

# **DEKAFEINASI KOPI DENGAN MENGGUNAKAN FLUIDA SUPERKRITIK CO<sub>2</sub>**

## **Laporan Penelitian**

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

Oleh:

**Gabriel Ivan Leonardus Karema**

(2017620129)

Pembimbing:

**Dr. Angela Justina Kumalaputri, S.T., M.T.**

**Prof. Dr. Ir. Judy Retti B. Witono, M.App.Sc.**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**2022**

# DECAFFEINATION OF COFFEE USING SUPERCRITICAL CO<sub>2</sub> FLUID

## Research Paper

Submitted as a Partial Fulfillment of the Requirements  
for Getting Bachelor Degree of Education  
in Chemical Engineering Department

Arranged by:

**Gabriel Ivan Leonardus Karema**

(2017620129)

Supervised by:

**Dr. Angela Justina Kumalaputri, S.T., M.T.**

**Prof. Dr. Ir. Judy Retti B. Witono, M.App.Sc.**



**CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**

**2022**

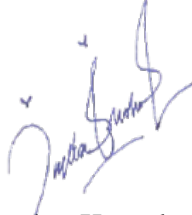
## LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : DEKAFEINASI KOPI DENGAN MENGGUNAKAN FLUIDA SUPERKRITIK CO<sub>2</sub>**

**CATATAN :**

Telah diperiksa dan disetujui,  
Bandung, 29 Agustus 2022

Pembimbing 1



Dr. Angela Justina Kumalaputri, S.T., M.T.

Pembimbing 2



Prof. Dr. Judy Retti B. Witono, M.App.Sc.



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

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gabriel Ivan Leonardus Karema

NPM : 2017620129

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

### **DEKAFEINASI KOPI DENGAN MENGGUNAKAN FLUIDA SUPERKRITIK CO<sub>2</sub>**

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, 24 Agustus 2022



Gabriel Ivan Leonardus Karema  
(2017620129)

## LEMBAR REVISI

**JUDUL : DEKAFEINASI KOPI DENGAN MENGGUNAKAN FLUIDA SUPERKRITIK CO<sub>2</sub>**

**CATATAN :**

Telah diperiksa dan disetujui,  
Bandung, 26 Agustus 2022

Penguji 1



Ratna Frida Susanti, Ph.D.

Penguji 2



Dr. Henky Muljana, S.T., M.Eng.

## INTISARI

Kopi merupakan minuman yang memiliki aroma khas, namun pada kopi *non-decaf* masih mengandung kadar kafein yang tinggi. Mengonsumsi kopi *non-decaf* berlebihan dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti gangguan pada jantung, hipertensi, dan gangguan kesehatan lainnya. Kopi *decaf* menjadi salah satu pilihan untuk meminimalisir dampak kafein pada tubuh. Kopi *decaf* dapat dikonsumsi dengan jumlah yang lebih banyak tanpa adanya gangguan pada kesehatan. Selain itu kopi ini memiliki rasa dan aroma yang sama dengan kopi *non-decaf*. Produk kopi *decaf* buatan Indonesia masih sulit dijumpai dipasaran, sehingga Indonesia masih mengimpor kopi *decaf* dari negara lain. Proses dekafeinasi sendiri dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu ekstraksi konvensional dan ekstraksi non-konvensional.

Ekstraksi dengan fluida superkritik dengan pelarut CO<sub>2</sub> merupakan metode yang memiliki beberapa keunggulan seperti dapat dioperasikan pada temperatur yang relatif rendah, tidak menggunakan pelarut organik yang bersifat *toxic*, mudah didaur ulang dan dapat memperoleh hasil ekstraksi yang tinggi. Kelebihan lain pada metode ini adalah dapat mengekstrak senyawa yang labil secara termal karena titik kritis CO<sub>2</sub> yang relatif rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat perbandingan % *removal* kafein dari biji kopi Robusta dengan ekstraksi secara konvensional maupun non-konvensional, melihat pelarut terbaik yang digunakan dengan metode ekstraksi sokletasi, serta melihat kondisi operasi terbaik dengan metode ekstraksi fluida superkritik CO<sub>2</sub>.

Pada ekstraksi konvensional, metode sokletasi digunakan untuk melihat % *removal* kafein dari variasi pelarut yaitu akuades dan etanol, dengan rasio massa kopi dan pelarut yang sama yaitu 1:20 dan waktu ekstraksi selama 180 menit. Ekstraksi non-konvensional menggunakan metode ekstraksi dengan fluida superkritik CO<sub>2</sub> dengan variasi temperatur (50, 63 dan 75 °C) pada tekanan konstan 25 MPa dan variasi tekanan (15, 20 dan 25 MPa) pada temperatur konstan 75 °C. Ekstraksi dengan fluida superkritik CO<sub>2</sub> dioperasikan pada laju alir CO<sub>2</sub> sebesar 15 mL/min dengan waktu 60 menit. Analisis % *removal* kafein dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang antara 270-300 nm.

Dari penelitian ini, pada ekstraksi superkritik CO<sub>2</sub> diperoleh hasil % *removal* kafein terbesar pada saat variasi tekanan terkecil yakni 15 MPa dengan hasil sebesar 15,99 %. Sedangkan untuk variasi temperatur, hasil % *removal* kafein terbesar diperoleh pada variasi temperatur terkecil yakni 50 °C dengan hasil sebesar 14,38 %. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh tekanan maupun temperatur, dimana semakin kecil tekanan serta temperatur, maka % *removal* kafein yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Pada ekstraksi konvensional dengan metode sokletasi, % *removal* kafein terbesar diperoleh dengan menggunakan pelarut akuades yakni sebesar 24,20 %.

**Kata kunci:** ekstraksi, kopi, *removal* kafein, superkritik CO<sub>2</sub>, sokletasi

## ABSTRACT

*Coffee is a drink that has a distinctive aroma, but non-decaf coffee still contains high levels of caffeine. Consuming excessive non-decaf coffee can cause health problems such as heart problems, hypertension, and other health problems. Decaf coffee is an option to minimize the impact of caffeine on the body. Decaf coffee can be consumed in larger quantities without any health problems. In addition, this coffee has the same taste and aroma as non-decaf coffee. Decaf coffee products made in Indonesia are still difficult to find in the market, so Indonesia is still importing decaf coffee from other countries. The decaffeination process itself can be carried out by two methods, namely conventional extraction and non-conventional extraction.*

*Extraction with supercritical fluid with CO<sub>2</sub> solvent is a method that has several advantages such as being able to operate at relatively low temperatures, not using toxic organic solvents, easy to recycle and can obtain high extraction yields. Another advantage of this method is that it can extract thermally labile compounds due to the relatively low CO<sub>2</sub> critical point. The purpose of this study was to compare the % removal of caffeine from Robusta coffee beans with conventional and non-conventional extraction, to see the best solvent used by the soxhlet extraction method, and to see the best operating conditions with the CO<sub>2</sub> supercritical fluid extraction method.*

*In conventional extraction, the soxhlet method was used to see the % removal of caffeine from a variety of solvents, namely distilled water and ethanol, with the same mass ratio of coffee and solvent of 1:20 and extraction time of 180 minutes. Non-conventional extraction using extraction method with CO<sub>2</sub> supercritical fluid with temperature variations (50, 63 and 75 °C) at a constant pressure of 25 MPa and pressure variations (15, 20 and 25 MPa) at a constant temperature of 75 °C. Extraction with CO<sub>2</sub> supercritical fluid was operated at a CO<sub>2</sub> flow rate of 15 mL/min with a time of 60 minutes. Analysis of % caffeine removal was carried out using UV-Vis spectrophotometry at a wavelength between 270-300 nm.*

*From this study, in supercritical CO<sub>2</sub> extraction, the largest caffeine removal percentage was obtained at the smallest pressure variation of 15 MPa with a yield of 15.99%. As for the temperature variation, the highest percentage of caffeine removal was obtained at the smallest temperature variation of 50 with a yield of 14.38%. The results of this study indicate the influence of pressure and temperature, where the smaller the pressure and temperature, the higher the % removal of caffeine produced. In conventional extraction by soxhletation method, the largest caffeine removal was obtained using distilled water, which was 24.20 %.*

**Keywords:** *coffee, extraction, removal caffeine, supercritical CO<sub>2</sub>, soxhlet*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Dekafeinasi Kopi dengan Menggunakan Fluida Superkritik CO<sub>2</sub>” dalam waktu yang ditentukan. Dalam penyusunan laporan penelitian ini, begitu banyak bantuan, bimbingan, serta masukan yang penulis peroleh dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang turut berperan dalam penyusunan laporan penelitian ini, terlebih kepada:

1. Dr. Angela Justina Kumalapatni, S.T., M.T., dan Prof. Dr. Ir. Judy Retti B. Witono, M.App.Sc., selaku dosen pembimbing yang terus memberikan banyak bantuan, masukan dan juga saran yang bermanfaat selama proses penyusunan laporan penelitian.
2. Orang tua dan sanak saudara yang selalu memberikan dukungan dan motivasi selama penyusunan laporan penelitian ini.
3. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan dalam Program Studi Teknik Kimia UNPAR yang telah membantu memberikan banyak ilmu dan pengalaman.
4. Teman-teman Angkatan 2017 Program Studi Teknik Kimia UNPAR yang selalu membantu dalam bentuk informasi, saran dan masukan serta semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan yang terdapat dalam penyusunan laporan penelitian ini karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun agar penyusunan laporan penelitian selanjutnya dapat menjadi lebih baik. Akhir kata, semoga informasi yang ada di dalam laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 24 Agustus 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

DEKAFEINASI KOPI DENGAN MENGGUNAKAN FLUIDA SUPERKRITIK CO <sub>2</sub> .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah Penelitian .....	3
1.3 Identifikasi Masalah Penelitian.....	3
1.4 Premis Masalah Penelitian .....	4
1.5 Hipotesis.....	7
1.6 Tujuan Penelitian.....	7
BAB II.....	9
2.1 Kafein .....	9
2.2 Kopi .....	11
2.3 Dekafeinasi .....	15
2.4 Ekstraksi Superkritik .....	18
2.5 Dekafeinasi Kopi.....	22
BAB III.....	26
3.1 Alat dan Bahan .....	26
3.2 Metode Penelitian .....	28
3.2.1 Dekafeinasi Kopi dengan Metode Sokletasi.....	28
3.2.2 Dekafeinasi Kopi menggunakan Fluida Superkritik.....	31
3.2.3 Analisis Kadar Kafein dengan Metode Spektrofotometer UV-Vis.....	34
3.3 Lokasi dan Jadwal Kerja.....	36
BAB IV.....	37
4.1 Kurva Kalibrasi Kafein dan Analisis Kadar Kafein Awal Biji Kopi.....	37
4.2 Penelitian dengan Superkritik CO <sub>2</sub> .....	38
4.3 Penelitian dengan Metode Sokletasi .....	43

BAB V.....	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran .....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN A.....	52
A.1 Gas CO <sub>2</sub> .....	52
A.2 Gas N <sub>2</sub> .....	53
A.3 Kafein .....	54
A.4 Diklorometana .....	55
A.5 Etanol.....	56
A.6 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	57
A.7 MgO .....	58
A.8 KOH .....	59
LAMPIRAN B.....	60
B.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	60
B.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi Kafein.....	61
B.3 Analisis Removal Kafein dari Proses Ekstraksi .....	62
LAMPIRAN C.....	63
C.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Kadar Kafein Maksimum Biji Kopi .....	63
C.2 Hasil % <i>Removal</i> Kafein dengan Metode Superkritik CO <sub>2</sub> .....	63
C.3 Hasil % <i>Removal</i> Kafein dengan Metode Sokletasi.....	64
LAMPIRAN D.....	65
D.1 Kurva Kalibrasi Kafein.....	65
D.2 Hasil Analisis % <i>Removal</i> Kafein .....	65
LAMPIRAN E .....	67
E.1 Kadar Kafein Pada Biji Kopi.....	67
E.2 Kadar Kafein Setiap <i>Tempuhan</i> dan % <i>Removal</i> Kafein .....	67

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b>	Jumlah ekspor kopi Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2021) .....	1
<b>Gambar 2. 1</b>	Struktur senyawa kafein (Aniszewski, 2007).....	9
<b>Gambar 2. 2</b>	Grafik konsumsi kopi di Indonesia (Hirschmann, 2020).....	11
<b>Gambar 2. 3</b>	Struktur buah kopi (Belitz dkk., 2009).....	12
<b>Gambar 2. 4</b>	Grafik produksi kopi di dunia (International Coffee Organization, 2020) ...	14
<b>Gambar 2. 5</b>	Diagram fasa pada komponen murni (Mukhopadhyay, 2000).....	18
<b>Gambar 2. 6</b>	Mekanisme perpindahan massa ekstraksi fluida superkritik dari padatan (Mukhopadhyay, 2000) .....	21
<b>Gambar 3. 1</b>	Rangkaian alat proses ekstraksi sokletasi .....	28
<b>Gambar 3. 2</b>	Proses dekafeinasi kopi dengan metode sokletasi.....	30
<b>Gambar 3. 3</b>	Rangkaian alat proses ekstraksi fluida superkritik.....	31
<b>Gambar 3. 4</b>	Proses dekafeinasi kopi menggunakan fluida superkritik.....	33
<b>Gambar 4. 1</b>	Kurva kalibrasi kafein .....	38
<b>Gambar 4. 2</b>	Hasil sampel keluaran superkritik CO <sub>2</sub> .....	39
<b>Gambar 4. 3</b>	Hasil % removal kafein dengan variasi tekanan .....	39
<b>Gambar 4. 4</b>	(a) Sampel sebelum ditambahkan DCM dan (b) setelah ditambahkan DCM40	
<b>Gambar 4. 5</b>	Hasil % removal kafein dengan variasi temperatur .....	42
<b>Gambar 4. 6</b>	(a) Contoh warna sampel ekstraksi pelarut akuades dan (b) pelarut etanol..	43
<b>Gambar 4. 7</b>	Hasil ekstraksi sokletasi dengan variasi pelarut.....	44
<b>Gambar B. 1</b>	Proses penentuan panjang gelombang maksimum .....	60
<b>Gambar B. 2</b>	Proses pembuatan kurva kalibrasi kafein .....	61
<b>Gambar B. 3</b>	Proses penentuan kadar removal kafein .....	62
<b>Gambar D. 1</b>	Kurva kalibrasi kafein standar.....	65
<b>Gambar D. 2</b>	Hasil fluida superkritik CO <sub>2</sub> dengan variasi tekanan .....	65
<b>Gambar D. 3</b>	Hasil fluida superkritik CO <sub>2</sub> dengan variasi temperatur .....	66
<b>Gambar D. 4</b>	Hasil metode sokletasi dengan variasi jenis pelarut.....	66

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1. 1</b> Kadar kafein dalam minuman (Mitchell dkk., 2014).....	2
<b>Tabel 1. 2</b> Premis penelitian tentang dekafeinasi kopi secara konvensional .....	5
<b>Tabel 1. 3</b> Premis penelitian tentang dekafeinasi kopi dengan fluida superkritik .....	6
<b>Tabel 2. 1</b> Sifat kimia senyawa kafein (Moore dkk., 2008).....	9
<b>Tabel 2. 2</b> Kelarutan kafein dalam pelarut (Shalmashi dan Golmohammad, 2010).....	10
<b>Tabel 2. 3</b> Perbedaan proses dry dan proses wet pada pengeringan biji kopi (Hoffman, 2018).....	13
<b>Tabel 2. 4</b> Kandungan dalam biji kopi hijau (Belitz dkk., 2009).....	15
<b>Tabel 2. 5</b> Perbandingan sifat fisik fluida (Martinez, 2008).....	19
<b>Tabel 2. 6</b> Fluida pada ekstraksi superkritik (Klesper, 1978; Rydberg dkk., 1992; Martinez, 2008).....	19
<b>Tabel 2. 7</b> Polaritas co-solvents (Ekart dkk., 1993).....	22
<b>Tabel 3. 1</b> Variasi Variabel penelitian dengan metode ekstraksi sokletasi.....	34
<b>Tabel 3. 2</b> Variasi variabel penelitian dengan metode ekstraksi superkritik CO <sub>2</sub> .....	34
<b>Tabel 4. 1</b> Dielektrik konstan superkritik CO <sub>2</sub> pada temperature 80 °C (Leeke dkk., 2005) .....	41
<b>Tabel A. 1</b> MSDS CO <sub>2</sub> ( <a href="https://www.airgas.com">https://www.airgas.com</a> diakses pada 22 Agustus 2021 pukul 11.18 WIB).....	52
<b>Tabel A. 2</b> MSDS N <sub>2</sub> ( <a href="https://www.airgas.com">https://www.airgas.com</a> diakses pada 22 Agustus 2021 pukul 15.36 WIB).....	53
<b>Tabel A. 3</b> MSDS Kafein ( <a href="https://www.merckmillipore.com">https://www.merckmillipore.com</a> diakses pada 22 Agustus 2021 pukul 15.37 WIB).....	54
<b>Tabel A. 4</b> MSDS Diklorometana ( <a href="https://www.merckmillipore.com/">https://www.merckmillipore.com/</a> diakses pada 22 Agustus 2021 pukul 15.37 WIB).....	55
<b>Tabel A. 5</b> MSDS Etanol ( <a href="https://www.fishersci.com">https://www.fishersci.com</a> diakses pada 22 Agustus 2021 pukul 15.38 WIB).....	56
<b>Tabel A. 6</b> MSDS H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ( <a href="http://www.labchem.com">http://www.labchem.com</a> diakses pada 22 Agustus 2021 pukul 15.40 WIB).....	57
<b>Tabel A. 7</b> MSDS MgO ( <a href="https://www.carlroth.com">https://www.carlroth.com</a> diakses pada 22 Agustus 2021 pukul 15.42 WIB).....	58

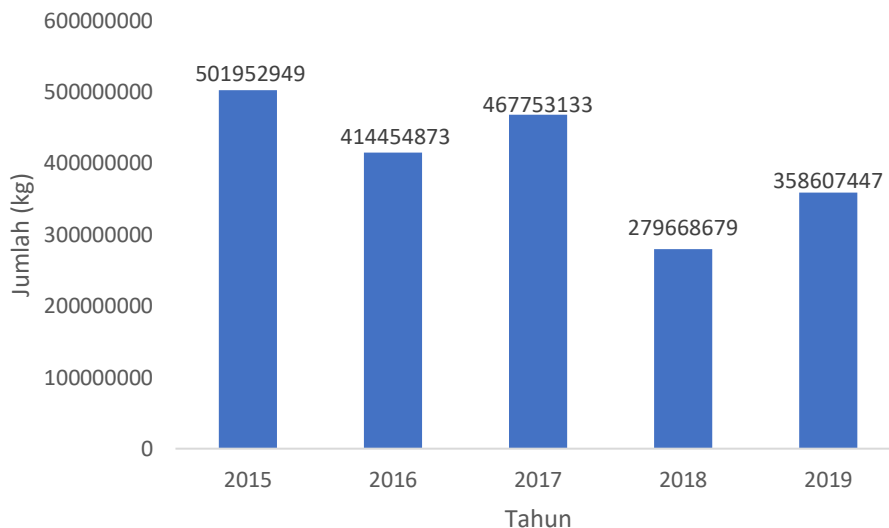
<b>Tabel A. 8</b> MSDS KOH ( <a href="https://www.labchem.com">https://www.labchem.com</a> diakses pada 22 Agustus 2021 pukul 15.44 WIB) .....	59
<b>Tabel C. 1</b> Panjang gelombang maksimum dan kadar kafein biji kopi .....	63
<b>Tabel C. 2</b> Besar absorbansi pada setiap konsentrasi .....	63
<b>Tabel C. 3</b> Hasil metode superkritik CO <sub>2</sub> .....	63
<b>Tabel C. 4</b> Hasil metode sokletasi .....	64

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam, baik dalam sektor mineral, gas, maupun sumber daya hayati. Beberapa sumber daya alam Indonesia sudah diekspor hingga keluar negeri, tak terkecuali dari sektor perkebunan. Menurut Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2020), terdapat empat produk dari sektor perkebunan yang menjadi andalan untuk diekspor yaitu karet, kelapa sawit, kakao, dan biji kopi. Indonesia cukup banyak mengekspor produk kopi berbagai negara di belahan dunia. Jumlah ekspor kopi secara keseluruhan baik dalam bentuk biji maupun bubuk, dapat dilihat pada Gambar 1.1. Jenis kopi yang diekspor adalah kopi Arabika dan Robusta dengan spesifikasi yaitu kopi *non-decaf*. Untuk produk kopi *decaf* pada tahun 2014-2016 Indonesia mengimpor dengan total sebanyak 19,6 ton (Badan Pusat Statistik, 2021).



**Gambar 1.1** Jumlah ekspor kopi Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2021)

Kopi merupakan minuman yang mengandung kafein yang berasal dari biji kopi. Selain biji kopi, terdapat sumber kafein lain yang berasal dari alam seperti teh, biji kakao (cokelat), dan biji *cola* (Aniszewski, 2007). Minuman kopi membantu tubuh manusia menjadi segar akibat adanya senyawa kafein yang terkandung di dalam biji kopi.

Kafein merupakan senyawa yang dapat meningkatkan energi pada tubuh manusia (Belitz dkk., 2008). Senyawa ini mempengaruhi sistem saraf pusat pada otak untuk meningkatkan sistem pernafasan dan peredaran darah dalam tubuh, sehingga seluruh tubuh kita tersuplai oksigen (Bamia, 2019). Menurut European Food Safety Authority (2015), batas kafein yang dapat diterima tubuh manusia adalah 400 mg per hari. Kafein yang dikonsumsi melebihi batas dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Mengonsumsi minuman yang mengandung kafein secara berlebihan dapat menimbulkan hipertensi serta gangguan pada jantung (Bamia, 2019). Kadar kafein dalam minuman yang umum dikonsumsi ditunjukkan pada Tabel 1.1.

**Tabel 1. 1** Kadar kafein dalam minuman (Mitchell dkk., 2014)

Kategori minuman	Kandungan kafein (mg/30 mL larutan)
Kopi <i>non-decaf</i>	11,9
Kopi <i>decaf</i>	0,25
<i>Cola</i>	3,0
Teh hijau	3,1
Minuman berenergi	40-69

Dekafeinasi merupakan suatu proses penurunan kadar kafein dalam suatu bahan. Penurunan kadar ini menggunakan prinsip ekstraksi, dimana massa kafein dalam padatan akan diekstrak keluar (Raju, 2011). Dalam proses dekafeinasi kopi, proses ekstraksi yang dapat digunakan adalah ekstraksi konvensional yang umumnya menggunakan metode sokletasi dan ekstraksi non konvensional berupa ekstraksi dengan fluida superkritik. Ekstraksi fluida superkritik adalah ekstraksi menggunakan pelarut yang dioperasikan di atas temperatur dan tekanan kritik pelarut tersebut (Mukhopadhyay, 2000). Proses ekstraksi dengan fluida superkritik dapat menghindari

penggunaan pelarut organik yang bersifat *toxic*, dapat dioperasikan pada temperatur yang relatif rendah. Selain itu, pada proses ini proses pemisahan pelarut lebih mudah dan pelarutnya dapat digunakan kembali untuk proses ekstraksi. Pada dekafeinasi kopi, pelarut yang umum digunakan dalam ekstraksi fluida superkritik adalah karbon dioksida karena mudah didaur ulang, tidak beracun, dan terutama karena titik kritiknya yang relatif rendah sehingga ideal dalam mengekstrak senyawa yang labil secara termal (Jitan dkk., 2018).

## 1.2 Tema Sentral Masalah Penelitian

Indonesia banyak memproduksi kopi *non-decaf* yang juga diekspor ke luar negeri. Kopi *non-decaf* mengandung kadar kafein yang masih tinggi yaitu sekitar 0,397 mg/mL (Mitchell dkk., 2014) sehingga jika dikonsumsi melebihi batas dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Produk kopi *decaf* buatan Indonesia masih cukup sulit dijumpai di pasaran, sehingga Indonesia masih mengimpor kopi *decaf* dari negara-negara di Eropa seperti Jerman, Spanyol, dan Perancis. Proses dekafeinasi menggunakan metode konvensional membutuhkan temperatur yang tinggi untuk memperoleh *removal* kafein yang hampir sama besar dibandingkan menggunakan metode ekstraksi fluida superkritik. Hal ini ditunjukkan pada penelitian Kartasmita dan Addyantina (2012) dengan metode maserasi pada temperatur 80 °C dan waktu ekstraksi selama 6 jam. Persen *removal* yang diperoleh sebesar 84,44. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan Machmudah dkk. (2011) yang menggunakan ekstraksi dengan fluida superkritik CO<sub>2</sub> dengan waktu yang sama, namun pada temperatur 40 °C, dimana % *removal* kafein mencapai 84,29. Dari hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa ekstraksi dengan metode superkritik CO<sub>2</sub> dapat memperoleh % *removal* yang tinggi dengan temperatur yang relatif lebih rendah sehingga menghemat energi dan kemungkinan adanya senyawa yang terdegradasi akibat panas menjadi semakin kecil.

## 1.3 Identifikasi Masalah Penelitian

Pada penelitian ini, ada beberapa identifikasi masalah yang dilakukan antara lain:

1. Bagaimana pengaruh jenis pelarut terhadap % *removal* kafein dari biji kopi robusta dengan metode ekstraksi sokletasi?



2. Bagaimana pengaruh tekanan operasi terhadap % *removal* kafein dari biji kopi robusta dengan metode ekstraksi fluida superkritik CO<sub>2</sub>?
3. Bagaimana pengaruh peningkatan temperatur operasi terhadap % *removal* kafein dari biji kopi robusta dengan metode ekstraksi fluida superkritik CO<sub>2</sub>?

#### **1.4 Premis Masalah Penelitian**

Pada penelitian ini, studi literatur digunakan untuk melihat sejauh mana penelitian terkait sudah dilakukan. Literatur yang menjadi acuan ini disajikan pada Tabel 1.2 dan 1.3.

**Tabel 1. 2** Premis penelitian tentang dekafeinasi kopi secara konvensional

No	Spesies kopi	Metode ekstraksi	Kondisi Operasi			Hasil	Referensi
			<i>Solvent</i>	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	<i>Removal kafein (%)</i>	
1	Robusta	Maserasi	Akuades	80	360	84,44	Kartasmita dan Addyantina, 2012
2		Sokletasi	Metanol	70		74,72	
3			Etanol	70		79,71	
4	n.d.	Maserasi	Diklorometana + $Na_2CO_3$ (basa)	n.d.	15-20	60	Chaugule dkk., 2019
5	n.d.		Aseton + $Na_2CO_3$ (basa)	n.d.	15-20	30,62	
6	n.d.		Etanol + $Na_2CO_3$ (basa)	n.d.	15-20	42,86	

Keterangan: n.d. (*not determined*) artinya tidak diketahui

**Tabel 1. 3** Premis penelitian tentang dekafeinasi kopi dengan fluida superkritik

No	Spesies kopi	Kondisi Operasi						Hasil	Referensi
		<i>Co-solvent</i>	Temperatur (°C)	Tekanan (MPa)	Laju alir CO <sub>2</sub> (mL/menit)	Waktu ekstraksi (min)	Rasio (gCO <sub>2</sub> /g kopi)	<i>Removal</i> kafein (%)	
1	Arabika	Air	40	15	3	360	n.d.	48,31	Machmudah dkk., 2011
2				20		360	n.d.	63,81	
3				25		360	n.d.	84,29	
4			50	25		360	n.d.	78,32	
5			60			360	n.d.	82,44	
6	Robusta	n.d.	100	30	n.d.	300	197	84	Tello dkk., 2011
7	( <i>husk</i> )		100	30	n.d.	105	58	78	
8	Arabika	n.d.	40	25	n.d.	60	n.d.	3,38	Menzio dkk., 2020
9			75			60	n.d.	8,86	

Keterangan: n.d. (*not determined*) artinya tidak diketahui

## 1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh jenis pelarut akuades dan etanol pada ekstraksi dengan metode Sokletasi akan menghasilkan perolehan kafein yang berbeda, dimana % *removal* kafein dengan ekstraksi menggunakan pelarut akuades akan lebih besar dibandingkan pelarut etanol akibat kelarutan kafein yang lebih besar pada akuades dibandingkan etanol.
2. Penurunan tekanan operasi pada ekstraksi dengan superkritik CO<sub>2</sub> akan meningkatkan % *removal* kafein akibat sifat polar pelarut CO<sub>2</sub> menurun seiring penurunan tekanan.
3. Peningkatan temperatur operasi pada ekstraksi dengan superkritik CO<sub>2</sub> akan menurunkan % *removal* akibat meningkatnya sifat polar pelarut CO<sub>2</sub> seiring peningkatan temperatur.

## 1.6 Tujuan Penelitian

Penelitian dengan judul “Dekafeinasi Kopi Menggunakan Fluida Superkritik CO<sub>2</sub>” memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh jenis pelarut terhadap % *removal* kafein dari biji kopi robusta menggunakan ekstraksi secara konvensional dengan metode sokletasi.
2. Mengetahui pengaruh peningkatan temperatur operasi terhadap % *removal* kafein dari biji kopi robusta menggunakan fluida superkritik CO<sub>2</sub>.
3. Mengetahui pengaruh tekanan operasi kopi terhadap % *removal* kafein dari biji kopi robusta menggunakan fluida superkritik CO<sub>2</sub>.

## 1.7 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat berguna dan bermanfaat sebagai berikut:

1. Manfaat bagi pemerintah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah dalam mengembangkan teknologi, secara khusus dalam dunia industri pangan dalam hal ini dekafeinasi kopi dengan menggunakan fluida superkritik.

2. Manfaat bagi dunia industri

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu dan mendorong secara khusus industri kopi di Indonesia untuk mengembangkan proses dan produk yang dihasilkan

sehingga dapat bersaing sebagai negara penghasil kopi *decaf* dan *non-decaf* serta dapat memberikan banyak lapangan kerja lebih bagi masyarakat.

3. Manfaat bagi masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat mengedukasi masyarakat tentang dampak negatif dari mengonsumsi kafein kopi dalam jumlah yang banyak, serta mengenalkan adanya kopi dengan kadar kafein yang rendah, sehingga lebih aman untuk dikonsumsi.

4. Manfaat bagi para ilmuwan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pengembangan penelitian terkait pengaruh jenis pelarut pada perolehan kafein dari kopi dengan metode ekstraksi sokletasi, serta pengaruh temperatur operasi dan waktu dalam proses ekstraksi kopi dengan fluida superkritik terhadap % *removal* kafein.