

**EKSTRAKSI MINYAK JAHE MENGGUNAKAN TEKNIK HIDRODISTILASI DAN
FLUIDA KARBONDIOKSIDA SUPERKRITIK**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Penyelesaian Gelar Diploma IV Program
Studi Teknologi Kimia Industri pada Sekolah Tinggi Manajemen Industri**



Disusun oleh

GUSTURIANI MAULIDINA (1511041)

NITA KHUSNUL HOTIMAH (1511042)

**TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

2015

**EKSTRAKSI MINYAK JAHE MENGGUNAKAN TEKNIK HIDRODISTILASI DAN
FLUIDA KARBONDIOKSIDA SUPERKRITIK**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Penyelesaian Gelar Diploma IV Program
Studi Teknologi Kimia Industri pada Sekolah Tinggi Manajemen Industri**



Disusunoleh

GUSTURIANI MAULIDINA (1511041)

NITA KHUSNUL HOTIMAH (1511042)

**TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI**

KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

2015

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

JUDUL : EKSTRAKSI MINYAK JAHE MENGGUNAKAN TEKNIK
HIDRODISTILASI DAN FLUIDA KARBONDIOKSIDA
SUPERKRITIK

NAMA/NIM : 1. GUSTURIANI MAULIDINA/1511041
2. NITA KHUSNUL HOTIMAH/1511042

PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan
dalam sidang tugas akhir Sekolah Tinggi Manajemen Industri
Kementerian Perindustrian RI

Ketua Program Studi
Teknologi Kimia Industri

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Gatot Ibnu Santosa, DEA

NIP : 19510521980031003

Sakri Widhianto, S.Teks, MM

NIP : 195031719031001

LEMBAR PENGESAHAN
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

JUDUL : EKSTRAKSI MINYAK JAHE MENGGUNAKAN TEKNIK
HIDRODISTILASI DAN FLUIDA KARBONDIOKSIDA
SUPERKRITIK

DISUSUN OLEH :
NAMA/NIM : GUSTURIANI MAULIDINA/1511041

PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknologi Kimia
Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri pada Juli 2015

Jakarta, Juli 2015

Penguji

Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM

NIP : 195702141985031002

Penguji

Penguji

Dr. Ir. Gatot Ibnusantosa, DEA

NIP : 19510521980031003

Sakri Widhianto, S.Teks, MM

NIP : 195031719031001

LEMBAR PENGESAHAN
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

JUDUL : EKSTRAKSI MINYAK JAHE MENGGUNAKAN TEKNIK
HIDRODISTILASI DAN FLUIDA KARBONDIOKSIDA
SUPERKRITIK

DISUSUN OLEH :
NAMA/NIM : NITA KHUSNUL HOTIMAH/1511042

PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknologi Kimia
Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri pada Juli 2015

Jakarta, Juli 2015

Penguji

Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM

NIP : 195702141985031002

Penguji

Penguji

Dr. Ir. Gatot Ibnusantosa, DEA

NIP : 19510521980031003

Sakri Widhianto, S.Teks, MM

NIP : 195031719031001

LEMBAR PENGESAHAN
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

JUDUL : EKSTRAKSI MINYAK JAHE MENGGUNAKAN TEKNIK
HIDRODISTILASI DAN FLUIDA KARBONDIOKSIDA
SUPERKRITIK

DISUSUN OLEH :
NAMA/NIM : 1. GUSTURIANI MAULIDINA/1511041
2. NITA KHUSNUL HOTIMAH/1511042

PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknologi Kimia
Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri pada Juli 2015

Jakarta, Juli 2015

Penguji

Penguji

Dr. Ir. Gatot Ibnu Santosa, DEA

NIP : 19510521980031003

Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM

NIP : 195702141985031002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia serta ridho-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan penelitian ini. Ucapan terimakasih penyusun tujukan kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan serta motivasi hingga terselesaikannya laporan penelitian yang dilaksanakan pada tanggal 16 Februari – 31 Mei 2015 di Pusat Penelitian Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (PP Kimia LIPI).

Penelitian di jurusan Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri dimaksudkan untuk melatih mahasiswa dalam menerapkan teori dan pengetahuan yang telah diperoleh selama masa kuliah. Melalui tugas penelitian ini, diharapkan mahasiswa memiliki keterampilan dalam melakukan analisis, sintesis, analogi, generalisasi, mengembangkan hipotesis, mengembangkan konsep, melakukan percobaan dan mengambil keputusan.

Dalam menyelesaikan laporan penelitian ini, penyusun mendapat bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Drs. Achmad Zawawi, MA, MM. selaku Ketua Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementerian Perindustrian RI.
2. Dr. Ir. Gatot Ibnu Santosa, DEA selaku Ketua Jurusan Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementerian Perindustrian RI.
3. Sakri Widhianto, S.Teks, MM selaku dosen pembimbing, terima kasih atas bimbingannya.
4. Dr. Anny Sulaswatty, M. Eng selaku pembimbing kami selama penelitian di Pusat Penelitian Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
5. Pak Egi Agustian, Pak Irfan Budi Mulia, Pak Andreas, Ibu Hakiki Melanie, dan Mbak Dian selaku pembimbing lapangan kami, terima kasih banyak atas masukan, bimbingan, dan ilmunya selama kami penelitian.
6. Kedua orang tua, keluarga, dan para sahabat tercinta yang tanpa henti selalu memberikan doa dan motivasi kepada kami.
7. Seluruh keluarga besar LPM Industri, khususnya Winda, Syarif, Karina, Gilang, dan Yogi.
8. Teman-teman seperjuangan mahasiswa TKI STMI angkatan 2011 yang telah banyak membantu memberikan saran kepada penyusun.

9. Serta semua pihak yang tak dapat penyusun sebutkan satu persatu yang telah membantu pada proses penelitian ini.

Ada pepatah yang mengatakan bahwa *Tak Ada Gading yang Tak Retak*, begitu pula dengan laporan penelitian ini yang masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penyusun harapkan untuk penyempurnaan laporan penelitian ini.

Jakarta, Juni 2015

Penyusun

ABSTRAK

Seiring dengan produksi jahe yang terus meningkat dan penggunaan jahe yang tidak hanya sebagai rempah, jahe perlu diolah untuk meningkatkan nilai tambahnya. Pada penelitian ini, minyak atsiri jahe diperoleh melalui dua metode, yaitu metode hidrodistilasi dan metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik. Minyak jahe diperoleh dari jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah. Jahe segar diberi perlakuan awal pencucian, pengirisan, dan pengeringan bahan sehingga berbentuk simplisia (jahe kering). Pada proses hidrodistilasi, variabel yang diamati adalah pengaruh perbedaan pengeringan terhadap rendemen dan komponen kimia minyak jahe. Selain itu, proses hidrodistilasi juga bertujuan untuk menentukan jahe yang akan digunakan pada proses ekstraksi fluida CO₂ superkritik. Hasil penelitian hidrodistilasi menunjukkan metode pengeringan sinar matahari memiliki rendemen dan komponen kimia terbaik. Jenis jahe yang menghasilkan rendemen dan komponen terbaik adalah jahe emprit. Pada proses ekstraksi fluida CO₂ superkritik, variabel proses yang diamati adalah pengaruh variasi tekanan 3500 psi, 4000 psi, dan 4500 psi terhadap rendemen dan komponen kimia minyak jahe emprit. Waktu proses ekstraksi selama 4 jam, temperatur 45°C, dan laju alir 5-5,5 liter/menit. Rendemen minyak jahe emprit dengan tekanan 3500 psi, 4000 psi, dan 4500 psi berturut-turut 2,3%, 3,28%, dan 3,46%. Berdasarkan hasil analisis dengan GC-MS telah terdeteksi komponen senyawa minyak jahe emprit dengan tekanan 3500 psi, 4000 psi, dan 4500 psi berturut-turut 31, 32, dan 33 senyawa dengan komponen utama yaitu *zingiberene*, *ar-curcumene*, *β-sesquiphellandrene*, *β-bisabolene*, *α-farnesene*, *geraniol*, *gingerol*, dan *zingeron*.

Kata kunci : Jahe; Minyak jahe; Ekstraksi; Hidrodistilasi; Fluida CO₂ Superkritik; Tekanan.

ABSTRACT

Along the increased production and used of ginger not only as a spice, ginger needs to be processed to increased value added. In this study, ginger oil was obtained by two methods, that is hydrodistillation and supercritical CO₂ fluid of extraction method. Ginger oil was obtained from emprit ginger (white/yellow small ginger), red ginger, and gajah ginger (white/yellow big ginger). Fresh ginger is given pre-treatment such as washing, slicing, and drying the material and then becoming simplicia (dried ginger). In the hydrodistillation process, the effects of some operating parameters such as the differences of sun drying and oven drying about yield and chemical components of ginger oil. In addition, hydrodistillation process also used for selection of the kinds of ginger on supercritical CO₂ fluid of extraction process. It has been found hydrodistillation indicated sun drying method has the best yield and chemical components. The kind of ginger who have the best yield and chemical components is emprit ginger. In the supercritical CO₂ fluid of extraction process, the effects of some operating parameters such as pressure variations 3500 psi, 4000 psi, and 4500 psi about yield and chemical components of emprit ginger. Time operation at 4 hours, temperature at 45°C, and flow rate at 5-5,5 liters/minute. Yield of emprit ginger with pressure of 3500 psi, 4000 psi and 4500 psi respectively is 2.3%, 3.28% and 3.46%. Based on analyzed by GC-MS, detected components emprit ginger oil with pressure of 3500 psi, 4000 psi and 4500 psi respectively is 31, 32, and 33 compounds with the main components, such as *zingiberene*, *ar-curcumene*, *β-sesquiphellandrene*, *β-bisabolene*, *a-farnesene*, *geraniol*, *gingerol*, and *zingeron*.

Keywords : Ginger; Ginger Oil; Extraction; Hydrodistillation; Supercritical Fluid of Carbondioxide; Pressure.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Abstrak	iii
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Lampiran.....	xii
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
Bab II Tinjauan Pustaka.....	5
2.1 Pengertian Jahe.....	5
2.1.1 Deskripsi Tanaman Jahe	5
2.2 Jenis-Jenis Jahe	6
2.3 Kegunaan dan Manfaat Jahe	9
2.4 Kandungan Jahe	9
2.4.1 Komponen Non-Volatil	10
2.4.2 Komponen Volatil.....	10
2.5 Proksimat Jahe.....	13
2.6 Teknologi Perolehan Minyak Jahe	13
2.6.1 Metode Ekstraksi	14
2.6.1.1 Metode Hidrodistilasi (Distilasi Air)	15
2.6.1.2 Metode Ekstraksi Fluida Superkritik	20
2.7 Sifat Fisikokimia Minyak Jahe.....	27
2.8 Analisa Komponen Kimia Minyak Atsiri dengan GC-MS	30
2.8.1 <i>Gass Chromatography Mass Spectrum</i> (GC-MS).....	30
Bab III Metodologi Penelitian	32
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.2 Prosedur Penelitian.....	32
3.3 Alat dan Bahan	36
3.3.1 Alat.....	36
3.3.2 Bahan	37

3.4 Metode Penelitian.....	39
3.4.1 Perlakuan Awal (<i>Pre Treatment</i>).....	39
3.4.2 Analisa Proksimat Jahe.....	39
3.4.3 Penelitian Pendahuluan.....	41
3.4.3.1 Hidrodistilasi.....	41
3.4.3.2 Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik.....	42
3.4.4 Penelitian Utama.....	43
3.4.4.1 Hidrodistilasi.....	43
3.4.4.2 Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik.....	43
3.4.4.2.1 Prinsip Kerja Alat Ekstraksi Fluida Superkritik.....	43
3.4.5 Analisa Komponen Minyak Jahe.....	47
3.4.6 Analisa Indeks Bias Minyak Jahe.....	47
Bab IV Hasil dan Pembahasan.....	48
4.1 Jenis Jahe yang digunakan	48
4.2 Perlakuan Awal Bahan Baku.....	49
4.3 Analisa Kadar Proksimat Jahe.....	51
4.3.1 Analisa Kadar Air Jahe	51
4.3.2 Analisa Kadar Abu Jahe	52
4.3.3 Analisa Kadar Lemak Jahe	52
4.3.4 Analisa Kadar Karbohidrat Jahe	53
4.4 Ekstraksi Minyak Jahe Menggunakan Metode Hidrodistilasi.....	54
4.4.1 Penelitian Pendahuluan Metode Hidrodistilasi.....	55
4.4.1.1 Analisa Komponen Minyak Jahe Hidrodistilasi Penelitian Pendahuluan	56
4.4.1.2 Analisa Indeks Bias Minyak Jahe Emprit Hidrodistilasi Penelitian	
Pendahuluan	57
4.4.2 Penelitian Utama Metode Hidrodistilasi.....	59
4.4.2.1 Analisa Komponen Minyak Jahe Hidrodistilasi Penelitian Utama.....	61
4.4.2.2 Analisa Indeks Bias Minyak Jahe Hidrodistilasi Penelitian Utama....	64
4.5 Ekstraksi Minyak Jahe Menggunakan Metode Fluida Karbondioksida Superkritik	65
4.5.1 Penelitian Pendahuluan Metode Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik	66
4.5.1.1 Analisa Komponen Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Fluida Superkritik Penelitian	
Pendahuluan	67
4.5.1.2 Analisa Indeks Bias Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Fluida Karbondioksida	
Superkritik Penelitian Pendahuluan	68

4.5.2 Penelitian Utama Metode Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik..	69
4.5.2.1 Analisa Komponen Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik Penelitian Utama	71
4.5.2.2 Analisa Indeks Bias Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik Penelitian Utama	74
4.6 Perubahan Laju Alir CO ₂ Fluida Superkritik Selama Proses Ekstraksi	74
Bab V Penutup	76
5.1 Kesimpulan.....	76
5.2 Saran.....	77
Daftar Pusaka	78
Lampiran	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keragaman Sifat Morfologi, Hasil dan Mutu Tiga Tipe Jahe	8
Tabel 2.2 Komponen Volatil dan Non Volatil Pada Rimpang Jahe	12
Tabel 2.3 Persentase Kandungan Jahe Per Berat Segar	13
Tabel 2.4 Komposisi Proksimat Jahe.....	13
Tabel 2.5 Kadar Komponen-Komponen Kimia Penyusun Minyak Atsiri Rimpang Berbagai Varietas Jahe Hasil Hidrodistilasi	20
Tabel 2.6 Karakteristik Suatu Fluida Pada Berbagai Fasa.....	23
Tabel 2.7 Aplikasi Fluida Superkritik Dalam Proses Pemisahan	24
Tabel 2.8 Kondisi Kritis Untuk Pelarut Superkritik.....	25
Tabel 2.9 Kondisi Operasi dan Rendemen Oleoresin.....	26
Tabel 2.10 Presentase Area Komponen Hasil Analisa GC.....	27
Tabel 2.11 Sifat Fisikokimia Minyak Jahe	38
Tabel 3.1. Kondisi Proses Ekstraksi dengan Fluida CO ₂ Superkritik.....	43
Tabel 4.1 Kadar Air Jahe Hasil Pengeringan Sinar Matahari dan Oven	50
Tabel 4.2 Perbandingan Proksimat Ketiga Jenis Jahe Hasil Analisa dengan Literatur.....	53
Tabel 4.3 Rendemen dan Indeks Bias Minyak Jahe Emprit Hasil Hidrodistilasi.....	55
Tabel 4.4 Komposisi Komponen Kimia Penyusun Minyak Jahe Emprit dengan Berbagai Cara Pengeringan	56
Tabel 4.5 Rendemen dan Indeks Bias Minyak Jahe Hasil Hidrodistilasi	59
Tabel 4.6 Komposisi Komponen Kimia Penyusun Minyak Ketiga Jenis Jahe dengan Berbagai Cara Pengeringan	61
Tabel 4.7 Rendemen dan Indeks Bias Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik.....	66
Tabel 4.8 Komposisi Komponen Kimia Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Menggunakan Fluida CO ₂ Superkritik dengan Perbedaan Jenis Jahe dan Temperatur	67
Tabel 4.9 Rendemen dan Indeks Bias Minyak Jahe Emprit Hasil Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik	70
Tabel 4.10 Komposisi Komponen Kimia Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik dengan Variasi Tekanan.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Jahe	6
Gambar 2.2 Jenis-Jenis Jahe	7
Gambar 2.3 Struktur Beberapa Komponen Volatil Pada Jahe	12
Gambar 2.4 Struktur Beberapa Komponen Non-Volatil Pada Jahe	12
Gambar 2.5 Skema Sistem Ekstraksi	15
Gambar 2.6 Unit Rekoveri Solven.....	15
Gambar 2.7 Skema Proses Ekstraksi Hidrodistilasi.....	16
Gambar 2.8 Kromatogram GC dan GC-MS Minyak Jahe Merah	18
Gambar 2.9 Kromatogram GC dan GC-MS Minyak Jahe Gajah	18
Gambar 2.10 Kromatogram GC dan GC-MS Minyak Jahe Emprit.....	19
Gambar 2.11 Diagram Fasa Komponen Murni	21
Gambar 2.12 Prinsip Proses Pemisahan dengan Teknik Fluida Superkritik	22
Gambar 2.13 Diagram Fasa Karbondioksida (Titik Kritis CO ₂ : 73,8 Bar dan 31.06°C)	25
Gambar 2.14 Skema Alat GC-MS	31
Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	32
Gambar 3.2. Diagram Alir Ekstraksi Metode Hidrodistilasi Minyak Jahe.....	34
Gambar 3.3 Diagram Alir Ekstraksi Fluida Superkritik Minyak Jahe.....	35
Gambar 3.4 Alat Hidrodistilasi Tipe <i>Clavenger</i>	41
Gambar 3.5 Skema Alat Hidrodistilasi	42
Gambar 3.6 Alat Ekstraksi Fluida CO ₂ Superkritik	45
Gambar 3.7 Skema Unit Ekstraksi Fluida Superkritik.....	46
Gambar 4.1 Jenis-Jenis Jahe yang digunakan.....	48
Gambar 4.2 Perbandingan Proksimat Ketiga Jenis Jahe.....	54
Gambar 4.3 Perolehan Minyak Jahe Emprit Hasil Hidrodistilasi dari Berbagai Jenis Pengerinan	55
Gambar 4.4 Perolehan Indeks Bias Minyak Jahe Emprit Hasil Hidrodistilasi dengan Berbagai Jenis Pengerinan	58
Gambar 4.5 Perolehan Minyak Jahe Hasil Hidrodistilasi dari Berbagai Jenis Pengerinan	60
Gambar 4.6 Kromatogram Minyak Jahe Terbaik Hasil Hidrodistilasi dengan Pengerinan Sinar Matahari	63

Gambar 4.7 Perolehan Indeks Bias Minyak Jahe Hasil Hidrodistilasi dengan Berbagai Jenis Pengerinan	65
Gambar 4.8 Pengaruh Jenis Jahe dan Temperatur Terhadap Rendemen.....	66
Gambar 4.9 Pengaruh Perbedaan Jenis Jahe dan Temperatur Terhadap Indeks Bias	69
Gambar 4.10 Pengaruh Perbedaan Tekanan Terhadap Rendemen	70
Gambar 4.11 Kromatogram GC-MS Minyak Jahe Emprit Terbaik Hasil Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik	73
Gambar 4.12 Pengaruh Perbedaan Tekanan Terhadap Indeks Bias	74
Gambar 4.13 Perubahan Laju Alir CO ₂ Fluida Superkritik.....	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Peralatan yang digunakan	82
Lampiran 2 Foto Sampel Minyak Jahe	84
Lampiran 3 Kromatogram Minyak Jahe	87
Lampiran 4 Data Fluktuasi Tekanan, Temperatur, dan Laju Alir.....	94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil jahe (*Zingiber officinale*) terbesar di dunia. Jumlah produksi jahe nasional setiap tahun mengalami peningkatan. Produksi jahe di Indonesia pada tahun 2014 sebesar 274.566.184 kg (BPS, 2014). Di Indonesia dikenal 3 varietas jahe, yakni jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*), jahe putih kecil/emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*) dan jahe putih besar/gajah (*Zingiber officinale* var. *rosc*). Ketiga jenis jahe tersebut memiliki perbedaan morfologi pada ukuran dan warna kulit rimpang (Rostiana *et al*, 1991), akar, batang, kadar minyak atsiri, kadar pati dan kadar serat (Bermawie, 2003).

Jahe merupakan salah satu komoditas tanaman rimpang yang dikenal sebagai rempah untuk memberi cita rasa pada makanan. Selain rempah, jahe juga merupakan komoditas tanaman rimpang untuk bahan obat dan kosmetik. Hal yang menyebabkan jahe bisa diolah menjadi bahan obat dan kosmetik yaitu karena jahe mengandung minyak atsiri yang bersifat menghangatkan tubuh dan oleoresin yang memberikan rasa pedas. Minyak atsiri jahe, sebagaimana minyak atsiri tanaman lainnya adalah minyak yang mudah menguap karena terdiri atas campuran komponen yang mudah menguap dengan komposisi dan titik didih yang berbeda.

Kadar minyak atsiri tumbuhan, termasuk jahe dipengaruhi oleh tingkat kematangan atau umur panen, bagian organ yang disuling, musim pemanenan, tanah dan iklim, varietas atau spesies yang ditanam serta faktor lingkungan lainnya (Mustafa *et al* 1990; Ali *et al* 2008). Komposisi atau kandungan masing-masing komponen kimia minyak atsiri menurut Agusta (2000), merupakan hal yang paling mendasar dan sangat penting dalam menentukan aroma, kualitas maupun kegunaannya sebagai bahan pengharum, kosmetik, obat, dan lain-lain. *Zingiberene* merupakan senyawa sesqui-terpen khas minyak atsiri *zingiberaceae* khususnya jahe yang memberikan aroma pada minyak jahe. Beberapa komponen senyawa khas minyak atsiri jahe lainnya adalah *zingiberol*, *geraniol*, dan *felandrene*.

Minyak atsiri jahe dapat diperoleh menggunakan beberapa teknik, diantaranya menggunakan teknik maserasi, destilasi uap, hidrodistilasi, dan ekstraksi menggunakan fluida CO₂ superkritik. Teknik-teknik tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan sendiri untuk

memperoleh minyak atsiri jahe dengan kualitas yang baik. Keempat teknik tersebut memiliki prinsip-prinsip pengolahan yang berbeda.

Penelitian mengenai komponen minyak jahe sudah pernah dilakukan oleh Setyawan (2002) dengan membandingkan kadar minyak atsiri pada tiga jenis jahe. Metode yang digunakan adalah hidrodistilasi (distilasi air) untuk mendapatkan minyak atsiri dari rimpang ketiga jenis jahe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar minyak atsiri jahe gajah, merah, dan emprit secara berturut-turut adalah 2%, 2,5% dan 2,5%. Jumlah senyawa minyak atsiri ketiga jenis jahe secara berturut-turut adalah 18,18, dan 14 senyawa, beberapa komponennya diantaranya *α-pinen*, *kamfen*, *eukaliptol*, *borneol*, *sitral*, *benzene*, *2,6-oktadiena*, *karyofilen*, dan *farnesen*.

Selain menggunakan metode hidrodistilasi, penelitian mengenai komponen minyak jahe juga pernah dilakukan oleh Kelly C Zancan (2002) dengan menggunakan metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik. Jenis jahe yang digunakan adalah jahe yang berasal dari Brazil. Kondisi operasi yang digunakan untuk mengekstrak jahe tersebut menggunakan variasi tekanan dan temperatur. Tekanan yang digunakan sebesar 200 bar (197,38 atm) dan 250 bar (246,73 atm), sedangkan temperatur yang digunakan sebesar 68°F (25°C) dan 95°F (35°C). Hasil ekstrak yang didapat kemudian dianalisa menggunakan GC (*Gas Chromatography*). Hasil analisa menunjukkan 30 komponen senyawa yang dihasilkan dan terdapat 5 komponen yang memiliki komposisi tertinggi yaitu *zingiberene*, *geranial*, *β-sesquiphellandrene*, *β-bisabolene*, *gingerol* dan *shogaol*. Komposisinya berturut-turut 23,02%, 9.86%, 9.22%, 8.22%, dan 6.96%. Hasil analisa menunjukkan bahwa *zingiberene* merupakan komponen yang menyebabkan bau harum khas jahe yang memiliki komposisi tertinggi.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memperoleh minyak atsiri jahe, misalnya dengan metode hidrodistilasi dan ekstraksi fluida CO₂ superkritik. Untuk itulah pada penelitian ini akan dilakukan ekstraksi minyak jahe dengan metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik menggunakan jenis jahe yang berasal dari Indonesia dan dengan kondisi operasi yang berbeda. Selain itu juga digunakan metode hidrodistilasi sebagai pembanding metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa rendemen minyak jahe yang diperoleh dari metode hidrodistilasi dan ekstraksi fluida CO₂ superkritik?

2. Bagaimana pengaruh perbedaan tekanan terhadap minyak jahe yang dihasilkan dengan metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik?
3. Bagaimana perbandingan komposisi komponen kimia minyak jahe yang dihasilkan dari metode hidrodistilasi dan ekstraksi fluida CO₂ superkritik?

1.3 Batasan Masalah

1. Jahe yang digunakan pada metode hidrodistilasi adalah jahe putih kecil/emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*) yang berasal dari Bengkulu, jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) yang berasal dari Bengkulu, dan jahe putih besar/gajah (*Zingiber officinale* var. *rosc*) yang berasal dari Sukabumi.
2. Jahe yang digunakan pada metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik adalah jahe putih kecil/emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*) yang berasal dari Bengkulu.
3. Perlakuan awal pada jahe dilakukan dengan pencucian, pengirisan, dan pengeringan rimpang jahe.
4. Variabel proses yang digunakan pada metode hidrodistilasi terdiri dari variabel tetap seperti : Temperatur 100°C dan waktu operasi selama 24 jam.
5. Variabel proses yang digunakan pada metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik terdiri dari variabel tetap seperti: Temperatur 113°F (45°C), waktu operasi selama 4 jam, dan laju alir 5.5-6 liter/menit, serta variabel tidak tetap seperti tekanan dengan variasi 3500 psi (241,31 atm), 4000 psi (275,78 atm), dan 4500 psi (310,25 atm).
6. Analisa komponen minyak jahe hasil hidrodistilasi dan ekstraksi fluida CO₂ superkritik menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrum* (GC-MS).

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui rendemen minyak jahe yang dihasilkan dari metode hidrodistilasi dan ekstraksi fluida CO₂ superkritik.
2. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan tekanan terhadap minyak jahe yang dihasilkan dengan metode ekstraksi menggunakan fluida CO₂ superkritik.
3. Untuk mengetahui perbandingan komposisi komponen kimia minyak jahe yang dihasilkan dengan metode hidrodistilasi dan ekstraksi fluida CO₂ superkritik menggunakan analisa GC-MS.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui komponen pada minyak jahe yang dapat dipisahkan dengan menggunakan metode hidrodistilasi dan ekstraksi fluida CO₂ superkritik, terhadap minyak jahe yang dihasilkan, sehingga nantinya dapat diproses lebih lanjut untuk meningkatkan fungsi masing-masing komponen. Selain itu juga untuk mengetahui perbandingan komposisi komponen minyak jahe dari hasil hidrodistilasi dan ekstraksi fluida CO₂ superkritik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jahe

Jahe (*Zingiber officinale*) merupakan rempah-rempah Indonesia yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama pada bidang kesehatan. Jahe merupakan tanaman obat berupa tumbuhan rumput berbatang semu. Jahe berasal dari Asia Pasifik yang tersebar dari India sampai Cina. Jahe termasuk dalam suku temu-temuan (*zingiberaceae*), satu keluarga dengan temu-temuan lainnya seperti temulawak (*curcuma xanthorrhiza*), temu hitam (*curcuma aeruginosa*), kunyit (*curcuma domestica*), kencur (*kaempferia galanga*), dan lengkuas (*languas galanga*).

2.1.1 Deskripsi Tanaman Jahe

Tanaman jahe (*Zingiber officinale*) termasuk keluarga *zingiberaceae* yaitu suatu tanaman rumput-rumputan tegak dengan ketinggian 30-100 cm, namun kadang-kadang tingginya dapat mencapai 120 cm. Daunnya sempit berwarna hijau, bunganya kuning kehijauan dengan bibir bunga ungu gelap berbintik-bintik putih kekuningan, dan kepala sarinya berwarna ungu. Akarnya yang bercabang-cabang berbau harum, berwarna kuning atau jingga berserat (gambar 2.1).

Tanaman jahe secara botani dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Kelas	: <i>Angiospermae</i>
Sub kelas	: <i>Monocotyledonae</i>
Ordo	: <i>Musales</i>
Famili	: <i>Zingiberaeae</i>
Genus	: <i>Zingiber</i>
Spesies	: <i>Officinale</i>



Gambar 2.1 Tanaman Jahe (Sumber: Leniblogs.blogspot.com)

2.2 Jenis-Jenis Jahe

Jahe dibedakan menjadi 3 jenis berdasarkan ukuran, bentuk, dan warna rimpangnya. Umumnya dikenal 3 varietas jahe, yaitu :

1. Jahe gajah (*Zingiber officinale* var. *roscoe*) atau disebut juga jahe putih/kuning besar atau jahe badak. Rimpangnya paling besar dan gemuk, ruas rimpangnya lebih menggembung dari kedua varietas lainnya. Jenis jahe ini biasa dikonsumsi baik saat berumur muda maupun berumur tua, baik sebagai jahe segar maupun jahe olahan. Varietas jahe ini merupakan varietas yang banyak ditanam masyarakat. Jahe gajah bobotnya berkisar antara 1-2 kg per rumpun. Struktur rimpangnya besar dan berbuku-buku. Bagian dalam rimpang apabila diiris/dipotong/dipatahkan akan terlihat berwarna putih kekuningan. Tinggi rimpang dapat mencapai 6 – 12 cm dengan panjang antara 15 – 35 cm, dan diameter berkisar 8,47 – 8,50 cm. Dari rimpang jahe besar ini terkandung minyak atsiri antara 0,82 – 1,66%, kadar pati 55,10%, kadar serat 6,89%, dan kadar abu 6,6 – 7,5% (Syukur, 2001).
2. Jahe emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*) atau bisa disebut juga jahe putih/kuning kecil. Ruasnya kecil dan sedikit menggembung. Jahe ini selalu dipanen setelah berumur tua. Kandungan minyak atsirinya lebih besar daripada jahe gajah, sehingga rasanya lebih pedas, disamping seratnya yang tinggi. Jahe ini cocok untuk ramuan obat-obatan, atau untuk diekstrak oleoresin dan minyak atsirinya. Jahe emprit memiliki rimpang dengan bobot berkisar 0,5 – 0,7 kg per rumpun. Struktur rimpang jahe emprit, kecil-kecil dan berlapis. Daging rimpang berwarna putih kekuningan. Tinggi rimpangnya dapat mencapai 11 cm dengan panjang antara 6 – 30 cm, dan diameter antara 3,27 – 4,05 cm. Kandungan dalam rimpang jahe emprit antara lain

minyak atsiri 1,5 – 3,5%, kadar pati 54,70%, kadar serat 6,59%, dan kadar abu 7,39 – 8,90% (Syukur, 2001).

3. Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*), rimpangnya berwarna merah dan lebih kecil daripada jahe emprit. Sama seperti jahe emprit, jahe merah selalu dipanen setelah tua, dan memiliki kandungan minyak atsiri yang sama dengan jahe emprit, sehingga cocok untuk obat-obatan. Jahe merah memiliki rimpang dengan bobot antara 0,5 – 0,7 kg per rumpun. Struktur rimpang jahe merah, kecil berlapis-lapis dan daging rimpangnya berwarna jingga muda sampai merah. Diameter rimpang dapat mencapai 4 cm dan tingginya antara 5,26 – 10,40 cm. Panjang rimpang mencapai 12,50 cm. Kandungan dalam rimpang jahe merah antara lain minyak atsiri 2,58 – 3,90%, kadar pati 44,99%, dan kadar abu 7,46% (Syukur, 2001).



(a) Jahe gajah



(b) Jahe emprit



(c) Jahe merah

Gambar 2.2 Jenis-jenis jahe (Sumber: jahe.greenleafindonesia.co.id)

Tabel 2.1 Keragaman Sifat Morfologi, Hasil dan Mutu Tiga Tipe Jahe

No.	Bagian Tanaman	Jahe Gajah	Jahe Emprit	Jahe Merah
1.	Rimpang			
	Struktur	Besar berlapis	Kecil berlapis	Kecil berlapis
	Warna (irisan)	Putih kekuningan – putih kebiruan	Putih kekuningan – putih kebiruan	Jingga muda sampai merah
	Bobot/rumpun (kg)	0,18 – 2,08	0,10 – 1,58	0,20 – 1,40
	Diameter (cm)	8,47- 8,50	3,27- 4,05	4,20 – 4,26
	Tinggi (cm)	6,20 – 11,30	6,38 – 11,10	5,26 – 10,40
	Panjang (cm)	15,83 – 32,75	6,13 – 31,70	12,33 – 12,60
2.	Akar			
	Diameter (cm)	4,22 – 5,83	3,91 – 5,90	2,49 – 5,71
	Panjang (cm)	9,43 – 24,80	15,35 – 26,20	17,03 – 39,23

	Bobot (kg)	0,02 – 0,03	0,02 – 0,07	0,07 – 0,34
	Bentuk	Bulat	Bulat	Bulat
3.	Batang			
	Tinggi (cm)	55,88 – 81,38	41,87 – 56,45	34,18 – 62,28
	Jumlah	8,60 – 10,30	14,80 – 32,70	13,76 – 17,53
	Warna	Hijau muda	Hijau muda	Hijau kemerahan
	Bentuk	Bulat	Bulat	Bulat kecil
	Sifat	Agak keras	Agak keras	Agak keras
4.	Daun			
	Kedudukan	Berselang-seling	Berselang-seling	Berselang-seling
		Teratur	Teratur	Teratur
	Jumlah	24,01 – 30,99	20,37 – 29,03	20,10
	Panjang (cm)	17,42 – 21,99	17,45 – 1,79	24,30 – 24,79
	Lebar (cm)	20,00 – 35,50	22,40 – 32,60	27,90 – 31,18
	Luas (cm)	24,87 – 27,52	14,36 – 20,50	32,55 – 51,18
	Warna	Hijau muda	Hijau muda	Hijau muda
	Bentuk	Lanset	Lanset	Lanset
5.	Mutu			
	Kadar Pati (%)	39,39 – 55,10	40,6 – 54,70	44,99
	Minyak Atsiri (%)	0,82 – 3,25	1,50 – 3,50	2,58 – 3,90
	Kadar Serat (%)	6,44 – 9,57	5,92 – 9,28	7,1 – 7,6
	Kadar Abu (%)	3,40 – 11,42	3,30 – 5,45	6,1 – 7,0
	Kadar Air (%)	6,40 – 11,42	7,39 – 11,95	12,0

(Bermawie et al, 2003)

2.3 Kegunaan dan Manfaat Jahe

Jahe mempunyai kegunaan yang cukup beragam, antara lain sebagai rempah, minyak atsiri, pemberi aroma, ataupun sebagai obat (Bartley dan Jacobs, 2000). Secara tradisional, kegunaannya antara lain untuk mengobati penyakit reumatik, asma, *stroke*, sakit gigi, diabetes, sakit otot, tenggorokan, kram, hipertensi, mual, demam dan infeksi (Ali *et al.* 2008; Wang dan Wang 2005; Tapsell *et al.* 2006). Berikut akan dijelaskan kegunaan dan manfaat dari ketiga jenis jahe :

a. Jahe Gajah

Jahe gajah mempunyai aroma dan rasa yang kurang tajam, lebih banyak digunakan untuk pemberi aroma pada masakan, minuman, permen dan asinan (Lanterana, 2002).

b. Jahe Emprit

Jahe emprit mempunyai aroma yang lebih tajam dari jahe gajah, banyak digunakan sebagai rempah-rempah, penyedap makanan, minuman, dan banyak minyak atsiri. Zat aktif bekhasiat dari rimpang jahe emprit adalah minyak atsiri yang terkandung dalam

oleoresin. Jahe emprit adalah salah satu bahan pangan yang mengandung senyawa fenol yang berperan sebagai antioksidan dan anti kanker (Lanterana, 2002).

c. Jahe Merah

Jahe merah memiliki aroma yang sama dengan jahe emprit. Selain aroma, jahe merah memiliki kandungan senyawa kimia yang sama dengan jahe emprit. Di dalam rimpang jahe merah terkandung zat *gingerol*, oleoresin, dan minyak atsiri yang tinggi, sehingga lebih banyak digunakan sebagai bahan baku obat (Lanterana, 2002).

2.4 Kandungan Jahe

Kandungan rimpang jahe terdiri dari 2 komponen, yaitu :

1. Komponen non-volatil (tak menguap) biasa disebut oleoresin yang merupakan komponen pemberi rasa pedas dan pahit.
2. Komponen volatil (menguap) biasa disebut minyak atsiri yang merupakan komponen pemberi bau yang khas.

2.4.1 Komponen Non-Volatil

Komponen non-volatil, biasa disebut oleoresin (4,0-7,5%) salah satu senyawa kandungan jahe yang sering diambil dan merupakan komponen pemberi rasa pedas dan pahit. Sifat pedas tergantung dari umur panen, semakin tua umurnya semakin terasa pedas dan pahit. Jahe yang memiliki rasa pedasnya tinggi, adalah jahe emprit, karena mengandung oleoresin yang tinggi. Sedangkan jenis jahe yang memiliki rasa kurang pedas adalah jahe gajah karena mengandung oleoresin sedikit. Ketika rimpang jahe diekstraksi dengan pelarut, maka akan didapatkan elemen pedas, elemen non-pedas, serta minyak esensial lainnya. Elemen-elemen tersebut bertanggung jawab dalam memberi rasa pedas jahe. Telah diidentifikasi salah satu dari elemen ini yang disebut dengan *gingerol*, dengan rumus kimia 1-[4-hidroksi-3-methoksifenil]-5-hidroksi-alkan-3-ol. Senyawa ini memiliki rantai samping yang bervariasi. Senyawa *gingerol* yang telah diidentifikasi diberi nama sesuai dengan rantai sampingnya yakni (3)-, (4)-, (5)-, (6)-, (8)-, (10), dan (12)-*Gingerol*. Senyawa lain yang lebih pedas namun memiliki konsentrasi yang lebih kecil ialah *shogaol* (*fenilalkanone*). *Gingerol* dan *shogaol* telah diidentifikasi sebagai komponen antioksidan fenolik jahe. *Gingerol* secara kimiawi tidak stabil pada suhu tinggi, *gingerol* diketahui larut dalam etanol (Anonimc, 2013) dan akan berubah menjadi *shogaol* dalam proses pemanasan. *Shogaol* memiliki aroma lebih tajam dibandingkan *gingerol*, *shogaol* ditemukan pada jahe emprit kering. Elemen lainnya yang juga ditemukan ialah *gingerdiol*, *gingediasetat*, *gingerdion*, dan *gingerenon*.

2.4.2 Komponen Volatil

Komponen volatil, biasa disebut dengan minyak atsiri atau minyak eteris yang merupakan komponen pemberi aroma yang khas pada jahe, umumnya larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air. Menurut Burkill (1953), minyak atsiri jahe hanya terdapat pada rimpang jahe. Maryam (1985) menambahkan minyak atsiri jahe dipengaruhi oleh jenis jahe, tempat, kondisi penanaman, serta umur jahe. Jahe segar yang tidak dikuliti memiliki kandungan minyak atsiri lebih banyak dari jahe kering. Bagian tepi dari umbi atau di bawah kulit pada jaringan epidermis jahe mengandung lebih banyak minyak atsiri. Kandungan minyak atsiri juga ditentukan umur panen dan jenis jahe. Pada umur panen muda, kandungan minyak atsirinya tinggi. Sedangkan pada umur tua, kandungannya pun makin menyusut walau baunya semakin menyengat. Aroma minyak atsiri biasanya komponen yang persentasenya tinggi. Walaupun begitu, kehilangan satu komponen yang persentasenya kecil pun dapat memungkinkan terjadinya perubahan aroma minyak atsiri tersebut (Agusta, 2000).

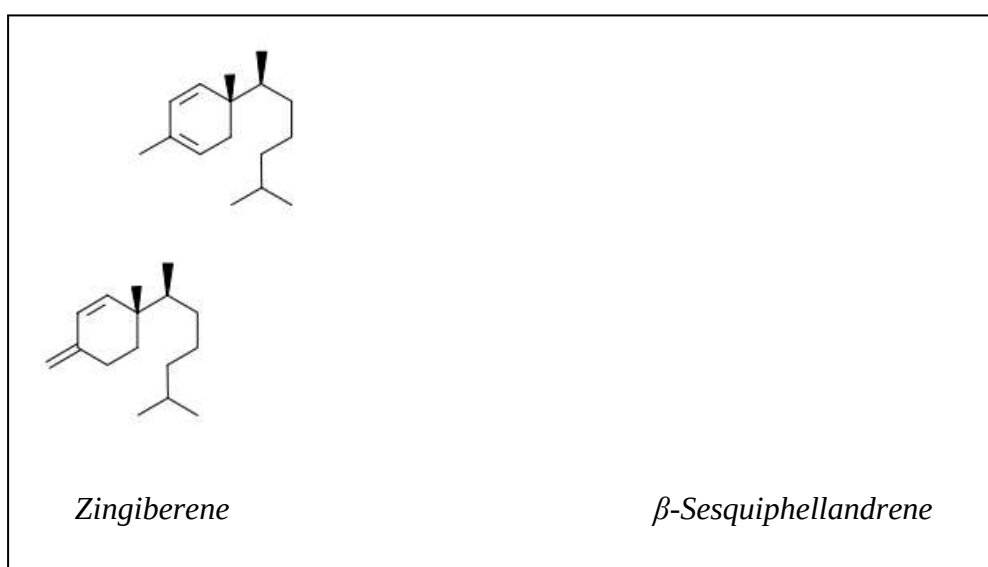
Komponen utama minyak atsiri jahe yang menyebabkan bau harum adalah *zingiberene* dan *zingiberol*. Kandungan minyak atsiri pada jahe berkisar antara 1 hingga 3 persen tergantung dari karakteristik jahe yang diekstrak (Guzman dan Siemonsma, 1999). Di dalam komponen volatil, sebagian besar terdiri dari derivat seskuiterpen (>50%) dan monoterpen. Komponen inilah yang bertanggung jawab dalam aroma jahe, dengan konsentrasi yang cenderung konstan yakni 1-3%. Derivat seskuiterpen yang terkandung diantaranya *zingiberene* (20-30%), *ar-cucumene* (6-19%), *β-sesquiphelandrene* (7-12%) dan *β-bisabolene* (5-12). Sedangkan derivat monoterpen yang terkandung diantaranya *α-pinene*, *bornyl asetat*, *borneol*, *camphene*, *p-cymene*, *cineol*, *citral*, *cumene*, *β-elemene*, *farnesene*, *β-phellandrene*, *geraniol*, *limonene*, *linalol*, *myrcene*, *β-pinene*, dan *sabinene*.

Minyak atsiri jahe mengandung beberapa komponen yang berkhasiat bagi kesehatan seperti: *limonene* yang berfungsi menghambat jamur *Candida albicans*, sebagai *antikholinesterase* dan sebagai obat flu. Selain itu juga terdapat 1.8-cineole yang berfungsi untuk mengatasi ejakulasi prematur, *anestetik antikholinesterase* dan perangsang aktifitas syaraf pusat. Minyak atsiri jahe juga mengandung *farnesol* yang dapat merangsang regenerasi sel (Herlina et al. 2002).

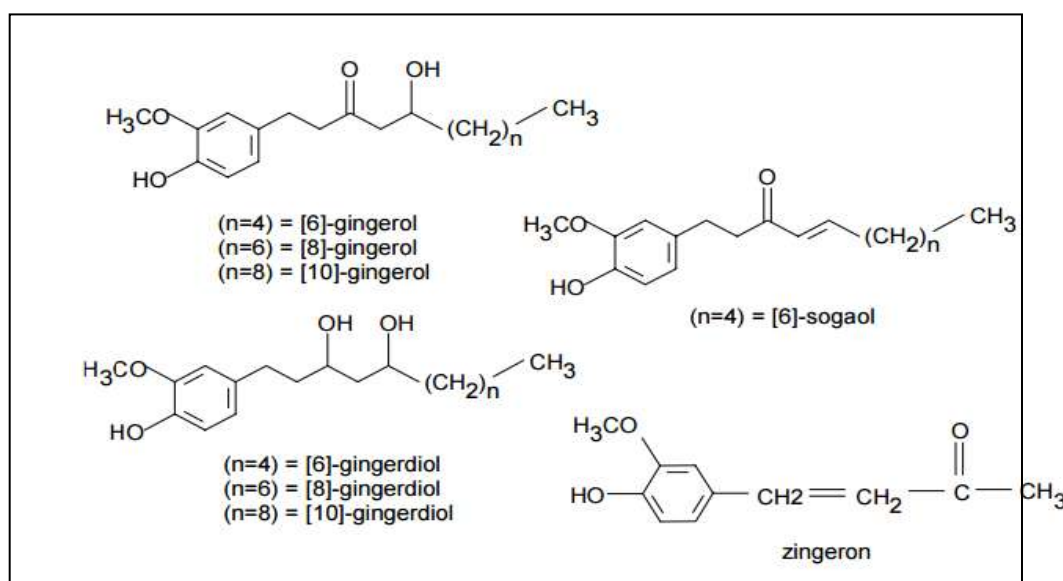
Tabel 2.2 Komponen Volatil dan Non volatil pada Rimpang Jahe

Fraksi	Komponen
Non-volatil	<i>Gingerol, shogaol, gingediol, gingediasetat, gingerdion, gingerenon.</i>
Volatil	<i>Zingiberene, ar-curcumene, β-sesquiphellandrene, β-bisabolene, α-pinene, bornyl acetate, borneol, camphene, p-cymene, cineol, citral, cumene, β-elemene, farnesene, β-phellandrene, geraniol, limonene, linalol, myrcene, β-pinene, sabinene.</i>

(WHO Monographs on selected medicinal plant vol 1, 1999)



Gambar 2.3 Struktur beberapa komponen volatil pada jahe (Dewick, 2002)



Gambar 2.4 Struktur beberapa komponen non-volatil pada jahe (Hegnauer, 1986)

2.5 Proksimat Jahe

Proksimat jahe merupakan kandungan nutrisi pada jahe seperti kadar air, abu, lemak, karbohidrat dan lain-lain. Proksimat jahe memiliki manfaat sebagai penilaian kualitas atau mutu pada jahe terutama pada standar yang seharusnya terkandung didalamnya. Berikut beberapa tabel proksimat yang terkandung dalam jahe (Tabel 2.3 dan Tabel 2.4).

Tabel 2.3 Persentase Kandungan Jahe per Berat Segar

Komponen	Persentase dalam berat segar
Minyak esensial	0,8 %
Campuran lain	10-16 %
Abu	6,5 %
Protein	12,3 %
Zat pati	45,25 %
Lemak	4,5 %
Fosfolipid	Sedikit
Sterol	0,53 %
Serat	10,3 %
Oleoresin	7,3 %
Glukosa tereduksi	Sedikit
Air	10,5 %

(Ravindran *et al*, 2005)

Tabel 2.4 Komposisi Proksimat Jahe

Komposisi Proksimat	Persentase (%)
Air	75,14
Protein	8,43
Lemak	5,35
Serat	3,14
Abu	2,60
NFE	5,37

(Saira, 2014)

2.6 Teknologi Perolehan Minyak Jahe

Ada beberapa teknologi perolehan minyak jahe, salah satunya dengan metode ekstraksi. Berikut pembahasan mengenai berbagai teknologi perolehan minyak jahe dengan metode ekstraksi.

2.6.1 Metode Ekstraksi

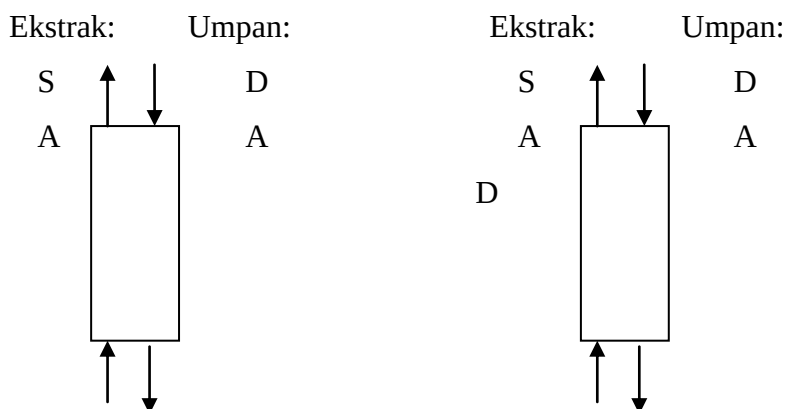
Ekstraksi adalah proses pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu campuran homogen menggunakan pelarut cair (*solvent*) sebagai *separating agent*. Metode ini didasarkan pada prinsip beda kelarutan. Secara garis besar ada dua jenis pemisahan yaitu ekstraksi padat-cair (*leaching*) dan ekstraksi cair-cair.

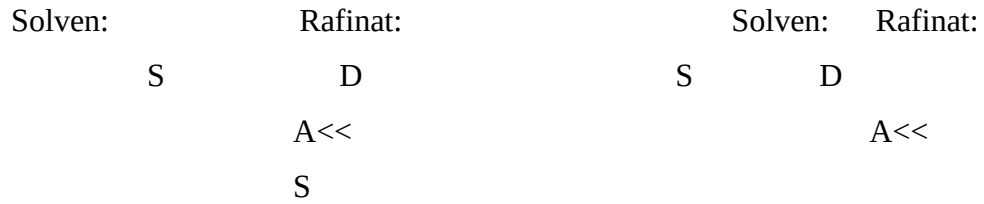
- a. Ekstraksi padat-cair (*leaching*) adalah proses pemisahan cairan dari padatan dengan menggunakan cairan sebagai bahan pelarutnya. Metode yang digunakan untuk ekstraksi akan ditentukan oleh banyaknya zat yang larut, penyebarannya dalam padatan, sifat padatan, dan besarnya partikel. Biasanya proses *leaching* berlangsung dalam tiga tahap, yaitu: Pertama, perubahan fase dari zat terlarut yang diambil pada saat zat pelarut meresap masuk. Kedua, terjadi proses difusi pada cairan dari dalam partikel padat menuju keluar. Ketiga, perpindahan zat terlarut dari padatan ke zat pelarut.
- b. Ekstraksi cair-cair adalah proses pemisahan cairan dari suatu larutan dengan menggunakan cairan sebagai bahan pelarutnya. Pada suatu campuran dua cairan yang saling larut, salah satu adalah sebagai zat terlarut (*solute*), dan yang lain adalah sebagai zat pembawanya (*diluent*). Jika suatu campuran dimurnikan dengan bantuan cairan ketiga, yang disebut dengan zat pelarut (*solvent*) dan zat pelarutnya tidak mudah larut atau larut sebagian, maka akan terbentuk dua fase lapisan. Kejadian ini menunjukkan bahwa zat pelarut larut bagian dengan zat pembawa atau dengan kedua zat pembawa dan zat terlarutnya pada temperatur tersebut. Lapisan yang kaya-zat pelarut disebut dengan fase ekstrak, dan lapisan yang lain disebut dengan fase rafinat.

Berdasarkan sifat diluen dan solven, sistem ekstraksi dibagi menjadi 2 sistem, yaitu

1. *Immiscible extraction*, maksudnya solven (S) dan diluen (D) tidak saling larut.
2. *Partially miscible*, maksudnya solven (S) sedikit larut dalam diluen (D) dan sebaliknya, meskipun demikian, campuran ini heterogen jika dipisahkan akan terdapat fase diluen dan fase solven.

Berikut merupakan skema sistem ekstraksi :



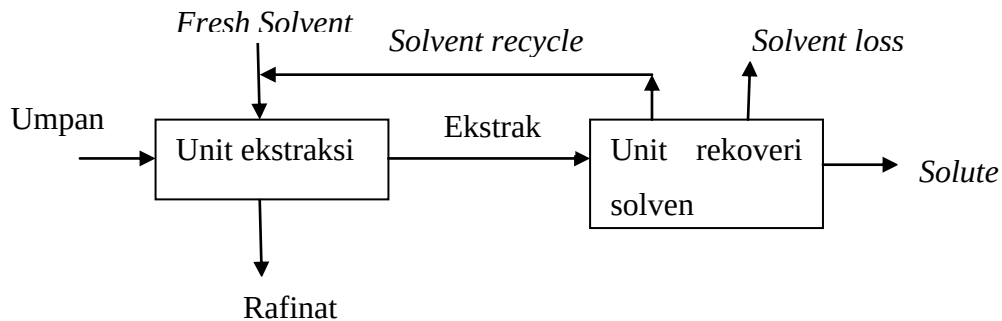


a. *Immiscible system*

b. *Partially miscible*

Gambar 2.5 Skema Sistem Ekstraksi (Sumber: Treybal, R.E., 1980)

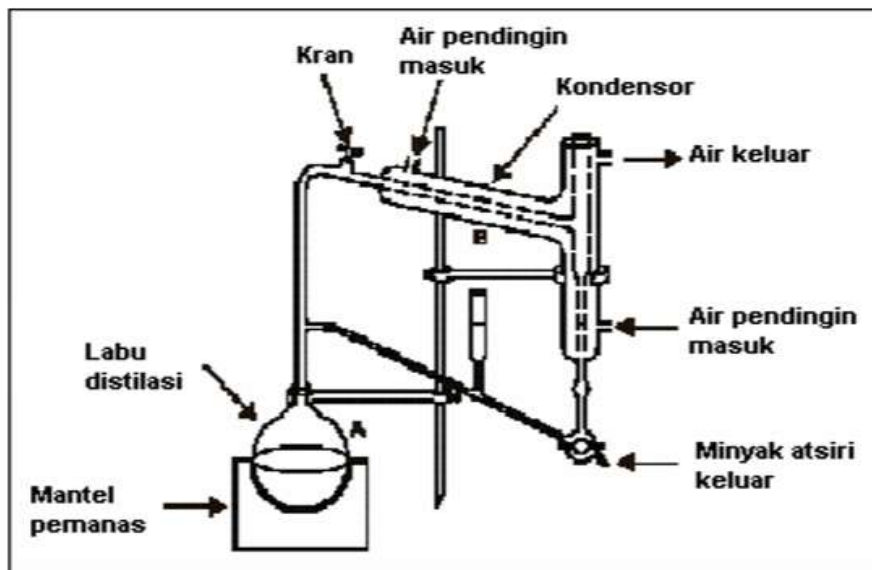
Suatu unit ekstraksi, pada umumnya diikuti unit rekoveri solven agar dapat digunakan kembali seperti gambar di bawah ini:



Gambar 2.6 Unit Rekoveri Solven (Sumber: Treybal, R.E., 1980)

2.6.1.1 Metode Hidrodistilasi (Distilasi Air)

Hidrodistilasi merupakan metode yang umum dipakai untuk mengekstrak minyak atsiri dari suatu tanaman (Guenther, 1998). Metode hidrodistilasi ini cukup praktis, peralatannya sederhana, murah, aman dalam pengoperasiannya serta ramah lingkungan (Milojevic dkk., 2008). Metode ini sudah banyak diaplikasikan pada skala industri kecil maupun besar (Manzan dkk., 2003). Berikut merupakan skema ekstraksi metode hidrodistilasi.



Gambar 2.7 Skema Proses Ekstraksi Hidrodistilasi (Sonwa, 2000)

Metode hidrodistilasi mempunyai keuntungan karena dapat mengekstrak minyak dari bahan yang berbentuk bubuk (akar, kulit, kayu dan sebagainya) dan beberapa bahan yang mudah menggumpal jika disuling dengan uap seperti jenis bunga-bunga (bunga mawar dan *orange blossom*). Pengolahan minyak atsiri dengan metode hidrodistilasi dikenal sebagai metode konvensional yang didasarkan pada prinsip bahwa campuran (uap minyak dan uap air) mempunyai titik didih sedikit lebih rendah dari titik didih uap air murni, sehingga campuran uap mengandung minyak memiliki jumlah yang lebih besar. Rendemen yang diperoleh dari metode hidrodistilasi sangat ditentukan oleh beberapa faktor antara lain ukuran bahan, jumlah (rasio) bahan dan air yang digunakan, perlakuan pengadukan serta waktu proses.

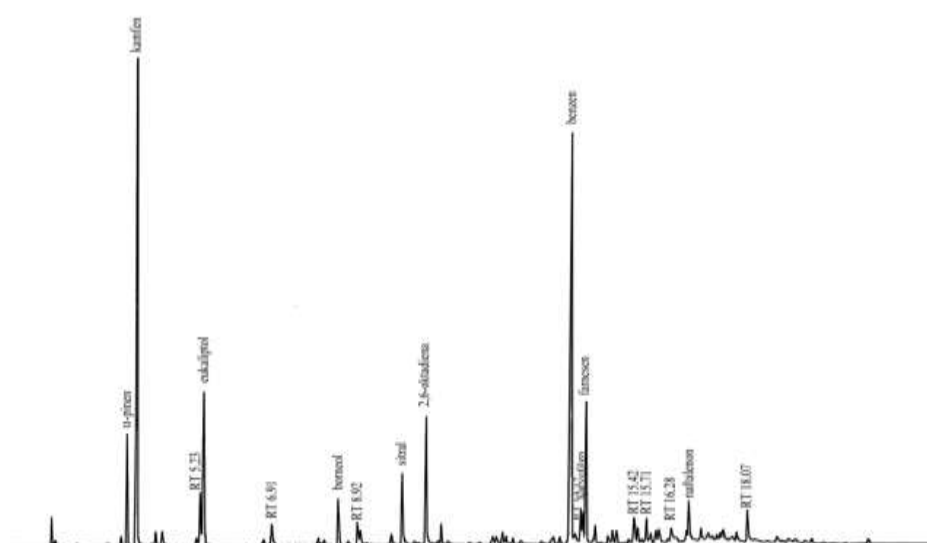
Walaupun hidrodistilasi masih digunakan, proses ini memiliki beberapa kelemahan, yaitu:

1. Kemungkinan hilangnya komponen-komponen minyak atsiri karena bersifat larut dalam air (Damjanovic, 2003).
2. Penggunaan energi yang cukup besar selama proses penyulingan.

Contoh penelitian ekstraksi minyak jahe dengan metode hidrodistilasi dilakukan oleh Ahmad Dwi Setyawan (2002). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kadar minyak atsiri pada tiga kultivar jahe, yakni jahe gajah, jahe emprit dan jahe merah, jumlah jenis (kualitatif) dan kadar (kuantitatif) senyawa-senyawa penyusun minyak atsiri ketiganya, serta indeks similaritas minyak atsiri ketiganya berdasarkan jenis dan kadar komponen

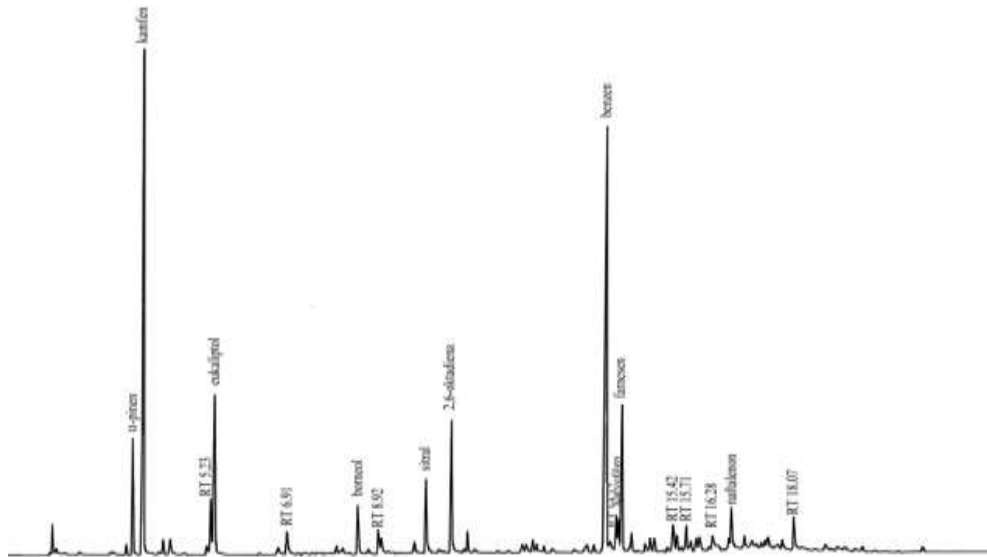
penyusunnya. Hasil hidrodistilasi rimpang jahe gajah, jahe merah, dan jahe emprit secara berturut-turut menghasilkan 2%, 2,5% dan 2,5% minyak atsiri. Jumlah senyawa minyak atsiri ketiganya secara berturut-turut adalah 18, 18, dan 14. Senyawa utama dengan kadar cukup tinggi (> 10%) pada jahe gajah sebanyak dua senyawa, yaitu pada RT 3,75 (21,25%) dan 13,96 (17,11%), pada jahe merah sebanyak tiga senyawa yaitu pada RT 3,75 (17,39%), 10,51 (10,25%), dan 13,96 (19,75%), dan pada jahe emprit sebanyak empat senyawa yaitu pada RT 3,75 (12,75%), 10,51 (12,82%), 12,15 (10,81%), dan 13,96 (11,75%).

Kromatogram komponen minyak jahe menggunakan hidrodistilasi dapat dilihat pada gambar 2.10, gambar 2.11, dan gambar 2.12.



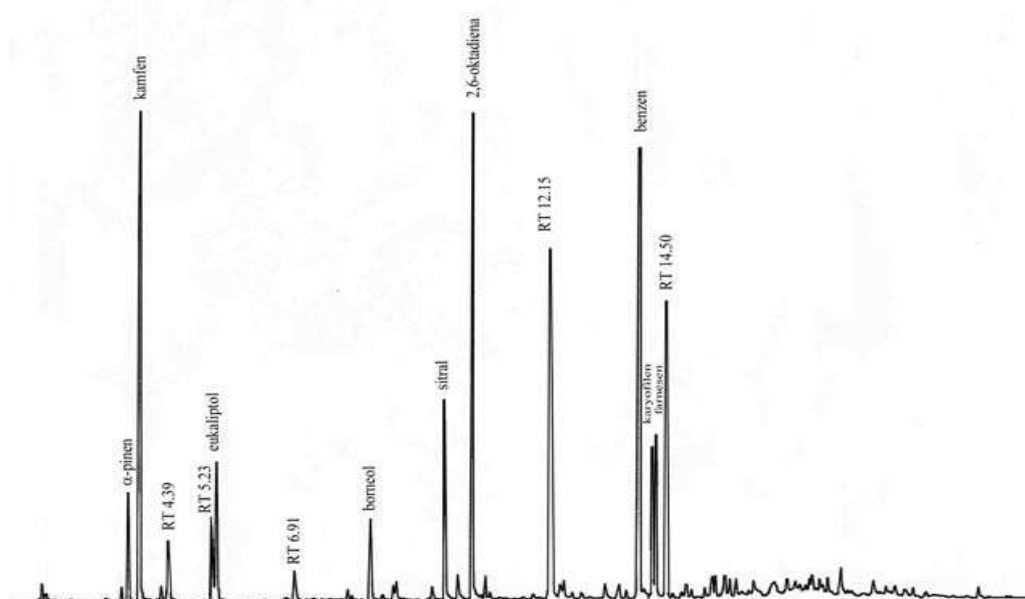
Gambar 2.8 Kromatogram GC dan GC-MS Minyak Jahe Merah

Kromatogram GC dan GC-MS minyak jahe merah menunjukkan senyawa yang teridentifikasi yaitu : *α-pinene*; *kamfen*; *eukaliptol*; *borneol*; *sitral*; *2,6-oktadiena*; *benzen*; *karyofilen*; *farnesen*; dan *naftalenon* serta senyawa yang belum diidentifikasi yaitu : RT 5.23; RT 6.91; RT 8.92; RT 14.17; RT 15.42; RT 15.71; RT 16.28; dan RT 18.07.



Gambar 2.9 Kromatogram GC dan GC-MS Minyak Jahe Gajah

Kromatogram GC dan GC-MS minyak jahe gajah menunjukkan senyawa yang teridentifikasi yaitu : *α-pinene*; *camphene*; *eucalyptol*; *borneol*; *citral*; *2,6-octadiene*; *benzene*; *karyofilen*; *farnesen*; dan *naftalenon* serta senyawa yang belum diidentifikasi yaitu : RT 1.74; RT 5.23; RT 6.91; RT 12.15; RT 14.50; RT 15.42; RT 15.71; dan RT 18.07.



Gambar 2.10 Kromatogram GC dan GC-MS Minyak Jahe Emprit

Kromatogram GC dan GC-MS minyak jahe emprit menunjukkan senyawa yang teridentifikasi yaitu : *α-pinene*; *camphene*; *eucalyptol*; *borneol*; *citral*; *2,6-octadiene*; *benzene*; *karyofilen*; dan *farnesen*; serta senyawa yang belum diidentifikasi yaitu : RT 4.39; RT 5.23; RT 6.91; RT 12.15; dan RT 14.50

(Setyawan, 2002)

Tabel 2.5 Kadar Komponen-komponen Kimia Penyusun Minyak Atsiri Rimpang Berbagai Varietas Jahe Hasil Hidrodistilasi

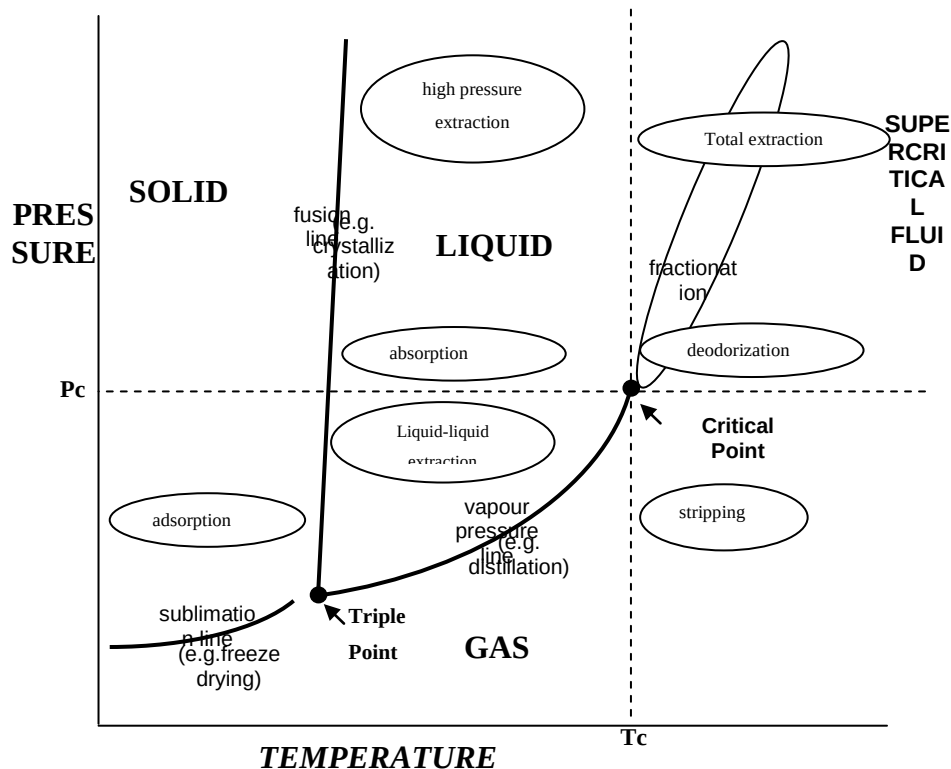
Rerata Nilai RT	Nama Trivial	Rerata kadar (%)		
		Jahe gajah	Jahe merah	Jahe emprit
1.74	-	-	1.15	-
3.52	<i>A-pinen</i>	4.19	3.00	2.56
3.75	<i>Kamfen</i>	21.25**	17.39*	12.75*
4.39	-	-	-	1.94
5.23	-	2.85	1.98	2.53
5.31	<i>Eukaliptol</i>	7.65	5.00	3.07
6.91	-	1.31	1.26	1.33
8.44	<i>Borneol</i>	2.10	2.50	1.99
8.92	-	1.11	-	-
9.97	<i>Sitral</i>	3.17	4.67	7.99
10.05	-	-	-	2.74
10.51	<i>2.6-oktadiena</i>	5.30	10.25*	12.85*
12.15	-	-	1.49	10.81*
13.96	<i>Benzen</i>	17.11*	19.75*	11.75*
14.17	-	1.44	-	-
14.22	<i>Karyofilen</i>	1.14	1.17	4.26
14.29	<i>Farnesen</i>	5.27	5.68	4.70
14.50	-	-	1.07	9.00
15.42	-	1.86	1.52	-
15.71	-	1.27	1.18	-
16.28	-	1.46	-	-
16.70	<i>Naftalenon</i>	2.29	2.37	-
18.07	-	1.86	1.92	-
Total kadar komponen ($\geq 1\%$)		82.63	83.35	90.24
Total jumlah komponen		18	18	14
Total komponen utama		2	3	4
Kadar minyak atsiri		2	2.5	2.5

(Setyawan, 2002)

2.6.3 Metode Ekstraksi Fluida Superkritik

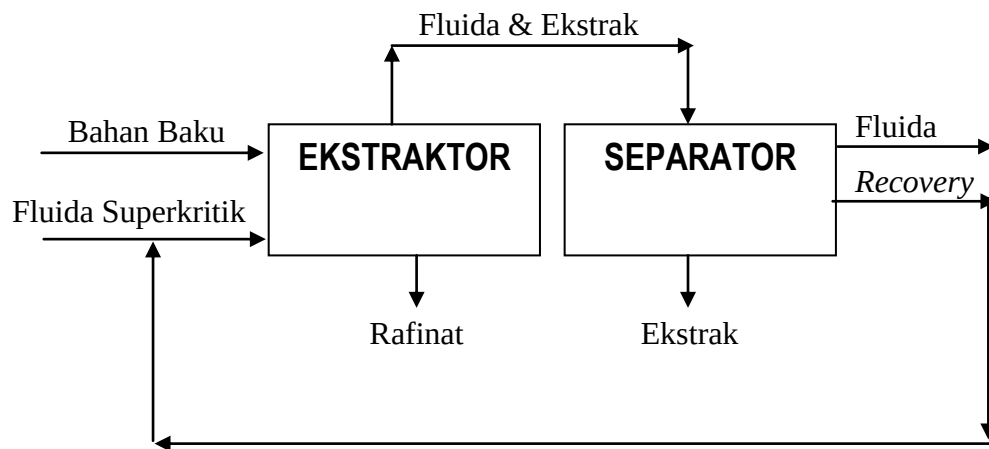
Menurut Rizvi (1999), ekstraksi fluida superkritik adalah suatu unit operasi baru yang memanfaatkan sifat-sifat unik dari pelarut di atas titik kritisnya untuk mengekstrak

komponen-komponen dari suatu campuran. Didukung oleh McHugh dan Krukonis (1994), teknik ekstraksi dengan fluida superkritik (*Supercritical Fluid Extraction*) adalah teknik pemisahan yang memanfaatkan daya pelarut dari fluida superkritik pada suhu dan tekanan disekitar titik kritis. Tekanan dan temperatur yang digunakan dalam ekstraksi merupakan parameter utama dalam menentukan besarnya daya larut. Dalam ekstraksi fluida superkritik terdapat diagram fasa komponen murni, dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Diagram Fasa Komponen Murni (Rizvi, 1999)

Prinsip ekstraksi superkritik ini adalah sama dengan proses ekstraksi biasa, tahap-tahapnya meliputi ekstraksi dengan pelarut, pemisahan pelarut dan *recovery* dari pelarut itu sendiri. Pengaturan kembali tekanan dan suhu operasi maksimum yang disesuaikan dengan kelarutan komponen dalam pelarut dapat memengaruhi kesempurnaan suatu proses ekstraksi (Rizvi, 1999).



Gambar 2.12 Prinsip Proses Pemisahan dengan Teknik Fluida Superkritik (Sulaswatty, 1996)

Temperatur dan tekanan sangat memengaruhi karakteristik fluida superkritik. Pemilihan parameter-parameter ini berperan pada perubahan densitas, difusivitas dan viskositas. Kelarutan zat bervariasi dengan molekul zat yang dilarutkan dan struktur zat yang berlainan.

Fluida superkritik memiliki sifat-sifat fisikokimia tertentu lain yang menambah daya tariknya sebagai pelarut. Fluida superkritik memiliki densitas mirip cairan tetapi memiliki difusivitas serta viskositasnya relatif kecil memberikan daya tembus yang cukup besar terhadap bahan ekstrak. Ciri-ciri ini memberikan laju aliran massa zat terlarut ke dalam fluida superkritik lebih besar daripada ke dalam cairan (Schneider, 1978).

Fluida superkritik menunjukkan karakteristik fisikokimia antara sifat cairan dan gas yang meningkatkan perannya sebagai pelarut. Relatif tingginya densitas fluida superkritik memberikan kekuatan melarutkan yang baik, disamping itu rendahnya nilai viskositas dan difusivitas menyebabkan kekuatan penetrasi ke dalam matriks solut yang dapat diandalkan. Sifat-sifat ini memberikan peningkatan taraf perpindahan massa solut ke dalam fluida superkritik yang lebih tinggi daripada ke dalam cairan. Beberapa sifat fisik cairan, gas dan fluida superkritik dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Karakteristik Suatu Fluida pada Berbagai Fasa

Fasa Fluida	Densitas (g/cm ³)	Difusitas (cm ² /sec)	Viskositas (g/cm.sec)
Gas P = 1 atm T=15-30 °C	(0,6 – 2) x 10 ⁻³	0,1 – 0,4	(1 – 3) x 10 ⁻⁴

Cair P = 1 atm T = 15-30 °C	0,6 – 1.6	$(0,2 - 2) \times 10^{-5}$	$(1 - 3) \times 10^{-4}$
Superkritik P = P _c , T = T _c P = 4P _c , T = T _c	0,2 – 0,5 0,4 – 0,9	$0,7 \times 10^{-3}$ $0,2 \times 10^{-3}$	$(1 - 3) \times 10^{-4}$ $(3 - 9) \times 10^{-4}$

(Rizvi *et al.*, 1986)

Menurut Johnston dan Penninger (1988) paling sedikit ada tiga konfigurasi yang diperlukan untuk melakukan proses ekstraksi dengan fluida superkritik.

1. Manipulasi atau penyesuaian suhu untuk mencapai kondisi dimana pelarut dapat membawa komponen-komponen yang akan dipisahkan. Setelah substrat berada di dalam ekstraktor, fluida superkritik diatur pada suhu pelarutan maksimumnya. Larutan akan melewati *heat exchanger*, kemudian suhu diatur lagi untuk menurunkan kelarutan substrat pada fasa superkritik. Substrat dikumpulkan dalam separator dan pelarut dipompakan untuk dikumpulkan kembali (*recycle*).
2. Penyesuaian tekanan yang digunakan untuk separasi. Fraksi-fraksi akan terkumpulkan cukup banyak dari substrat dengan mereduksi kembali tekanan selama pemisahan, kemudian pelarut dipompakan dan dikembalikan.
3. Dengan menggunakan sistem *batch (fixed bed process)* dalam kondisi isobarik dan isotermik, komponen tertentu dapat dipisahkan dari matriks substrat dengan adsorpsi dalam suatu bahan, menggunakan bahan seperti karbon aktif.

Cara ekstraksi dengan fluida superkritik sangat efektif terutama untuk mengisolasi senyawa dengan berat molekul sedang dalam kepolaran yang rendah. Pemisahan dengan suhu rendah dapat mengekstraksi senyawa dengan kepolaran rendah yang tidak tahan panas dan dapat dikembangkan untuk industri makanan, minyak, bahan alam, kosmetik dan petroleum (Calame dan Steiner, 1982). Tabel 2.7, menunjukkan aplikasi fluida superkritik dalam beberapa proses pemisahan.

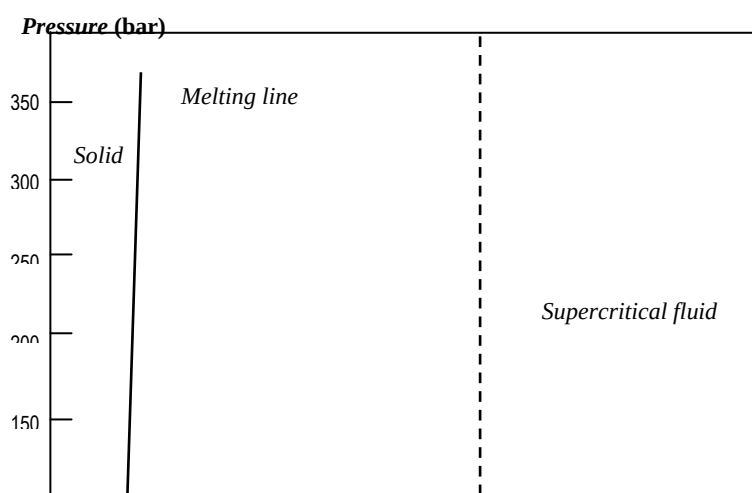
Tabel 2.7 Aplikasi Fluida Superkritik dalam Proses Pemisahan

No	Proses	Bahan Baku	Pustaka
1.	Dekafeinasi	Kopi	Zosel (1981a)
2.	Deodorisasi	Minyak sayur & hewan <i>Brewer yeast</i>	Zosel (1979) Eisenbach (1980)

3.	Perolehan Aroma	<i>Spices</i> <i>Hop</i> Tembakau Kopi <i>Soy protein isolate</i>	Vitzthum (1980) Vollbrecht (1982) Hubert (1978) Roselius (1982) Maheshwari (1995)
4.	Perolehan Minyak	Kedele Kacang tanah <i>Olive</i> Coklat <i>Sunflower</i> <i>Corn germ</i> Kelapa sawit Kelapa Minyak bunga cengkeh Minyak sawit merah	Friedrich (1982) Stahl (1978) Zosel (1982) Irani (1977) Eggers (1978) Christianson (1982) Muchtadi (1995) Syarif (1994) Hermin (1994) Adawiyah (2011)
5.	Ekstraksi oleoresin	Cengkeh Pala Kemiri Kunyit Kayu manis	Syarief (1994) Pennywati (1993) Syarif (1995) Kumalawati (1994) Syarif (1992)
6.	<i>Oil refining</i>	<i>Fatty acid removal</i> Minyak sawit <i>Orange oil</i> Minyak nilam	Maddocks (1977) Ooi (1996) Paola (1995) Marina (2013)
7.	Fraksinasi	<i>Cod liver oil</i> <i>Glicerides mixture</i> Lemak susu Kuning telur	Zosel (1978) Panzer (1978) Rizvi (1990) Hung (1995)
8.	<i>Deadsorption</i>	<i>Lemon peel oil</i>	Danielle (1994)

(Sulaswatty et al, 1996)

Pelarut yang digunakan dalam metode superkritik adalah pelarut yang *inert* baik terhadap bahan mentah, tubuh manusia maupun terhadap pelarut itu sendiri pada kondisi ekstraksi (Rizvi, 1999). Faktor pertimbangan lain dalam menentukan pelarut adalah toksisitas, ketersediaan, harga, tidak mudah terbakar, rendahnya suhu kritik dan tekanan kritik yang moderat untuk meminimalkan biaya operasi serta reaktivitasnya. Salah satu pelarut yang memenuhi kriteria tersebut adalah karbondioksida.



Gambar 2.13 Diagram Fasa Karbondioksida (Titik kritis CO₂ : 73,8 bar dan 31.06°C)
(Brogle, 1982 dalam King dan Bott, 1993)

Dari studi-studi yang telah dilakukan mengenai ekstraksi dengan pelarut superkritik, hanya karbondioksida, etana, etilen dan beberapa senyawa hidrokarbon yang bersenyawa dengan *fluor*, layak digunakan untuk industri (Rizvi, 1999). Kondisi kritis untuk berbagai pelarut superkritik dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Kondisi Kritis untuk Pelarut Superkritis

(McHugh	Pelarut	Suhu Kritis (°C)	Tekanan Kritis (bar)	dan
	Etilen	9.3	50.4	
	Benzen	289.0	48.9	
	Karbondioksida	31.1	73.8	
	Etana	32.2	48.8	
	Propilen	91.9	46.2	
	Ammonia	132.5	112.8	
	Sikloheksan	280.3	40.7	
	Toluen	318.6	41.1	
	Air	374.2	220.5	

Krukonis,1994)

Karbondioksida sangat cocok untuk digunakan sebagai pengekstrak dalam proses ekstraksi superkritik. Keuntungan dari pelarut karbondioksida adalah sebagai berikut (Mukhopadhyay, 2000).

- Tidak meninggalkan sisa (residu) pelarut yang berbahaya dan dapat mengurangi pestisida.
- Tidak menghilangkan komponen utama dalam bahan.

- Tidak menyebabkan degradasi akibat panas, suhu operasi dari pelarut ini relatif rendah.
- Ideal untuk komponen *flavours* dan *fragrans* yang labil terhadap panas.
- Energi yang digunakan relatif efisien.
- Lebih mudah untuk memanipulasi selektifitas atau pemisahan komponen dengan kemurnian tinggi dari suatu produk.
- Tidak mudah terbakar sehingga tidak merusak lingkungan.
- Ekstraksi dilakukan lebih cepat.
- Karakter hasil ekstraksi yang lebih unggul dibandingkan dengan bahan baku.

Penelitian ekstraksi rimpang jahe menggunakan fluida CO₂ superkritik telah dilakukan oleh Kelly C Zancan dkk (2002). Penelitian ini bertujuan untuk mengekstraksi oleoresin jahe yang berasal dari Brazil dengan CO₂ dan pelarut lain. Kondisi operasi dan rendemen yang dihasilkan pada proses ekstraksi oleoresin jahe ini terdapat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Kondisi Operasi dan Rendemen Oleoresin

Tekanan (bar)	Temperatur (°C)	Laju alir (liter/menit)	Rendemen (%)
200	25	5.90	2.10
200	35	5.91	2.65
250	25	6.02	2.22
250	35	5.90	2.34

(Zancan, 2002)

Setelah dilakukan proses ekstraksi, dilakukan analisa komponen menggunakan *Gas Chromatography*. Komponen hasil analisa dengan kondisi proses pada tekanan 250 bar dan temperatur 35°C dapat dilihat pada tabel 2.10.

Tabel 2.10 Presentase Area Komponen Hasil Analisa GC

Komponen	Komposisi (% area)	Komponen	Komposisi (% area)
Monoterpenes		Sequiterpenes	
<i>α-Pinene</i>	0.65	<i>α-Copaene</i>	0.67
<i>Camphene</i>	1.79	<i>(E)-β-Farnesene</i>	0.32
<i>β-Pinene</i>	-	<i>Allo-aromadendrene</i>	0.65
<i>β-Myrcen</i>	1.23	<i>γ-Murolene</i>	0.57
<i>α-Phellandrene</i>	0.32	<i>Ar-Curcumene</i>	4.66
<i>β-Phellandrene</i>	6.54	<i>Valencene</i>	1.39
<i>Terpinolene</i>	-	<i>α-Zingiberene</i>	23.02
Oxygenated monoterpenes		<i>Trans-β-guaiene</i>	2.57
<i>1,8-Cineole</i>	2.71	<i>α-Bisabolene</i>	8.22
<i>Linalool</i>	0.77	<i>Cadinene</i>	4.16
<i>Citronellal</i>	0.55	<i>β-Sesquiphellandrene</i>	9.22

<i>Borneol</i>	0.75
<i>α-Terpineol</i>	0.54
<i>Citronelol</i>	0.9
<i>Neral</i>	6.08
<i>Linalool acetate</i>	0.63
<i>Geranial</i>	9.86
Gingerols, shogaols etc.	
<i>6-Methyl 5-heptene-2-one</i>	-
<i>2-Undecanone</i>	0.35
<i>Zingerone</i>	0.44
<i>Gingerol+shogaol</i>	6.96
<i>Not identified</i>	2.94

<i>Germacrene B</i>	0.84
Hydrocarbons	
<i>m-Diethylbenzene</i>	-
<i>o-Diethylbenzene</i>	-

(Zancan, 2002)

2.7 Sifat Fisikokimia Minyak Jahe

Jika jahe memiliki proksimat sebagai standar mutu yang menunjukkan jahe itu memiliki kualitas baik, begitu juga dengan minyak jahe. Sifat fisikokimia minyak jahe merupakan standar mutu untuk minyak jahe yang baik. Berikut merupakan tabel sifat fisikokimia menurut tiga standar yaitu SNI 1998, Codex, dan EOA.

Tabel 2.11 Sifat Fisikokimia Minyak Jahe

Karakteristik	SNI 1998	Codex	EOA
Berat jenis (25°C)	0.8720 – 0.8890	0.870 – 0.882	0.871- 0.882
Indeks bias (25°C)	1.4853 – 1.4920	1.4865 – 1.4925	1.4876 – 1.4917
Putaran optic	(-32°) – (-14°)	(-28) – (-47)	-30° 10 – 44° 20
Bilangan asam (Mg KOH/g)	Maks 2	-	1.1 – 3.7
Bilangan ester (Mg KOH/g)	Maks 15	-	-
Bilangan ester setelah asetalisasi (Mg KOH/g)	Maks 90	-	-
Minyak lemak	Negatif	-	-
Sidik jari (Kromatografi gas)	Sesuai daftar	-	-
Logam berat (Pb)	-	Negatif	-
Bilangan penyabunan	-	Maksimal 20	0.9 – 11.2

(SNI 1998, Codex 1980 dan EOA No.13 1981)

Sifat fisikokimia minyak jahe memiliki metode dalam penentuan kualitas minyak jahe. Beberapa diantaranya metode penentuan berat jenis, indeks bias, putaran optik, bilangan asam, dan bilangan ester. Berikut merupakan metode penentuan kualitas minyak atsiri jahe :

1. Berat Jenis

Untuk mengetahui berat jenis minyak atsiri jahe yang dihasilkan digunakan rumus :
$$BJ = \frac{\text{Berat minyak}}{\text{Volume minyak}}$$

2. Indeks Bias

Untuk mengetahui indeks bias digunakan alat refraktometer, yaitu dengan cara mengambil beberapa tetes minyak atsiri, kemudian beberapa indeks biasnya dapat langsung diketahui dengan membaca skala pada refraktometer tersebut biasanya pengukuran dilakukan pada suhu 25°C sehingga harus diadakan penyesuaian keadaan untuk membuat suhu tersebut.

3. Putaran Optik

Bila suatu media transparan dilewati cahaya terpolarisasi, maka cahaya tersebut akan mengalami pemutaran oleh struktur molekul dari bahan tersebut. Arah serta besarnya putaran tersebut sangat spesifik bagi setiap zat. Penentuan putaran optik dari minyak atsiri dilakukan dengan menggunakan metode yang didasarkan pada pengukuran sudut bidang dimana sinar terpolarisasi diputar oleh lapisan minyak yang tebalnya 10 cm pada suhu tertentu.

4. Bilangan asam (Mg KOH/g)

Sampel ditimbang lebih kurang 20 g, dimasukkan ke dalam erlenmeyer, dan ditambahkan 50 ml alkohol 95 % netral. Setelah ditutup dengan pendingin balik, dipanaskan sampai mendidih dan digojog kuat-kuat untuk melarutkan asam lemak bebasnya. Setelah dingin, larutan dititrasi dengan 0,1 N larutan KOH standar memakai indikator *phenolphthalein* (PP). Akhir titrasi tercapai apabila terbentuk warna merah muda yang tidak hilang selama ½ menit. Bilangan asam dinyatakan sebagai mg KOH yang dipakai untuk menetralkan asam lemak bebas dalam 1 g minyak.

Perhitungan :

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{\text{ml KOH} \times \text{N KOH} \times 56,1}{\text{Berat bahan (g)}}$$

5. Bilangan ester (Mg KOH/g)

Untuk menentukan bilangan ester, maka terlebih dahulu ditentukan bilangan penyabunan. Tahapan pengujian bilangan penyabunan (Sudarmadji, dkk., 1997) antara lain : sampel ditimbang dengan teliti antara 1,5 – 5,0 g dalam Erlenmeyer 200 ml. Ditambahkan 50 ml larutan KOH yang dibuat dari 40 g KOH dalam 1 liter alkohol. Setelah itu ditutup dengan pendingin balik, dididihkan dengan hati-hati selama 30 menit. Selanjutnya didinginkan dan ditambahkan beberapa tetes indikator *phenolphthalein* (PP) dan dititrasi kelebihan larutan KOH dengan larutan standar 0,5 N HCl. Untuk mengetahui kelebihan larutan KOH ini dibuat titrasi blanko. Bilangan penyabunan dinyatakan sebagai banyaknya mg KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan lemak secara sempurna dari 1 g minyak.

Perhitungan :

$$\text{Bilangan Penyabunan} = \frac{28,05 \times (\text{titrasi blanko} - \text{titrasi sampel})}{\text{Berat Sampel (g)}}$$

$$\text{Bilangan Ester} = \text{Bilangan penyabunan} - \text{bilangan asam}$$

2.8 Analisa Komponen Kimia Minyak Atsiri dengan GC-MS

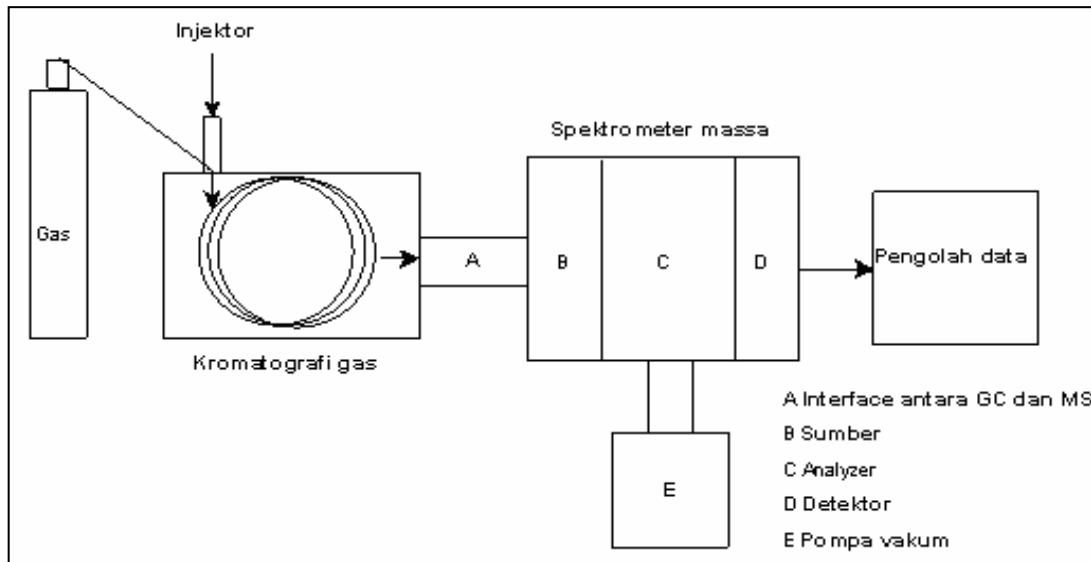
Minyak atsiri yang didapat dari hasil ekstraksi maupun hidrodistilasi perlu dilakukan analisa komponen. Tujuannya untuk mengetahui komponen-komponen senyawa apa saja yang terkandung dalam minyak jahe tersebut. Salah satu metode analisisnya dengan menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrum* (GC-MS). GC-MS merupakan metode pemisahan senyawa organik yang menggunakan dua analisis senyawa yaitu kromatografi gas (GC) untuk menganalisis jumlah senyawa kuantitatif dan spektrometri massa (MS) untuk menganalisis struktur molekul senyawa analit.

2.8.1 *Gas Chromatography Mass Spectrum* (GC-MS)

Gas Chromatography-Mass Spectrum (GC-MS) merupakan metode yang menggabungkan kromatografi gas dan spektroskopi massa untuk mengidentifikasi zat dalam sampel. Metode analisis dilakukan dengan membandingkan konsentrasi massa atom dari spektrum yang dihasilkan.

Prinsip kerja GC-MS yaitu, senyawa sampel ditembak oleh arus elektron sehingga menyebabkan senyawa terpisah menjadi fragmen yang merupakan muatan ion dengan massa tertentu. Massa fragmen jika dibagi muatan disebut perbandingan massa per muatan (M/Z), yang mewakili berat molekul fragmen. Fragmen tertentu difokuskan melewati celah menuju detektor oleh empat elektromagnet (*quadropole*) yang diprogram oleh komputer. Siklus

quadropole disebut *scan*, yang berlangsung berkali-kali perdetik. Komputer merekam grafik pada setiap *scan*, dan grafik ini disebut spektrum massa. Komputer GC-MS memiliki literatur spektrum untuk mengidentifikasi senyawa kimia yang tidak diketahui dengan membandingkan spektrum massa dari komponen sampel dengan literatur.



Gambar 2.14 Skema Alat GC-MS (<http://www.chemsoc.org/GC-MS>)

BAB III

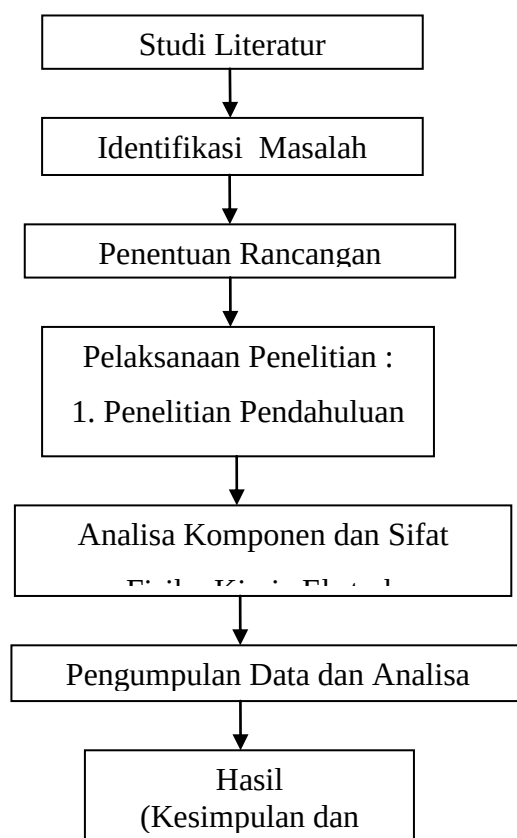
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Pusat Penelitian Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Serpong, Tangerang. Waktu penelitian dimulai pada 16 Februari 2015 sampai 31 Mei 2015.

3.2 Prosedur Penelitian

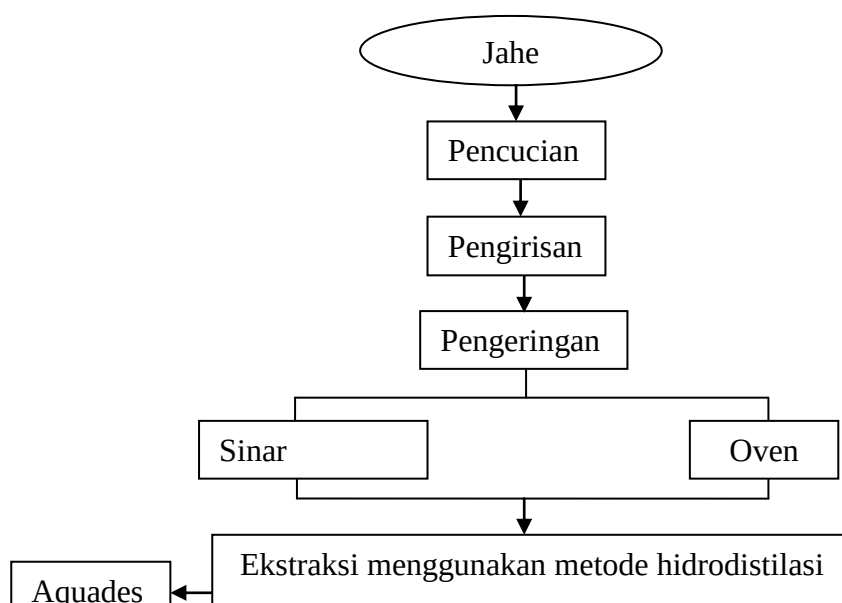
Prosedur penelitian ini dilaksanakan berdasarkan alur kerja penelitian seperti pada gambar 3.1, gambar 3.2, dan gambar 3.3.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

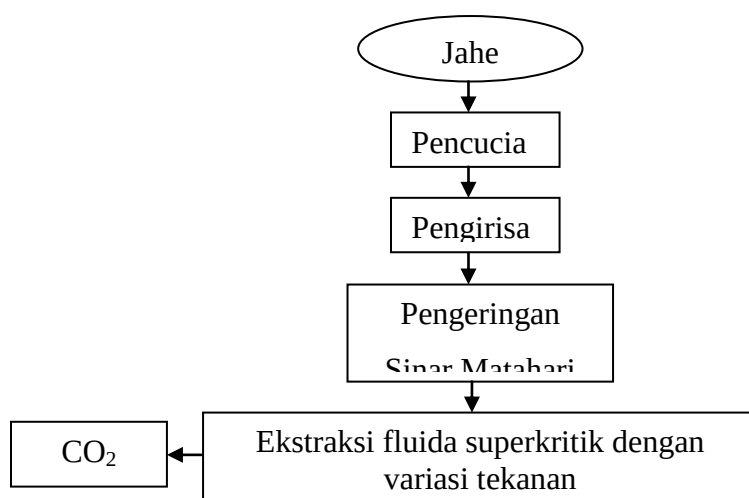
Pelaksanaan penelitian diawali dengan studi literatur, yaitu mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Pada penelitian ini referensi

yang dicari mengenai jahe dan teknologi untuk memperoleh minyak jahe. Tujuannya adalah untuk memperkuat permasalahan serta sebagai dasar teori dalam melakukan penelitian ini. Setelah studi literatur, proses selanjutnya adalah mengidentifikasi permasalahan. Identifikasi permasalahan disini yaitu mengenai kondisi operasi yang akan digunakan pada teknik perolehan minyak jahe, yaitu hidrodistilasi dan ekstraksi fluida CO₂ superkritik. Proses selanjutnya adalah penentuan rancangan penelitian, yaitu rancangan yang menjelaskan semua prosedur dari penelitian teknologi perolehan minyak jahe sejak dari tujuan penelitian hingga analisis data. Setelah rancangan penelitian, barulah masuk ke tahap pelaksanaan penelitian. Pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu penelitian pendahuluan menggunakan metode hidrodistilasi dan metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik. Setelah penelitian pendahuluan, barulah masuk ke penelitian utama. Penelitian utama merupakan lanjutan dari penelitian pendahuluan dan didapatkan minyak jahe yang diperoleh dari proses hidrodistilasi dan ekstraksi fluida CO₂ superkritik dari penelitian pendahuluan dan utama. Minyak jahe yang diperoleh, dianalisa komponen kimianya menggunakan *Gass Chromatography-Mass Spectrum* (GC-MS) dan dianalisa sifat fisiko kimianya. Hasil analisa selanjutnya dikumpulkan dan dianalisa untuk mendapatkan hasil dari penelitian mengenai komponen minyak jahe dan teknologi perolehannya.



Gambar 3.2. Diagram Alir Ekstraksi Metode Hidrodistilasi Minyak Jahe

Jahe yang akan diolah menjadi minyak jahe dengan menggunakan metode hidrodistilasi diberi perlakuan awal sebelum diproses pada tahap selanjutnya. Tahap-tahapnya meliputi proses pencucian bahan, pengirisan bahan, dan pengeringan menggunakan dua metode yaitu pengeringan dengan sinar matahari dan oven. Setelah pengeringan, jahe yang awalnya berbentuk rimpang berubah menjadi simplisia (jahe kering). Selanjutnya simplisia ketiga jenis jahe, dihidrodistilasi menggunakan alat hidrodistilasi tipe *clavenger* pada temperatur 100°C dan waktu proses selama 24 jam. Setelah proses selesai dan didapatkan hasil dari proses hidrodistilasi jahe tersebut, barulah minyak jahe dianalisa komponen kimia dan sifat fisiko kimianya. Setelah data dari hasil analisa didapat, proses selanjutnya adalah analisa hasil dan didapatkan kesimpulan dari minyak jahe yang dihasilkan dari proses hidrodistilasi.



Gambar 3.3 Diagram Alir Ekstraksi Fluida Superkritik Minyak Jahe

Jahe yang akan diolah menjadi minyak jahe dengan menggunakan metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik diberi perlakuan awal sebelum diproses pada tahap selanjutnya. Tahap-tahapnya meliputi proses pencucian bahan, pengirisan bahan, dan pengeringan menggunakan sinar matahari. Setelah pengeringan, jahe yang awalnya berbentuk rimpang berubah menjadi simplisia (jahe kering). Selanjutnya simplisia ketiga jenis jahe, diekstraksi menggunakan alat ekstraksi fluida CO₂ superkritik pada temperatur 45°C, waktu proses selama 4 jam, dan laju alir 5,5-6 liter/menit. Proses ekstraksi ini menggunakan variasi tekanan, yaitu pada tekanan 3500 psi, 4000 psi, dan 4500 psi. Setelah proses selesai dan didapatkan minyak jahe dari proses ekstraksi menggunakan superkritik, barulah minyak jahe dianalisa komponen kimia dan sifat fisiko kimianya. Setelah data dari hasil analisa didapat, proses selanjutnya adalah analisa hasil dan didapatkan kesimpulan dari minyak jahe yang dihasilkan dari proses ekstraksi fluida CO₂ superkritik dengan variasi tekanan.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diklasifikasikan menjadi 5 macam, yaitu alat untuk penentuan kadar proksimat jahe, alat untuk proses hidrodistilasi, alat untuk proses ekstraksi fluida CO₂ superkritik, alat untuk analisa komponen, dan alat untuk analisa indeks bias. Alat yang digunakan dapat dilihat pada lampiran 1.

a. Peralatan Penentuan Kadar Proksimat Jahe

Alat untuk Menentukan kadar proksimat jahe yaitu :

- Analisa kadar air, alat yang digunakan yaitu *moisture analyzers* Ohaus MB-45 dan spatula.
- Analisa kadar abu, alat yang digunakan yaitu *furnace* Wise Therm, krus porselen, spatula, timbangan analitik, dan desikator.
- Analisa kadar lemak, alat yang digunakan yaitu alat ekstraksi soklet, labu lemak, oven, desikator, kertas saring, dan timbangan analitik.
- Analisa kadar karbohidrat, alat yang digunakan yaitu pendingin tegak, *hot plate*, erlenmeyer 250 ml, buret, statif, dan pipet 10 ml.

b. Peralatan Proses Hidrodistilasi

Alat untuk hidrodistilasi minyak jahe ini menggunakan alat tipe *clavenger*, yang terdiri dari rangkaian beberapa macam alat seperti buret, kondensor, *hot plate*, statif, dan labu bulat 3000 ml, serta diperlukan juga botol sampel sebagai wadah penampung minyak hasil hidrodistilasi.

c. Peralatan Proses Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik

Alat untuk ekstraksi fluida CO₂ superkritik ini adalah satu unit *Supercritical Fluid Extraction* Model 46-19360 dari *Superpressure Newport Scientific Inc* dan botol sampel untuk menampung minyak hasil ekstraksi.

d. Peralatan Analisa Komponen

Alat yang digunakan untuk analisa komponen yaitu *Gass Chromatography-Mass Spectrum* (GC-MS) Agilent type 15977A Series.

e. Peralatan Analisa Indeks Bias

Alat yang digunakan untuk analisa indeks bias adalah refraktometer digital RX-5000a 150528N Atago, dan pipet tetes.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian kali ini diklasifikasikan menjadi 5 macam, yaitu bahan baku utama, bahan untuk penentuan kadar proksimat jahe, bahan untuk proses hidrodistilasi, bahan untuk proses ekstraksi fluida CO₂ superkritik, bahan untuk analisa komponen minyak jahe, dan bahan untuk analisa indeks bias.

a. Bahan Baku Utama

Bahan baku utama pada penelitian ini adalah ketiga jenis jahe yang berasal dari sumber yang berbeda-beda dengan rincian sebagai berikut :

- Jahe emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*) yang berasal dari Bengkulu,
- Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) yang berasal dari Bengkulu, dan
- Jahe gajah (*Zingiber officinale* var. *roscoe*) yang berasal dari Sukabumi.

b. Bahan untuk Penentuan Kadar Proksimat

Bahan untuk penentuan kadar proksimat jahe yaitu :

- Analisa kadar air, bahan yang digunakan tiga jenis jahe segar (rimpang) yang telah mengalami perlakuan awal pencucian dan pengirisan serta tiga jenis jahe kering (simplisia) yang telah mengalami perlakuan awal pencucian, pengirisan, dan pengeringan bahan.
- Analisa kadar abu, bahan yang digunakan tiga jenis jahe segar yang telah mengalami perlakuan awal pencucian dan pengirisan bahan.
- Analisa kadar lemak, bahan yang digunakan tiga jenis jahe segar yang telah dihaluskan dengan blender dan heksan sebanyak 100 ml.
- Analisa kadar karbohidrat, bahan yang digunakan tiga jenis jahe segar yang telah dihaluskan dengan blender, HCl 3%, NaOH 30%, aquades, larutan Luff-Schoorl 25 ml, Kalium Iodida, H₂SO₄ 25%, Na₂S₂O₇ 0.1 N, dan indikator kanji 0,5%.

c. Bahan untuk Proses Hidrodistilasi

Bahan yang digunakan untuk hidrodistilasi adalah tiga jenis jahe kering (simplisia) yang telah mengalami perlakuan awal pencucian, pengirisan, dan pengeringan dan aquades.

d. Bahan untuk Proses Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik

Bahan yang digunakan untuk ekstraksi adalah jahe merah dan jahe emprit kering (simplisia) yang telah mengalami perlakuan awal pencucian, pengirisan, dan pengeringan dan karbondioksida teknis.

e. Bahan untuk Analisa Komponen Minyak Jahe

Bahan untuk analisa komponen dengan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrum*) menggunakan sampel minyak jahe hasil proses hidrodistilasi dan proses ekstraksi fluida CO₂ superkritik, Na₂SO₄ *anhydrous*, heksan, dan asetonitril.

f. Bahan untuk Analisa Indeks Bias

Bahan untuk analisa indeks bias, yaitu sampel minyak jahe hasil proses hidrodistilasi dan proses ekstraksi fluida CO₂ superkritik, aquadest, dan alkohol untuk membersihkan refraktometer.

3.4 Metode Penelitian

3.4.1 Perlakuan awal (*pre treatment*)

Perlakuan awal ini merupakan proses awal pada jahe sebelum masuk ke penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Perlakuan awal meliputi proses pencucian jahe, pengirisan jahe, dan pengeringan jahe.

a. Pencucian Jahe

Bahan baku (tiga jenis jahe) dicuci menggunakan air terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran berupa tanah pada rimpangnya. Setelah kotoran tersebut hilang, jahe didiamkan beberapa saat pada suhu kamar untuk mengeringkan jahe dari air sisa pencucian.

b. Pengirisan Jahe

Jahe yang telah dicuci, selanjutnya dilakukan pengirisan dengan cara melintang (*slice*). Pengirisan ini merupakan salah satu upaya pengecilan ukuran yang bertujuan untuk memperluas permukaan bahan agar proses pengeringan berlangsung secara efektif. Ketebalan irisan jahe pada penelitian ini rata-rata sekitar 2-3 mm.

c. Pengeringan Jahe

Pengeringan jahe dilakukan untuk mengurangi kadar air pada jahe sampai kadar air tertentu. Pengeringan jahe dilakukan dengan dua metode, yaitu pengeringan dengan sinar matahari dan pengeringan oven. Pengeringan menggunakan sinar matahari (35°C - 40°C) digunakan untuk mengeringkan jahe untuk proses hidrodistilasi dan ekstraksi fluida karbondioksida superkritik. Sedangkan, pengeringan oven digunakan untuk proses hidrodistilasi saja. Temperatur pada oven untuk mengeringkan jahe sebesar 50°C.

3.4.2 Analisa Proksimat Jahe

a) Analisa Kadar Air

Analisa kadar air pada ketiga jenis jahe menggunakan alat *moisture analyzers* untuk menentukan persen kadar airnya. Cara kerjanya, sebanyak ± 1 gram sampel jahe dimasukkan ke dalam alat *moisture analyzers*, selanjutnya alat tersebut diatur dengan waktu analisa 10 menit dan temperaturnya sebesar 105°C. Setelah sampel

dimasukkan ke dalam alat, ditunggu 10 menit dan alat tersebut akan menampilkan persentase kadar air secara digital.

b) Analisa Kadar Abu

Analisa kadar abu menggunakan *furnace* atau tanur dengan temperatur 500-600°C. Cara kerjanya, sebanyak 3 gram sampel ditimbang dalam krus porselen, kemudian sampel diabukan dalam *furnace* dengan temperatur 575°C dengan waktu penyimpanan selama 3 jam sampai bobot konstan.

c) Analisa Kadar Lemak

Analisa kadar lemak dengan menggunakan satu set alat ekstraksi soklet. Cara kerjanya pertama timbang labu lemak kosong yang telah dioven dan beratnya konstan, timbang sampel seberat 2-3 gram. Sampel dibungkus dengan kertas saring dan ditutup kapas bebas lemak. Selanjutnya letakkan timbel dalam alat ekstraksi soklet, pasang alat kondensor di atasnya dan labu lemak dibawahnya, kemudian tuang heksan 50 ml dalam labu lemak. Refluks selama 1 jam, sampai pelarut yang turun (menetes) jernih. Labu lemak yang berisi lemak hasil ekstraksi dioven pada suhu 105°C. Selanjutnya dimasukkan ke dalam desikator sampai berat konstan dan ditimbang.

d) Analisa Kadar Karbohidrat

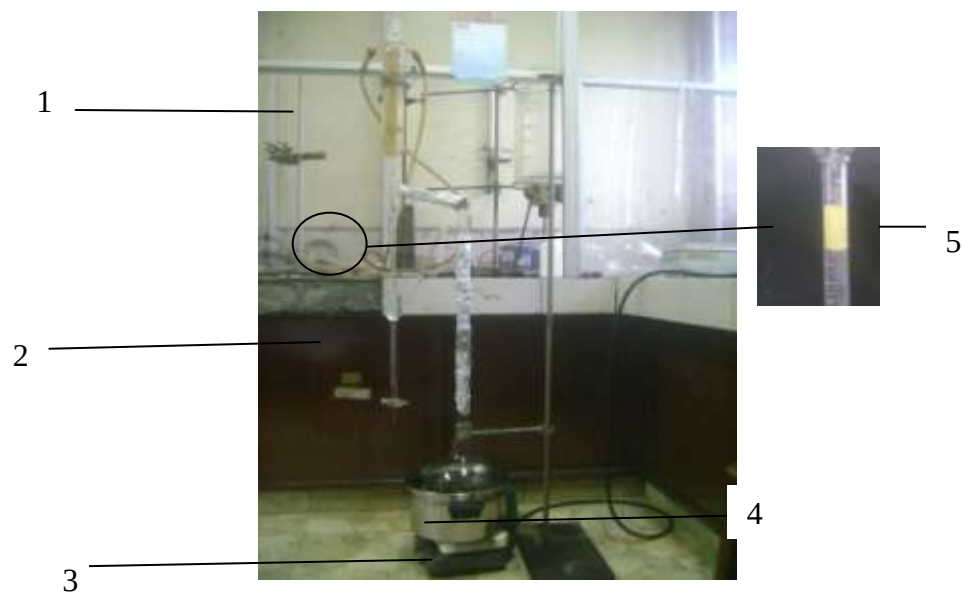
Analisa yang digunakan untuk menganalisa karbohidrat yaitu menggunakan metoda Luff-Schoorl. Cara kerjanya, sebanyak 2,5 gram jahe ditimbang ke dalam erlenmeyer 250 ml, selanjutnya ditambahkan 100 ml larutan HCl 3%. Campuran tersebut dipanaskan selama 3 jam dengan pendingin tegak kemudian dinetralkan dengan larutan NaOH 30% pada pH 7. Kemudian dipindahkan ke dalam labu 250 ml yang ditambahkan aquadest sampai tanda batas dan dihomogenkan. Sampel larutan dipipet sebanyak 5 ml ke dalam erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 25 ml larutan Luff-Schoorl. Kemudian dipanaskan lagi pada pendingin tegak selama 10 menit sampai larutan mendidih. Didinginkan dan ditambahkan 15 ml KI 20% dan 25 ml H₂SO₄ 25%. Kemudian dititrasi dengan larutan Na₂S₂O₇ 0,1 N, digunakan indikator kanji 0,5%.

3.4.3 Penelitian Pendahuluan

3.4.3.1 Hidrodistilasi

Penelitian pendahuluan metode hidrodistilasi ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan cara pengeringan jahe yang digunakan terhadap kualitas dan kuantitas rendemennya. Bahan yang digunakan yaitu jahe emprik komersil menggunakan pengeringan

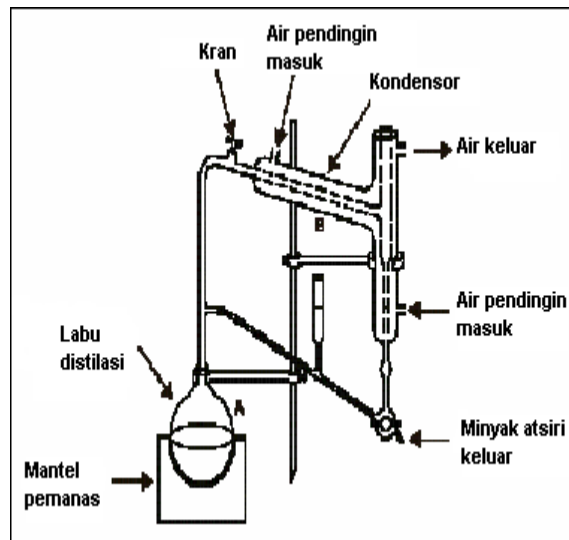
sinar matahari dengan jahe emprit menggunakan pengeringan oven. Cara kerjanya, jahe kering tersebut ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam labu bulat 3000 ml, selanjutnya ditambah dengan air kurang lebih setengah dari labu bulat atau sampai jahe kering tersebut mengapung dan dihubungkan dengan alat penyuling minyak atsiri (*clavenger*). Alat penampung minyak (buret) diisi air sampai kurang lebih setengahnya. Labu bulat dididihkan selama 24 jam dengan temperatur 100°C. Setelah penyulingan selesai, alat penyuling ini dibiarkan kurang lebih 15 menit, kemudian volume minyak yang tertampung pada minyak dicatat. Pemilihan kondisi operasinya didasarkan pada literatur menurut penelitian Ahmad Dwi Setyawan (2002) dengan modifikasi waktu operasi. Pada penelitian Ahmad Dwi Setyawan waktu yang digunakan pada hidrodistilasi selama 4-5 jam.



Gambar 3.4 Alat Hidrodistilasi Tipe *Clavenger*

Keterangan :

1. Kondensor
2. Buret
3. *Hotplate*
4. Labu bulat 3000 ml
5. Minyak hasil hidrodistilasi



Gambar 3.5 Skema Alat Hidrodistilasi (Sonwa, 2002)

3.4.3.2 Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik

Penelitian pendahuluan metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik ini bertujuan untuk menentukan jenis jahe yang memiliki rendemen tertinggi dan komposisi komponen terbaik dari kedua jenis jahe, yaitu simplisia jahe emprit dan jahe merah hasil pengeringan sinar matahari. Variabel tetap yang digunakan pada proses ini adalah tekanan pada kondisi 4000 psi, waktu operasi selama 4 jam, dan laju alir 5,5-6 liter/menit. Sedangkan, variabel berubah yang digunakan adalah jenis jahe dan temperatur yang digunakan. Jenis jahe merah menggunakan temperatur 40°C/104°F, jenis jahe emprit menggunakan temperatur 45°C/113°F.

3.4.4 Penelitian Utama

3.4.4.1 Hidrodistilasi

Penelitian utama hidrodistilasi ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian pendahuluan dengan metode hidrodistilasi. Bertujuan untuk mengetahui rendemen yang dihasilkan dari ketiga jenis jahe (jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah) dengan perlakuan pengeringan dengan sinar matahari dan pengeringan dengan oven. Cara kerjanya sama dengan metode hidrodistilasi pada penelitian pendahuluan.

3.4.4.2 Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik

Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian pendahuluan ekstraksi fluida CO₂ superkritik. Pada penelitian ini jahe yang digunakan adalah jahe yang memiliki rendemen terbaik pada saat penelitian pendahuluan.

Tahap pertama dalam penelitian utama adalah proses ekstraksi komponen minyak jahe dengan variasi tekanan. Temperatur, waktu proses, dan laju alir menjadi variabel tetap dalam proses ekstraksi. Kondisi proses ekstraksi komponen minyak jahe dengan fluida CO₂ superkritik dapat dilihat pada Tabel 3.1.

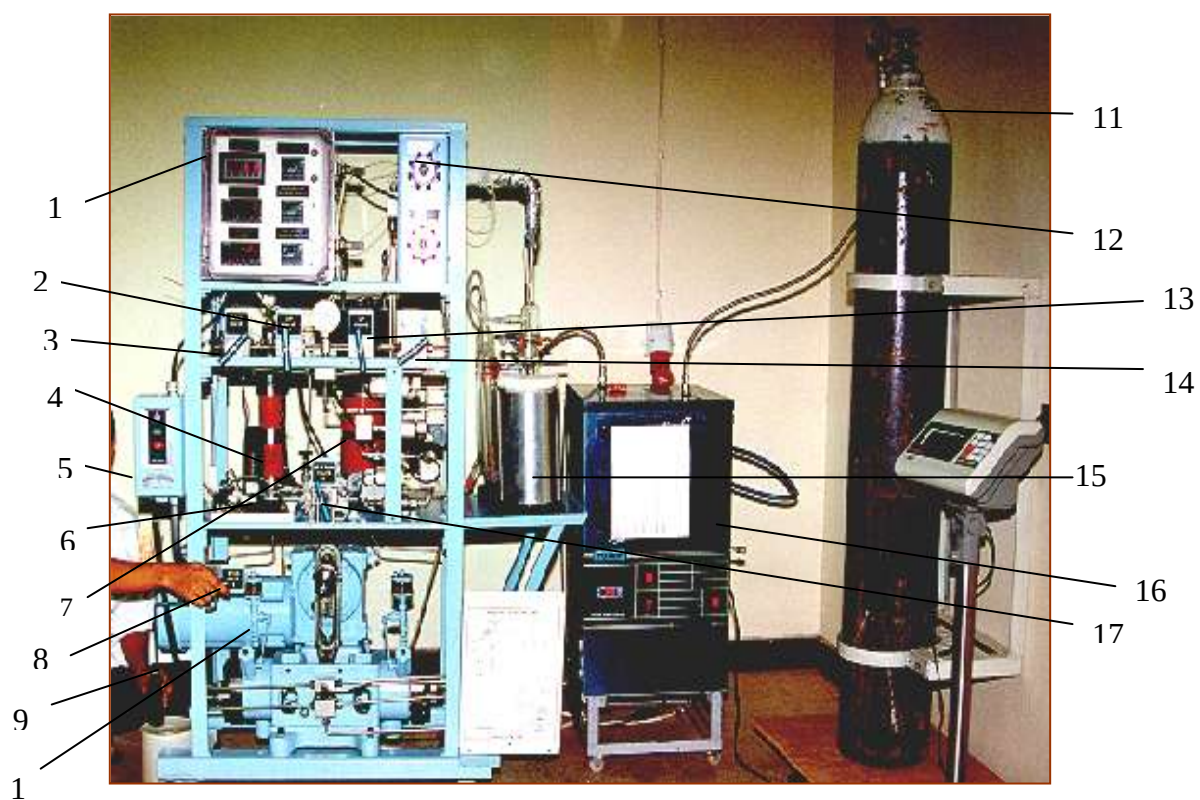
Tabel 3.1. Kondisi Proses Ekstraksi dengan Fluida CO₂ Superkritik

No	Waktu Proses (t)	Tekanan (P)	Temperatur (T)	Laju alir
1	4 jam	3500 psi	Hasil terbaik penelitian pendahuluan	5.5-6 liter/menit
2	4 jam	4000 psi	Hasil terbaik penelitian pendahuluan	5.5-6 liter/menit
3	4 jam	4500 psi	Hasil terbaik penelitian pendahuluan	5.5-6 liter/menit

3.4.4.2.1 Prinsip Kerja Alat Ekstraksi Fluida Superkritik

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah alat ekstraksi fluida superkritik model 46-19360 buatan *Newport Scientific, Inc* yang dilengkapi dengan tabung gas CO₂, kompresor, ekstraktor, separator, pemanas, dan, *chiller*. Gas CO₂ dialirkan lalu melewati *chiller* dan kompresor hingga CO₂ menjadi dalam kondisi kritis. Setelah mencapai dalam kondisi kritis, maka CO₂ akan membawa sampel jahe pada tekanan sesuai dengan rancangan penelitian hingga akhirnya ekstrak terpisah dan ditampung dalam tabung separator. Waktu (t₀) proses ekstraksi fluida superkritik dimulai saat angka pada penunjuk aliran CO₂ bergerak naik lebih dari nol. Pengaturan laju alir CO₂ dilakukan dengan memutar katup 5 dan *metering valve* sehingga diperoleh laju alir sebesar 5,5 liter/menit. Kondisi ekstraksi terus dijaga agar laju alir CO₂ stabil dengan mengatur katup 5 dan *metering valve*. Saat proses ekstrak akan ditampung dalam tabung separator dan CO₂ kembali menjadi gas dan *loss* melalui keluaran selang. Setelah itu proses pengambilan ekstrak dilakukan dengan mematikan pompa, menutup katup 5, dan membuka katup 6 (*drain valve*). Ekstrak dikeluarkan dan dimasukkan dalam botol lalu ditimbang untuk mengetahui rendemennya.

Alat ekstraksi superkritik memiliki bagian-bagian yang memengaruhi kinerja alat dan ekstrak yang dihasilkan, diantaranya *valve* atau katup untuk mengatur aliran CO₂, pengatur tekanan ekstraktor dan separator, serta pengatur temperatur yang terdapat pada regulator *display*. Adapun bagian-bagian alat ekstraksi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Alat Ekstraksi Fluida CO₂ Superkritik

Keterangan :

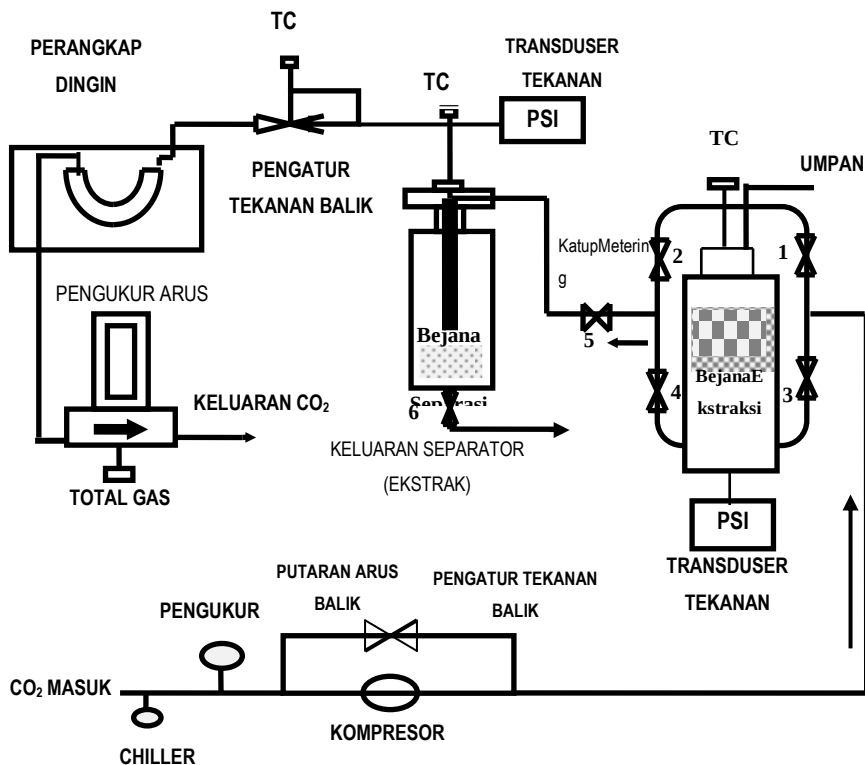
1. Regulator display

10. Kompresor

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| 2. Valve (katup) 2 | 11. Tabung CO ₂ |
| 3. Valve 1 | 12. Pengatur tekanan |
| 4. Tabung separator | 13. Valve 3 |
| 5. Tombol panel | 14. Valve 4 |
| 6. Flowmeter | 15. Cold trap |
| 7. Tabung ekstraktor | 16. Chiller |
| 8. Drain valve (valve 6) | 17. Metering valve (valve 5) |
| 9. Keluaran ekstrak | |

Cara pengoperasian ekstraksi fluida superkritik yakni sebagai berikut:

- 1) Pemasangan dan pemeriksaan tabung gas CO₂ beserta pipa-pipanya yang disambung ke alat ekstraksi dan dipastikan tidak ada kebocoran pada semua sistem sambungan.
- 2) Selanjutnya *chiller* dihidupkan dengan menekan tombol ON kemudian ditunggu hingga *chiller* mencapai suhu 4°C.
- 3) Umpan jahe kering sebanyak ± 120 gram dimasukkan ke dalam tabung ekstraktor.
- 4) Lalu regulator tabung gas CO₂ dibuka perlahan-lahan.
- 5) Jika umpan berupa cairan, buka katup 2 dan katup 3. Namun jika umpan berupa padatan, buka katup 1 dan katup 4. Hal ini disesuaikan dengan jalur aliran CO₂ seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Skema Unit Ekstraksi Fluida Superkritik

- 6) Suhu dan tekanan ekstraksi diatur sesuai dengan rancangan percobaan.
- 7) Setelah suhu dan tekanan mencapai kondisi yang diinginkan, lalu kompressor dijalankan untuk mengalirkan CO₂ superkritik ke tabung ekstraktor.
- 8) Laju alir diatur dengan cara membuka katup 5 dan *metering valve*.
- 9) Pengambilan sampel dilakukan cara pertama pompa dimatikan, kemudian katup 5 ditutup dan katup 6 (*drain valve*) dibuka. Proses ini dilakukan berulang-ulang pada setiap pengambilan ekstrak.
- 10) Proses ekstraksi diakhiri dengan mematikan seluruh panel (kecuali *chiller*), regulator gas CO₂ ditutup, selanjutnya katup 2 dan katup 3 ditutup, sedangkan katup 5 dan katup 6 dibuka.
- 11) Setelah sistem dinyatakan aman, tabung ekstraktor dibuka dan rafinat diambil dengan menggunakan pipet.
- 12) Setiap selesai proses ekstraksi maka dilakukan proses pembersihan ekstraktor dengan cara mengalirkan (*flushing*) gas CO₂ pada kondisi tekanan dan suhu yang sama dengan kondisi terakhir. Proses *flushing* hampir sama dengan proses ekstraksi hanya saja tabung ekstraktor diisi dengan etanol atau sesuai dengan pelarut bahan baku yang dimasukkan sebelumnya.

3.4.5 Analisa Komponen Minyak Jahe

Minyak jahe yang telah dianalisis dengan GC-MS, dipilih komponen senyawa dominan yang secara konsisten muncul pada ketiga varietas jahe dengan kadar tinggi, lalu dilakukan pendugaan strukturnya berdasarkan spektrum massa dengan kromatografi gas-spektrometer massa, dan dicocokkan dengan spektrum massa di bank data *NIST Library* yang memuat 74.282 jenis senyawa (Arrebola dkk, 1994; Agusta dkk, 1998). Kondisi GC-MS yang digunakan adalah sebagai berikut: merek: Agilent type 15977A Series, gas pembawa: He, jenis kolom: DB 1 (30 m x 250 μ m x 0.25 μ m), jenis pengion: EI (*electron impact*), kecepatan gas: 40 ml/menit, kenaikan suhu: 10 °C/menit, suhu akhir: 250°C, suhu awal: 70°C, suhu detektor: 250°C, suhu injektor: 250°C, tekanan kolom: 8,8085 psi, volume cuplikan: 1 μ l, dan waktu awal: 1 menit.

3.4.6 Analisa Indeks Bias Minyak Jahe

Untuk mengetahui indeks bias digunakan alat refraktometer, yaitu dengan cara meneteskan tiga tetes sampel, kemudian indeks biasanya dapat langsung diketahui dengan

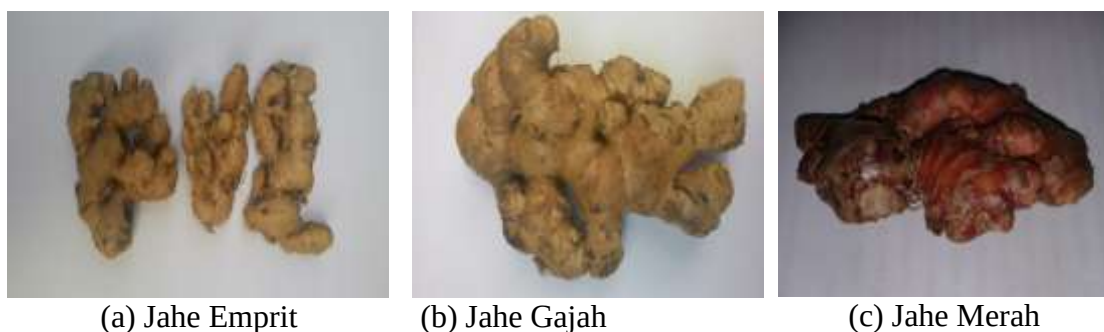
membaca skala pada refraktometer tersebut. Biasanya pengukuran dilakukan pada suhu 25° C sehingga harus diadakan penyesuaian keadaan untuk membuat suhu tersebut.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Jenis Jahe yang digunakan

Di Indonesia, terdapat tiga varietas jahe yaitu jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah. Jahe tersebut tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Pada penelitian ini, jenis jahe yang digunakan berasal dari tempat penanaman yang berbeda-beda. Jenis jahe emprit dan jahe merah berasal dari Bengkulu, sedangkan jahe gajah berasal dari Sukabumi. Perbedaan tempat asal, kondisi penanaman, dan umur jahe berpengaruh pada rendemen dan komponen minyak atsiri yang dihasilkan (Maryam, 1985). Ketiga jenis jahe tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Jenis-jenis jahe yang digunakan

Pada gambar diatas terlihat bahwa rimpang jahe emprit lebih kecil dibandingkan dengan rimpang jahe gajah, dan rimpang jahe merah lebih kecil dibandingkan dengan rimpang jahe emprit dan jahe gajah. Hal ini sesuai dengan pustaka bahwa jahe emprit memiliki rimpang dengan bobot berkisar 0,5 – 0,7 kg per rumpun. Struktur rimpang jahe emprit, kecil-kecil dan berlapis. Daging rimpang berwarna putih kekuningan. Tinggi rimpangnya dapat mencapai 11 cm dengan panjang antara 6 – 30 cm, dan diameter antara 3,27 – 4,05 cm. Jahe gajah memiliki struktur rimpang yang besar dan berbuku-buku. Bagian dalam rimpang apabila diiris akan terlihat berwarna putih kekuningan. Tinggi rimpang dapat mencapai 6 – 12 cm dengan panjang antara 15 – 35 cm, dan diameter berkisar 8,47 – 8,50 cm. Sedangkan jahe merah memiliki rimpang dengan bobot antara 0,5 – 0,7 kg per rumpun. Struktur rimpang jahe merah, kecil berlapis-lapis dan daging rimpangnya berwarna jingga muda sampai merah. Diameter rimpang dapat mencapai 4 cm dan tingginya antara 5,26 – 10,40 cm. Panjang rimpang mencapai 12,50 cm (Syukur, 2001).

4.2 Perlakuan Awal Bahan Baku

Sebelum melakukan penelitian pendahuluan dan penelitian utama, bahan baku jahe diberi perlakuan awal (*pre treatment*) terlebih dahulu. Perlakuan awal ini meliputi pencucian bahan baku, pengirisan (*slice*), dan pengeringan bahan baku menggunakan bantuan sinar matahari dan oven.

a. Pencucian

Bahan baku ketiga jenis jahe yang berupa rimpang dicuci terlebih dahulu dengan menggunakan air. Pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran berupa tanah pada rimpang jahe tersebut. Setelah kotoran pada rimpang jahe hilang, jahe tersebut didiamkan pada suhu kamar agar jahe kering kembali dan siap untuk dilakukan pengirisan.

b. Pengirisan

Pengirisan jahe dilakukan dengan cara melintang (*slice*). Pengirisan jahe ini merupakan salah satu upaya pengecilan ukuran, yang bertujuan untuk memperluas permukaan bahan agar proses pengeringan berlangsung secara efektif. Namun pengecilan ukuran dan pemanasan dapat mengakibatkan penurunan unsur volatil (Almasyhuri et al, 2012). Ketebalan irisan jahe pada penelitian ini rata-rata sekitar 2-3 mm. Ukuran pengirisan tersebut merupakan ukuran yang optimal untuk menghasilkan kadar air yang baik (Almasyhuri et al, 2012).

c. Pengeringan

Setelah pengirisan, jahe yang telah mengalami pengecilan ukuran dikeringkan. Jahe-jahe tersebut dikeringkan dengan dua metode, yaitu menggunakan bantuan sinar matahari dan oven. Sinar matahari digunakan untuk mengeringkan sampel jahe untuk proses hidrodistilasi dengan lama pengeringan berbeda per setiap jenis jahe. Jahe emprit 52 jam, jahe merah 48 jam, dan jahe gajah 76 jam. Sinar matahari untuk pengeringan jahe ini memiliki temperatur 35-40°C. Perbedaan waktu pengeringan tersebut dikarenakan faktor cuaca yang tidak menentu, sehingga menyebabkan jahe tidak kering merata. Selain untuk proses hidrodistilasi, sinar matahari juga digunakan untuk mengeringkan sampel jahe emprit untuk proses superkritik selama 22 jam. Sedangkan oven digunakan untuk mengeringkan sampel jahe untuk proses hidrodistilasi dengan lama pengeringan per setiap jenis jahe, yaitu jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah selama 24 jam. Suhu oven untuk mengeringkan jahe yaitu 50°C.

Rimpang jahe yang telah dikeringkan dan menjadi simplisia yang akan diolah untuk proses selanjutnya memiliki kadar air air seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kadar Air Jahe Hasil Pengeringan Sinar Matahari dan Oven

Proses	Jenis Pengeringan	Jenis Jahe	Kadar air Jahe kering (%)
Hidrodistilasi	Oven	Jahe Emprit	1.34
		Jahe Merah	3.53
		Jahe Gajah	3.03
Hidrodistilasi	Sinar Matahari	Jahe Emprit	8.06
		Jahe Merah	10.66
		Jahe Gajah	6.49
Superkritik	Sinar Matahari	Jahe Emprit	7.24

Proses perlakuan awal bahan baku, terutama pengeringan menyebabkan penyusutan pada jahe. Rimpang jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah segar dengan pengeringan oven memiliki berat awal masing-masing 1 kg. Namun setelah diberi perlakuan awal, berat jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah menjadi sekitar 50-70 gram. Hal itu berarti jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah mengalami penyusutan sebesar 93-95%. Rimpang jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah segar dengan pengeringan sinar matahari untuk proses hidrodistilasi memiliki berat awal masing-masing 2 kg. Namun setelah diberi perlakuan awal, berat jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah menjadi sekitar 300 gram. Hal itu berarti jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah mengalami penyusutan sebesar 85%. Sedangkan untuk rimpang jahe emprit segar dengan pengeringan matahari untuk proses ekstraksi fluida CO₂ memiliki berat awal 10 kg, dan setelah diberi perlakuan awal berat jahe emprit menjadi sekitar 800 gram. Hal itu berarti, jahe emprit dengan pengeringan matahari mengalami penyusutan sebesar 92%.

4.3 Analisa Kadar Proksimat Jahe

Analisa kadar proksimat jahe dalam penelitian kali ini meliputi analisa kadar air, kadar abu, kadar lemak, dan kadar karbohidrat. Analisa kadar proksimat dilakukan untuk memberikan informasi dan menunjukkan seberapa baik mutu dari ketiga jenis jahe. Selain itu, agar memudahkan memilih jenis jahe yang digunakan untuk proses selanjutnya.

4.3.1 Analisa Kadar Air Jahe

Analisa kadar air pada jahe dilakukan dengan menggunakan alat *moisture analyzers* dengan kondisi operasi, yaitu temperatur 105°C dan waktu selama 10 menit. Analisa kadar

air meliputi kadar air per berat segar (rimpang jahe) dan kadar air jahe kering (simplisia) yang akan digunakan pada dua metode yaitu, untuk ekstraksi fluida CO₂ superkritik dan hidrodistilasi. Kadar air per berat segar jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah berturut-turut yakni 58,53%, 66,22%, dan 64,35% (tabel 4.1 dan gambar 4.2). Kadar air tersebut sudah mendekati data dari beberapa literatur. Menurut Seira (2014), kadar air jahe per berat segar sebesar 75,14%. Dari data analisa juga menunjukkan bahwa kadar air jahe emprit lebih sedikit dibandingkan dengan jahe gajah dan jahe merah. Kadar air pada jahe berpengaruh terhadap rendemen yang dihasilkannya. Jika kadar air jahe tersebut sedikit berarti rendemen yang dihasilkan akan semakin banyak. Kadar air simplisia jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah yang digunakan untuk hidrodistilasi berturut-turut 8,06%, 10,66%, dan 6,49% (tabel 4.1 dan gambar 4.2). Sedangkan, kadar air simplisia jahe emprit yang digunakan untuk ekstraksi fluida CO₂ superkritik sebesar 7,24%. Kadar air tersebut sesuai dengan pernyataan Eze dan Agbo dalam jurnal Status Teknologi Hasil Penelitian Jahe yang ditulis Hernani (2001), yaitu bahwa jahe kering memiliki kadar air 7-12%.

4.3.2 Analisa Kadar Abu Jahe

Analisa kadar abu pada jahe dilakukan dengan menggunakan *furnace* atau tanur dengan kondisi operasi, yaitu temperatur 575°C dan waktu selama 3 jam. Analisa kadar abu meliputi kadar abu per berat segar. Kadar abu per berat segar jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah berturut-turut yakni 1,22%, 0,58%, dan 0,80% (tabel 4.1 dan gambar 4.2). Kadar abu tersebut sudah mendekati data dari beberapa literatur. Menurut Seira (2014), kadar abu per berat segar sebesar 2,60%. Bermawie juga menyatakan bahwa kadar abu jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah secara berturut-turut yaitu sekitar 3,30-5,45%, 6,1-7,0%, dan 3,40-11,42%. Perbedaan kadar abu hasil analisa dengan literatur tersebut dikarenakan perbedaan jenis jahe, cara penanaman, dan tempat asal ketiga jenis jahe tersebut.

4.3.3 Analisa Kadar Lemak Jahe

Analisa kadar lemak dilakukan dengan menggunakan alat ekstraksi soklet pada ketiga jenis jahe. Analisa kadar lemak dilakukan secara duplo pada setiap sampel jahe, selanjutnya hasil kadar lemak tersebut dirata-ratakan. Sampel yang dianalisa merupakan sampel jahe segar yang telah dihaluskan dengan blender dan ditimbang sampelnya sebanyak 2-2.5 gram. Kadar lemak yang dihasilkan oleh jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah berturut-turut 0,80%, 0,32%, dan 0,26% (tabel 4.1 dan gambar 4.2). Kadar lemak tersebut jauh lebih rendah

dibandingkan dengan beberapa literatur. Menurut data dari Seira (2014), kadar lemak pada jahe per berat segar yaitu 5,35%, sedangkan menurut Ravindran (2005) kadar lemaknya sebesar 4,5%. Perbedaan ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh cara penanaman dan tempat asal ketiga jahe serta varietas jahe tersebut. Varietas jahe yang digunakan pada literatur Seira adalah varietas jahe yang berasal dari Pakistan. Hal itu berarti, dari hasil yang didapatkan membuktikan bahwa jahe yang berasal dari Indonesia memiliki kadar lemak yang lebih kecil dibandingkan dengan jahe yang berasal dari negara lain. Akan tetapi, presentase kadar lemak dari jahe hasil analisa membuktikan bahwa jahe emprit memiliki kadar lemak yang paling tinggi diantara kedua jenis jahe lainnya. Hal tersebut juga berpengaruh pada minyak yang dihasilkan.

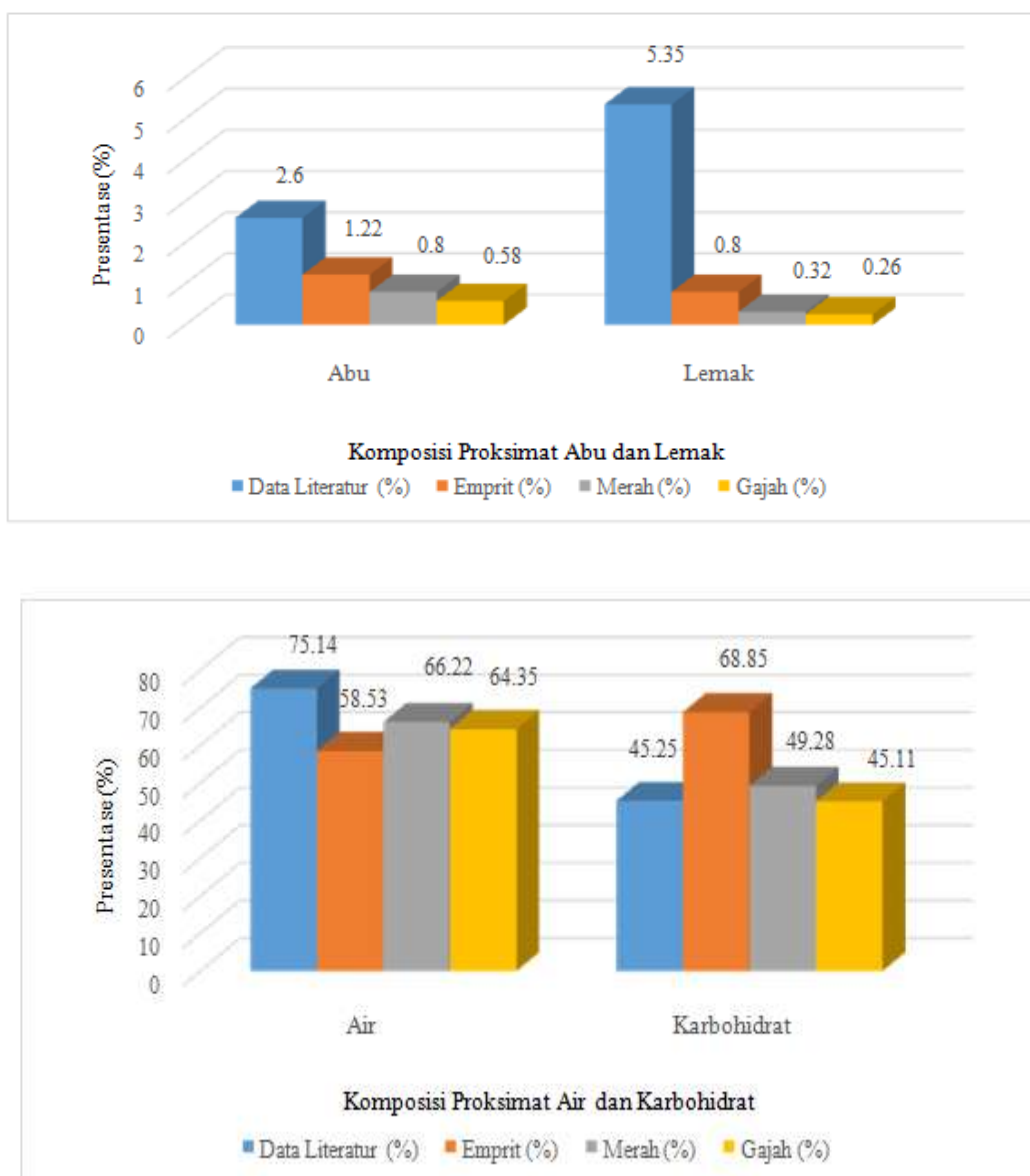
4.3.4 Analisa Kadar Karbohidrat Jahe

Kadar karbohidrat dianalisa menggunakan metode Luff-Schoorl dan dilakukan secara duplo pada setiap sampelnya. Selanjutnya hasil kadar karbohidrat tersebut dirata-ratakan. Sampel yang dianalisa merupakan sampel jahe segar yang telah dihaluskan dengan blender dan ditimbang sampelnya sebanyak 2-2,5 gram. Kadar karbohidrat yang dihasilkan dari jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah berturut-turut, yaitu 68,85%, 49,28%, dan 45,11% (tabel 4.1 dan gambar 4.2). Kadar karbohidrat tersebut sudah mendekati data dari beberapa literatur. Menurut Ravindran (2005), kadar karbohidrat jahe per berat segar yaitu sebesar 45,25%. Data tersebut diperkuat oleh Bermawie yang menyatakan bahwa kadar karbohidrat jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah berturut-turut, yaitu 40,63-54,70%, 44,99%, dan 39,39-55,10%.

Tabel 4.2 Perbandingan Proksimat Ketiga Jenis Jahe Hasil Analisa dengan Literatur

Komposisi Proksimat	Data Literatur*	Data Analisa		
	Persentase (%)	Emprit (%)	Merah (%)	Gajah (%)
Air	75.14	58.53	66.22	64.35
Abu	2.6	1.22	0.8	0.58
Lemak	5.35	0.8	0.32	0.26
Karbohidrat**	45.25	68.85	49.28	45.11

Sumber : *) Seira *et al*, 2014, **) Ravindran *et al*, 2005



Gambar 4.2 Perbandingan Proksimat Ketiga Jenis Jahe

4.4 Ekstraksi Minyak Jahe Menggunakan Metode Hidrodistilasi

Ekstraksi jahe menggunakan metode hidrodistilasi ini sebagai salah satu metode untuk memperoleh minyak jahe pada penelitian ini. Minyak jahe hasil proses hidrodistilasi ini akan dibandingkan rendemen dan komposisi komponen kimianya. Setelah rendemen minyak jahe didapatkan akan dianalisa komponen dan komposisi kimianya dengan GC-MS.

Jahe yang digunakan yaitu jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah dengan metode perlakuan awal (pengeringan) yang berbeda, yaitu menggunakan oven dan bantuan sinar matahari. Bobot sampel jahe awal yang digunakan yaitu 100 gram untuk jenis jahe yang pengeringannya menggunakan sinar matahari dan 50-70 gram untuk jenis jahe yang pengeringannya menggunakan oven.

Metode hidrodistilasi ini terdiri dari penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan hidrodistilasi menggunakan jahe emprit komersil dengan pengeringan sinar matahari dan jahe emprit dengan pengeringan oven. Sedangkan, penelitian utama menggunakan ketiga jenis jahe dengan pengeringan sinar matahari dan pengeringan oven. Gambar minyak jahe hasil hidrodistilasi dapat dilihat pada lampiran 2.

4.4.1 Penelitian Pendahuluan Metode Hidrodistilasi

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk membandingkan perbedaan cara pengeringan terhadap rendemen minyak jahe yang diperoleh. Pada penelitian pendahuluan menghasilkan rendemen jahe emprit komersil dengan pengeringan matahari dan jahe emprit dengan pengeringan oven berturut-turut 2,18% dan 1,30% (tabel 4.3 dan gambar 4.3).

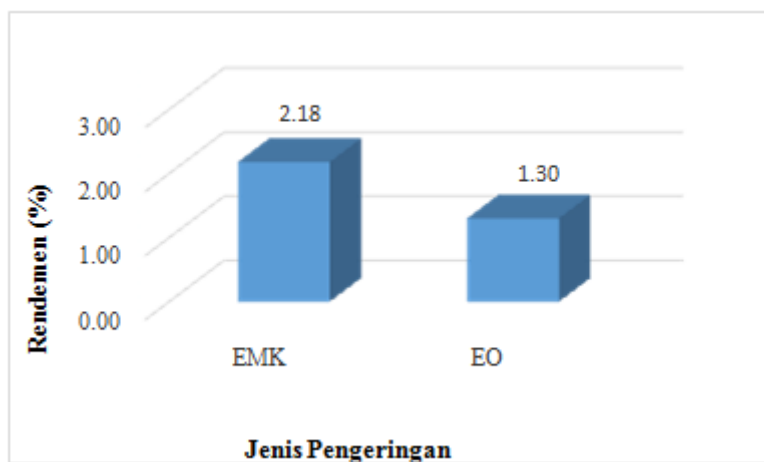
Tabel 4.3 Rendemen dan Indeks Bias Minyak Jahe Emprit Hasil Hidrodistilasi

Sampel	Rendemen (%)	Indeks Bias
EMK	2.18	1.48293
EO	1.3	1.45729

Keterangan :

EMK = Jahe emprit komersil dengan pengeringan sinar matahari

EO = Jahe emprit pengeringan oven



Gambar 4.3 Perolehan Minyak Jahe Emprit Hasil Hidrodistilasi dari Berbagai Jenis Pengeringan

Jika dilihat dari rendemen yang didapatkan, minyak jahe emprit komersil dengan pengeringan sinar matahari lebih baik dibandingkan dengan minyak jahe emprit dengan pengeringan oven, karena rendemen yang dihasilkan lebih besar. Selisih perbedaan rendemen antara minyak jahe emprit komersil dengan pengeringan sinar matahari dan jahe emprit dengan pengeringan oven sebesar 1,5%.

4.4.1.1 Analisa Komponen Minyak Jahe Hidrodistilasi Penelitian Pendahuluan

Analisa komponen minyak jahe hidrodistilasi dengan GC-MS menunjukkan bahwa minyak jahe emprit komersil hasil pengeringan sinar matahari mengandung komponen sebanyak 29 senyawa (berdasarkan perhitungan *database* spektrum massa yang mempunyai kualifikasi >80%). Sedangkan minyak jahe emprit hasil pengeringan oven mengandung komponen sebanyak 22 senyawa (tabel 4.4).

Tabel 4.4 Komposisi Komponen Kimia Penyusun Minyak Jahe Emprit dengan Berbagai Cara Pengeringan

Rata-rata Nilai RT	Komponen	Rata-rata Komposisi (%)	
		EMK	EO
3.188	<i>9-Hexacosene</i>	4.15	-
4.688	<i>α-pinene</i>	2.13	-
5.015	<i>Camphene</i>	12.29	3.58
5.658	<i>β-pinene</i>	0.06	-
5.923	<i>β-myrcene</i>	1.36	-
7.145	<i>Eucalyptol</i>	2.88	-
9.3	<i>Linalool</i>	1.56	-
11.682	<i>Borneol</i>	3.28	-
12.413	<i>α-terpineol</i>	1.01	-
13.371	<i>Citronellol</i>	0.61	-
13.686	<i>Neral</i>	8.52	0.41
13.976	<i>Geraniol</i>	2.52	-
14.354	<i>Citral</i>	14.23	0.99
14.644	<i>Bornyl acetate</i>	0.95	-
14.783	<i>2-undecanone</i>	0.22	-
15.879	<i>Citronellyl butyrate</i>	0.14	-
16.308	<i>α-cubebene</i>	0.13	0.26
16.308	<i>Copaene</i>	0.13	0.26
16.383	<i>Geranyl acetate</i>	1.15	-
16.572	<i>β-elemene</i>	0.49	0.42
17.24	<i>Calarene</i>	-	0.37
17.505	<i>β-farnesene</i>	-	0.36
17.933	<i>Ar-curcumene</i>	10.33	25.17
18.085	<i>Zingiberene</i>	2.27	4
18.223	<i>α-farnesene</i>	1.94	-
18.223	<i>Trans-α-bergamotene</i>	-	3.07
18.274	<i>β-bisabolene</i>	2.83	6.37
18.5	<i>β-sesquiphellandrene</i>	3.92	9.25
18.879	<i>Elemol</i>	0.74	1.02

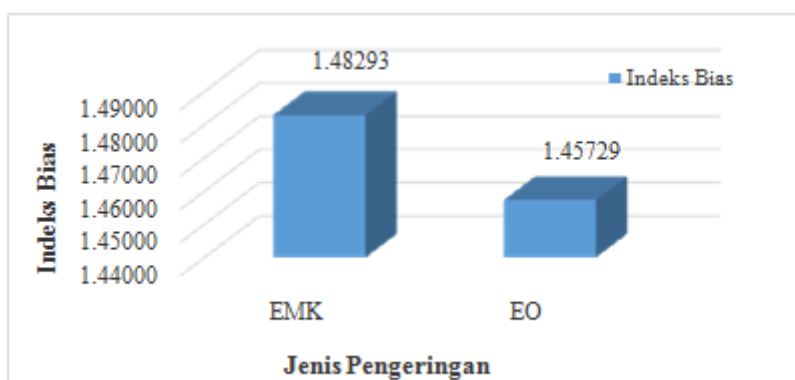
18.992	<i>Nerolidol</i>	0.89	0.76
19.874	-	-	4.39
19.962	<i>β-Carryophyllene</i>	-	2.28
20.051	<i>Cadinol</i>	-	0.93
20.215	<i>β-eudesmol</i>	-	4.95
20.341	-	-	1.75
20.605	-	-	3.38
20.618	<i>Geranyl geraniol</i>	2.02	-
21.273	<i>Xanthorrhizol</i>	0.71	-
21.248	-	-	1.86
Total Kadar Komponen (%)		83.46	75.83
Total Jumlah Komponen		29	22

Minyak jahe emprit komersil hasil pengeringan sinar matahari dan jahe emprit hasil pengeringan oven memiliki selisih total komponen sebanyak 7 senyawa. Sebanyak 7 senyawa tidak terdeteksi pada minyak jahe emprit komersil hasil pengeringan oven. Hasil analisa juga menunjukkan bahwa kedua minyak jahe tersebut hanya memiliki 1-3 komponen utama, sedangkan yang lainnya memiliki kadar sedikit. Pada minyak jahe emprit komersil pengeringan sinar matahari terdapat senyawa *camphene*, *citral*, dan *ar-curcumene* yang memiliki komposisi diatas 10%. Pada minyak jahe emprit hasil pengeringan oven hanya senyawa *ar-curcumene* saja. Jika dianalisa, pengeringan menggunakan sinar matahari lebih efektif daripada pengeringan menggunakan oven karena menghasilkan senyawa lebih banyak dengan total komposisi komponen yang lebih besar. Hal itu menunjukkan bahwa metode pengeringan berpengaruh terhadap komponen senyawa yang dihasilkan minyak jahe tersebut.

4.4.1.2 Analisa Indeks Bias Minyak Jahe Emprit Hidrodistilasi Penelitian Pendahuluan

Setelah analisa komponen, selanjutnya minyak jahe tersebut dianalisa menggunakan refraktometer untuk mengetahui indeks bias dari setiap sampel dengan cara setiap sampel diambil 3 tetes, kemudian ditunggu ± 3 menit untuk mendapatkan hasil yang diketahui dengan membaca skala pada refraktometer tersebut. Pengukuran dilakukan pada suhu 25° C. Indeks bias merupakan sifat fisika, seperti titik didih, yang dapat digunakan untuk menentukan identitas dan kemurnian pada minyak atsiri. Dalam hal struktur, indeks bias adalah fungsi dari kepolaran atom dan gugus dalam molekul. Semakin polar suatu molekul, maka indeks biasnya semakin tinggi. Minyak jahe emprit komersil dengan pengeringan sinar matahari memiliki indeks bias 1,48293, sedangkan minyak jahe emprit pengeringan oven memiliki indeks bias 1,45729. Minyak jahe emprit pengeringan oven memiliki nilai indeks

bias yang lebih kecil dibandingkan dengan minyak jahe emprit komersil pengeringan sinar matahari.



Gambar 4.4 Perolehan Indeks Bias Minyak Jahe Emprit Hasil Hidrodistilasi dengan Berbagai Jenis Pengeringan

Menurut SNI 1998, indeks bias minyak jahe yang dianalisa dengan refraktometer pada kondisi temperatur 25°C adalah 1.4853 – 1.4920. Grafik indeks bias menunjukkan minyak jahe emprit komersil dengan pengeringan sinar matahari memiliki indeks bias hampir mendekati literatur. Sedangkan indeks bias minyak jahe emprit dengan pengeringan oven tidak sama dengan indeks bias menurut literatur. Semakin dekat indeks bias yang teramati dengan indeks bias pada literatur, maka semakin murni senyawa pada minyak jahe tersebut. Hal ini berarti, dengan kadar indeks bias didapat hasil bahwa minyak jahe emprit komersil dengan pengeringan sinar matahari memiliki kemurnian yang tinggi.

Dari penelitian pendahuluan, dapat ditarik kesimpulan bahwa minyak jahe emprit hasil pengeringan matahari lebih baik daripada minyak jahe emprit hasil pengeringan oven. Baik dari segi rendemen, komponen senyawa penyusunnya, dan indeks bias yang diperoleh.

4.4.2 Penelitian Utama Metode Hidrodistilasi

Penelitian utama metode hidrodistilasi menggunakan ketiga jenis jahe dengan perbedaan pengeringan, yaitu pengeringan sinar matahari dan pengeringan oven. Penelitian utama ini merupakan lanjutan dari penelitian pendahuluan. Penelitian utama menghasilkan rendemen jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah dengan pengeringan sinar matahari berturut-turut 3,90%, 2,65%, dan 4,15% (tabel 4.5 dan gambar 4.5). Sedangkan rendemen jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah dengan pengeringan oven berturut-turut 1,30%,

1,22%, dan 1,28% (tabel 4.5 dan gambar 4.5). Pada penelitian ini rendemen tertinggi dihasilkan oleh ketiga minyak jahe hasil pengeringan sinar matahari.

Tabel 4.5 Rendemen dan Indeks Bias Minyak Jahe Hasil Hidrodistilasi

Sampel	Kadar air sampel (%)	Rendemen (%)	Indeks Bias
MM	10.66	2.65	1.47222
EM	8.06	3.9	1.48461
GM	6.49	4.15	1.48732
EO	1.34	1.3	1.45729
GO	3.03	1.28	-
MO	3.53	1.22	1.48889

Keterangan :

MM = Jahe merah pengeringan matahari

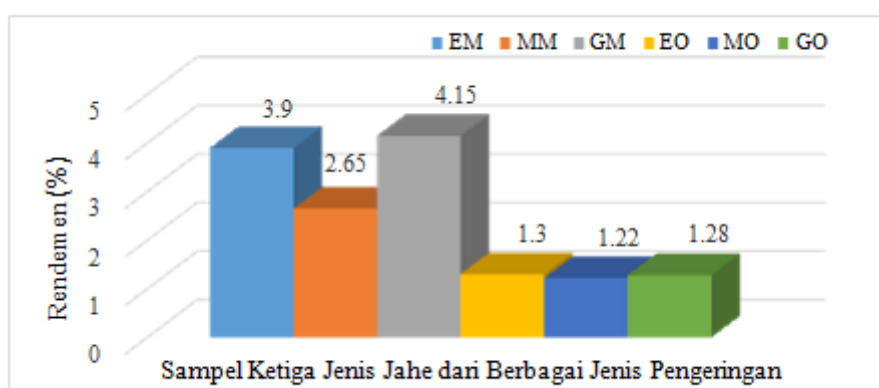
EM = Jahe empريت pengeringan matahari

GM = Jahe gajah pengeringan matahari

EO = Jahe empريت pengeringan oven

MO = Jahe merah pengeringan oven

GO = Jahe gajah pengeringan oven



Gambar 4.5 Perolehan Minyak Jahe Hasil Hidrodistilasi dari Berbagai Jenis Pengeringan

Dalam penelitian ini, rendemen yang dihasilkan ketiga jenis jahe relatif sama dan tidak jauh berbeda dengan pustaka-pustaka yang ada. Jahe dengan pengeringan sinar matahari menghasilkan rendemen yang lebih besar dibandingkan dengan jahe hasil pengeringan oven. Hal tersebut terjadi karena temperatur sinar matahari lebih rendah daripada temperatur oven. Temperatur yang tinggi dapat membuat sampel jahe terlalu kering sehingga rendemen yang dihasilkan lebih sedikit. Temperatur oven juga menyebabkan perubahan biokimia pada jahe

sehingga mengurangi kualitas produk yang dihasilkan (Pramono, 2006). Selain jenis metode pengeringan, kadar air sampel jahe yang digunakan sebelum proses hidrodistilasi juga menentukan rendemen yang dihasilkan. Menurut Ketaren (1986), semakin rendah kandungan air pada simplisia akan semakin tinggi rendemen minyak atsirinya. Begitu juga dengan penelitian ini, sampel jahe dengan kadar air yang besar menghasilkan rendemen sedikit, sedangkan kadar air yang kecil menghasilkan rendemen lebih banyak. Kadar air bahan pada simplisia sangat memengaruhi kualitas minyak atsiri, jika kadar air masih tinggi maka aktivitas enzim juga akan tinggi. Enzim tersebut akan mengubah kandungan kimia yang telah terbentuk menjadi bentuk lain. Hal itulah yang menyebabkan bahwa kadar air dapat memengaruhi rendemen yang dihasilkan.

4.4.2.1 Analisa Komponen Minyak Jahe Hidrodistilasi Penelitian Utama

Setelah rendemen didapatkan, proses selanjutnya yaitu analisa komponen yang terdapat pada ketiga jenis jahe tersebut dengan metode GC-MS. Sebelum dianalisa, sampel diberi Na_2SO_4 *anhydrous* secukupnya untuk menghilangkan air yang terdapat pada rendemen. Selain penambahan Na_2SO_4 , sampel juga diencerkan terlebih dahulu. Pengenceran dilakukan dengan menambahkan heksan sebanyak 1 ml pada sampel sebanyak 6 μl .

Dari hasil analisa, ketiga jenis jahe yang menggunakan pengeringan dengan bantuan sinar matahari telah mendeteksi bahwa jahe emprit memiliki 27 senyawa, jahe merah memiliki 27 senyawa, dan jahe gajah memiliki 26 senyawa. Sedangkan, jenis jahe yang menggunakan pengeringan dengan oven memiliki 22 senyawa untuk jahe emprit, 23 senyawa untuk jahe merah, dan 16 senyawa untuk jahe gajah. Berikut tabel komposisi komponen minyak dari ketiga jenis jahe dengan perbedaan metode pengeringan.

Tabel 4.6 Komposisi Komponen Kimia Penyusun Minyak Ketiga Jenis Jahe dengan Berbagai Cara Pengeringan

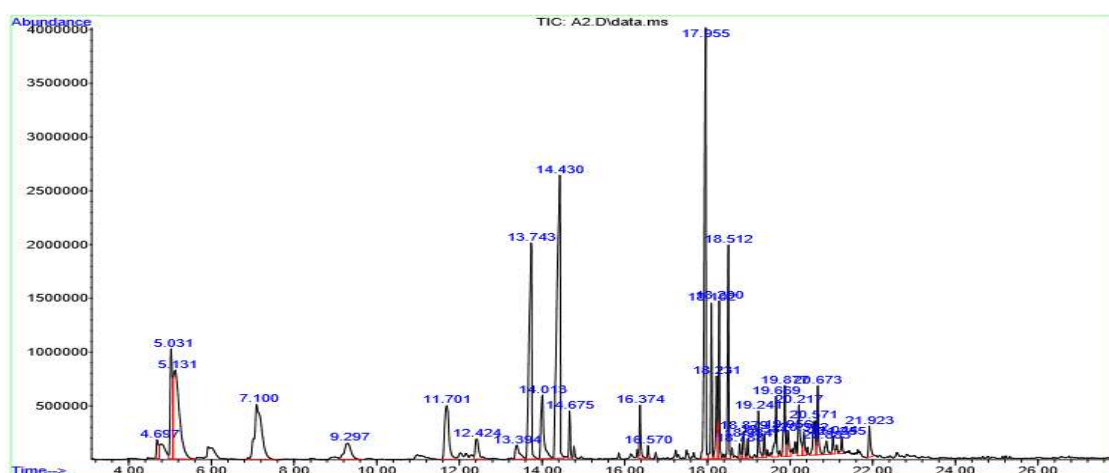
Rata-rata Nilai RT	Komponen	Rata-rata Komposisi (%)					
		EM	MM	GM	EO	MO	GO
4.7	<i>a-pinene</i>	0.53	2.63	-	-	-	-
5.028	<i>Camphene</i> *	9.47	15.41	3.19	3.58	5.71	-
5.923	<i>β-myrcene</i>	0.04	0.12	-	-	-	-
7.032	<i>Sabinene</i>	-	1.04	-	-	2.06	-
7.095	<i>Eucalyptol</i>	6.1	-	-	-	-	-
11.682	<i>Borneol</i>	3.75	3.71	1.16	-	-	-

12.426	<i>a-terpineol</i>	1.24	1.26	1.13	-	-	-
13.409	<i>Citronellol</i>	1.1	0.54	0.77	-	-	-
13.749	<i>Neral</i>	9.94	2.04	3.51	0.41	0.71	-
14.014	<i>Geraniol</i>	3.39	2.46	6.47	-	1.26	-
14.442	<i>Citral*</i>	15.85	3.22	5.53	0.99	1.3	-
14.682	<i>Bornyl acetate</i>	1.07	0.78	0.46	-	0.51	-
14.783	<i>2-undecanone</i>	0.3	-	0.43	-	-	-
15.854	<i>Citronellyl butyrate</i>	-	-	1.15	-	-	-
16.308	<i>a-cubebene</i>	-	-	-	0.26	-	0.48
16.308	<i>a-copaene</i>	-	-	-	0.26	-	0.48
16.371	<i>Geranyl acetate</i>	1.73	1.09	13.41	-	1.53	-
16.572	<i>β-elemene*</i>	0.31	0.4	1.54	0.42	0.54	0.62
17.24	<i>Calarene</i>	-	-	-	0.37	0.52	-
17.492	<i>β-farnesene</i>	-	-	-	0.36	0.48	-
17.669	<i>Alloaromadendrene</i>	-	-	0.32	-	-	-
17.959	<i>Ar-curcumene*</i>	11.96	12.2	8.24	25.17	20.39	30.96
18.097	<i>Zingiberene*</i>	2.81	8.61	11.06	4	6.89	-
18.16	<i>β-panasinsene</i>	-	-	-	-	-	1.16
18.211	-	-	-	-	-	-	2.65
18.223	<i>Trans-α-bergamotene</i>	-	-	-	3.07	-	-
18.236	<i>α-farnesene</i>	-	3.37	8.27	-	4.67	-
18.286	<i>β-bisabolene*</i>	3.16	3.91	3.04	6.37	5.84	7.05
18.412	<i>Bicyclosiquiphellandrene</i>	-	-	0.35	-	-	-
18.513	<i>β-sesquiphellandrene*</i>	4.44	6.53	6.84	9.25	9.95	3.72
18.601	<i>γ-bisabolene</i>	-	-	0.34	-	-	-
18.879	<i>Elemol*</i>	0.9	1.1	1.9	1.02	1.36	-
18.979	<i>Nerolidol*</i>	0.46	0.52	1.18	0.76	0.77	1.2
19.244	-	-	0.92	-	-	-	1.28
19.383	<i>Trans-sesquisabinene-hydrate</i>	0.73	-	0.81	-	-	-
19.874	-	2.13	2.47	1.51	4.39	-	3.73
19.937	-	-	-	0.99	-	-	-
19.962	<i>β-carryophyllene</i>	0.92	1.09	-	2.28	1.79	-
20.051	<i>α-cadinol*</i>	2.11	2.35	-	0.93	1.64	6.66
20.215	<i>β-eudesmol</i>	-	-	-	4.95	4.37	3.16
20.315	-	-	-	0.7	-	-	-
20.341	-	0.81	-	-	1.75	1.74	1.33
20.605	-	-	-	-	3.38	-	5.26
20.618	<i>Geranyl geraniol</i>	1.97	-	-	-	2.89	-
21.248	-	-	-	-	1.86	1.81	-
21.261	<i>Xanthorrhizol</i>	0.93	1.19	-	-	-	-
23.353	-	-	-	-	-	-	0.62
24.676	<i>Methyl ester</i>	-	1.84	-	-	-	-
24.877	-	-	0.85	-	-	-	-
Total Kadar Komponen (%)		88.15	81.65	84.3	75.83	78.73	70.36

Total Jumlah Komponen	27	27	26	22	23	16
-----------------------	----	----	----	----	----	----

Dari ketiga jenis jahe dengan perbedaan metode pengeringan tersebut, telah teridentifikasi sepuluh komponen utama penyusun minyak jahe (seperti tertera pada tabel 4.6). Komponennya yaitu *camphene*, *citral*, β -*elemene*, *ar-curcumene*, *zingiberene*, β -*bisabolene*, β -*sesquiphellandrene*, *elemol*, *nerolidol*, dan *α -cadinol*. Diketahui bahwa komponen utama tersebut memungkinkan isolasi lebih lanjut untuk tujuan-tujuan khusus, seperti pengobatan, meskipun daya kerja minyak atsiri seringkali merupakan sinergi seluruh komponen di dalamnya, bukan satu atau beberapa komponen saja.

Dari hasil analisa, komponen penyusun minyak jahe yang didapat dari penelitian ini, dibandingkan dengan komponen penyusun minyak jahe hasil penelitian Ahmad Setyawan (2002). Merujuk pada tabel 2.5 bahwa terdapat 10 komponen yang dihasilkan pada penelitian Ahmad Setyawan. Sepuluh komponen utama tersebut yaitu *α -pinene*, *camphene*, *eucalyptol*, *borneol*, *citral*, 2,6-oktadiene, *benzene*, *karyofilen*, *farnesen*, dan *naftalenon*. Komponen utama pada minyak jahe hasil hidrodistilasi pada penelitian kali ini berbeda dengan komponen utama minyak jahe hasil hidrodistilasi literatur. Hal itu menunjukkan bahwa perbedaan tempat asal jahe memengaruhi komponen utama yang dihasilkan. Berikut merupakan kromatogram minyak jahe yang diperoleh dari metode hidrodistilasi (gambar 4.6, gambar 4.7, dan gambar 4.8) .



Gambar 4.6 Kromatogram Minyak Jahe Terbaik Hasil Hidrodistilasi dengan Pengeringan Sinar Matahari

Kromatogram GC-MS minyak jahe terbaik (minyak jahe) emprit menunjukkan senyawa yang teridentifikasi yaitu : *α -pinene*, *camphene*, β -*myrcene*, *eucalyptol*, *linalool*,

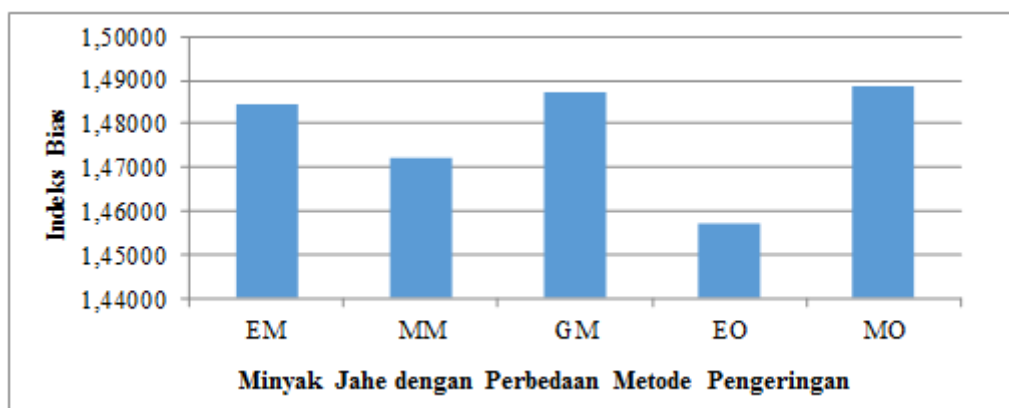
borneol, α -terpineol, citronellol, neral, geraniol, citral, bornyl acetate, 2-undecanone, geranyl acetate, β -elemene, α -curcumene, zingiberene, α -farnesene, β -bisabolene, β -sesquiphellandrene, elemol, nerolidol, trans sesquisabinene hydrate, β -caryophyllene, α -cadinol, geranyl geraniol, dan xanthorrhizol.

Dari hasil hidrodistilasi dengan metode pengeringan sinar matahari dan pengeringan oven, terlihat perbedaan cara pengeringan menghasilkan perbedaan komponen yang cukup signifikan. Pengeringan dengan oven menghasilkan komponen senyawa yang lebih sedikit dibandingkan pengeringan dengan bantuan sinar matahari. Hal ini dikarenakan metode pengeringan dengan oven menyebabkan komponen yang terdapat pada ketiga jenis jahe tersebut hilang karena sampel jahe terlalu kering. Komponen yang dihasilkan pada sampel hasil hidrodistilasi ini juga hanya komponen volatil saja. Komponen non volatil seperti *gingerol* tidak dapat dipisahkan dengan metode ini. Hal ini diakibatkan karena suhu tinggi selama proses hidrodistilasi akan mengubah komposisi kimia minyak jahe dan menghasilkan senyawa baru yang secara alami tidak disintesis. Senyawa ini dikenal sebagai senyawa *artifact*. Misalnya, *gingerol* yang dihasilkan pada proses ekstraksi akan didehidrasi menjadi *shogaol* atau dihidrolisis menjadi *zingeron* dan n-heksana (Trease dan Evans, 1978; Hegnauer, 1963). Suhu tinggi menyebabkan terjadinya proses-proses hidrodifusi, hidrolisis, polimerisasi dan resinifikasi (Guenther, 1948). Jika dilihat dari data rendemen tertinggi yang diperoleh menggunakan metode hidrodistilasi adalah sampel jahe gajah, tetapi jika dilihat dari komponen yang dihasilkan, jahe emprit adalah jenis jahe yang memiliki komponen terbaik. Gambar kromatogram minyak jahe hasil hidrodistilasi dengan pengeringan oven dapat dilihat pada lampiran 3.

4.4.2.2 Analisa Indeks Bias Minyak Jahe Hidrodistilasi Penelitian Utama

Setelah analisa komponen, selanjutnya minyak jahe hasil hidrodistilasi di analisa indeks biasnya. Indeks bias dianalisa menggunakan refraktometer dan setiap sampel diambil 3 tetes, kemudian ditunggu ± 3 menit untuk mendapatkan hasil yang diketahui dengan membaca skala pada refraktometer tersebut. Pengukuran dilakukan pada suhu 25° C. Minyak jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah pengeringan sinar matahari berturut-turut memiliki indeks bias 1,48461, 1,47222, dan 1,48732 (gambar 4.9). Sedangkan minyak jahe emprit dan jahe merah pengeringan oven berturut-turut memiliki indeks bias 1,45729 dan 1,48889. Jika dilihat dari literatur (SNI 1998), indeks bias minyak jahe 1.4853 – 1.4920, maka minyak jahe yang memiliki kemurnian paling tinggi adalah minyak jahe hasil pengeringan matahari,

sedangkan dari segi jenis jahe, minyak jahe gajah hasil pengeringan matahari memiliki indeks bias lebih besar.



Gambar 4.7 Perolehan Indeks Bias Minyak Jahe Hasil Hidrodistilasi dengan Berbagai Jenis Pengeringan

4.5 Ekstraksi Minyak Jahe Menggunakan Metode Fluida Karbondioksida Superkritik

Minyak jahe diperoleh dari proses ekstraksi menggunakan fluida CO₂ superkritik dengan kondisi operasi yang berbeda dalam 4 kali *running*. Kondisi operasi tersebut meliputi waktu proses, tekanan, temperatur, dan laju alir. Setelah proses selesai, minyak jahe ditimbang menggunakan neraca analitik untuk mengetahui berapa banyak rendemen (*yield*) yang dihasilkan. Hasil rendemen dipengaruhi oleh beberapa hal seperti perlakuan awal sebelum proses ekstraksi dan kondisi proses ekstraksi. Pada penelitian ini, ekstraksi menggunakan fluida karbondioksida superkritik dibagi atas dua penelitian, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Gambar minyak jahe hasil ekstraksi fluida CO₂ superkritik dapat dilihat pada lampiran 2.

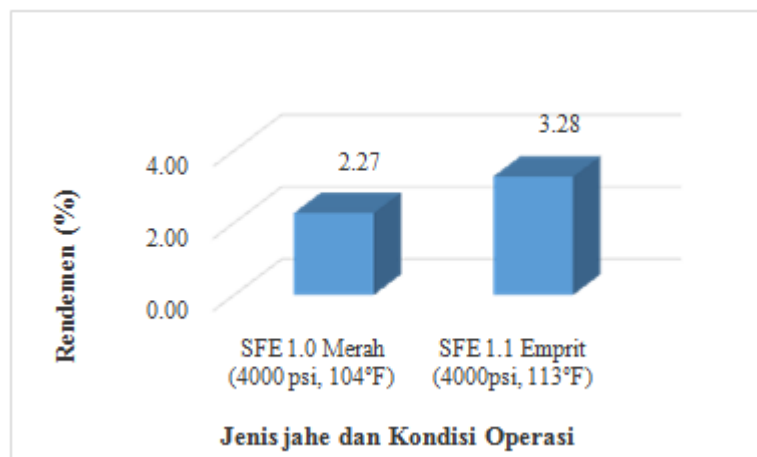
4.5.1 Penelitian Pendahuluan Metode Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik

Penelitian pendahuluan menggunakan sampel jahe merah dan jahe emprit hasil pengeringan matahari. Variabel tetap yang digunakan pada proses ini adalah tekanan pada kondisi 4000 psi, waktu operasi selama 4 jam, dan laju alir 5,5-6 liter/menit. Sedangkan, variabel berubah yang digunakan adalah jenis jahe dan temperatur yang digunakan. Jenis jahe merah menggunakan temperatur 104°F, jenis jahe emprit menggunakan temperatur 113°F. Berikut tabel rendemen dan indeks bias yang dihasilkan.

Tabel 4.7 Rendemen dan Indeks Bias Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik

Kondisi Proses	Berat Awal Jahe (gram)	Rendemen (%)	Indeks Bias (nD)	Waktu Ekstraksi
----------------	------------------------	--------------	------------------	-----------------

SFE 1.0 Merah (4000 psi, 104°F)	147.5	2.27	1.50399	4 jam
SFE 1.1 Emprit (4000 psi, 113°F)	139.9	3.28	1.50228	4 jam



Gambar 4.8 Pengaruh Jenis Jahe dan Temperatur Terhadap Rendemen

Dari data penelitian pendahuluan rendemen tertinggi diperoleh oleh jahe emprit dengan temperatur 113°F yaitu sebesar 3,28% seperti tertera pada tabel 4.7 dan gambar 4.10. Perbedaan temperatur dan jenis jahe menghasilkan selisih rendemen sebanyak 1.01%.

4.5.1.1 Analisa Komponen Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Fluida Superkritik Penelitian Pendahuluan

Minyak jahe hasil ekstraksi dianalisa menggunakan GC-MS. Sama dengan minyak jahe hasil hidrodistilasi, minyak jahe hasil SFE juga dipisahkan dari air menggunakan Na_2SO_4 *anhydrous* secukupnya. Setelah air dipisahkan, sampel yang akan dianalisa dilakukan pengenceran. Pengenceran sampel dilakukan dengan menambahkan heksan sebanyak 1 ml pada sampel minyak sebanyak 6 μl . Dari hasil analisa, minyak jahe emprit dan jahe merah yang diperoleh memiliki jumlah komponen berturut-turut 32 senyawa dan 28 senyawa.

Berikut tabel komposisi senyawa yang dominan muncul dari hasil penelitian pendahuluan ekstraksi fluida CO_2 superkritik :

Tabel 4.8 Komposisi Komponen Kimia Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Menggunakan Fluida CO_2 Superkritik dengan Perbedaan Jenis Jahe dan Temperatur

Rata-rata Nilai RT	Komponen	Rata-rata Komposisi (%)	
		SFE 1.0	SFE 1.1
11.657	<i>Borneol</i>	0.65	1.07
11.657	-	0.65	1.07

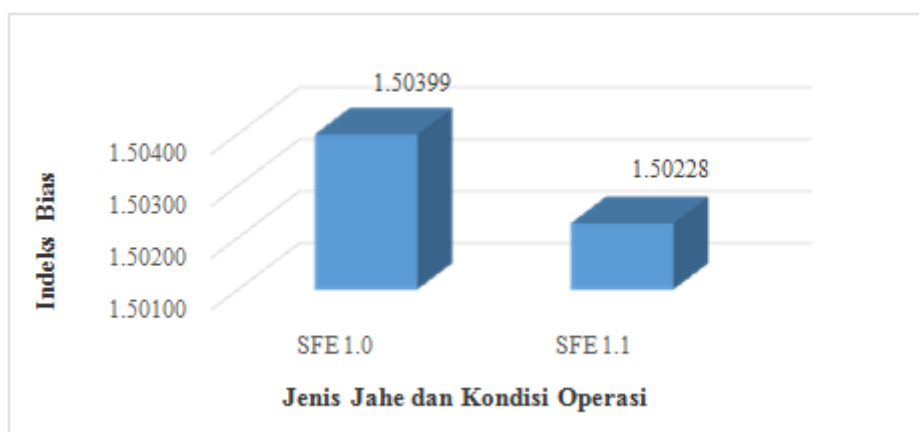
12.779	<i>Decanal</i>	1.21	0.77
14.644	<i>Acetic acid</i>	-	0.38
14.644	<i>Bornyl acetate</i>	-	0.38
16.572	<i>β-elemene</i>	-	0.37
16.572	<i>γ-elemene</i>	-	0.37
17.24	<i>Calarene</i>	0.34	0.42
17.492	<i>(E)-β-farnesene</i>	0.62	-
17.492	<i>Cis-β-farnesene</i>	0.62	-
17.53	-	-	0.7
17.53	-	-	0.7
17.946	<i>Ar-curcumene</i>	13.59	14.57
18.122	<i>Zingiberene</i>	13.19	14.86
18.236	<i>α-farnesene</i>	4.12	3.59
18.236	-	-	3.59
18.236	-	4.12	-
18.286	<i>β-bisabolene</i>	5.6	5.97
18.4	<i>Cis-muurolo-diene</i>	-	0.26
18.4	<i>Bicyclosesquiphellandrene</i>	-	0.26
18.526	<i>β-sesquiphellandrene</i>	10.57	11.69
18.601	<i>γ-bisabolene</i>	-	0.3
18.979	-	0.29	0.35
18.979	<i>Nerolidol</i>	0.29	0.35
19.37	-	0.94	-
19.37	<i>Trans-sesquisabinene hydrate</i>	1.41	0.9
19.874	-	-	1.08
19.962	<i>Ylangene</i>	-	0.43
19.975	<i>Spathulenol</i>	0.4	-
20.139	<i>Zingeron</i>	9.01	6.56
20.139	-	2.89	6.56
20.366	<i>Patchouli alcohol</i>	2.06	-
21.248	<i>Xanthorrhizol</i>	0.42	0.75
24.877	-	0.24	-
25.899	-	1.26	1.8
25.974	-	1.31	1.15
26.528	<i>Gingerol</i>	13.39	13.17
27.385	-	4.63	3.9
27.688	-	0.3	0.32
27.688	-	0.3	-
Total Kadar Komponen (%)		94.42	98.64
Total Jumlah Komponen		28	32

Hasil analisa menunjukkan bahwa jumlah komponen senyawa minyak jahe emprit dengan temperatur 113°F lebih banyak daripada komponen senyawa minyak jahe merah

dengan temperatur 104°F (tabel 4.8). Hal itu menunjukkan bahwa perbedaan jenis jahe dan temperatur dapat memengaruhi komponen senyawa yang dihasilkan sehingga didapat bahwa komponen terbaik adalah minyak jahe emprit dengan temperatur 113°C. Oleh karena itu, pada proses selanjutnya akan digunakan jahe emprit dan temperatur 113°C dengan variasi tekanan. Kromatogram minyak jahe merah hasil ekstraksi fluida CO₂ superkritik dapat dilihat lampiran 3.

4.5.1.2 Analisa Indeks Bias Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik Penelitian Pendahuluan

Analisa indeks bias minyak jahe hasil ekstraksi fluida CO₂ superkritik menunjukkan bahwa minyak jahe merah memiliki nilai indeks bias 1,50399 dan minyak jahe emprit memiliki indeks bias 1,50228 (gambar 4.11). Minyak jahe emprit memiliki nilai indeks bias yang lebih kecil dibandingkan dengan minyak jahe merah. Indeks bias minyak jahe merah dan minyak jahe emprit hasil ekstraksi menggunakan fluida CO₂ superkritik ini lebih tinggi dibandingkan dengan indeks bias minyak jahe menurut literatur. Indeks bias literatur menurut SNI 1998 yaitu 1,4853-1,4920. Hal itu menunjukkan bahwa minyak jahe merah dan minyak jahe emprit hasil ekstraksi menggunakan fluida CO₂ superkritik memiliki kemurnian yang tinggi.



Gambar 4.9 Pengaruh Perbedaan Jenis Jahe dan Temperatur Terhadap Indeks Bias

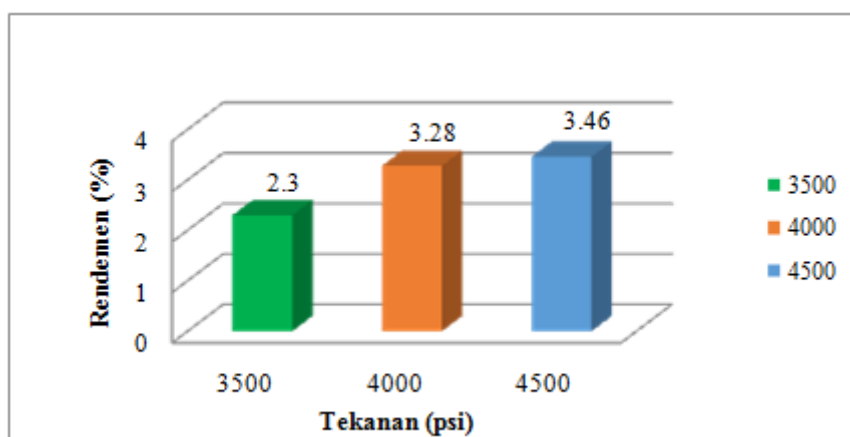
4.5.2 Penelitian Utama Metode Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik

Penelitian utama metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian pendahuluan metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik. Pada penelitian pendahuluan didapatkan hasil bahwa jahe emprit dengan temperatur 113°F menghasilkan

rendemen dan komponen senyawa terbaik. Oleh karena itu, pada penelitian utama ini dilakukan ekstraksi minyak jahe emprit dengan variabel tetap waktu operasi terbaik pada penelitian pendahuluan (113°C), waktu operasi selama 4 jam, dan laju alir 5,5-6 liter/menit. Sedangkan variabel berubahnya adalah tekanan sebesar 3500 psi, 4000 psi, dan 4500 psi. Berikut tabel rendemen dan indeks bias yang dihasilkan :

Tabel 4.9 Rendemen dan Indeks Bias Minyak Jahe Emprit Hasil Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik

Kondisi Proses	Berat Awal Jahe (gram)	Rendemen (%)	Indeks Bias (nD)	Waktu Ekstraksi
SFE 1.0 Emprit (3500 psi, 113°F)	126.8	2.30	1.49723	4 jam
SFE 1.1 Emprit (4000 psi, 113°F)	139.9	3.28	1.50228	4 jam
SFE 1.2 Emprit (4500 psi, 113°F)	116.1	3.46	1.49780	4 jam



Gambar 4.10 Pengaruh Perbedaan Tekanan Terhadap Rendemen

Dari tabel 4.8 dan gambar 4.12 terlihat bahwa perbedaan tekanan berpengaruh terhadap rendemen. Semakin besar tekanan, maka semakin besar pula rendemen yang diperoleh. Hal ini disebabkan dengan kenaikan tekanan, akan meningkatkan densitas CO₂ sehingga akan memudahkan penetrasi fluida superkritik ke dalam bahan yang diekstraksi (Sulaswatty, 2003). Pemilihan tekanan yang digunakan selama ekstraksi ini didasarkan pada tekanan diatas tekanan kritis CO₂ yaitu 73,8 bar atau setara dengan 1084,56 psi. Ekstraksi yang dilakukan pada tekanan 4000 psi menghasilkan rendemen yang besar dibandingkan pada tekanan 3500 psi. Begitu juga dengan tekanan 4500 psi menghasilkan rendemen yang

besar pula dibandingkan dengan tekanan 4000 psi. Namun perbedaan rendemen signifikan terjadi pada tekanan 3500 psi. Dari data penelitian utama dengan variasi tekanan rendemen tertinggi diperoleh oleh jahe emprit dengan tekanan 4500 psi yaitu sebesar 3,46%. Perbedaan tekanan dapat menentukan perbedaan rendemen yang dihasilkan.

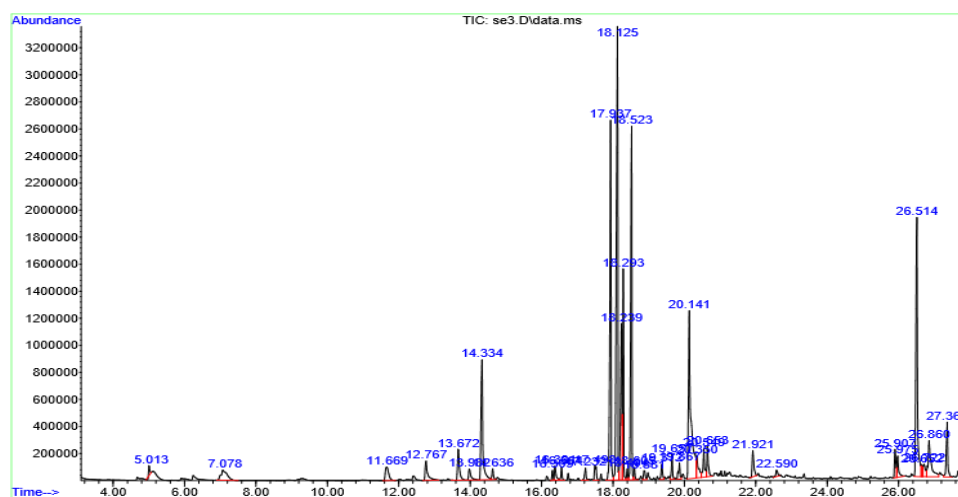
4.5.2.1 Analisa Komponen Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik Penelitian Utama

Minyak jahe hasil ekstraksi fluida CO₂ superkritik dianalisa menggunakan GC-MS. Sama dengan minyak jahe penelitian pendahuluan, minyak jahe hasil SFE penelitian utama juga dipisahkan dari air menggunakan Na₂SO₄ *anhydrous* secukupnya. Setelah air dipisahkan, sampel yang akan dianalisa dilakukan pengenceran juga. Pengenceran sampel dilakukan dengan menambahkan heksan sebanyak 1 ml pada sampel minyak sebanyak 6 µl. Dari hasil analisa, minyak jahe emprit dengan variasi tekanan menghasilkan komponen senyawa yang berbeda juga. Minyak jahe emprit dengan variasi tekanan 3500 psi, 4000 psi, dan 4500 psi menghasilkan komponen berturut-turut sebanyak 31 senyawa, 32 senyawa, dan 33 senyawa. Berikut tabel komposisi komponen minyak jahe dengan variasi tekanan.

Tabel 4.10 Komposisi Komponen Kimia Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik dengan Variasi Tekanan

Rata-rata Nilai RT	Komponen	Rata-rata Komposisi (%)		
		SFE 1.1	SFE 1.2	SFE 1.3
4.99	<i>Camphene</i>	2.43	-	0.22
5.116	-	1.69	-	-
11.657	<i>Borneol</i>	1.16	1.07	1.13
11.657	-	1.16	1.07	1.13
12.754	<i>Decanal</i>	0.99	0.77	1.2
13.661	<i>Neral</i>	1.65	-	1.5
13.976	<i>Geraniol</i>	0.65	-	0.63
14.329	<i>Citral</i>	5.5	-	5.56
14.631	<i>Acetic acid</i>	0.43	0.38	0.4
14.631	<i>Bornyl acetate</i>	0.43	0.38	0.4
16.308	<i>a-copaene</i>	0.28	-	0.28
16.308	<i>a-cubebene</i>	0.28	-	0.28
16.371	<i>Geranyl acetate</i>	0.67	-	0.58
16.371	-	0.67	-	0.58
16.56	<i>β-elemene</i>	0.44	0.37	0.4
16.56	<i>γ-elemene</i>	-	0.37	-
16.749	-	0.2	-	-
17.228	<i>Calarene</i>	0.45	0.42	0.45
17.492	<i>(E)-β-farnesene</i>	0.69	-	0.71

17.492	<i>Cis-β-farnesene</i>	0.69	-	0.71
17.53	-	-	0.7	-
17.53	-	-	0.7	-
17.933	<i>Ar-curcumene</i>	11.35	14.57	11.23
18.122	<i>Zingiberene</i>	17.23	14.86	16.94
18.236	<i>α-farnesene</i>	5.43	3.59	5.31
18.236	-	5.02	-	4.9
18.236	-	-	3.59	-
18.286	<i>β-bisabolene</i>	5.43	5.97	5.39
18.4	<i>Cis-muurolo-diene</i>	0.28	0.26	0.29
18.4	<i>Bicyclosesquiphellandrene</i>	0.28	0.26	0.29
18.526	<i>β-sesquiphellandrene</i>	10.97	11.69	10.69
18.601	-	0.35	-	0.35
18.601	<i>γ-bisabolene</i>	-	0.3	-
18.979	-	-	0.35	-
18.979	<i>Nerolidol</i>	-	0.35	-
19.37	<i>Trans-sesquisabinene hydrate</i>	-	0.9	-
19.874	-	-	1.08	-
19.962	<i>Ylangene</i>	-	0.43	-
20.139	<i>Zingeron</i>	10.9	6.56	10.43
20.139	-	-	6.56	1.27
21.248	<i>Xanthorrhizol</i>	-	0.75	-
25.911	-	-	1.8	0.29
25.974	-	0.92	1.15	0.92
26.516	<i>Gingerol</i>	10.61	13.17	10.23
26.856	-	-	-	2.71
27.373	-	-	3.9	2.05
27.675	-	-	0.32	-
Total Kadar Komponen (%)		99.23	98.64	99.45
Total Jumlah Komponen		31	32	33



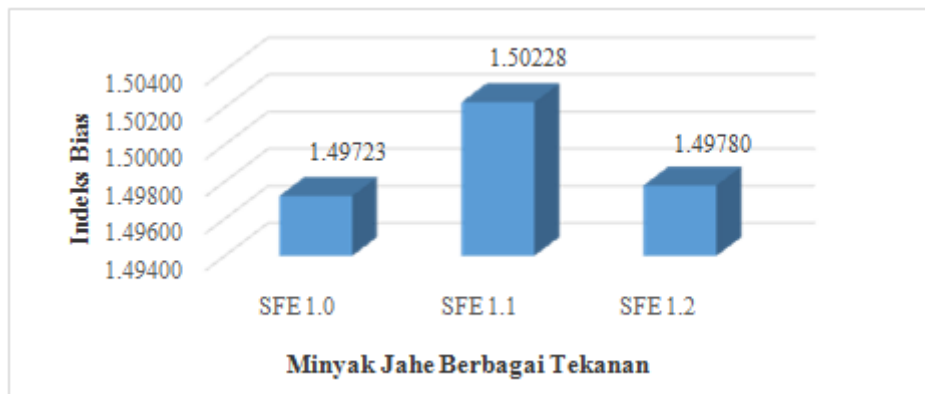
Gambar 4.11 Kromatogram GC-MS Minyak Jahe Terbaik Hasil Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik

Kromatogram GC-MS minyak jahe terbaik (jahe emprit dengan tekanan 4500 psi) hasil ekstraksi fluida CO₂ superkritik menunjukkan senyawa yang teridentifikasi yaitu *camphene*, *borneol*, *decanal*, *neral*, *geraniol*, *citral*, *bornyl acetate*, *a-copaene*, *a-cubebene*, *geranyl acetate*, *β-elemene*, *calarene*, *(E)-β-farnesene*, *ar-curcumene*, *zingiberene*, *a-farnesene*, *β-bisabolene*, *bicyclosesquiphellandrene*, *β-sesquiphellandrene*, *γ-bisabolene*, *cadinene*, *zingeron*, dan *gingerol*.

Data hasil analisa (tabel 4.10 dan gambar 4.11) menunjukkan adanya tekanan yang semakin meningkat juga menyebabkan terjadinya penurunan beberapa komponen. Rata-rata senyawa *bornyl acetate* dan *β-elemene* mengalami penurunan seiring dengan peningkatan tekanan. Penurunan ini dapat disebabkan daya selektivitas CO₂ yang menurun. Pada hasil analisa komponen ini juga menunjukkan adanya naik turun komposisi beberapa komponen. Bahkan pada ketiga minyak jahe dengan variasi tekanan tersebut juga ada yang tidak memiliki persen komposisi. Kebanyakan komposisi naik turun terdapat pada tekanan 4000 psi. Adanya beberapa senyawa yang meningkat dan menurun dalam variasi tekanan ini disebabkan perbedaan kepolaran dari masing-masing senyawa sehingga pada proses ekstraksi ada beberapa komponen yang tidak dapat terdifusi dengan sempurna. Peningkatan tekanan juga menyebabkan densitas CO₂ yang lebih tinggi dan solubilitas yang lebih besar hingga terjadi peningkatan hasil ekstrak namun kecenderungan mengurangi daya selektivitas. Akibatnya ada komponen yang meningkat, ada pula yang menurun (Utami, 2009).

4.5.2.2 Analisa Indeks Bias Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Fluida Karbondioksida Superkritik Penelitian Utama

Analisa indeks bias minyak jahe hasil ekstraksi fluida karbondioksida superkritik menunjukkan bahwa minyak jahe emprit dengan variasi tekanan sebesar 3500 psi, 4000 psi, dan 4500 psi memiliki nilai indeks bias berturut-turut 1,49723, 1,50228, dan 1,49780 (gambar 4.16). Minyak jahe emprit dari tekanan 4000 psi memiliki kemurnian tinggi dibandingkan dengan minyak jahe emprit variasi tekanan 3500 psi dan 4500 psi.

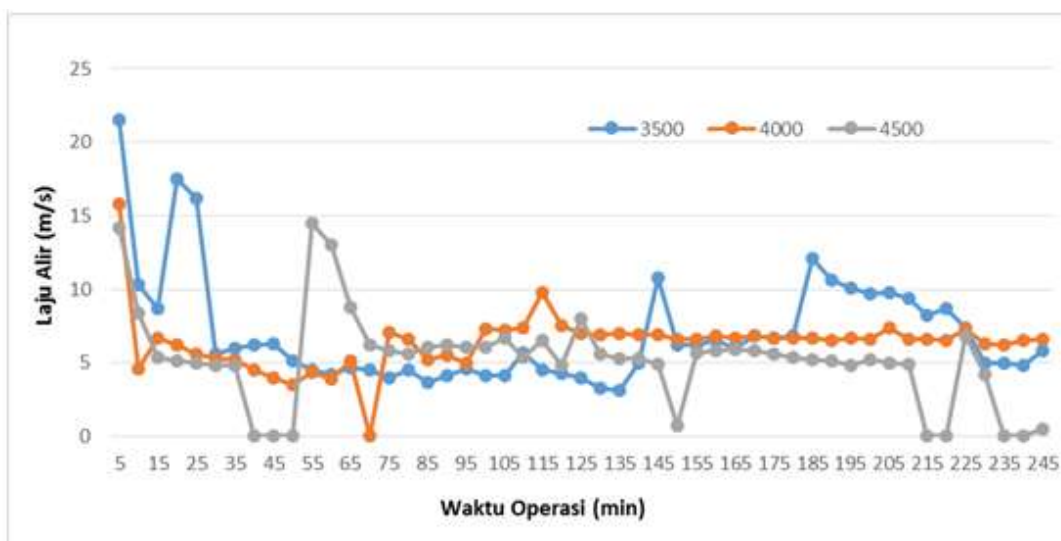


Gambar 4.12 Pengaruh Perbedaan Tekanan Terhadap Indeks Bias

4.6 Perubahan Laju Alir CO₂ Fluida Superkritik Selama Proses Ekstraksi

Laju alir merupakan salah satu kondisi operasi yang memengaruhi hasil ekstraksi minyak jahe. Pada penelitian ini, laju alir dijaga 5,5-6 liter/ menit. Namun, dalam kenyataannya laju alir tersebut tidak selalu 5,5-6 liter/menit. Laju alir dapat melebihi ataupun kurang dari 5.5-6 liter/menit. Jika laju alir menurun, berarti tekanan CO₂ di separator kecenderungannya menjadi turun. Namun, tekanan CO₂ di ekstraktor kecenderungannya menjadi naik.

Pada beberapa proses, laju alir CO₂ berada pada 0 liter/menit. Hal itu berarti akan memengaruhi hasil ekstraksi, karena pada laju alir 0 liter/menit itu menunjukkan peristiwa ekstraksi sedang berlangsung. Jika laju alir 0 liter/menit, maka CO₂ akan berkurang karena kemungkinan waktu awal, jahe sudah banyak yang terekstrak. Berikut grafik perubahan laju alir CO₂ superkritik selama proses ekstraksi 4 jam dengan variasi tekanan 3500, 4000, dan 4500 psi.



Gambar 4.13 Perubahan laju Alir CO₂ Fluida Superkritik

Data pada gambar 4.17 menunjukkan bahwa pada tekanan 3500 psi, 4000 psi, dan 4500 psi, proses fluktuasi ekstraksi terjadi sampai menit 145. Sedangkan setelah menit 145 laju alir cenderung stabil. Oleh karena itu, sebaiknya proses ekstraksi dilakukan dengan kecenderungan laju alir tetap. Kemungkinan dengan laju alir tetap, proses ekstraksi sudah maksimal. Maka dari itu, dirasa perlu mengkaji waktu ekstraksi yang optimal untuk menghasilkan minyak jahe terbaik. Data fluktuatif laju alir dapat dilihat pada lampiran 4.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ekstraksi minyak jahe menggunakan metode hidrodistilasi dan fluida CO₂ superkritik yang dilakukan, diperoleh :

1. Rendemen minyak jahe yang dihasilkan pada proses hidrodistilasi, minyak jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah pengeringan sinar matahari menghasilkan rendemen berturut-turut 3,9%, 2,65%, dan 4,15%. Minyak jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah pengeringan oven menghasilkan rendemen berturut-turut 1,3%, 1,22%, dan 1,28%. Pada proses ekstraksi fluida CO₂ superkritik, minyak jahe emprit dengan tekanan 3500 psi, 4000 psi, dan 4500 psi menghasilkan rendemen berturut-turut 2,30%, 3,28%, dan 3,46%.
2. Komponen yang terdeteksi pada proses hidrodistilasi pengeringan sinar matahari, minyak jahe emprit dan jahe jahe merah 27 senyawa, serta jahe gajah 26 senyawa. Minyak jahe emprit, jahe merah, dan jahe gajah pengeringan oven berturut-turut mendeteksi 22 senyawa, 23 senyawa, dan 16 senyawa. Pada proses ekstraksi fluida CO₂ superkritik, minyak jahe dengan tekanan 3500 psi mendeteksi 31 senyawa, 4000 psi mendeteksi 32 senyawa, dan 4500 psi mendeteksi 33 senyawa.
3. Pada metode hidrodistilasi hanya komponen volatil saja yang dapat dipisahkan, seperti *α-pinene*, *camphene*, *β-myrcene*, *sabinene*, *eucalyptol*, *borneol*, *α-terpineol*, *citronellol*, *neral*, *geraniol*, *citral*, *bornyl acetate*, *2-undecanone*, *citronellyl butyrate*, *α-cubebene*, *α-copaene*, *geranyl acetate*, *β-elemene*, *calarene*, *β-farnesene*, *alloaromadendrene*, *ar-curcumene*, *zingiberene*, *β-panasinsene*, *trans-α-bergamotene*, *α-farnesene*, *β-bisabolene*, *bicyclosesquiphellandrene*, *β-sesquiphellandrene*, *γ-bisabolene*, *elemol*, *nerolidol*, *trans-sesquisabinene-hydrate*, *β-carryophyllene*, *α-cadinol*, *β-eudesmol*, *geranyl geraniol*, *xanthorrhizol*, dan *methyl ester*.
4. Metode pemisahan ekstraksi menggunakan fluida CO₂ superkritik tak hanya dapat memisahkan komponen volatil saja. Komponen non-volatil pun dapat dipisahkan dengan metode ini, komponen non-volatil ini meliputi *gingerol* dan *zingeron*.
5. Antara metode hidrodistilasi dan ekstraksi fluida CO₂ superkritik yang paling efektif menghasilkan minyak jahe adalah ekstraksi fluida CO₂ superkritik karena

menghasilkan komponen senyawa yang lebih banyak dibandingkan metode hidrodistilasi.

6. Variasi tekanan dapat memengaruhi kualitas dan kuantitas ekstrak yang dihasilkan karena dengan kenaikan tekanan, akan meningkatkan densitas CO₂ sehingga akan memudahkan penetrasi fluida superkritik ke dalam bahan yang diekstraksi. Semakin tinggi tekanan, maka rendemen yang dihasilkan akan semakin tinggi pula. Tekanan yang menghasilkan rendemen paling tinggi yaitu 4500 psi.

5.2 Saran

1. Dalam penelitian menggunakan metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik, variasi tekanan dapat memengaruhi ekstrak jahe yang dihasilkan baik dari segi kualitas dan kuantitas. Untuk penelitian selanjutnya dapat ditambah variabel yang digunakan seperti variasi temperatur dan variasi laju alir.
2. Dari hasil penelitian kali ini, metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik lebih efektif untuk memperoleh minyak jahe pada tekanan 4500 psi, karena menghasilkan rendemen dan komposisi komponen terbaik. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya dapat digunakan tekanan 4500 psi dalam penentuan kondisi operasi ekstraksi.
3. Pada metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik perlu dilakukan kajian waktu ekstraksi yang optimal untuk menghasilkan minyak jahe terbaik, karena pada data laju alir proses ekstraksi dilakukan dengan kecenderungan laju alir tetap. Kemungkinan dengan laju alir tetap, proses ekstraksi sudah maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Australian Ginger root with Carbon dioxide and Ethanol Entrainer. Journal of Supercritical Fluids 13, hal 319-324.

Badalyan, Alexander G, Wilkinson, T Gordon, dan Byung Soo Chun. 1998. *Extraction of Australian Ginger Root with Carbon dioxide and Ethanol Entrainer*. Journal of Supercritical Fluids 13, hal 319-324.

- Bustan, M Djoni, Febriyani, Ria, dan Pakpahan, Halomoan. 2008. Pengaruh Waktu Ekstraksi dan Ukuran Partikel terhadap Berat Oleoresin Jahe yang diperoleh dalam Berbagai Jumlah Pelarut Organik (Methanol). *Jurnal Teknik Kimia*. Vol.15, No.4 hal 17-25.
- Fakhrudin, M Irfan. 2008. Kajian Karakteristik Oleoresin Jahe berdasarkan Ukuran dan Lama Perendaman Serbuk Jahe dalam Etanol. Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.
- Fatriani dan Hikmah, Nurul. 2007. Rendemen dan Kualitas Minyak Atsiri Jahe. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, Vol.3.
- Fitriani Djafar, Supardan, M Dani, dan Gani, Asri. 2010. Pengaruh Ukuran Partikel, SF Rasio dan Waktu Proses terhadap Rendemen pada Hidrodistilasi Minyak Jahe. *Jurnal Hasil Penelitian Industri*. Vol.23, No.2, hal 47-54.
- Fuadi, Anwar. 2012. Ultrasonik Sebagai Alat Bantu Ekstraksi Oleoresin Jahe. *Jurnal Teknologi*, Vol. 12, No. 1, hal 14-21.
- Hermin. 1994. Aplikasi Teknik Ekstraksi dengan Fluida Superkritik untuk Meningkatkan dan Mutu Minyak Bunga Cengkeh (*Syzgium Aromaticom* L.). Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Hernani dan Winarti, Christina. 2001. Kandungan Bahan Aktif Jahe dan Pemanfaatannya dalam Bidang Kesehatan. *Jurnal Status Teknologi Hasil Penelitian Jahe*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Marina. 2013. Pemisahan Komponen Minor Minyak Nilam dengan Metode Ekstraksi Fluida Superkritik. Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Nurliani Bermawie dan Purwiyanti, Susi. 2001. Botani, Sistematika, dan Keragaman Kultivar Jahe. *Jurnal Status Teknologi Hasil Penelitian Jahe*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Bogor
- Rinawati, Mika. 2012. Peningkatan Mutu Produksi Minyak Nilam Melalui Ekstraksi Menggunakan CO₂ Fluida Superkritis. Fakultas MIPA UI. Depok.
- Setyawan, Ahmad Dwi. 2002. Keragaman Varietas Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) berdasarkan Kandungan Kimia Minyak Atsiri. *Jurnal Bio Smart*. Vol.4, No.2. hal 48-54.

- Sulaswatty, Anny dan Agustian, Egi. 2014. Nilai Tambah Minyak Akar Wangi dengan Pemekatan Kadar Vetiverol Menggunakan Ekstraksi Fluida CO₂ Superkritik. JKTI, Vol.16, No.2, hal 76-81.
- Supardan, M Dani, Ruslan, Satriana, dan Arpi, Normalina. 2009. Hidrodistilasi Minyak Jahe (*Zingiber officinale rosc.*) Menggunakan Gelombang Ultrasonik. Jurnal Reaktor. Vol.12, No.4, hal 239-244.
- Supriyanto dan Cahyono, Bambang. 2012. Perbandingan Kandungan Minyak Atsiri Antara Jahe Segar dan Jahe Kering. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Tanveer, Saira, Shahzad, Amiir, dan Ahmed, Waqas. 2014. *Compositional and Mineral Profiling of Zingiber Officinale*. Pakistan Journal of Food Sciences. Vol.24, Issue 1, hal 21-26.
- Tririzqi, Fathia. 2013. Ekstraksi Senyawa Gingerol dari Rimpang Jahe dengan Metode Maserasi Bertingkat. Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Widiyanti, Ratna. 2009. Analisis Kandungan Fenol Total Jahe. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Depok.
- Winangsih. 2013. Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Kualitas Simplisia Lempuyang Wangi. Buletin Anatomi dan Fisiologi. Vol.XXI, No.1, hal 19-25.
- Zancan, Kelly C. 2002. Extraction of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Oleoresin with CO₂ and Co-solvents: a study of the antioxidant action of the extracts. Journal of Supercritical Fluids 24, hal 57–76.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ekstraksi minyak jahe menggunakan metode hidrodistilasi dan ekstraksi fluida karbondioksida superkritik.

a. Peralatan Analisa Kadar Proksimat



(a) Alat Ekstraksi Soklet merek Soxtec System HT 2 untuk analisa kadar lemak



(b) Moisture analyzers Ohaus MB-45 untuk analisa kadar air



(c) Furnace Wise Therm untuk analisa kadar abu



(d) Alat pendingin tegak untuk analisa karbohidrat

b. Peralatan Analisa Komponen



(a) *Gass Chromatography Mass Spectrum*(GC-MS) Agilent type 15977A Series.

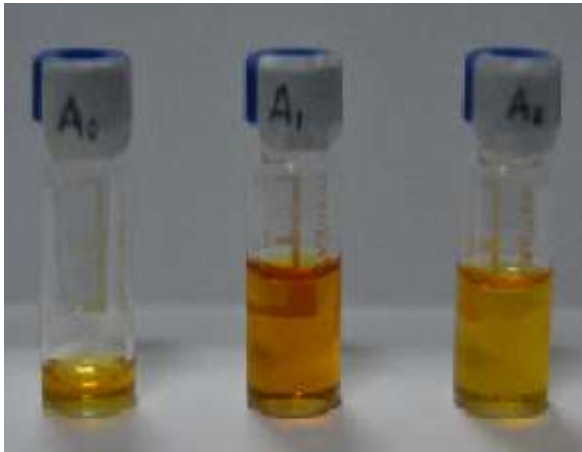


(b) Refraktometer digital RX-5000a
150528N Atago

Lampiran 2 Foto Sampel Minyak Jahe

Berikut merupakan foto minyak jahe hasil ekstraksi menggunakan metode hidrodistilasi dan metode ekstraksi fluida CO₂ superkritik.

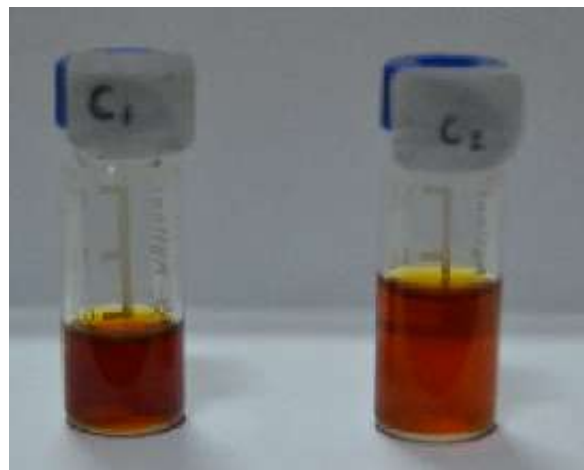
a. Minyak Jahe Hasil Hidrodistilasi



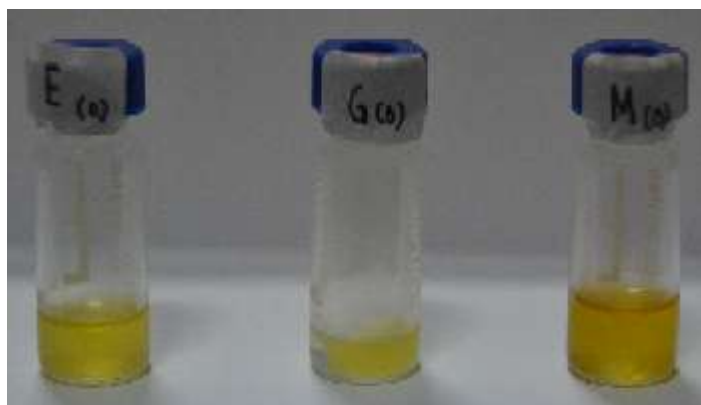
(a) Minyak Jahe Emprit Hasil Hidrodistilasi dengan Pengeringan Sinar Matahari



(b) Minyak Jahe Merah Hasil Hidrodistilasi dengan Pengeringan Sinar Matahari



(c) Minyak Jahe Gajah Hasil Hidrodistilasi dengan Pengeringan Sinar Matahari



(d) Minyak Jahe Emprit, Gajah, dan Merah Hasil Hidrodistilasi dengan Pengeringan Oven

b. Minyak Jahe Hasil Ekstraksi Fluida CO₂ Superkritik



(a) Minyak Jahe Emprit Hasil Ekstraksi menggunakan Fluida CO₂ Superkritik dengan Tekanan 4000 psi



(b) Minyak Jahe Merah Hasil Ekstraksi menggunakan Fluida CO₂ Superkritik dengan Tekanan 4000 psi



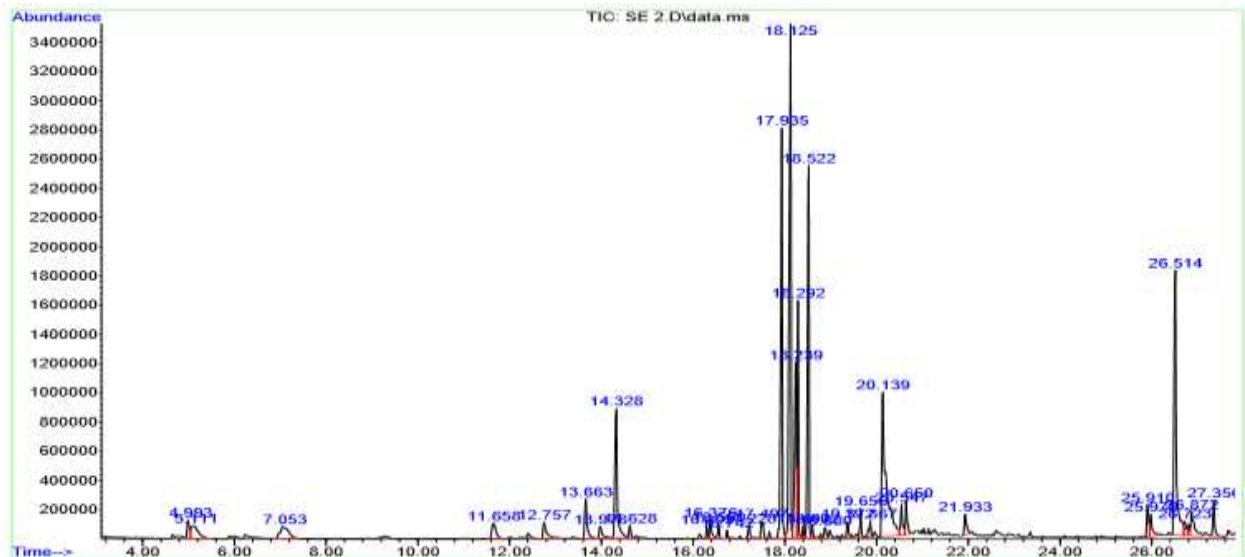
(c) Minyak Jahe Emprit Hasil Ekstraksi menggunakan Fluida CO₂ Superkritik dengan Tekanan 3500 psi



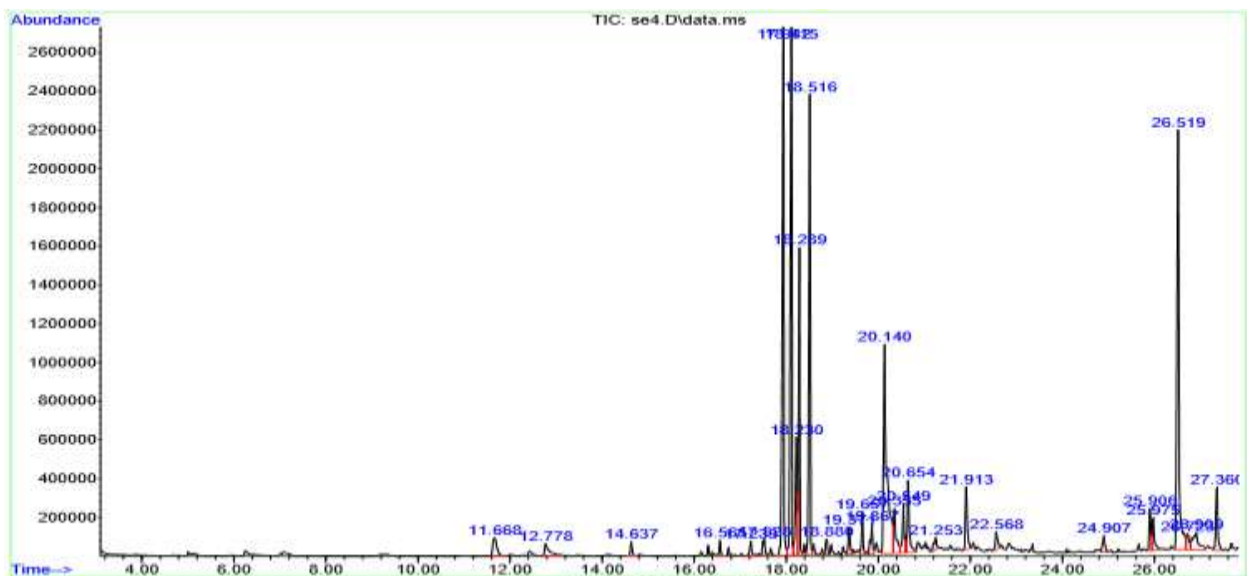
(d) Minyak Jahe Emprit Hasil Ekstraksi menggunakan Fluida CO₂ Superkritik dengan Tekanan 4500 psi

Lampiran 3 Kromatogram Minyak Jahe

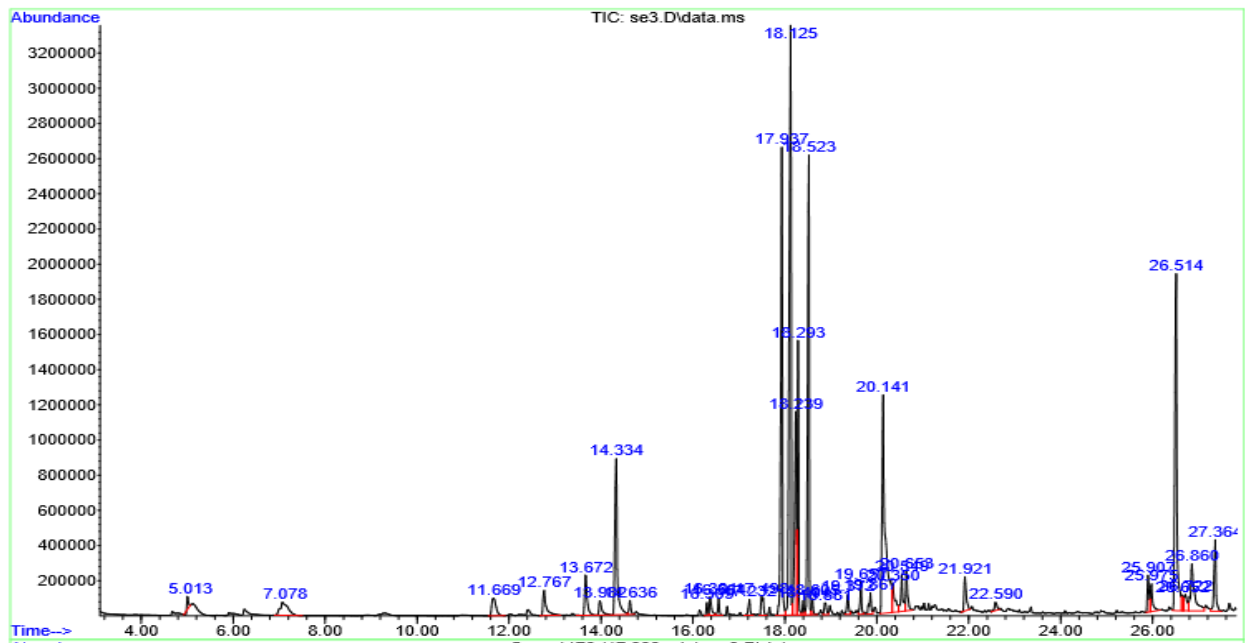
Kromatogram Minyak Jahe Emprit Hasil Ekstraksi Fluida CO₂ Superkritik P=3500 psi, T=113°F



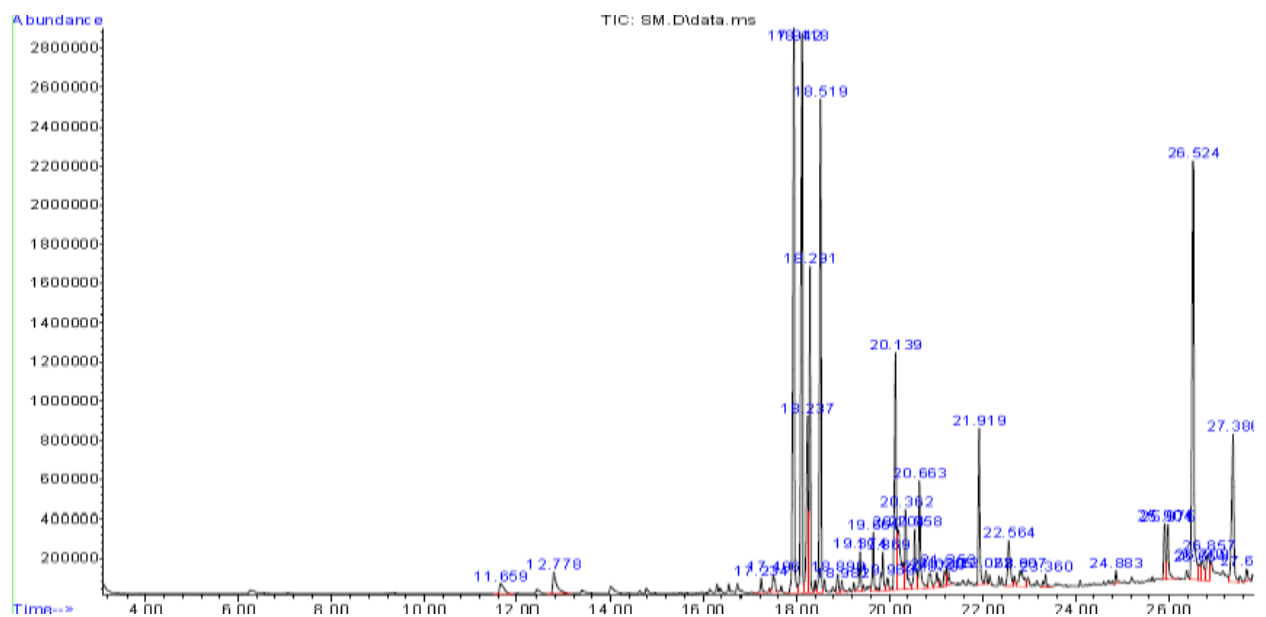
Kromatogram Minyak Jahe Emprit Hasil Ekstraksi Fluida CO₂ Superkritik P=4000, psi, T=113°F



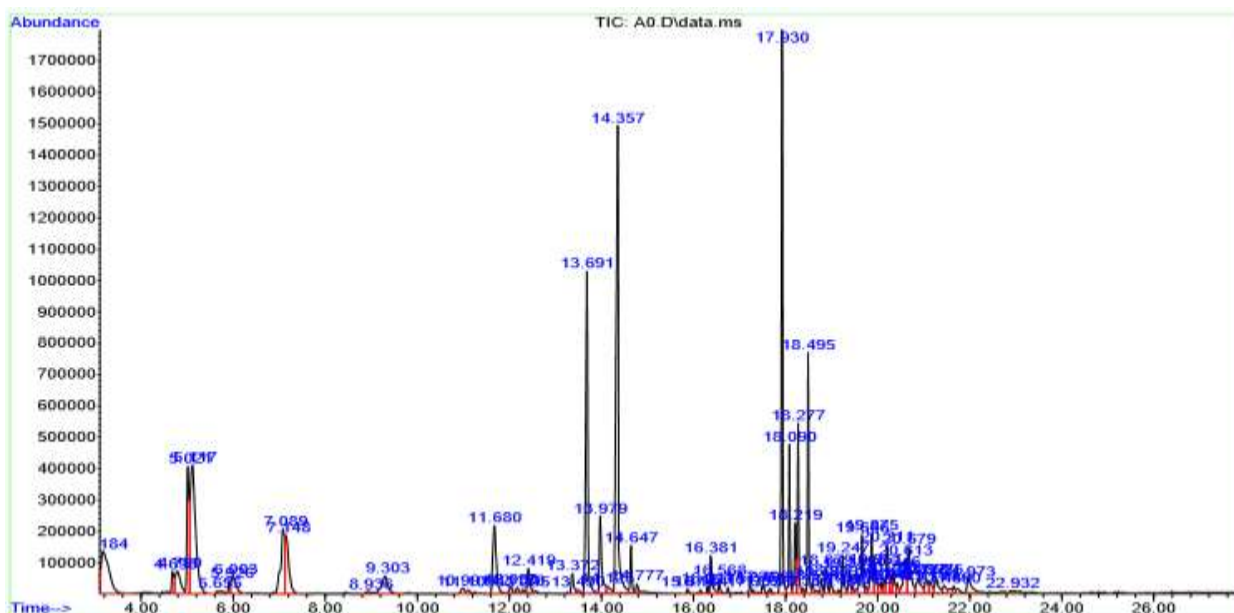
Kromatogram Minyak Jahe Emprit Hasil Ekstraksi Fluida CO₂ Superkritik P=4500 psi, T=113°C



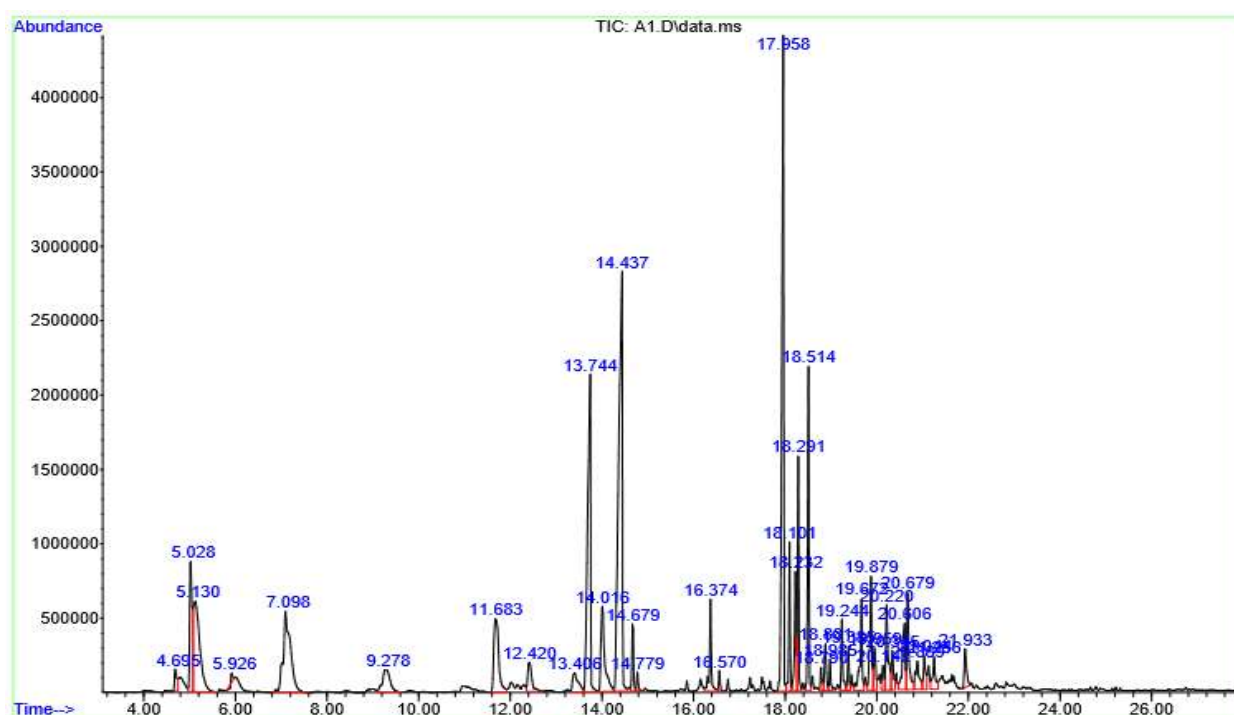
Kromatogram Minyak Jahe Merah Hasil Ekstraksi Fluida CO₂ Superkritik, P=4000 psi, T=104°C



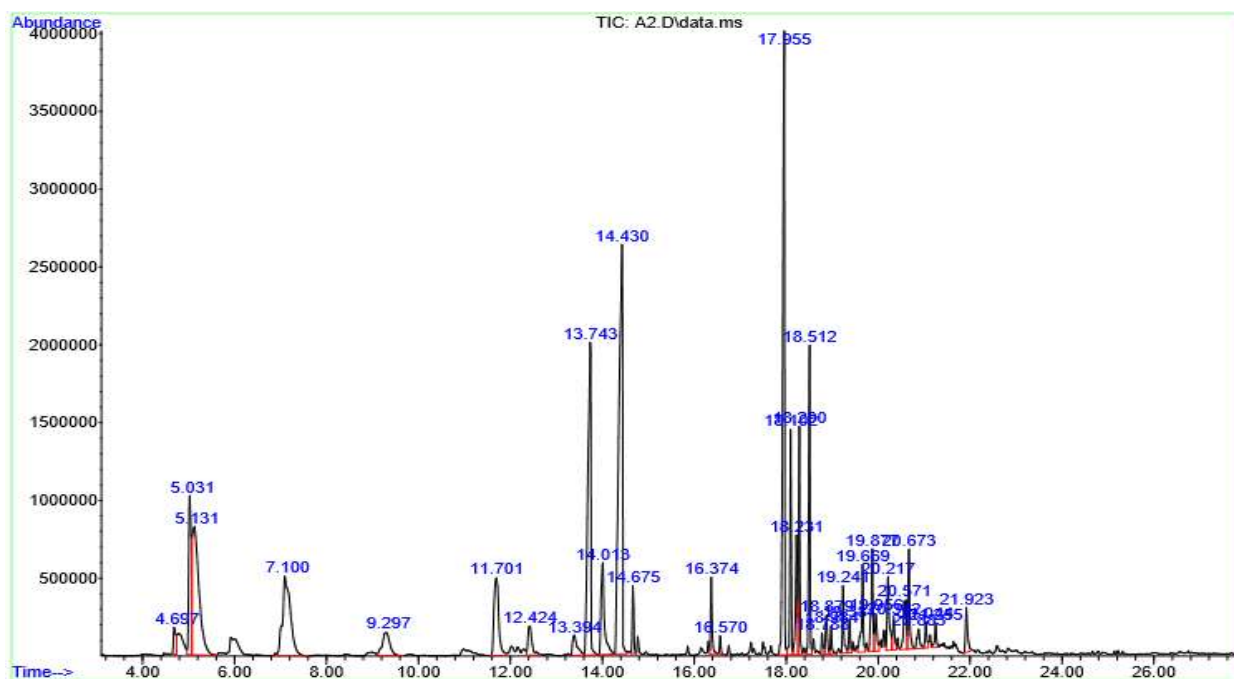
Kromatogram Minyak Jahe Emprit Komersil (Pengeringan Sinar Matahari) Hidrodistilasi



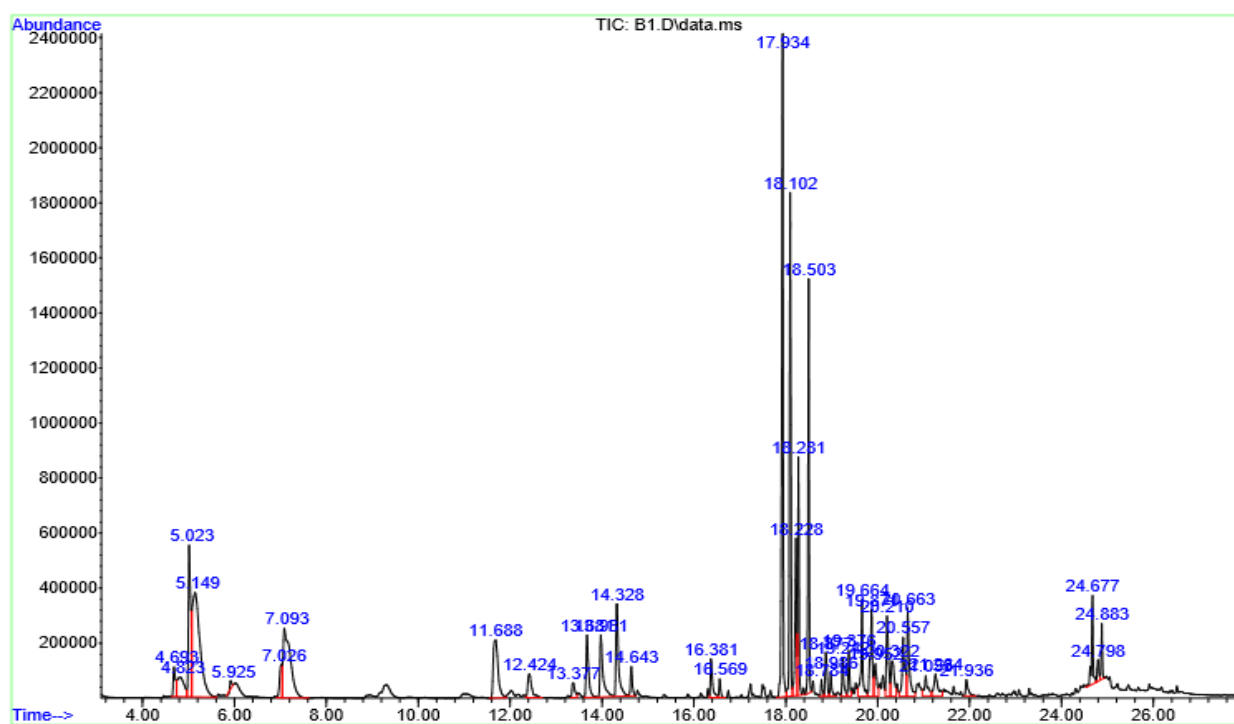
Kromatogram Minyak Jahe Emprit (Pengeringan Sinar Matahari 1) Hidrodistilasi



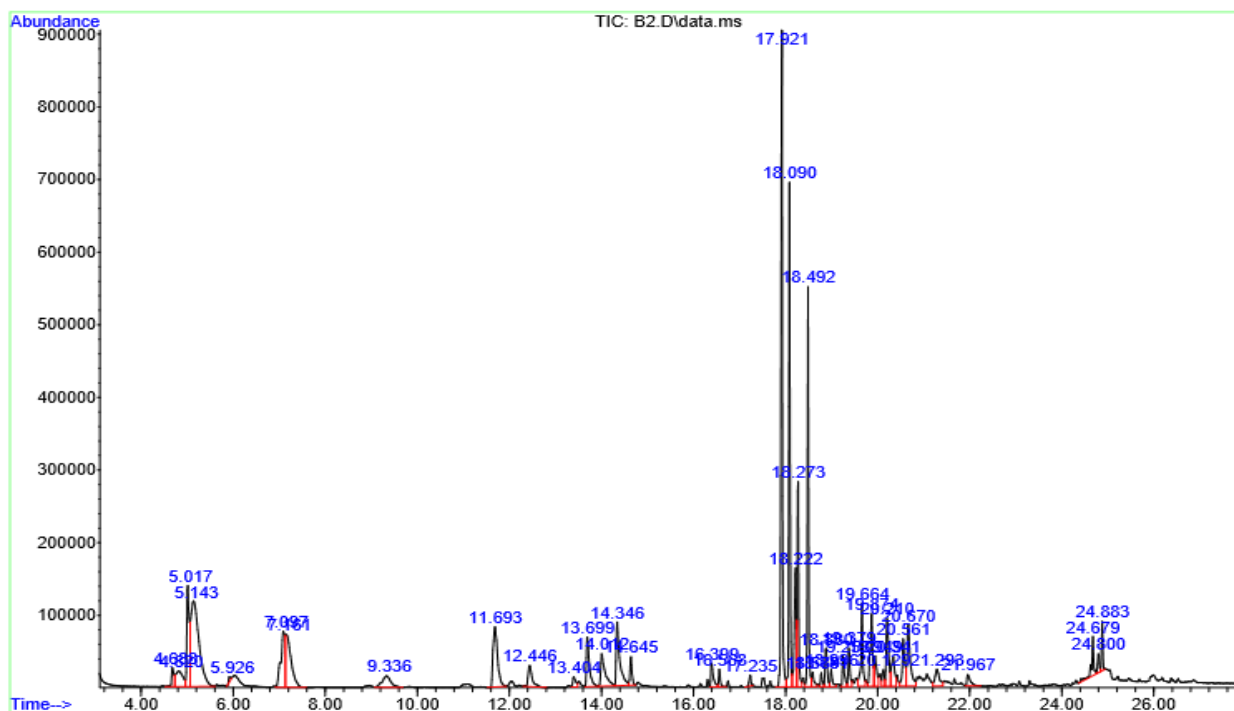
Kromatogram Minyak Jahe Emprit (Pengeringan Sinar Matahari 2) Hidrodistilasi



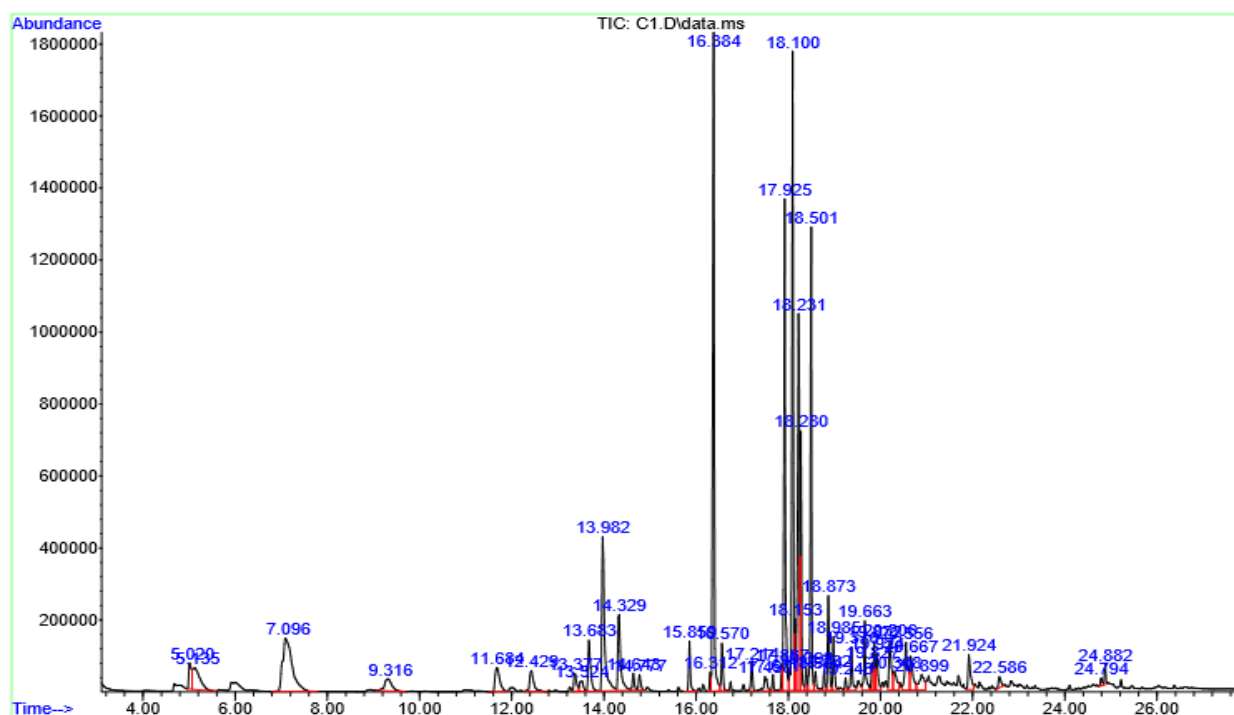
Kromatogram Minyak Jahe Merah (Pengeringan Sinar Matahari 1) Hidrodistilasi



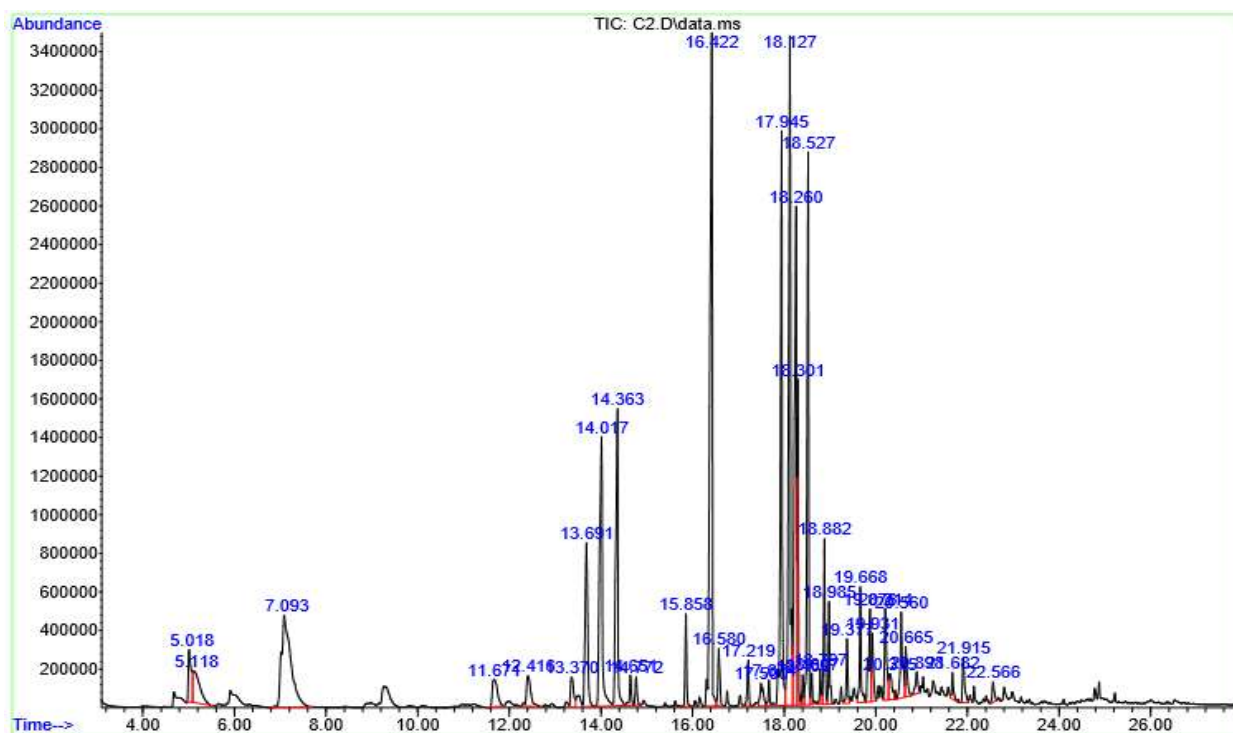
Kromatogram Minyak Jahe Merah (Pengeringan Sinar Matahari 2) Hidrodistilasi



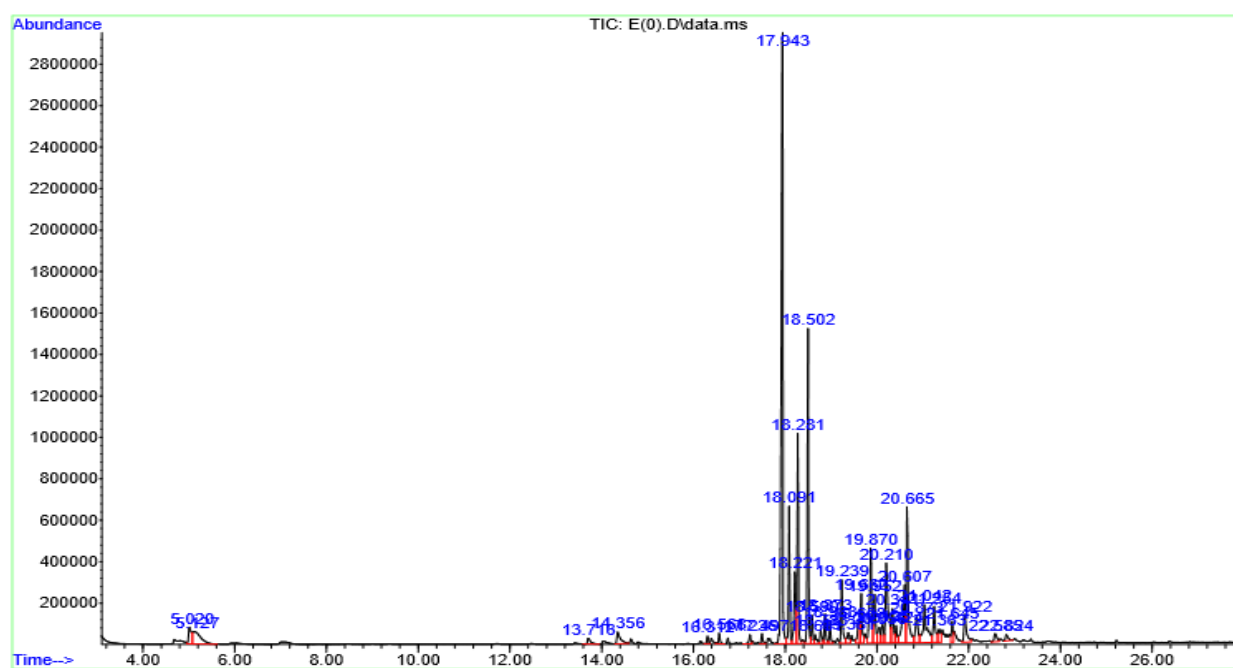
Kromatogram Minyak Jahe Gajah (Pengerinan Sinar Matahari 1) Hidrodistilasi



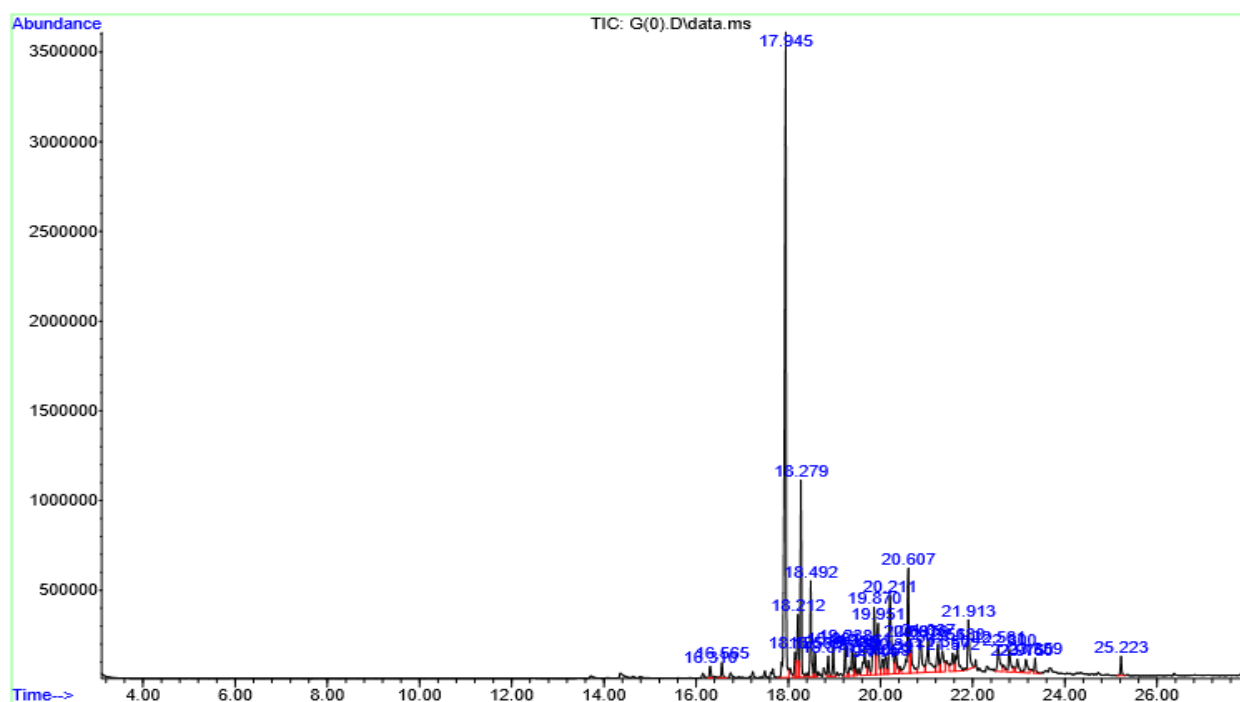
Kromatogram Minyak Jahe Gajah (Pengerinan Sinar Matahari 2) Hidrodistilasi



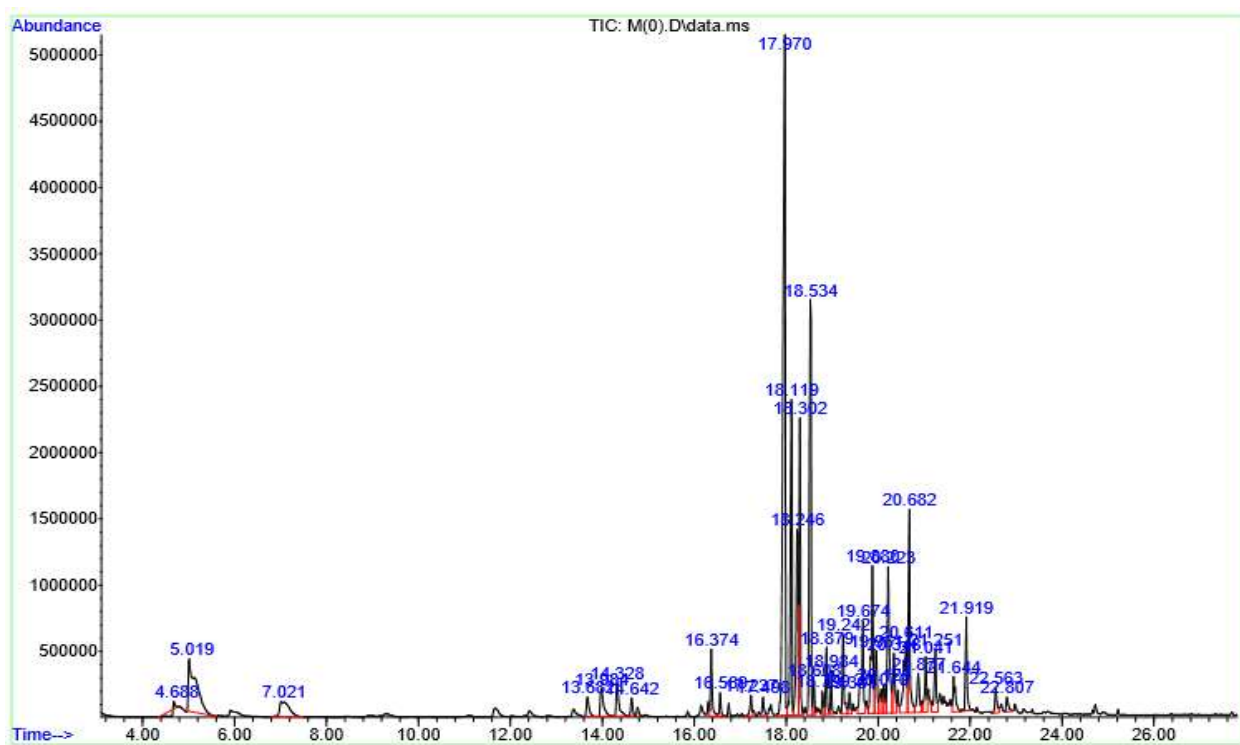
Kromatogram Minyak Jahe Emprit (Pengeringan Oven) Hidrodistilasi



Kromatogram Minyak Jahe Gajah (Pengeringan Oven) Hidrodistilasi



Kromatogram Minyak Jahe Merah (Pengeringan Oven) Hidrodistilasi



Lampiran 4 Data Fluktuasi Tekanan, Temperatur, dan Laju Alir

Data Fluktuasi Tekanan, Temperatur, dan Laju Alir Proses Ekstraksi Fluida CO₂ Superkritik

Running Ke-1

SFE

26/2/1

5

Bahan : Jahe merah kering sebesar 147.53 gram

Kondisi operasi :

t = 4 jam (pengecekan 15 menit sekali)

P = 4000 psi

T = 104°C = 40°F

Q = 5.5 liter/menit

Waktu Operasi	Temperatur (°F)		Tekanan (psi)		Laju Alir (l/min)
	Ekstraktor	Separator	Ekstraktor	Separator	
9.37	104	100	4100	700	25
10.11	104	100	4000	550	13
10.26	104	104	4010	530	5.5
10.41	104	104	4020	530	5.5
10.56	104	103	4060	480	0.5
11.11	104	105	4010	520	13.3
11.26	104	104	4020	530	6.1
11.41	104	102	4020	540	6.5
11.56	104	103	4020	530	5.9
12.11	104	104	4020	530	5.4
12.26	104	112	4010	530	0
12.41	103	103	4010	530	5.4
12.56	104	104	4010	530	5.2
13.11	104	104	4020	530	5
13.26	104	104	4020	530	5.1
13.37	104	104	4020	530	5.5

Hasil :

Yield = 3.3539 gram

% Yield = Yield/ Berat sampel awal x 100% = 3.3539 gram/147.53 gram x 100% = 2.27%

Running Ke-2 SFE

5/3/15

Bahan : Jahe emprit kering sebesar 139.90 gram

Kondisi operasi :

t = 4 jam (pengecekan 5 menit sekali)

P = 4000 psi

T = 113°C = 45°F

Q = 5.5 liter/menit

Waktu Operasi	Temperatur (°F)		Tekanan (psi)		Laju Alir (l/min)
	Ekstraktor	Separator	Ekstraktor	Separator	
9.05	116	111	4030	520	15.8
9.10	114	122	4000	500	4.6
9.15	112	115	3990	520	6.7
9.20	112	110	3990	520	6.2
9.25	112	111	3990	520	5.6
9.30	113	113	3990	520	5.3
9.35	113	113	3990	520	5.2
9.40	113	113	3990	520	4.5
9.45	113	113	3990	520	4.0
9.50	113	113	3990	520	3.5
9.55	113	112	3990	530	4.4
10.00	113	113	3990	520	3.9
10.05	113	114	3990	530	5.1
10.10	113	114	4010	460	0
10.15	112	112	3980	520	7.1
10.20	113	112	4010	520	6.6
10.25	113	112	4010	510	5.2
10.30	113	113	4010	520	5.5
10.35	113	112	4010	520	5.0
10.40	113	111	4010	530	7.3
10.45	113	113	4010	530	7.2
10.50	113	113	4010	530	7.4
10.55	113	111	4010	540	9.8
11.00	113	113	4010	520	7.5
11.05	113	115	4010	520	7.0
11.10	113	113	4010	520	6.9
11.15	112	112	4010	520	7.0
11.20	113	113	4010	520	6.9
11.25	113	113	4010	530	6.9
11.30	113	113	4010	530	6.6
11.35	113	113	4010	520	6.6
11.40	113	113	4010	530	6.8
11.45	113	113	4010	530	6.7
11.50	113	113	4010	530	6.8

11.55	113	113	4010	530	6.7
12.00	113	113	4010	530	6.7
12.05	113	114	4010	530	6.7
12.10	113	113	4010	530	6.5
12.15	113	113	4010	530	6.7
12.20	112	113	4010	530	6.6
12.25	113	113	3970	530	7.4
12.30	113	113	4010	530	6.6
12.35	113	113	4010	530	6.6
12.40	113	113	4010	530	6.5
12.45	113	113	4010	540	7.3
12.50	113	113	4010	530	6.3
12.55	113	113	4010	530	6.2
13.00	113	113	4010	530	6.5
13.05	113	113	4010	530	6.6

Hasil :

Yield = 4.6006 gram

% Yield = Yield/ Berat sampel awal x 100% = 4.6006 gram/139.90 gram x 100% = 3.28%

Running Ke-3

SFE

18 Mei 2015

Bahan : Jahe emprit kering sebesar 126.8 gram

Kondisi operasi :

t = 4 jam (pengecekan 5 menit sekali)

P = 3500 psi

T = 113°C = 45°F

Q = 5.5
liter/menit

Waktu Operasi	Temperatur (°F)		Tekanan (psi)		Laju Alir (l/min)
	Ekstraktor	Separator	Ekstraktor	Separator	
14:10	114	106	3470	560	21.5
14:15	117	118	3500	550	10.3
14:20	114	115	3500	510	8.7
14:25	112	107	3490	550	17.5
14:30	112	110	3490	530	16.2
14:35	113	123	3500	510	5.6
14:40	113	116	3500	520	6
14:45	113	111	3500	520	6.2
14:50	112	111	3500	520	6.3
14:55	112	112	3400	510	5.1
15:00	113	113	3470	510	4.5
15:05	113	113	3500	510	4.2
15:10	113	112	3500	520	4.7
15:15	113	112	3500	520	4.5
15:20	113	113	3500	530	4
15:25	113	112	3500	520	4.5
15:30	113	113	3490	520	3.7
15:35	113	113	3500	520	4.1
15:40	113	113	3500	530	4.6
15:45	113	113	3500	520	4.1
15:50	113	113	3500	530	4.1
15:55	113	113	3460	530	5.7
16:00	113	113	3500	520	4.5
16:05	113	113	3500	500	4.3
16:10	113	113	3500	520	4
16:15	113	113	3510	520	3.3
16:20	113	113	3500	520	3.1
16:25	113	112	3500	500	5
16:30	112	106	3490	490	10.8
16:35	113	114	3500	480	6.2
16:40	113	113	3500	490	6.2

16:45	113	112	3500	490	6.5
16:50	113	113	3500	490	6
16:55	113	112	3500	500	6.8
17:00	113	113	3500	490	6.7
17:05	113	113	3500	490	6.8
17:10	113	110	3490	510	12.1
17:15	116	116	3490	500	10.6
17:20	115	115	3490	500	10.1
17:25	113	113	3490	500	9.7
17:30	111	112	3490	500	9.8
17:35	112	112	3500	490	9.4
17:40	113	113	3500	500	8.2
17:45	113	113	3500	500	8.7
17:50	113	113	3500	490	7.4
17:55	113	115	3500	480	5
18:00	113	113	3500	480	5
18:05	113	112	3500	480	4.8
18:10	113	113	3500	490	5.8

Hasil :

Yield = 2.9168 gram

% Yield = Yield/ Berat sampel awal x 100% = 2.9168 gram/126.8 gram x 100% = 2.30%

22 Mei 2015

Bahan : Jahe emprit kering sebesar 116.1 gram

Kondisi operasi :

t = 4 jam (pengecekan 5 menit sekali)

P = 4500 psi

T = 113°C = 45°F

Q = 5.5 liter/menit

Waktu Operasi	Temperatur (°F)		Tekanan (psi)		Laju Alir (l/min)
	Ekstraktor	Separator	Ekstraktor	Separator	
9:00	122	109	4550	530	14.2
9:05	120	117	4500	510	8.4
9:10	118	115	4500	510	5.4
9:15	116	113	4500	510	5.1
9:20	115	112	4500	510	5
9:25	113	113	4500	510	4.8
9:30	112	113	4500	520	4.8
9:35	112	114	4550	430	0
9:40	113	113	4610	380	0
9:45	112	136	4450	480	0
9:50	112	113	4580	510	14.5
9:55	113	119	4500	510	13
10:00	113	121	4500	510	8.8
10:05	113	118	4450	520	6.2
10:10	112	113	4490	520	5.8
10:15	112	111	4510	520	5.6
10:20	113	112	4510	520	6.1
10:25	113	113	4510	520	6.2
10:30	113	113	4510	530	6.1
10:35	113	113	4510	530	6.1
10:40	113	112	4510	540	6.7
10:45	113	113	4510	520	5.4
10:50	113	112	4510	540	6.5
10:55	113	112	4510	540	6.3
11:00	113	114	4550	480	4.8
11:05	113	113	4510	530	8
11:10	113	112	4510	520	5.6
11:15	113	113	4510	520	5.3
11:20	113	113	4510	520	5.3
11:25	113	113	4520	520	4.9
11:30	113	114	4550	480	0.7
11:35	112	113	4510	530	5.7

11:40	113	113	4510	540	5.8
11:45	113	112	4510	540	5.9
11:50	113	113	4510	540	5.8
11:55	113	113	4520	540	5.6
12:00	113	113	4520	540	5.4
12:05	113	113	4520	540	5.2
12:10	113	112	4520	540	5.1
12:15	113	113	4520	530	4.8
12:20	113	113	4520	540	5.2
12:25	113	113	4520	540	5
12:30	113	113	4520	530	4.9
12:35	113	114	4560	470	0
12:40	113	113	4520	470	0
12:45	113	109	4530	540	6.8
12:50	113	111	4520	530	4.2
12:55	112	113	4500	440	0
13:00	113	113	4510	390	0

Hasil :

Yield = 4.0178 gram

% Yield = 4.0178 gram/116.1 x 100% = 3.4606 %