



# **PENGARUH TEKANAN DAN TEMPERATUR TERHADAP PEROLEHAN MINYAK BIJI PEPAYA HASIL EKSTRAKSI SCCO<sub>2</sub>**

## **ICE-410 Penelitian**

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai  
gelar sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

oleh:

Jemima Tiuris (6214043)

Michael Timothy Nugraha (6214050)

Pembimbing:

Ratna Frida Susanti, Ph.D.

Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih



**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

No. Kode	: TK TIU p/18
Tanggal	: 8 Februari 2019 2018
Nomor	: 4373-FTI / Skp 36841
Divisi	: _____
Revisi / Bell	: _____
Dari	: FTI

## LEMBAR PENGESAHAN



**JUDUL:        PENGARUH TEKANAN DAN TEMPERATUR TERHADAP  
              PEROLEHAN MINYAK BIJI PEPAYA HASIL EKSTRAKSI SCCO<sub>2</sub>**

**CATATAN:**

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 6 Agustus 2018

**Pembimbing 1**

Handwritten signature of Ratna Frida Susanti in black ink.

**Ratna Frida Susanti, Ph.D.**



**Pembimbing 2**

Handwritten signature of Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih in black ink.

**Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**



## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jemima Tiuris

NRP : 6214043

Nama : Michael Timothy Nugraha

NRP : 6214050

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

### **PENGARUH TEKANAN DAN TEMPERATUR TERHADAP PEROLEHAN MINYAK BIJI PEPAYA HASIL EKSTRAKSI $\text{SCCO}_2$**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 6 Agustus 2018

**Jemima Tiuris**  
(6214043)

**Michael Timothy Nugraha**  
(6214050)



## LEMBAR REVISI

**JUDUL:       PENGARUH TEKANAN DAN TEMPERATUR TERHADAP  
PEROLEHAN MINYAK BIJI PEPAYA HASIL EKSTRAKSI SCCO<sub>2</sub>**

CATATAN:

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 6 Agustus 2018

Penguji,

Arenst Andreas Arie, S.T., S.Si., M.Sc., Ph.D.

Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.



## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugerah-Nya, sehingga laporan penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Laporan ini disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar pendidikan sarjana Strata-1 pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis mendapat banyak bimbingan, pengarahan, dukungan, dan bantuan informasi dari berbagai pihak mengenai topik yang diambil. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu dan mendukung dalam penyusunan laporan penelitian, terutama kepada:

1. Ratna Frida Susanti, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi, dan saran selama penyusunan laporan penelitian ini.
2. Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran, dan arahan selama penyusunan laporan penelitian ini.
3. Orangtua dan segenap keluarga yang senantiasa selalu memberikan doa, dorongan, serta motivasi sebelum dan selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
4. Sahabat – sahabat yang senantiasa mendukung, memotivasi, dan meyemangati.
5. Rekan – rekan mahasiswa Teknik Kimia UNPAR angkatan 2014 yang selalu senantiasa mendukung dan bertukar ilmu dan informasi.
6. Semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam penyusunan laporan penelitian ini sehingga selesai tepat waktu.

Akhir kata, penulis menyadari dengan masih banyaknya kekurangan dalam penyusunan laporan penelitian ini karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Dengan demikian, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari pembaca sehingga ke depannya dapat menjadi bekal untuk pembuatan laporan selanjutnya. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak.

Bandung, 6 Agustus 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
INTISARI .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Masalah.....	4
1.3 Identifikasi Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Premis .....	5
1.6 Hipotesis .....	5
1.7 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>10</b>
2.1 Ekstraksi.....	10
2.1.1 Ekstraksi Cair-Cair.....	11
2.1.2 Ekstraksi Padat-Cair.....	12
2.2 Fluida Superkritik .....	14
2.3 Superkritik CO <sub>2</sub> .....	17

2.3.1 Sifat Fisik Fluida Superkritik CO <sub>2</sub> .....	18
2.3.1.1 Densitas Fluida Superkritik CO <sub>2</sub> .....	19
2.3.1.2 Difusivitas Fluida Superkritik CO <sub>2</sub> .....	20
2.3.1.3 Viskositas Fluida Superkritik CO <sub>2</sub> .....	21
2.3.1.4 Konstanta Dielektrik Fluida Superkritik CO <sub>2</sub> .....	22
2.3.1.5 Solubilitas Fluida Superkritik CO <sub>2</sub> .....	23
2.3.1.6 Tegangan Permukaan Fluida Superkritik CO <sub>2</sub> .....	25
2.4 Ekstraksi dengan Fluida Superkritik.....	26
2.4.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekstraksi dengan Fluida Superkritik ....	27
2.4.1.1 Ukuran Partikel.....	27
2.4.1.2 Solubilitas (Tekanan dan Temperatur) .....	27
2.4.1.3 Modifier .....	28
2.4.1.4 Laju Alir Pelarut .....	29
2.4.2 Ekstraksi dengan Superkritik CO <sub>2</sub> .....	29
2.5 Fluida Subkritik .....	30
2.6 Pepaya.....	31
2.6.1 Taksonomi Tanaman Pepaya .....	31
2.6.2 Morfologi Tanaman Pepaya .....	32
2.6.2.1 Batang .....	32
2.6.2.2 Daun.....	32
2.6.2.3 Akar.....	33
2.6.2.4 Bunga .....	33
2.6.2.5 Buah .....	34
2.6.2.6 Biji.....	34

2.7	Produksi Tanaman Pepaya di Indonesia .....	35
2.8	Komposisi Pepaya.....	35
2.9	Kandungan Kimia pada Tanaman Pepaya .....	36
2.10	Pemanfaatan Minyak Biji Pepaya .....	37
2.11	Analisis Sampel Minyak Biji Pepaya .....	38
2.11.1	Gas Chromatography.....	38
<b>BAB III BAHAN DAN METODE PENELITIAN.....</b>		<b>39</b>
3.1	Bahan-Bahan Penelitian.....	39
3.2	Peralatan-Peralatan Penelitian .....	39
3.3	Metode Penelitian .....	40
3.3.1	Persiapan Bahan Baku .....	42
3.3.2	Percobaan Pendahuluan.....	43
3.3.3	Proses Ekstraksi Superkritik CO <sub>2</sub> .....	44
3.4	Analisis dan Pengolahan Data .....	46
3.4.1	Perhitungan <i>Yield</i> Minyak yang diekstraksi .....	46
3.4.2	Karakterisasi Sampel .....	46
3.5	Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....	47
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>		<b>50</b>
4.1.	Pengeringan Biji Pepaya .....	50
4.2	Penentuan Waktu Optimum Ekstraksi .....	51
4.3	Pengaruh Temperatur dan Tekanan terhadap Hasil Ekstraksi Superkritik CO <sub>2</sub> .....	52
4.3.1	Pengaruh Tekanan terhadap Hasil Ekstraksi Superkritik CO <sub>2</sub> .....	54
4.3.2	Pengaruh Temperatur terhadap Hasil Ekstraksi Superkritik CO <sub>2</sub> .....	56
4.4.	Analisa Kandungan Minyak Biji Pepaya.....	58



<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>63</b>
5.1 Kesimpulan .....	63
5.2 Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN A PROSEDUR ANALISIS .....</b>	<b>67</b>
A.1 Prosedur Esterifikasi Sampel .....	67
A.2 Analisa <i>GC-MS</i> .....	68
<b>LAMPIRAN B <i>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</i> .....</b>	<b>69</b>
B.1 Gas Karbon Dioksida.....	69
B.2 Gas Nitrogen .....	70
B.3 Asam Oleat.....	71
B.4 Minyak Biji Pepaya.....	72
<b>LAMPIRAN C CONTOH PERHITUNGAN.....</b>	<b>73</b>
C.1 Perhitungan Perolehan Minyak .....	73



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1.</b> Tahap-tahap Terjadinya Ekstraksi.....	13
<b>Gambar 2. 2</b> Diagram Fasa Tekanan - Temperatur.....	15
<b>Gambar 2. 3.</b> Diagram fasa tekanan vs temperatur CO <sub>2</sub> (A) dan diagram fasa densitas vs tekanan pada temperatur yang berbeda (B).....	18
<b>Gambar 2. 4.</b> Perbandingan densitas vs tekanan CO <sub>2</sub> pada temperatur tetap .....	20
<b>Gambar 2. 5.</b> Perbandingan temperatur dengan difusivitas CO <sub>2</sub> .....	21
<b>Gambar 2. 6.</b> Perbandingan tekanan dengan viskositas pada berbagai temperatur .....	22
<b>Gambar 2. 7.</b> Pengaruh dari densitas dan tekunan terhadap konstanta dielektrik dari superkritik CO <sub>2</sub> pada temperatur konstan .....	23
<b>Gambar 2. 8</b> Parameter solubilitas CO <sub>2</sub> .....	25
<b>Gambar 2. 9</b> Tahapan Ekstraksi dengan Fluida Superkritik .....	26
<b>Gambar 2. 10.</b> Pengaruh proporsi modifier propanol dalam solubilitas superkritik CO <sub>2</sub> pada tekanan dan temperatur konstan .....	28
<b>Gambar 2. 11.</b> Skema Ekstraksi dengan Superkritik CO <sub>2</sub> sederhana.....	29
<b>Gambar 2. 12.</b> Perbandingan kandungan protein pada buah dan daun tanaman pepaya ...	33
<b>Gambar 3. 1.</b> Rangkaian Alat Ekstraksi Fluida Superkritik.....	40
<b>Gambar 3. 2.</b> Diagram Alir Metode Penelitian .....	41
<b>Gambar 3. 3.</b> Diagram Alir Persiapan Bahan Baku .....	42
<b>Gambar 3. 4.</b> Diagram Alir Penentuan Waktu Optimum Ekstraksi.....	44
<b>Gambar 3. 5.</b> Diagram Alir Proses Ekstraksi Superkritik CO <sub>2</sub> .....	46
<b>Gambar 3. 6.</b> Diagram Alir Analisis Sampel dengan GC-MS .....	47
<b>Gambar 4.1.</b> Grafik Pengeringan Biji Pepaya.....	50

<b>Gambar 4.2.</b> Pepaya California.....	51
<b>Gambar 4.3</b> Penentuan Waktu Ekstaksi Optimum.....	51
<b>Gambar 4.4</b> Hasil ekstraksi superkritik CO <sub>2</sub> .....	52
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Pengaruh Tekanan terhadap Perolehan Minyak.....	54
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Pengaruh Temperatur terhadap Perolehan Minyak.....	57
<b>Gambar 4.7</b> Kromatogram GC-MS Minyak Biji Pepaya Kondisi 40°C dan 200 bar.....	58
<b>Gambar A.1.</b> Diagram Alir Proses Esterfikasi Sampel.....	67
<b>Gambar A.2</b> Diagram Alir Proses Analisa dengan <i>GC-MS</i> .....	68



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1. 1.</b> Produksi Tanaman Pepaya di Indonesia Tahun 2004 – 2014.....	1
<b>Tabel 1. 2.</b> Komposisi Asam Lemak yang terkandung dalam Minyak Biji Pepaya.....	2
<b>Tabel 1. 3.</b> Rata-rata nilai Solubilitas asam oleat, palmitat, linoleat dan stearat pada berbagai temperatur dan tekanan.....	3
<b>Tabel 1. 4.</b> Premis Penelitian.....	7
<b>Tabel 2. 1.</b> Macam-macam pelarut untuk Ekstraksi Cair-cair	12
<b>Tabel 2. 2.</b> Perbandingan sifat fisik fluida gas, cair, dan superkritik	15
<b>Tabel 2. 3.</b> Sifat fisik bahan-bahan pelarut fluida superkritik	17
<b>Tabel 2. 4.</b> Sifat Fisik Pelarut Fluida Superkritik CO <sub>2</sub>	19
<b>Tabel 2. 5.</b> Produksi tanaman pepaya di Indonesia tahun 2004 – 2014	35
<b>Tabel 2. 6.</b> Komposisi Asam Lemak yang terkandung dalam Minyak Biji Pepaya	37
<b>Tabel 3. 1.</b> Variasi dalam Penelitian	41
<b>Tabel 3. 2.</b> Jadwal Kerja Penelitian	48
<b>Tabel 4. 1</b> Pengaruh variasi tekanan dan temperatur pada sifat fisik superkritik CO <sub>2</sub> .....	53
<b>Tabel 4. 2</b> Hasil Perolehan Minyak.....	53
<b>Tabel 4. 3</b> Hasil Puncak GC-MS Minyak Biji Pepaya Kondisi 40°C dan 200 bar.....	59
<b>Tabel 4. 4</b> Perbandingan Hasil Analisa Kandungan Asam Lemak pada Minyak Biji Pepaya .....	60





## INTISARI

Pepaya (*Carica papaya L.*) merupakan salah satu tanaman yang umum ditanam dan dipanen didaerah tropis, khususnya Indonesia. Pepaya populer untuk dikonsumsi sehari-hari di Indonesia karena memiliki khasiat yang baik bagi tubuh manusia seperti sebagai antioksidan, melancarkan pencernaan dan memperkuat sistem imun. Salah satu komponen dari tanaman pepaya yang memiliki banyak manfaat ialah biji pepaya. Namun sayangnya, di Indonesia biji pepaya belum banyak dimanfaatkan karena kandungannya yang sedikit diketahui. Minyak biji pepaya mengandung asam lemak dan BITC (*Benzyl-isothiocyanate*). Asam lemak pada minyak biji pepaya dengan jumlah ya dominan terdiri dari asam oleat, asam palmitat, asam linoleat, asam stearat. Dalam pemanfaatannya, asam palmitat dapat dimanfaatkan untuk pengobatan antipsikotik pada penderita *schizophrenia*, pembuatan sabun, kosmetik, dan deterjen. Umumnya, proses ekstraksi dilakukan secara konvensional menggunakan pelarut organik seperti heksana atau *petroleum ether*. Namun, pelarut organik memberikan dampak yang tidak baik pada kesehatan manusia dan lingkungan serta ekstrak yang diperoleh tidak murni. Dengan demikian perlu adanya alternatif metode ekstraksi lain, diantaranya yaitu dengan ekstraksi superkritik CO<sub>2</sub>. Ekstraksi menggunakan pelarut fluida karbon dioksida superkritik ini lebih selektif, lebih aman dilakukan, dan juga mudah pemisahannya antara pelarut dengan ekstraknya dibandingkan dengan metode ekstraksi lainnya. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh tekanan dan temperatur pada perolehan minyak dari biji pepaya (*Carica papaya L.*) yang diekstraksi menggunakan superkritik CO<sub>2</sub> serta mengetahui bagaimana pengaruh metode ekstraksi superkritik terhadap komposisi minyak biji pepaya. Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi dunia industri agar dapat memperoleh minyak biji pepaya yang lebih murni dan dapat dioptimalkan pemanfaatan kandungan di dalamnya.

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap yaitu pengeringan biji pepaya, percobaan pendahuluan, percobaan utama, dan analisa. Percobaan utama dilakukan untuk memperoleh waktu optimum ekstraksi. Ekstraksi superkritik dilakukan dengan variasi temperatur (40°C, 80°C, dan 120°C) dan tekanan (100 bar, 200 bar, dan 250 bar) menggunakan reaktor bertekanan dan bertemperatur tinggi. Analisa minyak biji pepaya dilakukan menggunakan instrumen *GC-MS*. Sebelum dianalisa, minyak hasil ekstraksi diesterifikasi terlebih dahulu menggunakan BF<sub>3</sub>-Metanol. Hasil yang diperoleh yaitu perolehan minyak biji pepaya bertambah seiring dengan bertambah besarnya tekanan, namun berkurang seiring dengan bertambah besarnya temperatur. Hasil analisa menunjukkan bahwa kandungan asam lemak dalam minyak biji pepaya adalah asam palmitat sebesar 0,96% dan asam oleat sebesar 0,50%.

### Kata kunci:

Minyak Biji Pepaya, Ekstraksi, Ekstraksi Superkritik, Fluida Superkritik CO<sub>2</sub>, Asam Palmitat

## ABSTRACT



*Papaya (Carica papaya L.) is one of the plants that are commonly planted and harvested in tropical areas, especially Indonesia. Papayas are popularly consumed on daily basis in Indonesia because it has many benefits for the human body such as antioxidants, it is good for digestion, and it helps strengthening the immune system. One of the components from the papaya plants that has many benefits is the papaya seeds. Unfortunately, in Indonesia, papaya seeds are not yet widely used because its benefits are only known to few. Papaya seeds contain many fatty acids, and also BITC (benzyl-isothiocyanate). The fatty acids that are dominant in papaya seed oil are oleic acid, palmitic acid, linoleic acid, and stearic acid. Palmitic acids are widely used in making of antipsychotics treatment on schizophrenic patients, soaps, cosmetics, and detergents manufacture. Extraction processes are generally done in a conventional way using organic solvents such as hexane and petroleum ether. However, organic solvents give bad effects on human health and the environment, and it yields oils that are not pure. Therefore, an alternative for extraction method is required such as supercritical CO<sub>2</sub> extraction. Extraction using supercritical CO<sub>2</sub> as a solvent is more selective, safer, and the separation between solvent and oils is easier than the other extraction methods. The purpose of this research is to study the effect of pressure and temperature on papaya (Carica papaya L.) seed oil yields extracted with supercritical CO<sub>2</sub> and also the effect of supercritical extraction method on the composition of the papaya seed oil. This research is expected to be helpful for many industries so it can also obtain more pure papaya seed oils and the benefits of the seed contents can be optimized.*

*This research is divided into a few stages that are papaya seed drying, preliminary experiment, main experiment, and analysis. The main experiment is to obtain the optimum extraction time. Supercritical extraction was operated with variations of temperature (40°C, 80°C, and 120°C) and pressure (100 bar, 200 bar, and 250 bar) using an extraction that can withstand high pressure and high temperature. The papaya seed analysis was done with GC-MS. Esterification using BF<sub>3</sub>-Methanol on the sample was needed before analyzing the sample. The results show that the yield of papaya seed oil increases as the pressure increases and decreases as the temperature increase. The analysis result shows that the fatty acids contained in the papaya seed oil are palmitic acid (0,96%) and oleic acid (0,50%).*

### **KEYWORD:**

*Papaya seed oil, Extraction, Supercritical Extraction, Supercritical CO<sub>2</sub>, Palmitic acid*



# BAB I PENDAHULUAN



## 1.1 Latar Belakang

Pepaya (*Carica papaya L.*) merupakan tanaman yang sering ditanam dan dipanen di daerah tropis maupun subtropis di berbagai belahan dunia [1]. Pepaya (*Carica papaya L.*) merupakan buah yang cukup populer untuk dikonsumsi di Indonesia. Buah pepaya sangat umum digunakan sebagai bahan masakan, campuran salad, bahan untuk jus maupun dikonsumsi secara langsung bahkan sebagai hidangan penutup. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil pepaya terbesar di dunia. Berdasarkan data produksi tanaman pepaya pada tahun 2014, Indonesia memproduksi 830.491 ton pepaya dan pada kurun waktu 2004 – 2014, dapat dilihat bahwa jumlah produksi pepaya mengalami kenaikan secara keseluruhan. Hal ini dapat menunjukkan adanya peningkatan permintaan masyarakat akan pepaya [2]. Data produksi tanaman pepaya di Indonesia pada rentang tahun 2004 – 2014 dapat dilihat pada **Tabel 1.1** [2].

**Tabel 1. 1.** Produksi Tanaman Pepaya di Indonesia Tahun 2004 – 2014

<b>Tahun</b>	<b>Jumlah Produksi (Ton)</b>
2004	732.611
2005	548.657
2006	643.451
2007	621.524
2008	717.899
2009	772.844
2010	695.214
2012	899.358
2013	871.275
2014	830.491

Besarnya angka jumlah produksi tanaman pepaya menyebabkan banyaknya bagian-bagian dari pepaya yang dibuang karena belum ada pemanfaatannya. Daging buah dari pepaya dapat langsung dikonsumsi, sedangkan biji pepaya yang merupakan 15 – 20 % berat dari berat satu buah pepaya belum maksimal pemanfaatannya dan menjadi limbah [3]. Pada tahun 2014, dengan produksi tanaman pepaya sebesar 830.491 ton, terdapat 124.573,65 – 166.098,20 ton biji pepaya yang masih belum kurang maksimal pemanfaatannya. Pemanfaatan biji pepaya yang umum digunakan adalah sebagai obat cacing, memperlancar siklus menstruasi, sebagai bahan campuran penyedap lada hitam, dan antibakteri. Minyak biji pepaya dapat digunakan sebagai alat kontrasepsi untuk pria.

Minyak dari biji pepaya diambil dengan menggunakan proses ekstraksi. Umumnya proses ekstraksi dilakukan secara konvensional dengan menggunakan pelarut organik dalam jumlah yang cukup besar. Pelarut organik yang umum digunakan untuk proses ekstraksi adalah heksana dan *petroleum ether*, yang walaupun menghasilkan minyak yang banyak, namun kurang ramah lingkungan dan memerlukan biaya yang mahal [4]. Pelarut organik dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelas. Kelas pertama merupakan pelarut yang harus dihindari karena bersifat karsinogenik dan berbahaya bagi lingkungan. Kelas kedua merupakan pelarut yang harus dibatasi penggunaannya karena bersifat karsinogenik-nongenotoksik bagi hewan, atau dapat menjadi agen untuk racun yang irreversible, seperti neurotoksik [5]. Heksana merupakan pelarut yang termasuk dalam kategori kelas dua, dimana batas penggunaannya sebesar 290 ppm [6]. Minyak biji pepaya mengandung beberapa asam lemak dengan komposisi seperti disajikan pada **Tabel 1.2** [4].

**Tabel 1. 2.** Komposisi Asam Lemak yang terkandung dalam Minyak Biji Pepaya

Asam Lemak	Persentase (%)
Laurat	0,13
Miristat	0,16
Palmitat	15,13
Stearat	3,61
Oleat	71,60
Linoleat	7,68
Linolenat	0,60
Arakidonat	0,87
Behenat	0,22



Dari **Tabel 1.2** tersebut dapat dilihat bahwa terdapat empat asam lemak yang dominan dalam minyak biji pepaya yaitu *oleat*, *palmitat*, *linoleat*, dan *stearat*. Asam lemak dengan kandungan tertinggi yaitu asam oleat (71,60%). Dalam pemanfaatannya, asam oleat dapat mencegah perkembangbiakan sel kanker dan memperkecil kemungkinan terkena kanker seperti kanker payudara dan kanker prostat [7]. Selain daripada asam lemak, di dalam minyak biji pepaya terdapat juga senyawa *Benzylisothiocyanate (BITC)* dengan komposisi sekitar 0,56% (w/w). *BITC* merupakan senyawa bioaktif di dalam minyak biji pepaya yang kegunaannya sangat luas mulai dari relaksasi vaskular hingga penghentian atau pencegahan perkembangbiakan sel kanker [4].

Metode konvensional yang kurang menguntungkan dari sisi biaya dan lingkungan dapat digantikan dengan metode ekstraksi modern yaitu dengan ekstraksi menggunakan fluida superkritik CO<sub>2</sub>. Fluida superkritik CO<sub>2</sub> dipilih sebagai pelarut dalam proses ekstraksi karena ramah lingkungan, tidak beracun, tidak mudah terbakar, tidak mudah meledak, stabil, inert, dan harganya murah. Ekstraksi menggunakan fluida superkritik dapat dilakukan variasi pada temperatur, tekanan dan waktu operasi. Variasi-variasi tersebut menentukan karakteristik dari solubilitas fluida superkritik CO<sub>2</sub> dalam proses ekstraksi dan mempengaruhi hasil ekstraksi. Berdasarkan penelitian Maheshwari, dkk yang dilakukan pada variasi temperatur dan tekanan, nilai solubilitas dari keempat asam dominan yang ada pada minyak biji pepaya ada pada **Tabel 1.3** [8] berikut:

**Tabel 1. 3.** Rata-rata nilai Solubilitas asam oleat, palmitat, linoleat dan stearat pada berbagai temperatur dan tekanan.

Tekanan (bar)	Temperatur (K)	Solubilitas (kg/kgCO <sub>2</sub> ) x 10 <sup>2</sup>	Tekanan (bar)	Temperatur (K)	Solubilitas (kg/kgCO <sub>2</sub> ) x 10 <sup>2</sup>
<b>Asam Oleat</b>			<b>Asam Palmitat</b>		
138	313	0,57 ± 0,20	138	318	5,20 ± 3
207		1,50 ± 0,15	275		23 ± 4,20
276		2,10 ± 0,77	414		23 ± 4,80
138	333	0,05 ± 0,01	138	328	4 ± 0,65
207		0,76 ± 0,10	275		47 ± 6,20
276		2,00 ± 0,28	345		76 ± 8,80

**Tabel 1. 3.** Rata-rata nilai Solubilitas asam oleat, palmitat, linoleat dan stearat pada berbagai temperatur dan tekanan. (lanjutan)

Tekanan (bar)	Temperatur (K)	Solubilitas (kg/kgCO <sub>2</sub> ) x 10 <sup>2</sup>	Tekanan (bar)	Temperatur (K)	Solubilitas (kg/kgCO <sub>2</sub> ) x 10 <sup>2</sup>
<b>Asam Linoleat</b>			<b>Asam Stearat</b>		
138	313	0,45 ± 0,04	138	313	0,28 ± 0,02
207		2,20 ± 0,36	207		1,40 ± 0,49
276		2,60 ± 0,52	276		0,90 ± 1,50
138	333	0,11 ± 0,01	139	328	7,10 ± 0,40
206		1,80 ± 0,08	275		22 ± 5,50
276		1,90 ± 0,86	400		33 ± 4,60

## 1.2 Tema Masalah

Proses ekstraksi minyak biji pepaya yang umum dilakukan adalah dengan metode konvensional, yaitu dengan menggunakan pelarut organik seperti *Light Petroleum Ether* ataupun heksana sebagai fluida pelarut. Namun pelarut organik memiliki dampak yang kurang baik bagi lingkungan. Limbah dari pelarut organik merupakan limbah yang beracun sehingga berbahaya bila tidak diproses terlebih dahulu. Selain itu pelarut organik sebagian masih melekat pada produk hasil ekstraksi setelah selesai proses ekstraksi. Hal ini diperlukan proses pemisahan yang lebih lanjut agar tidak ada lagi pelarut organik yang berbahaya pada produk. Proses-proses ini menyebabkan penggunaan metode konvensional menjadi tidak ekonomis, tidak efisien dan berbahaya. Perlu ada pelarut alternatif baru yang dapat digunakan sebagai pelarut yang ekonomis, efisien, dan aman untuk proses ekstraksi salah satunya ialah fluida superkritik CO<sub>2</sub> karena lebih ramah lingkungan dan murah.

## 1.3 Identifikasi Masalah

Masalah yang dapat diidentifikasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi tekanan dan temperatur terhadap perolehan minyak biji *Carica Papaya L?*
2. Bagaimana pengaruh metode ekstraksi superkritik CO<sub>2</sub> terhadap kandungan minyak biji *Carica Papaya L?*

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh tekanan dan temperatur operasi terhadap perolehan minyak biji *Carica Papaya L.*
2. Mengetahui pengaruh metode ekstraksi superkritik CO<sub>2</sub> terhadap kandungan minyak biji *Carica Papaya L.*

#### 1.5 Premis

Premis yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada **Tabel 1.4**

#### 1.6 Hipotesis

1. Semakin tinggi temperatur maka perolehan minyak semakin sedikit
2. Semakin tinggi tekanan maka perolehan minyak semakin banyak

#### 1.7 Manfaat Penelitian

1. Manfaat dan kontribusi penelitian bagi masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak dan kontribusi nyata bagi masyarakat luas agar dapat lebih memanfaatkan biji pepaya yang seringkali dibuang begitu saja dan juga dalam mendapatkan minyak biji pepaya yang murni, sehat, aman, dan ekonomis.

2. Manfaat dan kontribusi penelitian bagi industri

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak dan kontribusi yang nyata bagi industri terhadap kendala proses ekstraksi dan proses pemurnian terutama pada penggunaan senyawa kimia dan pelarut organik yang akan berbahaya bagi lingkungan dan konsumen.

3. Manfaat dan kontribusi penelitian bagi ilmu pengetahuan dan teknologi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak dan kontribusi yang nyata bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di abad ke-21, terutama di Indonesia untuk terus mempelajari perkembangan fluida superkritik sebagai pelarut dalam proses ekstraksi.

4. Manfaat penelitian bagi pemerintah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak dan kontribusi nyata bagi instansi pemerintah terhadap kendala memperoleh minyak biji pepaya murni, ramah lingkungan dan ekonomis bagi masyarakat.

5. Manfaat penelitian bagi UNPAR

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak bagi Universitas Katolik Parahyangan, khususnya Teknik Kimia UNPAR, khususnya mengharumkan nama baik Teknik Kimia UNPAR dan dapat membanggakan civitas akademika Universitas Katolik Parahyangan.

6. Manfaat penelitian bagi bangsa Indonesia

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak bagi bangsa Indonesia khususnya dapat mengharumkan nama tanah air tercinta, bangsa Indonesia.



Tabel 1.4. Premis Penelitian

No.	Metode Ekstraksi	Kondisi Operasi				Kondisi Optimum	Hasil	Pustaka
		Tekanan	Waktu	Temperatur	Lainnya			
1	Superkritik CO <sub>2</sub>	100, 150, dan 200 bar	3 jam	40, 60, dan 80 °C	Biji dikeringkan pada 60°C dan disimpan pada -10°C. <i>Flowrate scCO<sub>2</sub></i> sebesar 16,45 L/min	80 °C dan 200 bar	2,50 % minyak biji pepaya, 7% <i>BITC</i> , 29% Asam oleat	Barroso, P.T.W., dkk, 2016.
2	Soxhlet menggunakan pelarut <i>light Petroleum Ether</i>		8 jam	40-60° C	Biji disimpan pada 10°C		28,30% minyak biji pepaya	Bouanga-Kalou, G., Kimbonguila. A., dkk. 2011.
3	Soxhlet menggunakan pelarut <i>light Petroleum Ether</i>		8 jam	40-60 °C	Biji dikeringkan dengan <i>vacuum freezing</i> pada -80°C selama 3 hari, disimpan dalam pendingin pada 4°C		30,10% minyak biji pepaya dan 72,50% asam oleat	H.M., Syed, S.P., Kunte, dkk, 2011
4	Ultrasound-Assisted Extraction menggunakan pelarut Petroleum Ether		20, 40, dan 60 menit	30, 40, dan 50 °C	rasio bahan : pelarut = 1:10; 1:20; 1:30	60 menit, 50° C, 1:30	25,66-26,16% minyak biji pepaya dan 72,60% Asam oleat	Li. S.M., dkk, 2015

Tabel 1.4. Premis Penelitian (lanjutan)

No.	Metode Ekstraksi	Kondisi Operasi				Kondisi Optimum	Hasil	Pustaka
		Tekanan	Waktu	Temperatur	Lainnya			
5	<i>Ultrasound microwave Synergistic Extraction</i> menggunakan pelarut <i>Petroleum Ether</i>			30, 40, dan 50 °C	rasio bahan : pelarut = 1:10; 1:20; 1:30	60 menit, 50 °C, 1:30	27,74-28,78% minyak biji pepaya dan 72,60% Asam oleat	Li, S.M., dkk, 2015
6	<i>Solvent Extraction</i> menggunakan heksana		3, 6, 9, dan 12 jam	25 dan 50 °C	rasio bahan: pelarut = 1:10 ; biji dikeringkan pada 45°C selama 2 hari, disimpan dalam <i>refrigerator</i> pada 4°C	12 jam, 25 °C	79,10% minyak biji pepaya	Samaram, S., Mirhosseini, H., Ping, T.C., Ghazali, H.M., 2013.
7	<i>Ultrasound-Assisted Extraction</i> menggunakan pelarut <i>heksana</i>		30 menit	50 °C	rasio bahan: pelarut = 1:8; <i>sonication power</i> : 40 KHZ dan 700 kW; biji dikeringkan pada 45°C selama 2 hari, disimpan dalam <i>refrigerator</i> pada 4°C		76,10% minyak biji pepaya	

Tabel 1.4. Premis Penelitian (lanjutan)

No.	Metode Ekstraksi	Kondisi Operasi				Kondisi Optimum	Hasil	Pustaka
		Tekanan	Waktu	Temperatur	Lainnya			
8	Superkritik CO <sub>2</sub>	165 – 170 bar dan 350 – 355 bar	20 menit <i>static time</i> dan 2 jam <i>dynamic time</i>	45 dan 80 °C	rasio <i>blackpepper</i> : biji pepaya = 100:0, 98:2, 95:5, 90:10, 80:20 dan 0:100	165–170 bar dan 45 °C	Rf = 0,172	Bhattacharjee, Paramita., Singhal, Rekha S., dan Gholap, Achyut S. 2003
9	Soxhlet menggunakan pelarut <i>Petroleum Ether</i>		6 jam	40-60°C			71,30% asam oleat	Malacrida, C.R., Kimura, Mieko., dan Jorge, M. Neuza. 2011
10	<i>Magnetic Stirring</i> dengan pelarut heksana		12 jam		1. Suhu pengeringan biji 40-10°C; 2. laju alir udara 1-3 m/s; 3. Lama pengeringan: setiap 5 menit untuk 30 menit pertama, setiap 10 menit sampai 60 menit, dan setiap 15 menit sampai konstan	Pengeringan biji pada 70°C, laju alir udara 2 m/s, lama pengeringan 390 menit	19,23% minyak biji pepaya (90% asam oleat dan 5% asam linoleat	Chielle, D. P., dkk. 2016