

PROSES EKSTRAKSI ANTIOKSIDAN DALAM CASCARA DENGAN METODE SUPERKRITIK CO₂

Laporan Penelitian

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

oleh:

Angela Deffiane

(6141801039)

Pembimbing:

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

Dr. Muhammad Yusuf Abduh



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

2022

EXTRACTION PROCESS OF ANTIOXIDANT IN CASCARA USING SUPERCRITICAL CARBON DIOXIDE METHOD

CHE 184650- Research

Compiled to fulfill the final project in order to achieve a
bachelor's degree in Chemical Engineering

By:

Angela Deffiane

(6141801039)

Advisor:

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

Dr. Muhammad Yusuf Abduh



**UNDERGRADUATE PROGRAM OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : PROSES EKSTRAKSI ANTIOKSIDAN DALAM CASCARA
DENGAN METODE SUPERKRITIK CO₂**

CATATAN :

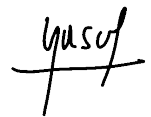
Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 30 Juli 2022

Pembimbing 1



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

Pembimbing 2



Dr. Muhammad Yusuf Abduh



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Angela Deffiane

NPM : 6141801039

Dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

Proses Ekstraksi Antioksidan dalam Cascara dengan Metode Superkritik CO₂

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 menganggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 25 Agustus 2022



Angela Deffiane

(6141801039)

LEMBAR REVISI

**JUDUL : PROSES EKSTRAKSI ANTIOKSIDAN DALAM CASCARA
DENGAN METODE SUPERKRITIK CO₂**

CATATAN :

1. Perbesar Gambar 3.3
2. Tidak boleh ada halaman yang kosong seperti halaman 32
3. Perbaiki kesimpulan, menjawab tujuan penelitian dahulu kemudian baru kesimpulan tambahan
4. Tambahkan saran yang dapat dijadikan input untuk penelitian selanjutnya
5. Perbaiki pembahasan mengenai perolehan ekstrak (tidak terlalu signifikan)

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 23 Agustus 2022

Penguji 1



Ratna Frida Susanti, Ph.D.

Penguji 2



Ir. Y.I.P. Arry Miryanti, M.Si.

INTISARI

Konsumsi kopi di Indonesia yang terus meningkat menyebabkan limbah berupa kulit kopi juga semakin meningkat. Hasil limbah kopi berupa kulit yang sudah dikeringkan ini sering disebut *cascara*. *Cascara* mengandung antioksidan yang baik bagi tubuh seperti antosianin, polifenol, dan vitamin C. Selain antioksidan, *cascara* juga mengandung kafein yang baik bagi tubuh apabila dikonsumsi dengan cara yang benar. Antioksidan dalam *cascara* dapat didapatkan dengan proses ekstraksi. Pada penelitian ini, proses ekstraksi dilakukan dengan metode superkritik CO₂ (SFE-CO₂) dengan penambahan ko pelarut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis ko-pelarut dan laju alir CO₂ terhadap perolehan ekstrak *casara*, serta variasi terbaik untuk menghasilkan kadar antioksidan terbaik. Variasi penelitian yang dilakukan adalah variasi ko pelarut (air, etanol, dan etil asetat) serta variasi laju alir CO₂ (10, 12, dan 14 mL/menit). Ekstrak yang didapat kemudian dianalisis dengan 5 metode analisis yaitu analisis perolehan ekstrak, analisis aktivitas antioksidan dengan DPPH, analisis total antosianin, analisis total polifenol, analisis total vitamin C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ko-pelarut etanol menghasilkan perolehan ekstrak tertinggi, sedangkan untuk variasi laju alir, didapatkan bahwa semakin tinggi laju alir maka semakin baik perolehan ekstraknya, namun laju alir yang terlalu tinggi dapat menyebabkan perolehan ekstrak menjadi tidak maksimal. Dibanding dengan metode *soxhlet* dan maserasi, metode superkritik CO₂ menghasilkan perolehan ekstrak yang paling kecil (0,5 – 2%). Penggunaan ko-pelarut etanol dan laju alir 12 mL/menit menghasilkan aktivitas antioksidan terkuat dengan nilai IC₅₀ 106,46 ppm dan kadar polifenol tertinggi yaitu 110,11 mg GAE/g ekstrak. Kandungan antosianin relatif kecil (0 – 0,9 mg/L), sedangkan kandungan vitamin C terbaik dihasilkan dengan penggunaan ko-pelarut air (704 – 880 mg/100 g).

Kata kunci : *Cascara*, Antioksidan, Ekstraksi, Superkritik.

ABSTRACT

Coffee consumption in Indonesia continues to increase, resulting in more waste in form of coffee husks. The dried coffee husks are often called cascara. It contains antioxidants such as anthocyanins, polyphenols, and vitamin C, as well as caffeine, which are beneficial when consumed properly. The antioxidants in cascara can be obtained through an extraction process. In this research, the carbon dioxide supercritical method (SFE-CO₂) with the addition of co-solvent was used for extraction. The research aims to determine the effect of the type of co-solvent and the carbon dioxide flow rate on the yield of cascara extract, as well as the combination which produces the highest antioxidant. This research used three different co-solvent (water, ethanol, and ethyl acetate) and three different carbon dioxide flow rates (10, 12, and 14 mL/minute). Following which, the extract was analysed to determine the extraction yield, the antioxidant activity (using the DPPH method), the total anthocyanin content, the total polyphenol content, and the total vitamin C content. The results of this research indicated that the use of ethanol co-solvent produced the highest extract yield, meanwhile the higher the flow rate produced the highest extract yield, but when the flow rate too high would cause the extract yield to be not optimal. Compared to the Soxhlet and maceration methods, the carbon dioxide supercritical fluid extraction method produced the smallest extract yield (0,5 – 2 %). The use of ethanol co-solvent with a carbon dioxide flow rate of 12 mL/min produced the most antioxidant activity with an IC₅₀ value of 106,46 ppm and highest polyphenol content of 110,11 mg GAE/g extracts. While the anthocyanin content was relatively low (0 – 0,9 mg/L), the most vitamin C content was obtained by using water as a co-solvent (704 - 880 mg/100 g).

Key words : Cascara; Antioxidan; Extraction; Supercritical.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, berkat, dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian berjudul “**Proses Ekstraksi Antioksidan Dalam Cascara Dengan Metode Superkritik CO₂**” dengan baik. Laporan penelitian ini dibuat dengan tujuan memenuhi salah satu tugas akhir untuk mencaai gelar sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia. Dalam proses penyusunan laporan, tentunya penulis tidak akan dapat menyelesaikannya dengan baik tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat, khususnya kepada:

1. Ibu Dr. Angela Justina Kumalaputri, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Muhammad Yusuf Abduh, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk membimbing, mengarahkan, memotivasi, dan memberi saran serta masukan yang sangat bermanfaat selama penyusunan laporan ini.
2. Seluruh dosen dan karyawan/I dari Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan yang telah membirkan ilmu, informasi, dan bantuan kepada penulis dalam penyusunan laporan ini.
3. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan, doa, nasihat, serta motivasi selama penyusunan laporan ini.
4. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Kimia Universitas Katolik Parahyangan yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan bantuan dalam penyusunan laporan ini.
5. Semua pihak yang turut serta membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan laporan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca agar ke depannya laporan ini dapat menjadi lebih baik. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan berharap agar laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Bandung, 30 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
INTISARI	xv
<i>ABSTRACT</i>	<i>xvi</i>
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah	3
1.3 Identifikasi Masalah.....	4
1.4 Premis.....	4
1.5 Hipotesis.....	4
1.6 Tujuan Penelitian	8
1.7 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Kopi.....	9
2.2.1 Kopi Arabika.....	10
2.2.2 Kopi Robusta.....	11
2.2 <i>Cascara</i>	12
2.3 Antioksidan	12
2.4 Kafein.....	18
2.5 Ekstraksi.....	19
2.5.1 Ekstraksi Padat Cair	19
2.5.2 Ekstraksi Cair – Cair	23
2.6 Hasil Penelitian Terdahulu	24
2.6.1 Ekstraksi Konvensional.....	24

2.6.2 Ekstraksi Non Konvensional.....	27
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Bahan dan Alat.....	29
3.2 Metodologi Penelitian	31
3.3 Variasi Variabel Penelitian	31
3.4 Persiapan Bahan Baku.....	32
3.5 Ekstraksi Antioksidan dengan SFE-CO ₂	32
3.6 Analisis Penelitian.....	32
3.6.1 Analisis % Perolehan Ekstrak	33
3.6.2 Analisis Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH	34
3.6.3 Analisis Total Antosianin.....	34
3.6.4 Analisis Total Polifenol	35
3.6.5 Analisis Vitamin C.....	35
3.7 Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian	35
BAB IV PEMBAHASAN	37
4.1 Perlakuan Awal Penelitian	37
4.2 Metode Ekstraksi Superkritik CO ₂	38
4.2.1 Analisis Perolehan Ekstrak	39
4.2.2 Analisis Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH	41
4.2.3 Analisis Total Polifenol	43
4.2.4 Analisis Total Antosianin.....	45
4.2.5 Analisis Total Vitamin C	46
BAB V	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN A <i>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</i>	55
A.1 Etanol 96 % (v/v).....	55
A.1.1 Sifat Fisis dan Kimia.....	55
A.1.2 Identifikasi Bahaya	55
A.1.3 Bahaya Kontak dan Pertolongan Pertama.....	55
A.1.4 Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	56
A.2 Etanol 70 % (v/v).....	56

A.2.1 Sifat Fisis dan Kimia.....	56
A.2.2 Identifikasi Bahaya	56
A.2.3 Bahaya Kontak dan Pertolongan Pertama.....	57
A.2.4 Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	58
A.3 Etanol p.a.....	58
A.3.1 Sifat Fisis dan Kimia.....	58
A.3.2 Identifikasi Bahaya	58
A.3.3 Bahaya Kontak dan Pertolongan Pertama.....	58
A.3.4 Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	59
A.4 Etil Asetat.....	59
A.4.1 Sifat Fisis dan Kimia.....	59
A.4.2 Identifikasi Bahaya	60
A.4.3 Bahaya Kontak dan Pertolongan Pertama.....	60
A.4.4 Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	61
A.5 Karbondioksida (CO ₂)	61
A.5.1 Sifat Fisis dan Kimia.....	61
A.5.2 Identifikasi Bahaya	61
A.5.3 Bahaya Kontak dan Pertolongan Pertama.....	62
A.5.4 Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	62
A.6 Nitrogen (N ₂)	62
A.6.1 Sifat Fisis dan Kimia.....	62
A.6.2 Identifikasi Bahaya	63
A.6.3 Bahaya Kontak dan Pertolongan Pertama.....	63
A.6.4 Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	63
A.7 Larutan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl).....	64
A.7.1 Sifat Fisis dan Kimia.....	64
A.7.2 Identifikasi Bahaya	64
A.7.3 Bahaya Kontak dan Pertolongan Pertama.....	64
A.7.4 Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	65
A.8 Buffer KCl-HCl pH 1	65
A.8.1 Sifat Fisis dan Kimia.....	65
A.8.2 Identifikasi Bahaya	66
A.8.3 Bahaya Kontak dan Pertolongan Pertama.....	66

A.8.4	Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	66
A.9	<i>Buffer</i> CH ₃ COONa.3H ₂ O pH 4,5	5 67
A.9.1	Sifat Fisis dan Kimia.....	67
A.9.2	Identifikasi Bahaya	67
A.9.3	Bahaya Kontak dan Pertolongan Pertama.....	67
A.9.4	Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	68
A.10	Asam Galat.....	68
A.10.1	Sifat Fisis dan Kimia	68
A.10.2	Identifikasi Bahaya	68
A.10.3	Bahaya Kontak dan Pertolongan Pertama	69
A.10.4	Penanganan dan Penyimpanan Bahan	69
A.11	Reagen <i>Folin-Ciocalteu</i>	69
A.11.1	Sifat Fisis dan Kimia	69
A.11.2	Identifikasi Bahaya	70
A.11.3	Bahaya Kontak dan Pertolongan Pertama	70
A.11.4	Penanganan dan Penyimpanan Bahan	71
A.12	Larutan Na ₂ CO ₃	71
A.12.1	Sifat Fisis dan Kimia	71
A.12.2	Identifikasi Bahaya	71
A.12.3	Bahaya Kontak dan Pertolongan Pertama	72
A.12.4	Penanganan dan Penyimpanan Bahan	72
A.13	Larutan Iodin 0,01 N.....	73
A.13.1	Sifat Fisis dan Kimia	73
A.13.2	Identifikasi Bahaya	73
A.13.3	Bahaya Kontak dan Pertolongan Pertama	73
A.13.4	Penanganan dan Penyimpanan Bahan	74
LAMPIRAN B	PROSEDUR ANALISIS SAMPEL.....	75
B.1	Analisis Kadar Air.....	75
B.2	Analisis % Perolehan Ekstrak	76
B.3	Analisis Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH	76
B.4	Analisis Total Antosianin.....	77
B.5	Analisis Total Polifenol.....	78
B.6	Analisis Total Vitamin C	79

LAMPIRAN C HASIL ANTARA	80
C.1 Analisis Kadar Air	80
C.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	80
C.2.1 Panjang Gelombang Maksimum Asam Galat	80
C.2.2 Panjang Gelombang Maksimum DPPH.....	81
C.3 Kurva Standar Asam Galat.....	81
C.4 Analisis % Perolehan Ekstrak	82
C.5 Analisis Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH.....	82
C.6 Analisis Total Antosianin	83
C.7 Analisis Total Polifenol.....	83
C.8 Analisis Total Vitamin C.....	84
LAMPIRAN D CONTOH PERHITUNGAN	85
D.1 Analisis % Perolehan Ekstrak	85
D.2 Analisis Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH	85
D.2.1 Penentuan % Inibisi	85
D.2.2 Penentuan Nilai IC ₅₀	85
D.2.3 Analisis Total Antosianin.....	86
D.2.4 Analisis Total Polifenol	86
D.2.5 Analisis Total Vitamin C	86
LAMPIRAN E GRAFIK	88
E.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	88
E.1.1 Panjang Gelombang Maksimum Asam Galat.....	88
E.1.2 Panjang Gelombang Maksimum DPPH.....	88
E.2 Kurva Standar Asam Galat.....	89
E.3 Analisis Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data Statistik Produksi Kopi oleh Beberapa Negara.....	1
Gambar 1.2 Data Statistik Produksi Kopi di Indonesia.....	2
Gambar 2.1 Penampang Buah Kopi	10
Gambar 2.2 Biji Kopi Arabika	11
Gambar 2.3 Biji Kopi Robusta	11
Gambar 2.4 Struktur Dasar Antosianin	15
Gambar 2.5 Struktur Dasar β -karoten.....	16
Gambar 2.6 Struktur Dasar Polifenol	17
Gambar 2.7 Struktur Kimia Vitamin C	18
Gambar 2.8 Struktur Kimia Kafein	19
Gambar 2.9 Diagram Fasa	22
Gambar 3.1 Rangkaian Alat Superkritik CO ₂	30
Gambar 3.2 Skema Alat Ekstraksi SFE-CO ₂	30
Gambar 3.3 Garis Besar Prosedur Kerja Penelitian Ekstraksi Antioksidan dengan SFE-CO ₂	31
Gambar 3.4 Diagram Alir Proses Ekstraksi SFE-CO ₂	33
Gambar 4.1 Bahan Baku Cascara (a) Sebelum Penggilingan (b) Setelah Penggilingan dan Pengayakan.....	37
Gambar 4.2 Hasil Ekstrak Cascara dari Variasi Ko-Pelarut (a) Etanol (b) Etil Asetat (c) Air	38
Gambar 4.3 Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH (a) Ekstrak dalam Etanol pada Konsentrasi 0, 20, 40, 60, 80, 100 ppm (b) +DPPH (c) Setelah Inkubasi.....	41
Gambar 4.4 Larutan Asam Galat dengan Berbagai Konsentrasi pada Konsentrasi 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 ppm	43
Gambar 4.5 Hasil Analisis Total Polifenol (a) Sampel Dalam Air + Reagen Folin-Ciocalteu (b) +Na ₂ CO ₃ dan Setelah Inkubasi	44
Gambar 4.6 Hasil Analisis Total Antosianin.....	45
Gambar 4.7 Hasil Analisis Total Vitamin C (a) Sebelum Titrasi (b) Sesudah Titrasi	46
Gambar B.1 Diagram Alir Analisis Kadar Air	75
Gambar B.2 Diagram Alir Proses Analisis % Perolehan Ekstrak <i>Cascara</i>	76

Gambar B.3 Diagram Alir Proses Analisis Aktivitas Antioksidan Dengan Metode DPPH	77
Gambar B.4 Diagram Alir Proses Analisis Total Antosianin.....	77
Gambar B.5 Diagram Alir Proses Analisis Total Polifenol.....	78
Gambar B.6 Diagram Alir Proses Analisis Vitamin C.....	79
Gambar E.1 Kurva Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Asam Galat	88
Gambar E.2 Kurva Penentuan Panjang Gelombang Maksimum DPPH	88
Gambar E.3 Kurva Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Asam Galat	89
Gambar E.4 Kurva Konsentrasi Terhadap % Inhibisi (Etanol, 10 mL/menit)	89
Gambar E.5 Kurva Konsentrasi Terhadap % Inhibisi (Etanol, 12 mL/menit)	89
Gambar E.6 Kurva Konsentrasi Terhadap % Inhibisi (Etanol, 14 mL/menit)	90
Gambar E.7 Kurva Konsentrasi Terhadap % Inhibisi (Etanol, 14 mL/menit) (duplo)	90
Gambar E.8 Kurva Konsentrasi Terhadap % Inhibisi (Etil Asetat, 10 mL/menit).....	90
Gambar E.9 Kurva Konsentrasi Terhadap % Inhibisi (Etil Asetat, 12 mL/menit).....	91
Gambar E.10 Kurva Konsentrasi Terhadap % Inhibisi (Etil Asetat, 14 mL/menit).....	91
Gambar E.11 Kurva Konsentrasi Terhadap % Inhibisi (Etil Asetat, 14 mL/menit) (duplo)	91
Gambar E.12 Kurva Konsentrasi Terhadap % Inhibisi (Air, 12 mL/menit)	92
Gambar E.13 Kurva Konsentrasi Terhadap % Inhibisi (Air, 14 mL/menit)	92

DAFTAR TABEL

Tabel A.1 Bahaya kontak dan Pertolongan Pertama Etanol 96 % (v/v).....	55
Tabel A.2 Bahaya kontak dan Pertolongan Pertama Etanol 70 % (v/v).....	57
Tabel A.3 Bahaya kontak dan Pertolongan Pertama Etanol p.a (Merck, 2021).....	58
Tabel A.4 Bahaya kontak dan Pertolongan Pertama Etil Asetat (Fischersi, 2007)	60
Tabel A.5 Bahaya kontak dan Pertolongan Pertama Karbondioksida (CO ₂) (Praxair, 2017)	62
Tabel A.6 Bahaya kontak dan Pertolongan Pertama Nitrogen (N ₂) (Airgas, 2021)	63
Tabel A.7 Bahaya kontak dan Pertolongan Pertama DPPH (Sigma-Aldrich, 2022)	64
Tabel A.8 Bahaya kontak dan Pertolongan Pertama Buffer KCl-HCl (Labchem, 2016) ...	66
Tabel A.9 Bahaya kontak dan Pertolongan Pertama Buffer CH ₃ COONa.3H ₂ O	67
Tabel A.10 Bahaya kontak dan Pertolongan Pertama Asam Galat (Parchem, 2015)	69
Tabel A.11 Bahaya kontak dan Pertolongan Pertama Reagen Folin-Ciocalteu (Thermofisher, 2022).....	70
Tabel A.12 Bahaya kontak dan Pertolongan Pertama Na ₂ CO ₃ (Labchem, 2020)	72
Tabel A.13 Bahaya kontak dan Pertolongan Pertama Larutan Iodin 0,01 N	73
Tabel 1.1 Tabel Premis Antioksidan dari Cascara dengan Metode Konvensional	5
Tabel 1.2 Tabel Premis Ekstraksi Antioksidan Dari <i>Cascara</i> Dengan Metode Ekstraksi Non Konvensional.....	7
Tabel 2.1 Komposisi Zat Makanan dan TDN dari Kulit Buah Kopi Robusta.....	11
Tabel 2.2 Tingkat Aktivitas Antioksidan Berdasarkan nilai IC ₅₀	14
Tabel 3.1 Variasi Variabel Penelitian Ekstraksi Antioksidan dengan SFE-CO ₂	32
Tabel 3.2 Jadwal Kerja Penelitian	36
Tabel 4.1 Perolehan Ekstrak Cascara dengan Metode Esktraksi Superkritik CO ₂	39
Tabel 4.2 Tabel Perbandingan Hasil Perolehan Ekstrak dengan Literatur.....	40
Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH.....	42
Tabel 4.4 Tabel Perbandingan Hasil IC ₅₀ dengan Literatur.....	43
Tabel 4.5 Hasil Total Kandungan Polifenol	44
Tabel 4.6 Tabel Perbandingan Kandungan Polifenol dengan Literatur	45
Tabel 4.7 Hasil Total Antosianin.....	46
Tabel 4.8 Hasil Total Vitamin C	47

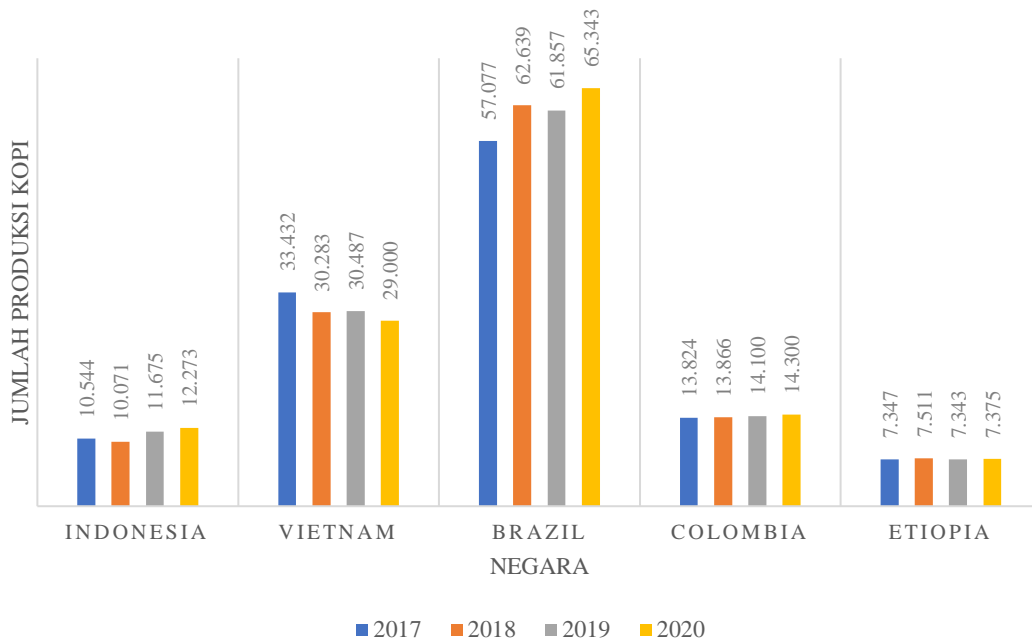
Tabel 4.9 Tabel Perbandingan Kadar Vitamin C dengan Literatur.....	47
Tabel C.1 Hasil Pengukuran Kadar Air Bubuk Cascara	80
Tabel C.2 Hasil Pengukuran Absorbansi dan % T Asam Galat pada Panjang Gelombang Tertentu.....	80
Tabel C.3 Hasil Pengukuran Absorbansi dan % T DPPH pada Panjang Gelombang Tertentu	81
Tabel C.4 Hasil Pengukuran Absorbansi Asam Galat pada Berbagai Konsentrasi.....	81
Tabel C.5 Hasil Pengamatan Massa Ekstrak Hasil Ekstraksi.....	82
Tabel C.6 Hasil Perhitungan % Inhibisi pada Analisis DPPH	82
Tabel C.7 Hasil Perhitungan Absorbansi Total pada Analisis Total Antosianin	83
Tabel C.8 Hasil Perhitungan Konsentrasi Asam Galat Pada Analisis Total Polifenol.....	83
Tabel C.9 Hasil Perhitungan Volume Titrasi Rata-Rata pada Analisis Total Vitamin C ...	84

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

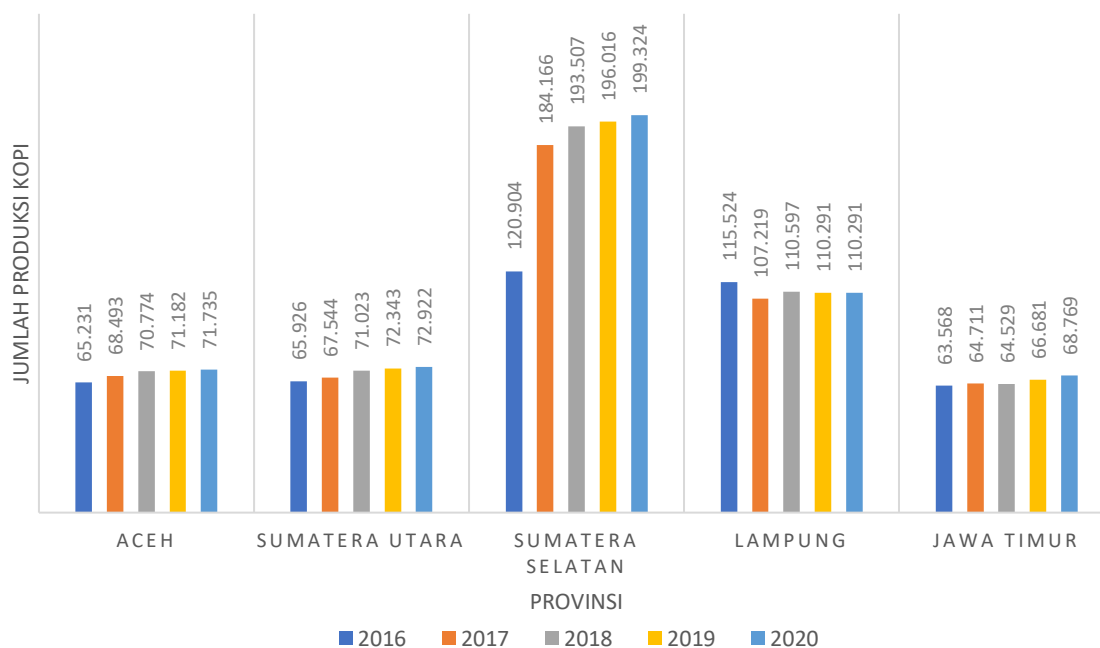
Kopi merupakan salah satu jenis minuman yang selalu mengalami peningkatan produksi di dunia setiap tahunnya. Berdasarkan data statistik produksi kopi tahun 2020 oleh International Coffee Organization, Brazil memproduksi kopi terbanyak di dunia yaitu 65.343 juta kantong, dimana 1 kantong mewakili 60 kg biji kopi. Produksi kopi terbesar ke-2 di dunia dilakukan oleh Vietnam (29.000 juta kantong), disusul Colombia (14.300 juta kantong), Indonesia (12.273 juta kantong), dan Etiopia. Berikut merupakan data statistik produksi kopi oleh beberapa negara menurut International Coffee Organization (Gambar 1.1):



Gambar 1.1 Data Statistik Produksi Kopi oleh Beberapa Negara (International Coffee Organization, 2020)

Berdasarkan data statistik produksi kopi pada Gambar 1.1, dapat diamati bahwa Indonesia merupakan negara produsen kopi ke-4 terbanyak di dunia. Produksi kopi di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Berdasarkan data statistik produksi kopi di Indonesia oleh Direktorat Jenderal Perkebunan, Sumatera Selatan memproduksi kopi terbanyak di Indonesia yaitu 199.234 ton kopi pada tahun 2019, dilanjutkan oleh Lampung,

Sumatera Utara, Aceh, dan Jawa Timur. Berikut merupakan data statistik produksi kopi di Indonesia menurut Direktorat Jenderal Perkebunan (Gambar 1.2):



Gambar 1.2 Data Statistik Produksi Kopi di Indonesia (Direktorat Jenderal Perkebunan, tahun 2020)

Seiring dengan meningkatnya produksi kopi akan dihasilkan limbah ceri kopi yang juga semakin meningkat. Sampai saat ini, belum banyak produsen kopi yang dapat mengolah limbah kulit ceri kopi dengan baik. Selama ini, limbah kulit ceri kopi hanya dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak atau pupuk organik, atau hanya dibuang begitu saja (Suloi dkk., 2019). Namun pada kenyataannya, limbah kulit kopi mengandung antioksidan alami yang dapat dimanfaatkan terutama dalam bidang kesehatan.

Kesehatan menjadi salah satu bidang yang perlu diperhatikan, khususnya di masa sekarang ini. Salah satu penyebab utama timbulnya penyakit adalah karena adanya radikal bebas yang berlebih di dalam tubuh. Pemanfaatan dari antioksidan dapat menjadi salah satu solusi untuk memecahkan permasalahan tersebut. Adanya antioksidan dapat berfungsi untuk menangkap radikal bebas yang ada di dalam tubuh (Kumalaningsih, 2006). Salah satu bahan alami yang dapat digunakan sebagai sumber antioksidan adalah kulit ceri kopi. Kulit ceri kopi atau dalam bahasa Spanyol disebut *cascara* mengandung berbagai antioksidan seperti antosianin, betakaroten, polifenol, dan vitamin C yang bermanfaat bagi tubuh (Ariadi dkk.,

2015). Selain antioksidan, *cascara* juga mengandung kafein yang dapat menurunkan risiko penyakit jantung dan diabetes.

Terdapat beberapa metode ekstraksi yang dapat digunakan untuk mengekstraksi antioksidan pada *cascara*, yaitu metode ekstraksi konvensional (maserasi, perkolasi, *refluks*, dan *Soxhlet*) dan metode ekstraksi non konvensional (*Ultrasound Assisted Extraction* (UAE), *Microwave Assisted Extraction* (MAE), dan *Supercritical Fluid Extraction* (SFE)). Pada penelitian ini difokuskan pada metode ekstraksi non konvensional dengan metode SFE-CO₂. Pemilihan metode ekstraksi ini dikarenakan waktu ekstraksi yang relatif lebih singkat dibanding ekstraksi konvensional, pelarut yang digunakan juga lebih aman karena tidak menggunakan pelarut organik. Selain itu, pelarut superkritik CO₂ memiliki temperature kritik yang cukup rendah (31 °C) dibandingkan dengan pelarut pada umumnya yang memiliki titik didih lebih tinggi (etanol: 78°C, air: 100°C) sehingga metode SFE-CO₂ cocok untuk mengekstrak bahan aktif yang termolabil. Namun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, kekurangan dari metode non konvensional ini adalah perolehan ekstrak dan aktivitas antioksidan yang masih sedikit. Untuk mendapatkan perolehan ekstrak dan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi maka metode SFE-CO₂ dimodifikasi dengan penambahan ko pelarut berupa pelarut organik dengan tujuan untuk meningkatkan polaritas dari pelarut sehingga dapat mengekstraksi aktivitas antioksidan yang bersifat polar (Andrade dkk., 2011).

1.2 Tema Sentral Masalah

Pemanfaatan *cascara* yang merupakan limbah perkebunan kopi perlu diteliti lebih lanjut dengan harapan dapat mengatasi permasalahan limbah bahkan dapat menghasilkan nilai guna yang lebih. Salah satunya dengan memanfaatkan antioksidan dan kafein yang ada di dalam *cascara*. Namun penelitian mengenai ekstraksi antioksidan dan kafein dari *cascara* menggunakan metode non konvensional (SFE-CO₂) belum banyak dilakukan. Di samping itu, hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa dengan metode SFE-CO₂, menghasilkan perolehan ekstrak dan aktivitas antioksidan yang cenderung masih kecil. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kondisi operasi yang terbaik untuk ekstraksi antioksidan dan kafein dalam *cascara*. Pada penelitian terdahulu telah dilakukan pengujian variabel tekanan dan temperatur menggunakan metode SFE-CO₂. Lalu karena belum ada pengujian mengenai variasi jenis ko pelarut dan laju alir CO₂, maka penelitian lebih lanjut yang dilakukan dengan melakukan variasi ko pelarut dengan kepolaran yang berbeda, serta variasi laju alir CO₂. Dengan adanya variasi pada penelitian

ini, diharapkan dapat diperoleh kondisi operasi terbaik untuk jenis ko pelarut yang digunakan serta laju alir CO₂ pada ekstraksi SFE-CO₂ sehingga dapat menghasilkan hasil ekstraksi antioksidan dan kafein yang lebih baik dalam *cascara*.

1.3 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang dan tema sentral masalah yang telah disebutkan, maka ditemukan identifikasi masalah pada penelitian ini yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jenis ko pelarut terhadap perolehan ekstrak dan aktivitas antioksidan dalam *cascara* dengan metode SFE-CO₂?
2. Bagaimana pengaruh laju alir CO₂ yang digunakan pada ekstraksi terhadap perolehan ekstrak dan aktivitas antioksidan dalam *cascara* dengan metode SFE-CO₂?
3. Bagaimana kondisi operasi yang menghasilkan kandungan antioksidan tertinggi?

1.4 Premis

Penelitian ini mengacu pada beberapa literatur dari penelitian terdahulu mengenai ekstraksi antioksidan dari *cascara* yang kemudian disajikan sebagai premis pada Tabel 1.1-1.2.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa hipotesis pada penelitian ini, di antaranya:

1. Semakin polar ko pelarut yang digunakan maka hasil ekstraksi yang dihasilkan akan semakin besar. Ekstraksi *cascara* dengan ko pelarut air akan menghasilkan ekstrak *cascara* dan aktivitas antioksidan yang paling baik.
2. Semakin tinggi laju alir CO₂ yang digunakan maka hasil ekstraksi yang dihasilkan akan semakin besar. Namun, laju alir CO₂ yang terlalu tinggi juga akan menghasilkan perolehan ekstrak dan aktivitas antioksidan dalam *cascara* menjadi tidak maksimal.

Tabel 1.1 Tabel Premis Antioksidan dari Cascara dengan Metode Konvensional

No	Pustaka	Jenis Kopi	Metode	Pelarut	Perbandingan Jumlah Sampel (g)/ Pelarut (mL)	T (°C)	Waktu Ekstraksi (h)	Hasil Uji Aktivitas Antioksidan dengan DPPH
1	Ariadi dkk., 2015	Robusta	Maserasi	Etanol 97% - akuades (1:1) (v/v) + asam sitrat 5 %	n.d.	n.d.	0,25	70,53 ^a
							0,5	18,45 ^a
2	Sholichah dkk., 2019	Robusta	Maserasi	Air + etanol (1:1) (v/v)	1:100	75	0,25	46 ^a
					2:100			56,5 ^a
					3:100			57 ^a
					1:100	85		40 ^a
					2:100			43 ^a
					3:100			55 ^a
					1:100	95		48 ^a
					2:100			50 ^a
					3:100			39 ^a
3	Andrade dkk., 2011	Arabika	<i>Soxhlet</i>	Heksana	5:150	-	6	25,4 ^a
				Diklorometana				37,5 ^a
				Etil asetat				81,5 ^a
				Etanol				90,3 ^a
4	Arlene, 2019	Arabika	<i>Soxhlet</i>	Etanol 96 %	1:15	-	3,5	253,57 ^b
					1:12		3	286,99 ^b
5	Ariadi dkk., 2015	Arabika	Maserasi	Etanol-akuades (1:1) (v/v)+ asam sitrat 5 %	n.d.	n.d.	0,25	31,08 ^a
							0,5	17,79 ^a

Tabel 1.1 Tabel premis ekstraksi antioksidan dari *cascara* dengan metode ekstraksi konvensional (lanjutan)

No	Pustaka	Jenis Kopi	Metode	Pelarut	Perbandingan Jumlah Sampel (g)/ Pelarut (mL)	T (°C)	Waktu Ekstraksi (h)	Hasil Uji Aktivitas Antioksidan dengan DPPH
6	Sholichah dkk., 2019	Arabika	Maserasi	Air + etanol 97% (1:1) (v/v)	1:100	75	0,25	33,5 ^a
					2:100			33 ^a
					3:100			30 ^a
					1:100	85		25 ^a
					2:100			24 ^a
					3:100			23 ^a
					1:100	95		25 ^a
					2:100			30 ^a
					3:100			22,5 ^a
7	Angelia, 2019	Arabika	Maserasi	Etanol 96 %	1:2	35	2	270,66 ^b
							1,5	277,89 ^b
8	Geremu, 2016	Arabika	Maserasi	Aseton 80 %	10:100	Temperatur ruang	24	4400 ^b
				Etanol 80 %	10:100			2400 ^b
				Metanol 80 %	10:100			400 ^b
9	Oktaviani dkk., 2020	n.d.	Maserasi	Metanol (100 mL)	10:100	27	24	1200 ^b

Keterangan tabel =

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

n.d. : not determined

AA : antioxidant activity

ppm : parts per million

% (pada pelarut) : % (v/v)

a : % AA

b : IC₅₀ (ppm)

Tabel 1.2 Tabel Premis Ekstraksi Antioksidan Dari Cascara Dengan Metode Ekstraksi Non Konvensional

No	Pustaka	Jenis Kopi	Metode	Pelarut	Perbandingan Jumlah Sampel (g)/ Pelarut (mL)	T (°C)	P (bar)	Flowrate CO ₂ ; Waktu Ekstraksi (h)	Hasil Uji Aktivitas Antioksidan (% AA)	
1	Andrade dkk., 2011	Arabika	Ultrasound	Heksana	7:210	n.d.	n.d.	- ; 2	28,3	
				Diklorometana					34,3	
				Etil asetat					79,6	
				Etanol					91,5	
			SFE-CO ₂	CO ₂	n.d.	40	100	n.d.	11 ± 2 g/min ; 4,5	11,2
							200			15,7
							300			23,7
						50	100			16,5
							200			10,6
							300			13,5
						60	100			10,5
							200			23,6
							300			12,1
							SFE-CO ₂ + ko-pelarut			CO ₂ + etanol 4 % w/w
CO ₂ + etanol 8 % w/w	39,6									

Keterangan tabel =

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

n.d. : not determined

AA : antioxidant activity

SFE : Supercritical Fluid Extraction

1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh jenis ko pelarut terhadap perolehan ekstrak dan aktivitas antioksidan *casara* menggunakan metode SFE-CO₂.
2. Mengetahui pengaruh laju alir CO₂ terhadap perolehan ekstrak dan aktivitas antioksidan *casara* menggunakan metode SFE-CO₂.
3. Mengetahui kondisi terbaik yang menghasilkan kandungan antioksidan tertinggi.

1.7 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi beberapa pihak, antara lain:

1. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperoleh wawasan baru peneliti mengenai pengaruh penambahan ko pelarut, variasi jenis ko pelarut, dan variasi laju alir CO₂ pada proses ekstraksi antioksidan dari *casara* menggunakan metode SFE-CO₂, serta kadar kafein dan β -karoten dari kondisi terbaik dari variasi yang dilakukan dapat diketahui.

2. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan limbah *casara*, memberikan wawasan yang baru bagi masyarakat mengenai manfaat *casara* terutama dalam bidang kesehatan, serta meningkatkan perekonomian petani kopi.

3. Bagi Industri

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pengembangan industri dalam memanfaatkan *casara* sebagai sumber antioksidan.

4. Bagi Pemerintah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dorongan untuk memanfaatkan sumber antioksidan dari alam secara optimal, serta dapat membuka lapangan pekerjaan baru yang dapat berdampak pada meningkatnya perekonomian negara.