laba per Bulan

$$\begin{aligned} \text{Laba/Bulan} &= \text{Laba} \times \text{Jumlah Produk/Bulan} \\ \text{Laba/Bulan} &= 3.301,79 \times 6000 \\ \text{Laba/Bulan} &= \text{IDR } 19.801.750,00 \end{aligned}$$

#### 6. Laba per Tahun

$$\begin{aligned} \text{Laba/Tahun} &= \text{Laba/Bulan} \times 12 \\ \text{Laba/Tahun} &= 19.801.750,00 \times 12 \\ \text{Laba/Tahun} &= \text{IDR } 237.729.000,00 \end{aligned}$$





#### VII.4. Break Even Point (BEP)

*Break even point* (BEP) adalah titik impas dimana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan. BEP ini digunakan untuk menganalisa proyeksi sejauh mana banyaknya jumlah unit yang diproduksi atau sebanyak apa uang yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal.

Dalam menentukan BEP dapat melalui metode perhitungan secara langsung dan secara grafis.

##### a) Metode Perhitungan (Aljabar)

- Menentukan BEP dalam jumlah unit produk

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \frac{\text{Fixed Cost}}{P - VC} \\ \text{BEP} &= \frac{\text{Rp } 26.600.000,00}{\text{Rp } 9.905,38 - \text{Rp } 2.170,25} \\ \text{BEP} &= 3.438,86 \text{ unit} \end{aligned}$$

Artinya, perusahaan perlu menjual 3.438,86 unit sabun untuk tercapainya titik impas antara total penjualan sama dengan total biaya produksi. Pada penjualan ke-3.438,86 unit (sabun), maka perusahaan tersebut akan mulai memperoleh laba.

- Menentukan BEP dalam jumlah unit rupiah

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \frac{\text{Fixed Cost}}{1 - (VC/P)} \\ \text{BEP} &= \frac{\text{Rp } 26.600.000,00}{1 - (\text{Rp } 2.170,25 / \text{Rp } 9.905,38)} \\ \text{BEP} &= \text{Rp } 34.063.182,56 \end{aligned}$$



Artinya, perusahaan perlu mendapatkan omset penjualan produk sabun senilai Rp 34.063.182,56 agar terjadi BEP dan perusahaan akan memperoleh keuntungan jika mendapatkan omset sebesar Rp 34.063.182,56.

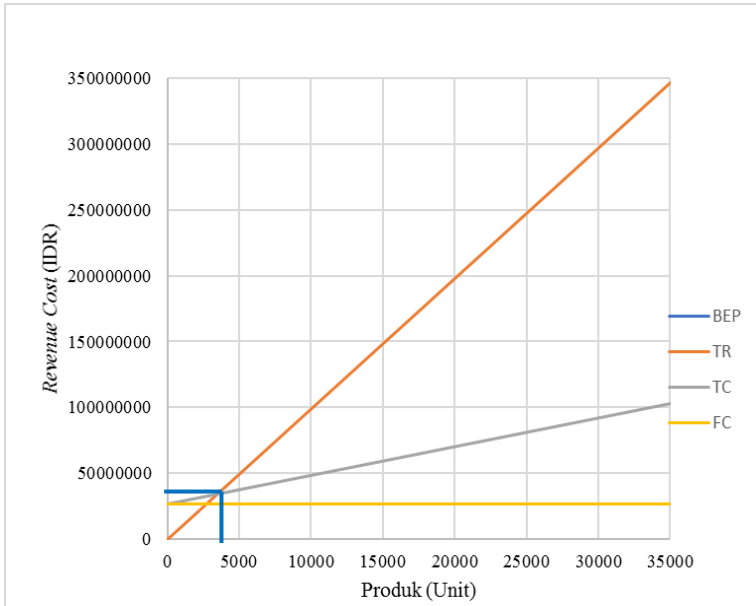
b) Metode Grafik

Pada penentuan BEP dengan metode grafik dapat diketahui dari perpotongan antara garis total cost dan total penghasilan selang waktu tertentu. Berikut adalah tabel perhitungan biaya penjualan untuk memperoleh BEP :

**Tabel 7.5.** Perhitungan Biaya Penjualan

Sabun	Penghasilan Total (IDR)	Fixed Cost (IDR)	Variable Cost (IDR)	Total Biaya (IDR)
-	-	26.600.000,00	-	26.600.000,00
5.000,00	49.526.875,00	26.600.000,00	10.851.250,00	37.451.250,00
10.000,00	99.053.750,00	26.600.000,00	21.702.500,00	48.302.500,00
15.000,00	148.580.625,00	26.600.000,00	32.553.750,00	59.153.750,00
20.000,00	198.107.500,00	26.600.000,00	43.405.000,00	70.005.000,00
25.000,00	247.634.375,00	26.600.000,00	54.256.250,00	80.856.250,00
30.000,00	297.161.250,00	26.600.000,00	65.107.500,00	91.707.500,00
35.000,00	346.688.125,00	26.600.000,00	75.958.750,00	102.558.750,00

Dari tabel 7.5, maka dapat dibuat grafik 7.1 sehingga dapat diketahui BEP :



**Grafik 7.1.** Grafik *Break Even Point* (BEP)

Sumber : (Peters M.S. & Timmerhaus K.D, 1991)

Keterangan :

BEP = *Break Even Point*

TC = *Total Cost*

TR = *Total Revenue*

FC = *Fix Cost*

Dari grafik tersebut diketahui bahwa BEP berada pada titik produksi unit ke – 3.438,86 unit dengan BEP rupiah yang didapatkan sebesar IDR 34.063.182,56.



Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB VIII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **8.1. Kesimpulan**

1. Dari hasil inovasi yang telah dilakukan, didapatkan bahwa metode yang terbaik untuk menghasilkan minyak serai (*Cymbopogon Citratus*) adalah dengan menggunakan metode *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion* (MUSDf) karena mempercepat waktu ekstraksi sebesar 80% daripada metode MSDf, menghasilkan kadar sitral (geranial) sebagai bahan aktif yang terdapat pada minyak serai relatif lebih tinggi dan dapat menghasilkan minyak 32,7% lebih murah daripada metode MSDf
2. Dari hasil uji efektivitas sabun anti nyamuk menunjukkan bahwa pada penambahan minyak serai sebesar 5%, daya tolak nyamuk yaitu sebesar 83,33%. Sedangkan untuk uji transmitansi sabun, nilai cahaya yang dapat ditransmisikan oleh sabun anti nyamuk transparan yaitu sebesar 76,14%.

#### **8.2. Saran**

1. Perlu dilakukan perubahan terhadap formulasi yang telah ada, karena busa yang dihasilkan oleh sabun anti nyamuk transparan tidak terlalu banyak dan formulasi baru untuk mendapatkan nilai cahaya yang ditransmisikan 100%.
2. Melanjutkan variabel penambahan konsentrasi minyak serai sehingga didapatkan daya tolak hingga 100%.



Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

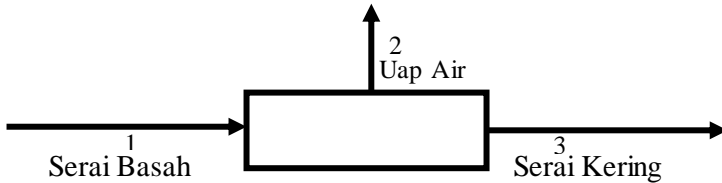
## APPENDIKS A NERACA MASSA

Kapasitas : 1.000 Kg minyak/hari

### A.1 Treatment Bahan Baku

#### A.1.1 Pengeringan

Fungsi : Untuk Menurunkan Kadar Air pada serai

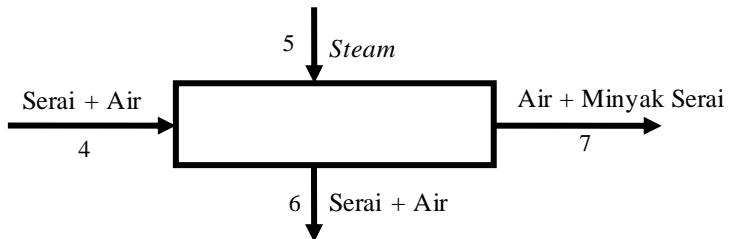


**Tabel A.1** Neraca Massa Total pada Proses Pengeringan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
<b>(Aliran 1)</b>		<b>(Aliran 2)</b>	
Serai Basah	1.064.198,710	Uap Air	924.221,106
		<b>(Aliran 3)</b>	
		Serai Kering	139.977,604
<b>Total</b>	1.064.198,710	<b>Total</b>	1.064.198,710

### A.2 Tahap Percobaan

#### A.2.1 Microwave Steam Diffusion



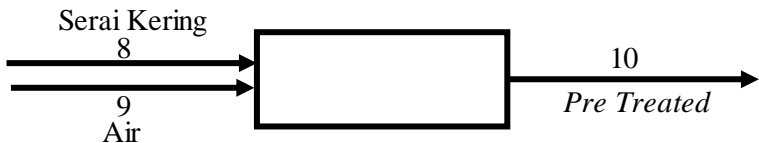
**Tabel A.2** Neraca Massa Pada Proses Ekstraksi Menggunakan Metode MSDf

<b>Bahan Masuk</b>		<b>Bahan Keluar</b>	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
<b>(Aliran 4)</b>		<b>(Aliran 6)</b>	
Serai Kering	139.977,6036	Serai basah	538.913,7738
Air	419.932,8108	Air	447.928.3315
	<hr/> 559.910,4143		<hr/> 9.868.42,1053
<b>(Aliran 5)</b>		<b>(Aliran 7)</b>	
<i>Steam</i>	1.539.753,639	Air	1.111.842,1050
		Minyak Jeruk	1.000
			<hr/> 1.112.842,1050
		<i>Mass Losses</i>	97.002,14851
<b>Total</b>	20.996.640,54	<b>Total</b>	20.996.640,54

### A.2.2 Microwave Ultrasonic Steam Diffusion

#### A.2.2.1 Ultrasonic Extraction

Fungsi : Untuk merusak sel pada serai agar mempercepat proses ekstraksi



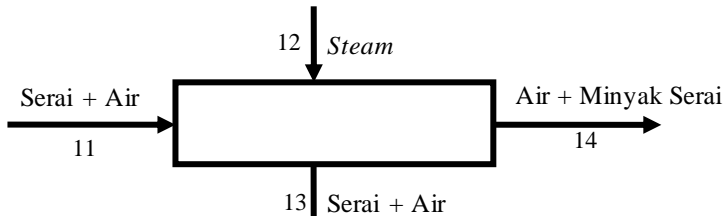


**Tabel A.3** Neraca Massa Total Pada *Ultrasonic Extraction*

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
(Aliran 8) Serai Kering	117.875,8767	(Aliran 10) <i>Pre Treated</i>	471.503,5068
(Aliran 9) Air	353.627,6301		
<b>Total</b>	471.503,5068	<b>Total</b>	471.503,5068

**A.2.2.2 Microwave Extraction**

Fungsi : Untuk Mendapatkan Minyak serai



**Tabel A.4** Neraca Massa pada Proses *Microwave Extraction*

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
(Aliran 11) Serai Kering	117.875,8767	(Aliran 13) Serai basah	453.822,1253
<i>Aquadest</i>	353.627,6301	<i>Liquid</i>	129.663,4644
	471.503,5068		583.485,5897
(Aliran 12) <i>Steam</i>	1.662.049,861	(Aliran 14) <i>Aquadest</i>	1.456.945,836
		Minyak Serai	1.000
			1.457.945,836
		<b>Mass Losses</b>	92.121,94259
<b>Total</b>	2.133.553,368	<b>Total</b>	2.133.553,368

## APPENDIKS B NERACA PANAS

### B.1. Data Perhitungan

- Asumsi skala pabrik
- Kapasitas produksi :1.000 kg minyak/hari
- Suhu *reference* yang digunakan ( $T_{ref}$ ) : 25 °C

#### B.1.1 Perhitungan Cp Minyak Serai

**Tabel B.1** Komponen Minyak Serai Berdasarkan Hasil Analisa GC-MS

No.	Komponen
1	Heksanal
2	$\beta$ -myrcene
3	Octatriene
4	1,2,2 Trimetil Siklopentana
5	tricyclo (4,3,1,13) undecane-1-carboxylic acid
6	Asitamide
7	Propanamide
8	$\alpha$ -eudesmol
9	Linalool
10	Benzene 1,2,3,4-tetramethyl
11	Citronella
12	2-Siklopentena
13	1,8 Ciniol
14	Bicyclo
15	Z-Citral
16	E-Citral

17	$\alpha$ .-eudesmol
18	3-metilfuran
19	3-Butena
20	Delta cadinene
21	$\alpha$ .- Celinene
22	$\beta$ .- Celinene
23	Isoledene
24	cis-Ocimene
25	n-hexsilmethylamine 2-oktamine
26	p-metoksiamphetamene
27	3-octine
28	2,3,10-trimethyl tricyclo
29	Geraniol
30	Naphtalen
31	Caryophylleneoxide
32	2-isopropenol
33	$\alpha$ .-amorphene
34	$\Gamma$ -gurjunene
35	Geranil asetat

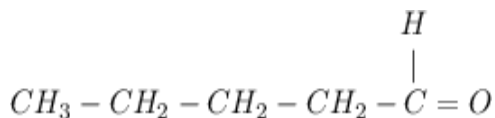
**Tabel B.2** Nilai *Heat Capacity (Cp) liquid*

Jenis Ikatan	$\Delta C_p$ (kJ/kmol. °C)	Jenis Ikatan	$\Delta C_p$ (kJ/kmol. °C)
CH <sub>3</sub> —	36,82	OH —	44,7
—CH <sub>2</sub> —	30,38	—NH 	43,93

Jenis Ikatan	$\Delta C_p$ (kJ/kmol. °C)	Jenis Ikatan	$\Delta C_p$ (kJ/kmol. °C)
$\text{---CH---}$ 	20,92	$\text{---C---}$    O	52,97
$\text{CH}_2 \text{=}$	21,76	$\text{---S---}$	33,47
$\text{=C---}$ 	15,90	$\text{---ONa}$	42,7
$\text{=CH---}$	21,34		
$\text{---O---}$	35,15		

### Komponen Minyak MSDf

#### 1. Heksanal ( $C_6H_{12}O$ )



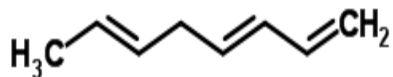
#### *Heksanal*

$$\begin{aligned} C_p &= 1(-CH_3) + 3(-CH_2-) + 1(C=O) + 1(=CH-) + 1(=C-) \\ &= 1(36,82) + 3(30,38) + 1(52,97) + 1(21,34) + 1 \\ &(15,9) \\ &= 36,82 + 91,14 + 52,97 + 21,34 + 15,9 \\ &= 218,17 \text{ Kj} \end{aligned}$$

$$\text{BM heksanal} = 100,16 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned} C_p &= 218,17 \text{ kJ/Kmol} : 100,16 \text{ Kg/Kmol} \\ &= 2,17821 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,52277 \text{ Kkal/Kg} \end{aligned}$$

## 2. Octatriene (C<sub>8</sub>H<sub>12</sub>)

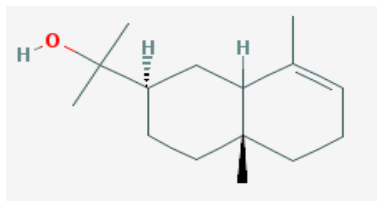


$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 1.(\text{CH}_3) + 1.(-\text{CH}_2-) + 5.(=\text{CH}-) + 1.(=\text{CH}_2) \\
 &= 1.(36,82) + 1(30,38) + 5(21,34) + 1(21,76) \\
 &= 36,82 + 30,38 + 106,7 + 21,76 \\
 &= 195,66 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

$$\text{BM octatriene} = 108,181 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 195,66 \text{ kJ/Kmol} : 108,181 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 1,80864 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,43407 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

## 3. $\alpha$ -eudesmol (C<sub>15</sub>H<sub>26</sub>O)

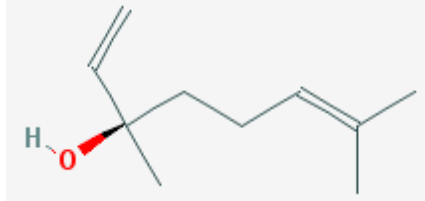


$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 1(-\text{O}-) + 4(-\text{C}-) + 5(-\text{CH}_2-) + 1(=\text{CH}-) + \\
 &1(=\text{C}-) \\
 &= 1.(35,15) + 4(12,13) + 5(25,94) + 1(22,18) + \\
 &1(12,13) \\
 &= 35,15 + 48,52 + 129,7 + 22,18 + 12,13 \\
 &= 247,68 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

$$\text{BM } \alpha\text{-eudesmol} = 222,372 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 247,68 \text{ kJ/Kmol} : 222,372 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 1,11381 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,26731 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

#### 4. Linalool (C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O)

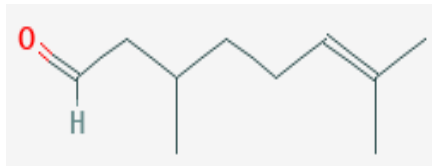


$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 1(-\text{O}-) + 3(\text{CH}_3-) + 2(-\text{CH}_2-) + 2(=\text{CH}-) + \\
 &1(=\text{CH}_2) + 1(-\text{C}-) + 1(=\text{C}-) \\
 &= 1.(35,15) + 3 (36,82) + 2 (30,38) + 2 (21,34) + \\
 &1(21,76) + 1(7,36) + 1(15,9) \\
 &= 35,15 + 110,46 + 60,76 + 42,68 + 21,76 + 7,36 + \\
 &15,9 \\
 &= 294,07 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

$$\text{BM linalool} = 154,253 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 294,07 \text{ kJ/Kmol} : 154,253 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 1,90641 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,45754 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

#### 5. Citronella(C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O)



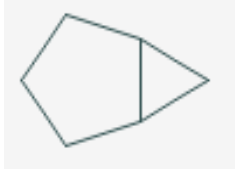
$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 1.(=\text{O}) + 4(\text{CH}_3-) + 3(-\text{CH}_2-) + 1(=\text{CH}-) + \\
 &2(=\text{C}-) \\
 &= 1.(52,97) + 4 (36,82) + 3 (30,38) + 1 (21,34) + \\
 &2(15,9) \\
 &= 52,97 + 147,28 + 91,14 + 21,34 + 31,8 \\
 &= 344,53 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

$$\text{BM citronella} = 154,253 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\text{Cp} = 344,53 \text{ kJ/Kmol} : 154,253 \text{ Kg/Kmol}$$

$$= 2,23354 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,53605 \text{ Kkal/Kg}$$

## 6. Bicyclo(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>)

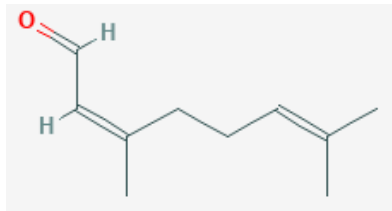


$$\begin{aligned} \text{Cp} &= 3.(-\text{CH}_2-) + 2.(-\text{CH}-) + 1.(-\text{CH}_2-) \\ &= 3.(25,94) + 2(18,41) + 1(30,38) \\ &= 77,82 + 36,8 + 30,38 \\ &= 145,02 \text{ kJ/Kmol} \end{aligned}$$

$$\text{BM bicyclo} = 82,146 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned} \text{Cp} &= 145,02 \text{ kJ/Kmol} : 82,146 \text{ Kg/Kmol} \\ &= 1,76539 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,42369 \text{ Kkal/Kg} \end{aligned}$$

## 7. Z-sitral (neral) (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O)

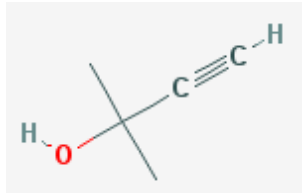


$$\begin{aligned} \text{Cp} &= 1.(C=O) + 3(\text{CH}_3-) + 2.(-\text{CH}_2-) + 1.(=\text{CH}-) + \\ &4.(=\text{C}-) \\ &= 1.(52,97) + 3(36,82) + 2(30,38) + 1(21,34) + \\ &4(15,9) \\ &= 52,97 + 110,46 + 60,76 + 21,34 + 63,6 \\ &= 309,13 \text{ kJ/Kmol} \end{aligned}$$

$$\text{BM neral} = 152,237 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned} \text{Cp} &= 309,13 \text{ kJ/Kmol} : 152,237 \text{ Kg/Kmol} \\ &= 2,03058 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,48734 \text{ Kkal/Kg} \end{aligned}$$

### 8. 3-Butene (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>O)

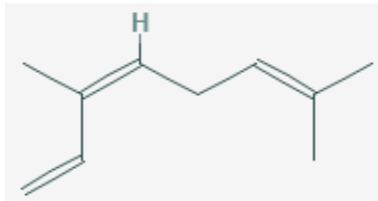


$$\begin{aligned}
 C_p &= 1.(-O-) + 2. (CH_3-) + 2.(C \equiv C) + 1.(-C-) \\
 &= 1.(35,15) + 2 (36,82) + 2 (24,69) + 1 (7,36) \\
 &= 35,15 + 73,64 + 49,38 + 7,36 \\
 &= 165,53 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

$$BM \text{ 3-butene} = 84,118 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}
 C_p &= 165,53 \text{ kJ/Kmol} : 84,118 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 1,96783 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,47228 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

### 9. Cis ocimene (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>)

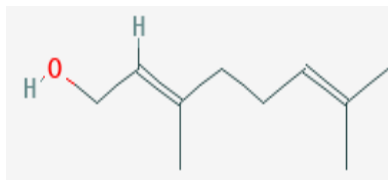


$$\begin{aligned}
 C_p &= 4.(CH_3-) + 1.(-CH_2-) + 2.(=CH-) + 3.(=C-) \\
 &= 4 (36,82) + 1 (30,38) + 2 (21,34) + 3(15,9) \\
 &= 147,28 + 30,38 + 42,68 + 47,7 \\
 &= 268,04 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

$$BM \text{ cis ocimene} = 136,238 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}
 C_p &= 268,04 \text{ kJ/Kmol} : 136,238 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 1,96744 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,47219 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

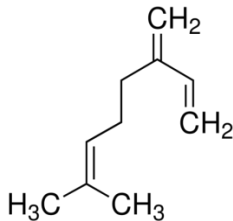
### 10. Geraniol (C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O)





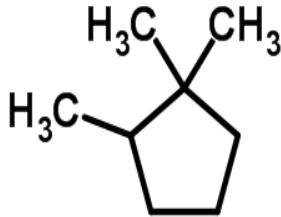
$$\begin{aligned}
\text{Cp} &= 3.(\text{CH}_3-) + 3.(-\text{CH}_2-) + 1.(=\text{CH}-) + 3.(=\text{C}-) + 1.(-\text{O}-) \\
&= 3 (36,82) + 3 (30,38) + 1 (21,34) + 3(15,9) + 1 (35,15) \\
&= 110,46 + 91,14 + 21,34 + 47,7 + 35,15 \\
&= 305,79 \text{ kJ/Kmol} \\
\text{BM geraniol} &= 154,253 \text{ Kg/Kmol} \\
\text{Cp} &= 305,79 \text{ kJ/Kmol} : 154,253 \text{ Kg/Kmol} \\
&= 1,98239 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,47577 \text{ Kkal/Kg}
\end{aligned}$$

### 11. Myrcene (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>)



$$\begin{aligned}
\text{Cp} &= 2.(\text{CH}_3-) + 2.(-\text{CH}_2-) + 2.(=\text{CH}-) + 2.(=\text{C}-) + 2.(=\text{CH}_2) \\
&= 2 (36,82) + 2 (30,38) + 2 (21,34) + 2(15,9) + 2 (21,76) \\
&= 73,64 + 60,76 + 42,68 + 31,8 + 43,52 \\
&= 252,4 \text{ kJ/Kmol} \\
\text{BM myrcene} &= 136,238 \text{ Kg/Kmol} \\
\text{Cp} &= 252,4 \text{ kJ/Kmol} : 136,238 \text{ Kg/Kmol} \\
&= 1,85264 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,44463 \text{ Kkal/Kg}
\end{aligned}$$

**12. Trimethylcyclopentane (C<sub>8</sub>H<sub>16</sub>)**

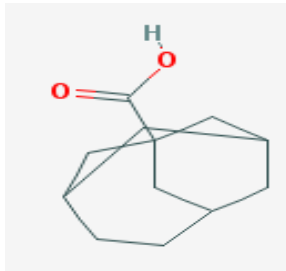


$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 3.(\text{CH}_3-) + 4.(-\text{CH}_2-) + 5.(-\text{C}-) \\
 &= 3(36,82) + 4(25,94) + 5(12,13) \\
 &= 110,46 + 103,76 + 60,65 \\
 &= 274,87 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

$$\text{BM myrcene} = 108,181 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 274,87 \text{ kJ/Kmol} : 108,181 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 2,54083 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,6098 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

**13. Tricycloundecane-1-carboxylic acid(C<sub>12</sub>H<sub>18</sub>O<sub>2</sub>)**



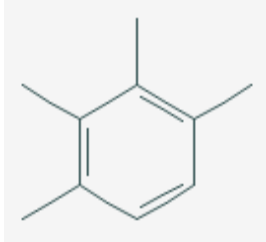
$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 1.(-\text{O}-) + 1.(\text{O}=\text{C}) + 3.(\text{CH}-) + 6.(-\text{CH}_2-) + \\
 &2.(-\text{C}-) \\
 &= 1(35,15) + 1(52,97) + 3(18,41) + 6(25,94) + 2 \\
 &(12,13) \\
 &= 35,15 + 52,97 + 55,23 + 155,64 + 24,26 \\
 &= 323,25 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

$$\text{BM Tricycloundecane-1-carboxylic acid} = 192,274 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\text{Cp} = 323,25 \text{ kJ/Kmol} : 192,274 \text{ Kg/Kmol}$$

$$= 1,68119 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,40349 \text{ Kkal/Kg}$$

#### 14. Benzene 1,2,3,4-tetramethyl (C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>)

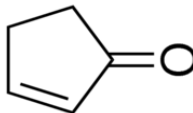


$$\begin{aligned} \text{Cp} &= 4.(=\text{C}-) + 2.(=\text{CH}-) + 4.(\text{CH}_3 -) \\ &= 4 (12,13) + 2 (22,18) + 4 (36,82) \\ &= 48,52 + 44,36 + 147,28 \\ &= 240,16 \text{ kJ/Kmol} \end{aligned}$$

$$\text{BM Benzene 1,2,3,4-tetramethyl} = 134,222 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned} \text{Cp} &= 240,16 \text{ kJ/Kmol} : 134,222 \text{ Kg/Kmol} \\ &= 1,78927 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,42943 \text{ Kkal/Kg} \end{aligned}$$

#### 15. 2-cyclopentene-1-one

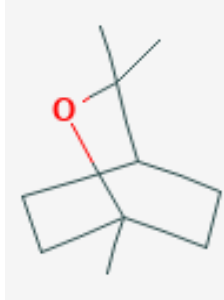


$$\begin{aligned} \text{Cp} &= 1.(=\text{O}=\text{C}) + 1.(=\text{C}-) + 2.(-\text{CH}_2-) + 2.(=\text{CH}-) \\ &= 1 (52,97) + 1 (12,13) + 2 (25,94) + 2 (22,18) \\ &= 52,97 + 12,13 + 51,88 + 44,36 \\ &= 161,34 \text{ kJ/Kmol} \end{aligned}$$

$$\text{BM 2-cyclopentene-1-one} = 82,1 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned} \text{Cp} &= 161,34 \text{ kJ/Kmol} : 82,1 \text{ Kg/Kmol} \\ &= 1,96516 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,47164 \text{ Kkal/Kg} \end{aligned}$$

**16. 1,8 Ciniolo (C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O)**

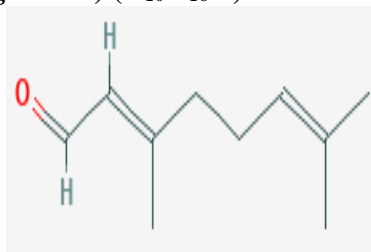


$$\begin{aligned}
 C_p &= 1.(-O-) + 1.(CH_3-) + 1.(CH-) + 4.(-CH_2-) + \\
 &3.(-C-) \\
 &= 1(35,15) + 1(36,82) + 1(18,41) + 4(25,94) + 3 \\
 &(12,13) \\
 &= 35,15 + 110,46 + 18,41 + 103,76 + 36,39 \\
 &= 304,17 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

$$BM \text{ 1,8 Ciniolo} = 154,253 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}
 C_p &= 304,17 \text{ kJ/Kmol} : 154,253 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 1,97189 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,47325 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

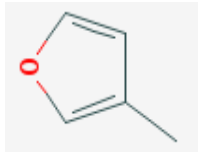
**17. E-sitral (geranial) (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O)**



$$\begin{aligned}
 C_p &= 1.(C=O) + 3.(CH_3-) + 2.(-CH_2-) + 2.(=CH-) + \\
 &3.(=C-) \\
 &= 1.(52,97) + 3(36,82) + 2(30,38) + 2(21,34) + \\
 &3(15,9) \\
 &= 52,97 + 110,46 + 60,76 + 42,68 + 47,7
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 314,57 \text{ kJ/Kmol} \\
 \text{BM gerania} &= 152,237 \text{ Kg/Kmol} \\
 \text{Cp} &= 314,57 \text{ kJ/Kmol} : 152,237 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 2,06632 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,49592 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

### 18. 3-methylfurand ( $\text{C}_5\text{H}_6\text{O}$ )

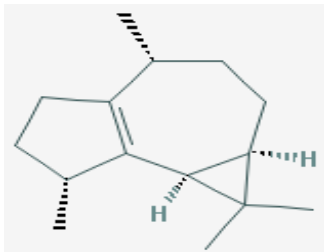


$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 1.(-\text{O}-) + 1. (\text{CH}_3-) + 3.(=\text{CH}-) + 1.(-\text{C}-) \\
 &= 1.(35,15) + 1 (36,82) + 3 (21,34) + 1 (12,13) \\
 &= 35,15 + 36,82 + 64,02 + 12,13 \\
 &= 148,12 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

$$\text{BM 3-methylfurand} = 82,102 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 148,12 \text{ kJ/Kmol} : 82,102 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 1,8041 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,43298 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

### 19. Isodelene ( $\text{C}_{15}\text{H}_{24}$ )

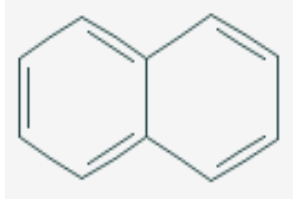


$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 4.(\text{CH}_3-) + 2 (= \text{C}-) + 2.(-\text{CH}-) + 4.(-\text{CH}_2-) + \\
 &\quad 3.(-\text{C}-) \\
 &= 4.(36,82) + 2 (12,13) + 2 (18,41) + 4 (25,94) + 3 \\
 &\quad (12,13) \\
 &= 348,51 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

$$\text{BM isodelene} = 204,357 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned} \text{Cp} &= 348,51 \text{ kJ/Kmol} : 204,357 \text{ Kg/Kmol} \\ &= 1,7054 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,4093 \text{ Kkal/Kg} \end{aligned}$$

## 20. Naphtalene (C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>)

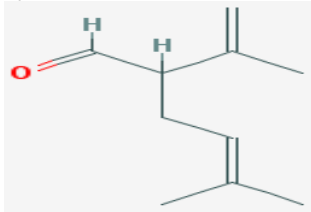


$$\begin{aligned} \text{Cp} &= 8 (= \text{CH} -) + 2 (= \text{C} - -) \\ &= 8.(21,34) + 2 (12,13) \\ &= 194,98 \text{ kJ/Kmol} \end{aligned}$$

$$\text{BM naphthalene} = 128,174 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned} \text{Cp} &= 194,98 \text{ kJ/Kmol} : 128,174 \text{ Kg/Kmol} \\ &= 1,52121 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,36509 \text{ Kkal/Kg} \end{aligned}$$

## 21. 2-isopropenyl (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O)

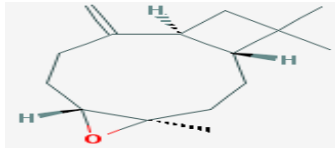


$$\begin{aligned} \text{Cp} &= 3 (\text{CH}_3 -) + 1 (\text{CH}_2 - -) + 1 (\text{CH} = -) + 3 (\text{C} = - -) + \\ &1 (- - \text{C} - -) + 1 (\text{CH}_2 =) + 1 (\text{O} - -) \\ &= 3 (36,82) + 1 (30,38) + 1 (21,34) + 3 (15,9) + 1 \\ &(7,36) + 1 (21,76) + 1 (35,15) \\ &= 274,15 \text{ kJ/Kmol} \end{aligned}$$

$$\text{BM 2-isopropenyl} = 152,237 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned} \text{CP} &= 274,15 \text{ kJ/Kmol} : 152,237 \text{ Kg/Kmol} \\ &= 1,800811 \text{ KJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,432195 \text{ Kkal/Kg} \end{aligned}$$

## 22. Caryophyllene Oxide (C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>O)

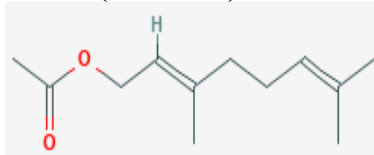


$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 4 (\text{C} - - -) + 5 (\text{CH}_2 - -) + 2 (\text{CH} - - -) + 1 (\text{C} = - -) + \\
 & 3 (\text{CH}_3 -) + 1 (\text{O} - -) \\
 &= 4 (12,13) + 5 (25,94) + 2 (18,41) + 1 (12,13) + 3 \\
 & (36,82) + 1 (35,15) \\
 &= 372,78 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

$$\text{BM Caryophyllene Oxide} = 220,356 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CP} &= 372,78 \text{ kJ/Kmol} : 220,356 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 1,691717 \text{ KJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,406012 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

## 23. Geranyl Acetate (C<sub>12</sub>H<sub>20</sub>O<sub>2</sub>)

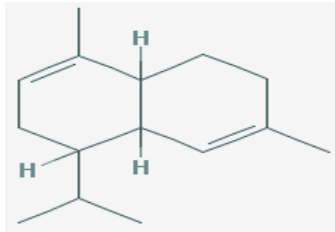


$$\begin{aligned}
 \text{Cp} &= 4 (\text{CH}_3 -) + 3 (\text{CH}_2 - -) + 2 (\text{CH} = -) + 3 (\text{C} = - -) + 1 \\
 & (-\text{O}-) + 1 (\text{O} = \text{C}) \\
 &= 4 (36,82) + 3 (30,38) + 2 (21,34) + 3 (15,9) + 1 \\
 & (35,15) + 1 (52,97) \\
 &= 416,92 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

$$\text{BM Geranyl Acetate} = 196,29 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CP} &= 416,92 \text{ kJ/Kmol} : 196,29 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 2,124 \text{ KJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,50976 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

## 24. Alpha amorphene (C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>)



$$\begin{aligned}C_p &= 2 (C - - -) + 2 (CH = -) + 3 (C - - - -) + 3 (CH_2 - -) \\ &+ 1 (CH - - -) + 4 (CH_3 -) \\ &= 2 (12,13) + 2 (22,18) + 3 (12,13) + 3 (25,94) + 1 \\ &(18,41) + 4 (36,82) \\ &= 364,84 \text{ kJ/Kmol}\end{aligned}$$

$$\text{BM Alpha amorphene} = 204,36 \text{ Kg/Kmol}$$

$$C_p = 364,84 \text{ kJ/Kmol} : 204,36 \text{ Kg/Kmol}$$

$$= 1,6972 \text{ KJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,4073 \text{ Kkal/Kg}$$

Didapatkan  $C_p$  rata-rata minyak MSDf sebesar 0,446 Kkal/Kg°C

### Komponen Minyak MUSDF

#### 1. Heksanal (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O)

Perhitungan  $C_p$  sama dengan MSDf

#### 2. Myrcene (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>)

Perhitungan  $C_p$  sama dengan MSDf

#### 3. Octatriene (C<sub>8</sub>H<sub>12</sub>)

Perhitungan  $C_p$  sama dengan MSDf

#### 4. Trimethylcyclopentane (C<sub>8</sub>H<sub>16</sub>)

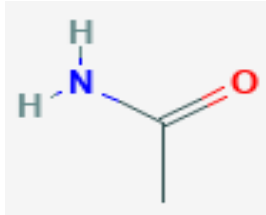
Perhitungan  $C_p$  sama dengan MSDf



### 5. Tricycloundecane-1-carboxylic acid (C<sub>12</sub>H<sub>18</sub>O<sub>2</sub>)

Perhitungan Cp sama dengan MSDf

### 6. Acetamide (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NO)

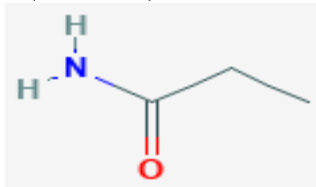


$$\begin{aligned}C_p &= 1 (\text{CH}_3-) + 1 (\text{C} = - -) + 1 (\text{O} = \text{C}) + 1 (\text{NH} -) \\ &= 1 (36,82) + 1 (15,9) + 1 (52,97) + 1 (43,93) \\ &= 149,62 \text{ kJ/Kmol}\end{aligned}$$

$$\text{BM Acetamide} = 59,068 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}CP &= 149,62 \text{ kJ/Kmol} : 59,068 \text{ Kg/Kmol} \\ &= 2,533 \text{ KJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,6079 \text{ Kkal/Kg}\end{aligned}$$

### 7. Propanamide (C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>NO)



$$\begin{aligned}C_p &= 1 (\text{CH}_3-) + 1 (\text{C} = - -) + 1 (\text{CH}_2 - -) + 1 (\text{O} = \text{C}) + 1 \\ & \quad (\text{NH} -) \\ &= 1 (36,82) + 1 (15,9) + 1 (30,38) + 1 (52,97) + 1 \\ & \quad (43,93) \\ &= 180 \text{ kJ/Kmol}\end{aligned}$$

$$\text{BM Propanamide} = 73,095 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}CP &= 180 \text{ kJ/Kmol} : 73,095 \text{ Kg/Kmol} \\ &= 2,4625 \text{ KJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,591 \text{ Kkal/Kg}\end{aligned}$$

**8. Linalool (C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O)**

Perhitungan Cp sama dengan MSDf

**9. Benzene 1,2,3,4-tetramethyl (C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>)**

Perhitungan Cp sama dengan MSDf

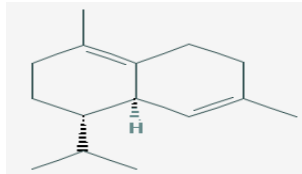
**10. Z-citral (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O)**

Perhitungan Cp sama dengan MSDf

**11. E-citral (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O)**

Perhitungan Cp sama dengan MSDf

**12. Delta Cadinene (C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>)**

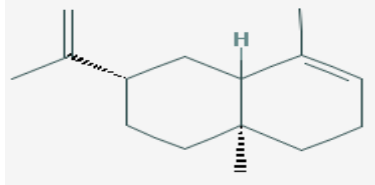


$$\begin{aligned}C_p &= 4.(CH_3-) + 2(=CH-) + 2(=C--) + 2.(-CH-) + \\ &4.(-CH_2-) + 1.(-C--) \\ &= 4.(36,82) + 2(22,18) + 2(12,13) + 2(18,41) + \\ &4(25,94) + 1(12,13) \\ &= 368,61 \text{ kJ/Kmol}\end{aligned}$$

$$BM \text{ delta cadinene} = 204,36 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}C_p &= 368,61 \text{ kJ/Kmol} : 204,36 \text{ Kg/Kmol} \\ &= 1,8038 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,4329 \text{ Kkal/Kg}\end{aligned}$$

### 13. Alfa celinene dan beta celinene (C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>)



$$\begin{aligned}
 C_p &= 3.(CH_3-) + 1(=CH-) + 1 (=C-) + 1.(-CH-) + \\
 & 5.(-CH_2-) + 2.(-C-) \\
 &= 3.(36,82) + 1(22,18) + 1(12,13) + 1(18,41) + 5 \\
 & (25,94) + 2(12,13) \\
 &= 339,3 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

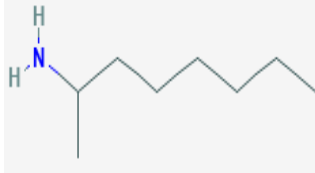
$$BM \text{ celinene} = 204,36 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}
 C_p &= 339,3 \text{ kJ/Kmol} : 204,36 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 1,6604 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,399 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

### 14. Isoledene (C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>)

Perhitungan C<sub>p</sub> sama dengan MSDf

### 15. N-Hexilmethylamine-2-oktamine (C<sub>9</sub>H<sub>19</sub>N)

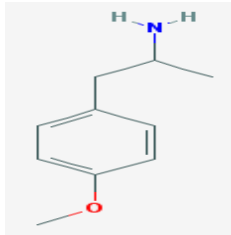


$$\begin{aligned}
 C_p &= 2 (CH_3 -) + 1 (CH - -) + 5 (CH_2 -) + 1 (NH -) \\
 &= 2 (36,82) + 1 (20,92) + 5 (30,38) + 1 (43,93) \\
 &= 290,39 \text{ kJ/Kmol}
 \end{aligned}$$

$$BM \text{ N-Hexilmethylamine-2-oktamine} = 129,25 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}
 C_p &= 290,39 \text{ kJ/Kmol} : 129,25 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 2,2468 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,5392 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

## 16. P-metoksiamphetamine

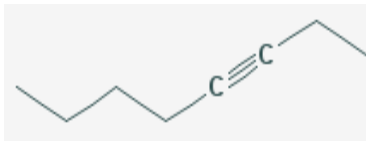


$$\begin{aligned}C_p &= 2 (\text{CH}_3 \text{ -}) + 1 (\text{CH - -}) + 5 (\text{CH}_2 \text{ - -}) + 1 (\text{NH - -}) \\ &= 2 (36,82) + 1 (20,92) + 5 (30,38) + 1 (43,93) \\ &= 290,39 \text{ kJ/Kmol}\end{aligned}$$

$$\text{BM N-Hexilmethylamine-2-oktamine} = 129,25 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}C_p &= 290,39 \text{ kJ/Kmol} : 129,25 \text{ Kg/Kmol} \\ &= 2,2468 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,5392 \text{ Kkal/Kg}\end{aligned}$$

## 17. 3-oktine

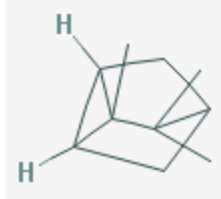


$$\begin{aligned}C_p &= 2 (\text{CH}_3 \text{ .}) + 4 (-\text{CH}_2\text{-}) + 2 (\text{C rangkap 3}) \\ &= 2 (36,82) + 4 (30,38) + 2 (24,69) \\ &= 244,54 \text{ kJ/Kmol}\end{aligned}$$

$$\text{BM 3-oktine} = 110,2 \text{ Kg/Kmol}$$

$$\begin{aligned}C_p &= 244,54 \text{ kJ/Kmol} : 110,2 \text{ Kg/Kmol} \\ &= 2,2191 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,5326 \text{ Kkal/Kg}\end{aligned}$$

### 18. 2,3,10-trimethyl tricyclo (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>)

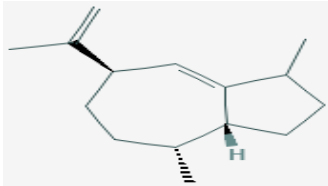


$$\begin{aligned}
 Cp &= 3 (-CH_3) + 2 (-CH_2-) + 3 (-C-) + 1 (-CH-) \\
 &= 3 (36,82) + 2 (30,38) + 3 (7,36) + 1 (20,92) \\
 &= 214,22 \text{ kJ/Kmol} \\
 \text{BM 2,3,10-trimethyl tricyclo} &= 136,24 \text{ Kg/Kmol} \\
 Cp &= 214,22 \text{ kJ/Kmol} : 136,24 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 1,5724 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,3774 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

### 19. Naphtalene

Perhitungan Cp sama dengan MSDf

### 20. Γ-gurjunene



$$\begin{aligned}
 Cp &= 2 (-C=) + 1 (-CH=) + 1 (-C-) + 4 (-CH_2-) + 3 (-CH-) + 4 (CH_3-) \\
 &= 2 (12,13) + 1 (21,34) + 1 (12,13) + 4 (25,94) + 3 (18,41) + 4 (36,82) \\
 &= 364 \text{ kJ/Kmol} \\
 \text{BM } \Gamma\text{-gurjunene} &= 204,357 \text{ Kg/Kmol} \\
 Cp &= 364 \text{ kJ/Kmol} : 204,357 \text{ Kg/Kmol} \\
 &= 1,7812 \text{ kJ/Kg} \times 0,24 \text{ Kkal} = 0,42749 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

Didapatkan Cp rata-rata minyak MUSDF sebesar 0,428

**Tabel B.3** Data *Heat Capacity* (Cp) Air

<b>T (°C)</b>	<b>Kkal/Kg.°C</b>
0	1.0080
10	1.0019
20	0.9995
25	0.9989
30	0.9987
40	0.9987
50	0.9992
60	1.0001
70	1.0013
80	1.0029
90	1.0050
100	1.0076

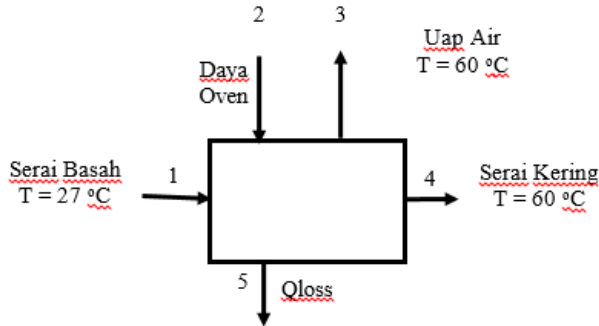
## **6.2. Tahap Persiapan Bahan Baku**

### **6.2.1. Pengeringan**

Fungsi : Untuk menurunkan kadar air pada serai

Kondisi Operasi : T = 60 °C  
t = 3 jam  
P = 1 atm

❖ Aliran Q Masuk  
1. Aliran 1



Entalpi bahan masuk dapat dihitung dengan rumus :  
 $Q = m \cdot C_p \cdot (T - T_{ref})$ ,  $T_{ref} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

Tabel B.4 Neraca Panas Komponen Aliran 1

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	ΔH (Kkal)
Serai	1.064.198,709	0,446	27	2	949.265,2488
<b>Total</b>					949.265,2488

$$\begin{aligned}
 Q &= m \cdot C_p \cdot (T - T_{ref}) \\
 &= 1.064.198,709 \times 0,446 \times 2 \\
 &= 949.265,2488 \text{ Kkal}
 \end{aligned}$$

2. Aliran 2

$$\begin{aligned}
 Q &= P \times t \quad (1 \text{ W} = 14,340 \text{ cal/min}) \\
 Q &= 839.865.621,5 \text{ W} \times 14,340 \text{ cal/min} \times 180 \text{ min} \\
 Q &= 2.167.861.142.217,25 \text{ cal} = 21.678.611.422,1725 \text{ Kkal}
 \end{aligned}$$

❖ Aliran Q Keluar

1. Aliran 3

Tabel B.5 Neraca Panas Komponen Aliran 3

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T- Tref (°C)	Δ H (Kkal)
Uap Air (panas laten)	924.221,1059	1	60	35	3.238.008,644
	<b>Massa (Kg)</b>	<b>Laten (Kkal/Kg)</b>			
Uap air (panas sensible)	924.221,1059	539,45			49.857.134,060
<b>Total</b>					53.095.142,708

2. Aliran 4

Tabel B.6 Neraca Panas Komponen Aliran 4

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Serai kering	139.977,6036	0,446	60	35	2.185.050,392
<b>Total</b>					2.185.050,392



❖ **Neraca Panas Total**

**Tabel B.7** Neraca Panas Total pada Proses Pengeringan

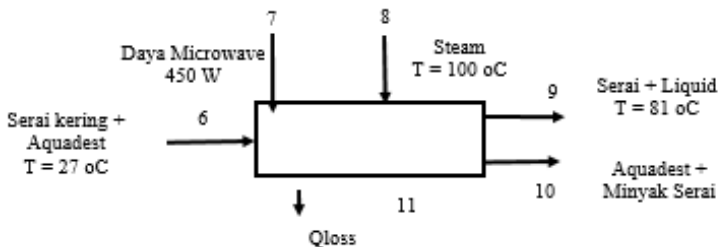
Kalor Masuk		Kalor Keluar	
Komponen	Q (Kkal)	Komponen	Q (Kkal)
(Aliran 1)		(Aliran 3)	
Serai	9.492.652,49	Uap Air (panas sensible)	49.857.134,060
		Uap Air (panas laten)	3.238.008,644
			53.095.142,708
(Aliran 2)		(Aliran 4)	
Oven	21.678.611.422,17	Serai kering	2.185.050,392
		Qloss	1625673929,996
<b>Total</b>	<b>2.168.810.407,466</b>	<b>Total</b>	<b>2.168.810.407,466</b>

**6.3. Tahap Percobaan**

**6.3.1. Ekstraksi untuk *Microwave Steam Diffusion***

Fungsi : Untuk mengambil minyak serai dalam serai kering

Kondisi Operasi: T = 100 °C  
P = 1 atm  
t = 65 menit



❖ Aliran Q Masuk

1. Aliran 6

**Tabel B.8** Neraca Panas Komponen Aliran 6

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Air	419.932,811	1,001	27	2	840.705,4871
Serai	139.977,604	0,446	27	2	124.860,0224
<b>Total</b>					965.565,5095

2. Aliran 7

$$Q = P \times t \quad (1 \text{ W} = 14,340 \text{ cal/min})$$

$$Q = 629.899,2161 \text{ W} \times 14,340 \text{ cal/min} \times 65 \text{ min}$$

$$Q = 5.871.290.593,5 \text{ cal} = 5.871.290,5935 \text{ Kkal}$$

3. Aliran 8

**Tabel B.9** Neraca Panas Komponen Aliran 8

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Steam	1.539.753,639	0,4550	100	75	52.544.092,9451
<b>Total</b>					52.544.092,9451

❖ Aliran Q Keluar

1. Aliran 9

**Tabel B.10** Neraca Panas Komponen Aliran 9

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Serai	538.913,774	0,446	81	56	13.459.910,4143
Liquid	447.928.332	1,0050	81	56	25.109.070,5487
<b>Total</b>					38.568.980,9630

## 2. Aliran 10

**Tabel B.11** Neraca Panas Komponen Aliran 10

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Air	1.456.945,84	1,0010	38	13	18.959.236,1643
Minyak Serai	1.000	0,446	38	13	5.798
<b>Total</b>					18.965.034,1643

### ❖ Neraca Panas Total

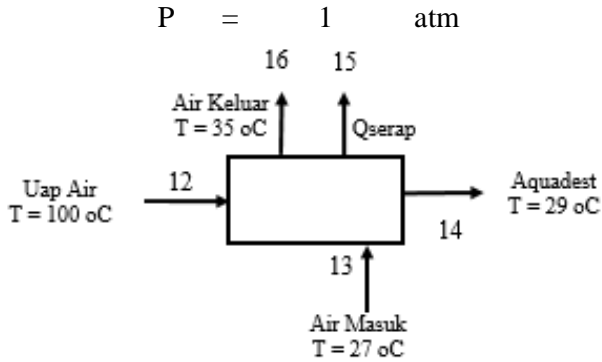
**Tabel B.12** Neraca Panas Total Proses Ekstraksi untuk  
*Microwave Steam Diffusion*

Kalor Masuk		Kalor Keluar	
Komponen	Q (Kkal)	Komponen	Q (Kkal)
<b>(Aliran 6)</b>		<b>(Aliran 9)</b>	
Air	840.705,4871	Serai	13.459.910,4143
Serai	124.860,0224	Liquid	25.109.070,5487
	965.565,5095		38.568.980,9630
<b>(Aliran 7)</b>		<b>(Aliran 10)</b>	
Microwave	5.871.290,5935	Air	18.959.236,1643
		Minyak Serai	5.798
			18.965.034,1643
<b>(Aliran 8)</b>			
Steam	52.544.092,9451	Qloss	6.481.763,9147
<b>Total</b>	<b>59.380.949,04815</b>	<b>Total</b>	<b>59.380.949,04815</b>

### 6.3.2. Kondesasi *Microwave Steam Diffusion*

Fungsi : Untuk mengetahui jumlah air yang digunakan sebagai kondensasi

Kondisi Operasi: T = 100 °C



❖ Aliran Q Masuk

1. Aliran 12 (panas sensible air)

Tabel B.13 Neraca Panas Komponen Aliran 12

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Uap Air	15397536,39	1,0076	100	75	1163591825,3080
<b>Total</b>					1163591825,3080

Aliran 12 (panas laten air)

Tabel B.14 Neraca Panas Komponen Aliran 12

Komponen	Massa (Kg)	λ(Kkal/Kg)	Q (Kkal)
Uap Air	15397536,39	539,45	8306201007,8388
<b>Total</b>			8306201007,8388

❖ Aliran Q Keluar

1. Aliran 14

Tabel B.15 Neraca Panas Komponen Aliran 14

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Air	10820268,76	0,99874	29	4	43226540,8735
<b>Total</b>					43226540,8735

$$H_v = H_v' + Q \text{ serap}$$

$$Q \text{ serap} = H_v - H_v'$$

$$\begin{aligned}
&= 1163591825,3080 + 8306201007,8388 - \\
&43226540,8735 \\
&= 9426566292,2732 \text{ Kkal}
\end{aligned}$$

**Massa Air yang dibutuhkan:**

Suhu air masuk = 27°C

Suhu air keluar = 35°C

Diketahui bahwa:

$T_1$  = Suhu air masuk (27°C) ;  $T_2$  = Suhu air keluar (35°C)

$C_{p1}$  = *Specific Heat* air masuk (27°C) yaitu 0,9982 kkal/kg.°C

$C_{p2}$  = *Specific Heat* air masuk (35°C) yaitu 0,9987 kkal/kg.°C

$Q_{\text{serap}} = H_{\text{water outlet}} - H_{\text{water inlet}}$

$Q_{\text{serap}} = [m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_{25})] - [m \cdot C_p \cdot (T_1 - T_{25})]$

$Q_{\text{serap}} = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$

Sehingga dapat dihitung untuk massa air yaitu:

$$m_{\text{air}} = \frac{Q_{\text{serap}}}{(C_{p2} \cdot T_2 - C_{p1} \cdot T_1)}$$

$$m_{\text{air}} = \frac{9426566292,273}{(0,9987 \cdot 35 - 0,9982 \cdot 27)}$$

$m_{\text{air}} = 1.179.706.942,1912 \text{ kg}$

❖ **Neraca Panas total**

**Tabel B.16** Neraca Panas Total pada Proses Distilasi untuk *Microwave Steam Diffusion*

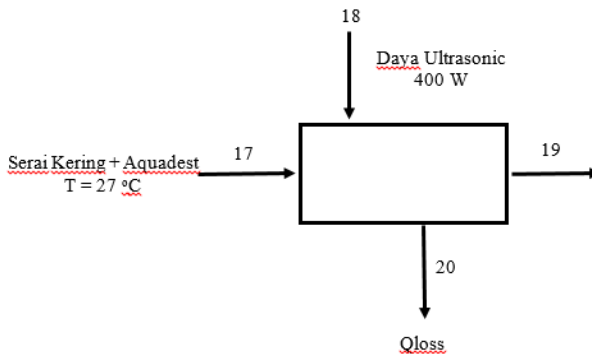
Kalor Masuk		Kalor Keluar	
Komponen	Q (Kkal)	Komponen	Q (Kkal)
(Aliran 12)		(Aliran 14)	
Air (panas sensible)	1163591825,3080	Air	3107460
Air (panas laten)	8306201007,8388		
(Aliran 13)		(Aliran 16)	
Air	9426566292,2732	Air	9426566292,2732
		Qserap	9426566292,2732
<b>Total</b>	<b>18896359125,4199</b>	<b>Total</b>	<b>18896359125,4199</b>

**6.3.3. Ekstraksi untuk *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion***

Fungsi : Untuk memperlebar pori-pori serai kering

Kondisi Operasi: P = 1 atm

t = 30 menit



Entalpi bahan masuk dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = m \cdot C_p \cdot (T - T_{\text{ref}}), \quad T_{\text{ref}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

❖ **Aliran Q Masuk**

**1. Aliran 17**

**Tabel B.17** Neraca Panas Komponen Aliran 17

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Air	353.627,6301	1,001	27	2	707.962,5155
Serai	117.875,8767	0,428	27	2	100.901,7505
<b>Total</b>					808.864,2659

**2. Aliran 18**

$$Q = P \times t \quad (1 \text{ W} = 14,340 \text{ cal/min})$$

$$Q = 55.991.041 \text{ W} \times 14,340 \text{ cal/min} \times 30 \text{ min}$$

$$Q = 24.087.346.020 \text{ cal} = 24.087.346,02 \text{ Kkal}$$

❖ **Aliran Q Keluar**

**1. Aliran 19**

**Tabel B.18** Neraca Panas Komponen Aliran 19

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Liquid	3.536.276,30	1,001	32	7	24.778.688,0415
Serai	1.178.758,767	0,428	32	7	3.531.561,266
<b>Total</b>					28.310.249,3075

❖ **Neraca Panas Total**

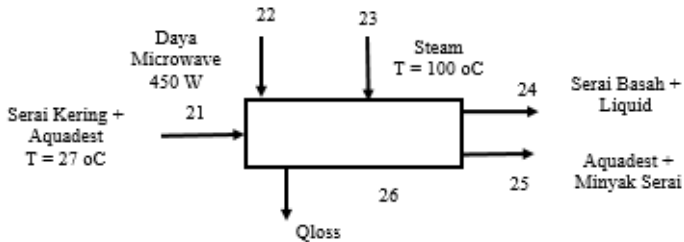
**Tabel B.19** Neraca Panas Total Pada proses Ekstraksi untuk *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion*

Kalor Masuk		Kalor Keluar	
Komponen	Q (Kkal)	Komponen	Q (Kkal)
(Aliran 17)		(Aliran 19)	
Air	7.079.625,1547	Air	24.778.688,0415
Minyak Serai	1.009.017,505	Serai	3.531.561,266
	8.088.642,66		28.310.249,31
(Aliran 18)			
Ultrasonik	24.087.346,02	Q <sub>loss</sub>	3.865.739,4750
<b>Total</b>	<b>32.175.988,6839</b>	<b>Total</b>	<b>32.175.988,6839</b>

**Microwave**

Fungsi : Untuk mendapatkan minyak serai dari serai

Kondisi Operasi: T = 100 °C  
P = 1 atm  
t = 65 menit



Entalpi bahan masuk dapat dihitung dengan rumus :  
 $Q = m \cdot C_p \cdot (T - T_{ref}),$   $T_{ref} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$



❖ Aliran Q Masuk

2. Aliran 21

Tabel B.20 Neraca Panas Komponen Aliran 21

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Air	3.536.276,30	1,0010	27	2	7.079.625,1547
Serai	1.178.758,767	0,428	27	2	1.009.017,5046
<b>Total</b>					8.088.642,6593

4. Aliran 22

$$Q = P \times t \quad (1 \text{ W} = 14,340 \text{ cal/min})$$

$$Q = 5.304.414.452 \text{ W} \times 14,340 \text{ cal/min} \times 65 \text{ min}$$

$$Q = 4.944.244.710.000 \text{ kal} = 4.944.244.710 \text{ Kkal}$$

5. Aliran 23

Tabel B.21 Neraca Panas Komponen Aliran 23

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Uap Air	16.620.498,61	0,4550	100	75	567.174.515,2355
<b>Total</b>					567.174.515,2355

❖ Aliran Q Keluar

3. Aliran 24

Tabel B.22 Neraca Panas Komponen Aliran 24

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Serai	4.538.221,25	0,4280	87	62	120.426.239,1702
Liquid	1.296.634,64	1,0010	87	62	80.471.739,2586
<b>Total</b>					200.897.978,4287

#### 4. Aliran 25

**Tabel B.23** Neraca Panas Komponen Aliran 25

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Air	15.490.658,34	1,0050	45	20	310.122.979,9022
Minyak Serai	10.000	0,428	45	20	85600
<b>Total</b>					<b>310.208.579,9022</b>

#### ❖ Neraca Panas Total

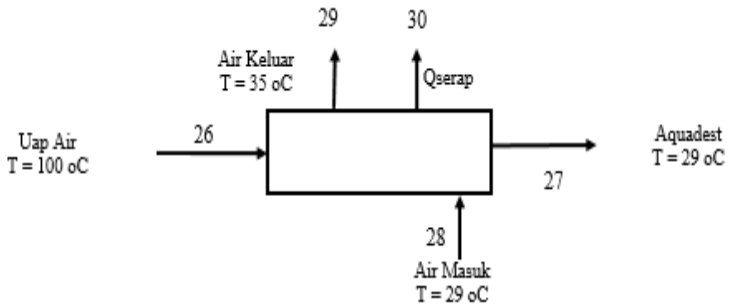
**Tabel B.24** Neraca Panas Total Proses Ekstraksi untuk  
*Microwave Ultrasonic Steam Diffusion*

Kalor Masuk		Kalor Keluar	
Komponen	Q (Kkal)	Komponen	Q (Kkal)
<b>(Aliran 21)</b>		<b>(Aliran 24)</b>	
Air	7.079.625,1547	Serai	120.426.239,1702
Serai	1.009.017,5046	Liquid	80.471.739,2586
<b>(Aliran 22)</b>		<b>(Aliran 25)</b>	
Microwave	49.442,4471	Air	310.122.979,9022
		Minyak Serai	85.600
<b>(Aliran 23)</b>			
Uap Air	567.174.515,2355	Qloss	6.420.604,0110
<b>Total</b>	<b>575.312.600,3418</b>	<b>Total</b>	<b>575.312.600,3418</b>

### 6.3.4. Kondesasi *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion*

Fungsi : Untuk mengetahui jumlah air yang digunakan sebagai kondensasi

Kondisi Operasi: T = 100 °C  
P = 1 atm



#### ❖ Aliran Q Masuk

#### 3. Aliran 26 (panas sensible air)

Tabel B.25 Neraca Panas Komponen Aliran 26

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Uap Air	16620498,61	1,0076	100	75	1256011080,3324
<b>Total</b>					1256011080,3324

#### Aliran 12 (panas laten air)

Tabel B.26 Neraca Panas Komponen Aliran 28

Komponen	Massa (Kg)	λ(Kkal/Kg)	Q (Kkal)
Uap Air	16620498,61	539,45	8965927977,8393
<b>Total</b>			8965927977,8393

❖ Aliran Q Keluar

2. Aliran 14

Tabel B.27 Neraca Panas Komponen Aliran 27

Komponen	Massa (Kg)	Cp (Kkal/Kg.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Kkal)
Air	14543525,67	0,99874	29	4	58100803,3005
<b>Total</b>					<b>58100803,3005</b>

$$H_v = H_v' + Q_{\text{serap}}$$

$$Q_{\text{serap}} = H_v - H_v'$$

$$= 1256011080,3324 + 8965927977,8393 - 58100803,3005$$

$$= 10163838254,8712 \text{ Kkal}$$

**Massa Air yang dibutuhkan:**

$$\text{Suhu air masuk} = 27^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu air keluar} = 35^\circ\text{C}$$

Diketahui bahwa:

$$T_1 = \text{Suhu air masuk} \quad (27^\circ\text{C}) ; \quad T_2 = \text{Suhu air keluar} \quad (35^\circ\text{C})$$

$$C_{p1} = \text{Specific Heat air masuk} (27^\circ\text{C}) \text{ yaitu } 0,9982 \text{ kkal/kg.}^\circ\text{C}$$

$$C_{p2} = \text{Specific Heat air masuk} (35^\circ\text{C}) \text{ yaitu } 0,9987 \text{ kkal/kg.}^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{serap}} = H_{\text{water outlet}} - H_{\text{water inlet}}$$

$$Q_{\text{serap}} = [m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_{25})] - [m \cdot C_p \cdot (T_1 - T_{25})]$$

$$Q_{\text{serap}} = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$$

Sehingga dapat dihitung untuk massa air yaitu:

$$m_{\text{air}} = \frac{Q_{\text{serap}}}{(C_{p2} \cdot T_2 - C_{p1} \cdot T_1)}$$

$$m_{\text{air}} = \frac{10163838254,8712}{(0,9987 \cdot 35 - 0,9982 \cdot 27)}$$

$$m_{\text{air}} = 1.271.974.351,7222 \text{ kg}$$

❖ **Neraca Panas total**

**Tabel B.28** Neraca Panas Total pada Proses Distilasi untuk  
*Microwave Steam Diffusion*

<b>Kalor Masuk</b>		<b>Kalor Keluar</b>	
<b>Komponen</b>	<b>Q (Kkal)</b>	<b>Komponen</b>	<b>Q (KKal)</b>
<b>(Aliran 12)</b>		<b>(Aliran 14)</b>	
Air (panas sensible)	1256011080,3324	Air	58100803,3
Air (panas laten)	8965927977,8393		
<b>(Aliran 13)</b>		<b>(Aliran 16)</b>	
Air pendingin	2535403367,6981	Air pendingin Qserap	12683366776,798810163838254,8
<b>Total</b>	<b>22905305834,9706</b>	<b>Total</b>	<b>22905305834,9</b>

## APPENDIKS C PERHITUNGAN HASIL INOVASI

### C.1 Perhitungan *yield* Minyak Serai Metode *Microwave Steam Diffusion* (MSDf)

#### C.1.1 Perhitungan massa minyak serai hasil ekstraksi dengan menggunakan metode MSDf

**Tabel C.1** Hasil Ekstraksi Minyak Serai Metode MSDf

Waktu (Menit)	Volume Minyak (ml)	Densitas (gram/ml)
5	0,3	0,893
15	0,4	
25	0,5	
35	0,6	
45	0,65	
55	0,7	
65	0,7	

Untuk mendapatkan massa minyak serai, maka volume minyak dikalikan dengan densitas.

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 5 menit

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,893 \text{ gram/ml} \times 0,3 \text{ ml}$$

$$= 0,2679 \text{ gram}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 15 menit

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,893 \text{ gram/ml} \times 0,4 \text{ ml}$$

$$= 0,3572 \text{ gram}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 25 menit
 
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,893 \text{ gram/ml} \times 0,5 \text{ ml}$$

$$= 0,4465 \text{ gram}$$
- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 35 menit
 
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,893 \text{ gram/ml} \times 0,6 \text{ ml}$$

$$= 0,5358 \text{ gram}$$
- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 45 menit
 
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,893 \text{ gram/ml} \times 0,65 \text{ ml}$$

$$= 0,5805 \text{ gram}$$
- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 55 menit
 
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,893 \text{ gram/ml} \times 0,7 \text{ ml}$$

$$= 0,6251 \text{ gram}$$
- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 65 menit
 
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,893 \text{ gram/ml} \times 0,7 \text{ ml}$$

$$= 0,6251 \text{ gram}$$

### C.1.2 Perhitungan *yield* minyak serai hasil ekstraksi dengan menggunakan metode MSDf

**Tabel C.2** Hasil Perhitungan Massa Minyak Serai Ekstraksi Dengan Metode MSDf

Waktu (Menit)	Massa Minyak (gram)
5	0,2679
15	0,3572
25	0,4465
35	0,5358
45	0,5805
55	0,6251
65	0,6251

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 5 menit

$$\begin{aligned} \text{yield} &= \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa umpan}} \times 100\% \\ \text{yield} &= \frac{0,2679}{100} \times 100\% \\ &= 0,2679\% \end{aligned}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 15 menit

$$\begin{aligned} \text{yield} &= \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa umpan}} \times 100\% \\ \text{yield} &= \frac{0,3572}{100} \times 100\% \\ &= 0,3572\% \end{aligned}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 25 menit

$$\text{yield} = \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa umpan}} \times 100\%$$



$$\begin{aligned}
 \text{yield} &= \frac{0,4465}{100} \times 100\% \\
 &= 0,4465 \%
 \end{aligned}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 35 menit

$$\begin{aligned}
 \text{yield} &= \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa umpan}} \times 100\% \\
 \text{yield} &= \frac{0,5358}{100} \times 100\% \\
 &= 0,5358 \%
 \end{aligned}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 45 menit

$$\begin{aligned}
 \text{yield} &= \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa umpan}} \times 100\% \\
 \text{yield} &= \frac{0,5805}{100} \times 100\% \\
 &= 0,5805 \%
 \end{aligned}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 55 menit

$$\begin{aligned}
 \text{yield} &= \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa umpan}} \times 100\% \\
 \text{yield} &= \frac{0,6251}{100} \times 100\% \\
 &= 0,6251 \%
 \end{aligned}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 65 menit

$$\begin{aligned}
 \text{yield} &= \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa umpan}} \times 100\% \\
 \text{yield} &= \frac{0,6251}{100} \times 100\% \\
 &= 0,6251 \%
 \end{aligned}$$

## C.2 Perhitungan *yield* Minyak Serai Metode *Microwave Ultrasonic Steam Diffusion* (MUSDF)

### C.2.1 Perhitungan massa minyak serai hasil ekstraksi dengan menggunakan metode MUSDF

**Tabel C.3** Hasil Ekstraksi Minyak Serai Metode MUSDF

Waktu (Menit)	Volume Minyak (ml)	Densitas (gram/ml)
5	0,5	0,893
15	0,7	
25	0,8	
35	0,9	
45	0,95	
55	0,95	
65	0,95	

Untuk mendapatkan massa minyak serai, maka volume minyak dikalikan dengan densitas.

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 5 menit

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,893 \text{ gram/ml} \times 0,5 \text{ ml}$$

$$= 0,4465 \text{ gram}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 15 menit

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,893 \text{ gram/ml} \times 0,7 \text{ ml}$$

$$= 0,6251 \text{ gram}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 25 menit

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,893 \text{ gram/ml} \times 0,8 \text{ ml}$$

$$= 0,7144 \text{ gram}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 35 menit
 
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,893 \text{ gram/ml} \times 0,9 \text{ ml}$$

$$= 0,8037 \text{ gram}$$
- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 45 menit
 
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,893 \text{ gram/ml} \times 0,95 \text{ ml} = 0,8484 \text{ gram}$$
- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 55 menit
 
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,893 \text{ gram/ml} \times 0,95 \text{ ml}$$

$$= 0,8484 \text{ gram}$$
- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 65 menit
 
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,893 \text{ gram/ml} \times 0,95 \text{ ml}$$

$$= 0,8484 \text{ gram}$$

### C.2.2 Perhitungan *yield* minyak serai hasil ekstraksi dengan menggunakan metode MUSDF

**Tabel C.4** Hasil Perhitungan Massa Minyak Serai Ekstraksi Dengan Metode MUSDF

Waktu (Menit)	Massa Minyak (gram)
5	0,4465
15	0,6251

Waktu (Menit)	Massa Minyak (gram)
25	0,7144
35	0,8037
45	0,8484
55	0,8484
65	0,8484

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 5 menit

$$\begin{aligned}
 \text{yield} &= \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa umpan}} \times 100\% \\
 \text{yield} &= \frac{0,4465}{100} \times 100\% \\
 &= 0,4465 \%
 \end{aligned}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 15 menit

$$\begin{aligned}
 \text{yield} &= \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa umpan}} \times 100\% \\
 \text{yield} &= \frac{0,6251}{100} \times 100\% \\
 &= 0,6251 \%
 \end{aligned}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 25 menit

$$\begin{aligned}
 \text{yield} &= \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa umpan}} \times 100\% \\
 \text{yield} &= \frac{0,7144}{100} \times 100\% \\
 &= 0,7144 \%
 \end{aligned}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 35 menit

$$\begin{aligned}
 \text{yield} &= \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa umpan}} \times 100\% \\
 \text{yield} &= \frac{0,8037}{100} \times 100\% \\
 &= 0,8037 \%
 \end{aligned}$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 45 menit

$$yield = \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa umpan}} \times 100\%$$

$$yield = \frac{0,8484}{100} \times 100\%$$

$$= 0,8484 \%$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 55 menit

$$yield = \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa umpan}} \times 100\%$$

$$yield = \frac{0,8484}{100} \times 100\%$$

$$= 0,8484 \%$$

- Massa minyak serai hasil ekstraksi variabel waktu 65 menit

$$yield = \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa umpan}} \times 100\%$$

$$yield = \frac{0,8484}{100} \times 100\%$$

$$= 0,8484 \%$$

### C.3 Perhitungan Harga 1 mL Minyak Serai

- Menghitung Konsumsi Energi

- MSDf

Waktu ekstraksi = 35 menit = 0,583 hour

Daya input total = 2050 watt

Energi = waktu  $\times$  daya

Energi = 0,583  $\times$  2050

Energi = 1195,833 watt hour (Wh) = 1,195 kWh

- b. MUSDf  
Waktu ekstraksi = 35 menit = 0,583 hour  
Daya input total = 2050 watt  
Energi = waktu  $\times$  daya  
Energi = 0,583  $\times$  2050  
Energi = 1207,5 watt hour (Wh) = 1,2075 kWh
- b. Menghitung Biaya
- a. MSDf  
Biaya / kWh = Rp 1.353,54  
Biaya = energi  $\times$  Rp 1.353,54  
Biaya = 1,195 kWh  $\times$  Rp 1.353,54  
Biaya = Rp 1618,608  

$$\text{Biaya} = \frac{\text{Rp } 1618,608}{\text{mL minyak}}$$

$$\text{Biaya} = \frac{\text{Rp } 1618,608}{0,6 \text{ mL}}$$
Biaya = Rp 2697,68 / mL minyak serai
- b. MUSDf  
Biaya / kWh = Rp 1.353,54  
Biaya = energi  $\times$  Rp 1.353,54  
Biaya = 1,2075 kWh  $\times$  Rp 1.353,54  
Biaya = Rp 1634,4  

$$\text{Biaya} = \frac{\text{Rp } 1634,4}{\text{mL minyak}}$$

$$\text{Biaya} = \frac{\text{Rp } 1634,4}{0,9 \text{ mL}}$$
Biaya = Rp 1816 / mL minyak serai
- c. Menghitung Selisih dan Persentase  
Selisih biaya = (biaya MSDf) – (biaya MUSDf)  
Selisih biaya = Rp 2697,68 - Rp 1816  
Selisih biaya = Rp 881,68  

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Rp } 881,68}{\text{Rp } 2.697,68} \times 100\%$$
Persentase = 32,68 %

Sehingga jika ditinjau dari segi waktu, konsumsi energi dan biaya yang diperlukan, maka metode MUSDF dapat menghemat biaya sebesar 32,68 % dibandingkan dengan metode MSDf.

### C.3 Perhitungan uji transmitansi sabun anti nyamuk

Perhitungan uji transmitansi sabun anti nyamuk, dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$T = \frac{I_t}{I_o} \times 100\%$$

**Tabel C.5** Hasil Pengukuran  $I_o$  dan  $I_t$

Perlakuan	$(I_o)$	$(I_t)$
F 1	$3,99 \cdot 10^{-2}$	$3,04 \cdot 10^{-2}$
F 2	$3,74 \cdot 10^{-2}$	$2,48 \cdot 10^{-2}$
F 3	$3,75 \cdot 10^{-2}$	$1,94 \cdot 10^{-2}$
F 4	$3,74 \cdot 10^{-2}$	$2,36 \cdot 10^{-2}$

- Perhitungan transmitansi sabun anti nyamuk F1

$$\begin{aligned} T &= \frac{I_t}{I_o} \times 100\% \\ &= \frac{3,04 \times 10^{-2}}{3,99 \times 10^{-2}} \times 100\% \\ &= 76,14 \% \end{aligned}$$

- Perhitungan transmitansi sabun anti nyamuk F2

$$\begin{aligned} T &= \frac{I_t}{I_o} \times 100\% \\ &= \frac{2,48 \times 10^{-2}}{3,74 \times 10^{-2}} \times 100\% \\ &= 66,48 \% \end{aligned}$$

- Perhitungan transmitansi sabun anti nyamuk F1

$$T = \frac{I_t}{I_o} \times 100\%$$

$$= \frac{1,94 \times 10^{-2}}{3,75 \times 10^{-2}} \times 100\%$$

$$= 51,82 \%$$

- Perhitungan transmitansi sabun anti nyamuk F1

$$T = \frac{I_t}{I_o} \times 100\%$$

$$= \frac{2,36 \times 10^{-2}}{3,74 \times 10^{-2}} \times 100\%$$

$$= 63,10 \%$$

### C.3 Perhitungan daya tolak sabun anti nyamuk

Perhitungan uji transmitansi sabun anti nyamuk, dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Daya Tolak Nyamuk} = \frac{K - P}{K} \times 100\%$$

**Tabel C.6** Jumlah Nyamuk Yang Hinggap Pada Variabel Control, Variabel 3% dan 5% Dari Jam Ke-0 Sampai Jam Ke-5

Perlakuan Sabun Anti Nyamuk	Jumlah Nyamuk yang Hinggap dari jam ke-0 sampai jam ke-5 (ekor)
Kontrol	12
Konsentrasi 3 %	3
Konsentrasi 5 %	2



- Perhitungan daya tolak sabun anti nyamuk konsentrasi serai 3%

$$\begin{aligned}\text{Daya Tolak Nyamuk} &= \frac{K - P}{K} \times 100\% \\ &= \frac{12 - 3}{12} \times 100\% \\ &= 75 \%\end{aligned}$$

- Perhitungan daya tolak sabun anti nyamuk konsentrasi serai 5%

$$\begin{aligned}\text{Daya Tolak Nyamuk} &= \frac{K - P}{K} \times 100\% \\ &= \frac{12 - 2}{12} \times 100\% \\ &= 83,33 \%\end{aligned}$$

## DAFTAR NOTASI

No.	Notasi	Keterangan	Satuan
1.	$\Delta H$	Enthalpi	KCal
2.	$C_p$	<i>Heat Capacities</i>	KCal/Kg. $^{\circ}$ C
3.	m	Massa	Kg
4.	P	Daya	Watt
5.	T	Suhu	$^{\circ}$ C
6.	$T_{ref}$	Suhu Referensi	$^{\circ}$ C
7.	t	Waktu	min
8.	$\lambda$	Panas Laten	KCal/Kg

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Resmi, Rina Widiastuti, and Nuha Afra Nadhifa. 2016. Uji Efektifitas Formula Spray Dari Minyak Atsiri Herba Kemangi (*Ocimum Sanctum L* ) Sebagai Repellent Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Jurnal Ilmiah Manuntung* 2 (2): 189-197.
- Bendicho, C., and I. Lavilla. 2000. *Ultrasound extractions copyright academic press*. 1448-1453.
- Bilgin, M., and S. Sahin. 2013. *Effect Of Geographical Origin And Extract Methods On Total Phenolic Yield Of Olive Tree (Olea uropaea) Leave*. *Journal of the taiwan institute of chemical engineers* 8-12.
- Budianto, V. 2010. Optimasi Formula Sabun Transparan dengan Humecant Gliserin dan Surfaktan *Cocoamidopropyl Betaine*: Aplikasi Desain Faktorial.
- Chemat, Farid. 2010. *Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. Ultrasonic Sonochemistry* 826-827.
- Chemat, Smain. 2012. "Contribution of microwaves or ultrasonics on carvone and limonene recovery from dill fruits (*Anethum graveolens L.*)" *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 118.
- Departemen Kesehatan RI. 2000. Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat. Jakarta: Diktorat Jendral POM-Depkes RI
- Febriyanti, R. 2015. Pengaruh Konsentrasi Asam Stearat Sebagai Basis Terhadap Sifat Fisik Sabun Transparan Minyak Jeruk Purut (*Oleum Citrus hystrix D. D.*) dengan Metode Distilasi.
- Febriyenti. 2014. Formulasi Sabun Transparan Minyak Ylang Ylang dan Uji Efektivitas terhadap Bakteri Penyebab Jerawat. *Jurnal Sains Farmasi dan Klinis* , 61-71.

- Goumin, J. Yu X, and Cai. 2003. *"The Handbook of Insecticide Formulations and Its Technologies for Household and Public Health Uses."* 381-382, 393, 399. Hongkong: Cosmos Books.
- Guenther, Ernest. 1952. *Essential oil*, 5th edition. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc.
- Guenther, Ernest. 1987. Minyak Atsiri Jilid I. Penerjemah Ketaren S. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Gutte, Krishna B., Akshaya K. Sahoo, and Rahul C. Ranveer. 2015. *"Effect of ultrasonic treatment on extraction and fatty acid profile of flaxseed oil."* *Oilseeds & fats Crops and Lipids*.
- Hariana, H. Arief. 2009. *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya Seri 2*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hernani. 2010. Formula Sabun Transparan Antijamur dengan Bahan Aktif Ekstrak Lengkuas (*Alpinia galanga L.Swartz.*). *Bul. Littro*. Vol. 21 No.2, 192-205.
- Huda, I. M. 2014. Pengaruh Daya *Microwave Assited Hydrodistillation* Terhadap Kebutuhan Energi Ekstraksi dan Rendemen Minyak Nilam. *Jurnal Teknik Mesin*
- Karwati. 2009. Degragasi Hidrokarbon pada Tanah Tercemari Minyak Bumi dengan Isolat A10 dan D8.
- Ketaren S., 1985. Minyak Atsiri. Pengantar Teknologi Minyak Atsiri. hal. 191-202. Jakarta: Balai Pustaka.
- Maia. 2011. *"Plant-Based Insect Repellents: a Review of Their Efficacy Development and Testing."* *Malaria Journal* 10 (<http://www.malariajournal.com/content/10/S1/S11>).
- Mason, E. J. 1974. *Understanding and conducting research: Application in education and the behavioral science*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Moncada, J. 2014. *Techno-economic and enviromental assessment of essential oil extraction from citronella (cymbopogon winteriana) and lemongrass (cymbopogon citrus): A colombian case to evaluate different extraction technologies. Industrial crops and products*, 175-184.

- Price, S. 1997. "Aromaterapi Bagi Profesi Kesehatan, Cetakan I, diterjemahkan oleh Andry H.," *EGC* 71-73.
- Ranitha, M. (2014). *A Coparative Study of lemongrass (cymbopogon citratus) essential oil extracted by microwave-assited hydrodistillation (MAHD) and conventional hydrodistillation (HD) method*. International journal of chemical engineering and applications Vol.5 No.2 , 104-108.
- Ratnawati, Christina Dwi. 2005. "Reflektansi dan transmitansi cahaya pada larutan gula dan larutan garam."
- Rosmiati, R. 2013. Sabun Cair Bayi.
- Sastrohamidjojo, H. 2004. Kimia Minyak Atsiri. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Usmania, I. D. 2012. Pembuatan Sabun Transparan dari Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil).
- Wardani, S. 2009. Uji Aktivitas Minyak Atsiri Daun Dan Batang Serai (*Andropogon nardus* L) Sebagai Obat Nyamuk Elektrik Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*.
- Widawati, Mutiara. 2014. "Sediaan Losion Minyak Atsiri Piper Betle L. Dengan Penambahan Minyak Nilam Sebagai Repelan Nyamuk *Aedes aegypti*." *BALABA* 10 (02): 77-82.
- Voight, R. 1994. Buku Pelajaran Teknologi Farmasi Edisi V. Yogyakarta. Universitas Gajah Mada Pres.
- Yang, W., V.K Ajapur, K. Krishnamurthy, H. Feng, R. Yang, and T.H. Rababah. 2009. "*Expedited extraction of xylan from corncob by power ultrasound.*" *International journal agric & Biol.Eng* 76-83.
- Yulvianti, M. 2014. Pengaruh perbandingan campuran pelarut N hexana- etanol terhadap kandungan sitronelal hasil ekstraksi serei wangi (*cymbopogon nardus*). Jurnal integrasi proses, 8-14.
- Zhang, L., Y. Shan, K. Tang, and R. Putheti. 2009. "*Ultrasound assited extraxtion flavonoids from lotus (Nelumbo nucifera Gaertn) leaf and evaluation of its anti-fatigue activity .*" *International journal of physical sciences* 418-422.

## **BIODATA PENULIS**

### **PENULIS I**



Hanandyta Faradiella. Dilahirkan di Sidoarjo 17 Desember 1996, merupakan anak ke-1 dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Al-Istiqomah Kletek, SD Hang Tuah 10 Juanda, SMPN 1 Sedati, dan SMA Muhammadiyah 2 Sidoarjo. Setelah lulus dari SMA Muhammadiyah 2 Sidoarjo tahun 2014, penulis mengikuti Seleksi Ujian Masuk D3 ITS dan diterima di Program Studi D3 Teknik Kimia FTI-ITS pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP. 2314 030 043. Semasa kuliah penulis aktif dalam organisasi maupun kegiatan kampus, salah satunya sebagai sekertaris departemen PROFIL himpunan Mahasiswa D3 Teknik Kimia ITS dan Staff Mahkamah Mahasiswa ITS. Pada tahun 2016, ide yang digagas penulis dalam Program Kreativitas Mahasiswa masuk dalam program pendanaan KEMENRISTEK DIKTI dengan karya PKM-PE. Pada tahun yang sama penulis mengikuti International Conference yang diadakan di Universitas Islam Indonesia. Serta pada tahun 2017 penulis menjadi mahasiswa berprestasi juara 2 tingkat diploma se-ITS.

Alamat email: [hanandytafaradiella@gmail.com](mailto:hanandytafaradiella@gmail.com)

## **BIODATA PENULIS**

### **PENULIS II**



Lifi Lailatul Khikmiah. Dilahirkan di Surabaya 11 Juli 1996, merupakan anak ke-2 dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SMPN 12 Surabaya dan SMAN 6 Surabaya. Setelah lulus dari SMAN 6 Surabaya tahun 2014, penulis mengikuti Seleksi Ujian Masuk D3 ITS dan diterima di Program Studi D3 Teknik Kimia FTI-ITS pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP. 2314 030 076. Semasa kuliah penulis aktif dalam organisasi maupun kegiatan kampus, salah satunya sebagai Ketua Departemen PROFIL himpunan Mahasiswa D3 Teknik Kimia ITS. Pada tahun 2016, ide yang digagas penulis dalam Program Kreativitas Mahasiswa masuk dalam program pendanaan KEMENRISTEK DIKTI dengan karya PKM-PE.

Alamat email: [lifilailatul@gmail.com](mailto:lifilailatul@gmail.com)