

**PENGARUH WAKTU DEKAFEINASI TERHADAP KARAKTER KIMIA
*GREEN BEAN KOPI ARABIKA (Coffea Arabica L.)***

**RAHMAWATI
G031171306**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**PENGARUH WAKTU DEKAFEINASI TERHADAP KARAKTER KIMIA
*GREEN BEAN KOPI ARABIKA (Coffea Arabica L.)***

**Rahmawati
G031 17 1306**

UNIVERSITAS HASANUDDIN

Skripsi
Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian pada
Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan
Departemen Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**PENGARUH WAKTU DEKAFEINASI TERHADAP KARAKTER KIMIA
GREEN BEAN KOPI ARABIKA (*Coffea Arabica* L.)**

Disusun dan diajukan oleh:

**RAHMAWATI
G031 17 1306**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin pada tanggal 3 Agustus 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

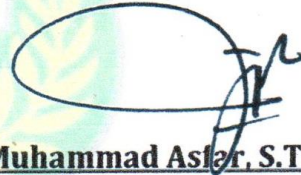
Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si
NIP. 19820205 200604 1 002



Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si
NIP. 19850427 201504 1 002

Ketua Program Studi,



Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si
NIP. 19820205 200604 1 002

Tanggal Lulus: Agustus 2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rahmawati
NIM : G031171306
Prog Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**“Pengaruh Waktu Dekafeinasi terhadap Karakter Kimia *Green Bean* Kopi Arabika
(*Coffea Arabica* L.)”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 16 Agustus 2021


Rahmawati

ABSTRAK

RAHMAWATI (NIM. G031171306). Pengaruh Waktu Dekafeinasi Terhadap Karakter Kimia *Green Bean* Kopi Arabika (*Coffea Arabica* L.). Dibimbing oleh FEBRUADI BASTIAN dan MUHAMMAD ASFAR.

Kopi merupakan salah satu komoditi perkebunan yang memiliki berbagai macam metabolit sekunder seperti kafein, asam klorogenat, polifenol dan lainnya. Kafein termasuk salah satu senyawa yang banyak dalam biji kopi yang dapat membantu meningkatkan kerja psikomotorik dan menstimulasi susunan saraf. Akan tetapi, konsumsi kafein berlebih dapat menimbulkan masalah kesehatan seperti insomnia, perasaan gugup, bahkan dapat meningkatkan tekanan darah. Oleh karena itu, diperlukan dekafeinasi untuk mengurangi kadar kafein pada biji kopi hingga batas yang aman. Salah satu metode dekafeinasi yang aman digunakan adalah metode *swiss water process*, sebab metode ini hanya menggunakan air sebagai pelarutnya dan tidak menggunakan bahan kimia berbahaya sehingga aman bagi kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan waktu proses dekafeinasi terbaik menggunakan metode *Swiss Water Process* (SWP) dan untuk mengetahui pengaruh waktu dekafeinasi terhadap kadar kafein, kadar asam klorogenat, total fenolik, total flavonoid, pH, total asam dan total padatan terlarut kopi dekafeinasi. Adapun perlakuan dalam penelitian ini yaitu dekafeinasi selama 18 jam, 24 jam dan 30 jam. Hasil yang diperoleh berdasarkan perlakuan lama dekafeinasi diperoleh hasil terbaik pada dekafeinasi selama 24 jam dengan penurunan kafein terendah sebesar 73% dengan kadar kafein sebesar 0,65%, kadar asam klorogenat sebesar 0,43%, total fenolik sebesar 159,43 mg GAE/g, total flavonoid sebesar 42,48 mg QE/g, total padatan terlarut sebesar 368 ppm, total asam sebesar 0,22% dan pH 4,92. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu waktu dekafeinasi terbaik menggunakan metode *Swiss Water Process* (SWP) yaitu selama 24 jam karena memberikan penurunan kadar kafein yang optimal sebesar 73% dan memberikan peningkatan senyawa flavonoid dan fenolik tertinggi. Waktu dekafeinasi akan mempengaruhi kandungan pada kopi arabika dekafeinasi yang dihasilkan yaitu semakin lama waktu dekafeinasi maka kadar kafein, asam klorogenat, pH, total padatan dan total asam akan semakin menurun. Sedangkan pada total fenolik dan flavonoid akan mengalami peningkatan selama proses dekafeinasi berlangsung dengan berbagai macam variasi waktu proses dekafeinasi.

Kata kunci: Dekafeinasi, kafein, kopi arabika

ABSTRACT

RAHMAWATI (NIM. G031171306). Effect of Decaffeination Time on The Chemical Profile of Green Bean Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.). Supervised By FEBRUADI BASTIAN and MUHAMMAD ASFAR.

Coffee is one of the plantation commodities that has various secondary metabolites such as caffeine, chlorogenic acid, polyphenols and others. Caffeine is one of the many compounds in coffee beans that can help improve psychomotor work and stimulate the nervous system. However, excessive caffeine consumption may cause health problems such as insomnia, feelings of nervousness, and can even increase blood pressure. Therefore, decaffeination is needed to reduce caffeine levels within the coffee beans produced to a safe limit for consumption. One methods of decaffeination that is safe to use is the swiss water process method, because this method only uses water as the solvent and does not use harmful chemicals, so it is safe for health. The aim of this study was to obtain the best decaffeination process time using the Swiss Water Process (SWP) method and to determine the effect of decaffeination time on caffeine content, chlorogenic acid content, total phenolic, total flavonoid, pH, total acid and total dissolved solids of decaf coffee. The treatments in this study were decaffeination for 18 hours, 24 hours and 30 hours. The results obtained based on the duration of decaffeination treatment obtained the best results in decaffeination for 24 hours with the lowest caffeine decrease of 73% with caffeine content of 0.65%, chlorogenic acid content of 0.43%, total phenolic 159.43 mg GAE/g, total flavonoids 42.48 mg QE/g, total dissolved solids was 368 ppm, total acid was 0.22% and pH 4.92. The conclusion of this study was that the best decaffeination time using the Swiss Water Process (SWP) method for 24 hours because it provides the best decrease in caffeine levels by 73% and provides the highest increase in flavonoid and phenolic compounds. Decaffeination time will affect the content of decaffeinated Arabica coffee produced, namely the longer the decaffeination time, the levels of caffeine, chlorogenic acid, pH, total solids and total acid will decrease. Meanwhile, total phenolics and flavonoids will increase during the decaffeination process with various variations in the decaffeination process time.

Keywords: *Decaffeination, caffeine, green bean arabica*

PERSANTUNAN

Alhamdulillahirabbil'alamin dan puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya dan atas segala nikmat yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Pengaruh Waktu Dekafeinasi terhadap Karakter Kimia Green Bean Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.)**”. Skripsi ini juga termasuk tugas akhir yang menjadi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S-1) pada program studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa selama penyelesaian skripsi ini, banyak hambatan yang telah dihadapi. Akan tetapi, berkat dukungan, do'a, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Ucapan Terimakasih penulis berikan kepada kedua orang tua tercinta **Bapak Mursalim** dan **Ibu Jumati**, serta Kakak **Siti Marwah** dan Adik **Rahmayanti**, yang tiada henti-hentinya memanjatkan do'a dan memberikan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Kepada mereka segala dedikasi penulis berikan sebagai sumber motivasi utama penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.

Dalam proses penyelesaian skripsi ini, penulis juga banyak memperoleh bantuan dan bimbingan dari Bapak **Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si** selaku pembimbing pertama dan Bapak **Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si** selaku pembimbing kedua, maka dari itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya, semoga Allah SWT memberikan kesehatan dan perlindungan baik di dunia maupun di akhirat nanti. Selain itu, penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada Bapak **Ir. Nandi Kuswandi Sukendar, M.app, Sc** dan Bapak **Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si** selaku tim dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis serta telah meluangkan waktunya untuk penulis menyelesaikan skripsi.

Selain itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada seluruh pihak yang terkait dalam penyelesaian skripsi ini, diantara adalah:

1. **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Palubuhu, M.A** selaku Rektor Universitas Hasanuddin dan segenap jajaran Wakil Rektor Universitas Hasanuddin, yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk memperoleh ilmu dan pengalaman serta menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana di Universitas Hasanuddin, Makassar.
2. **Prof. Dr. Agr. Ir. Baharuddin** selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin dan Wakil Dekan Fakultas Pertanian, atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk memperoleh ilmu dan pengalaman serta menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana di Universitas Hasanuddin, Makassar.
3. **Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta** selaku Ketua Departemen Teknologi Pertanian, **Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si** selaku Ketua Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan serta Seluruh Dosen Ilmu dan Teknologi Pangan yang telah membekali penulis ilmu pengetahuan serta wawasan yang luas. Semua pengetahuan yang telah diberikan sangatlah berharga dan berguna bagi masa depan penulis.
4. Laboran Ibu **Ir. Hj. Andi Nurhayati** dan Ibu **Hasmiyani, S.Si**, yang telah membantu dan memberikan bimbingan serta masukkan kepada penulis selama penelitian
5. Staf administrasi pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan serta Fakultas Pertanian, yang telah ikhlas memberikan pelayanan teknis dan informasi kepada penulis.

6. Seluruh sanak saudara yang telah memberikan saran dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan program S1.
7. Teman-teman seperjuangan Pak Mapped Squad (**Ratnah, Monivia Chandra dan Ilham**) yang banyak membantu selama penelitian dan penyelesaian skripsi ini.
8. Saudari Hasling (**Sulfi, Singgang Dewitara, Stevanie Elsa, Monivia Chandra, Nurul Fadliah Umasangaji, Nur Faaizah Faradhilah, Yuliana dan Ristanti Adelia**) yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis selama perkuliahan maupun penyelesaian skripsi ini.
9. Saudara **Reynaldi Laurenze, Kak Sunrixon Carmando Yuansah, Kak Laras Budyghifarih,** dan Kak **Darmawan** yang telah memberikan banyak masukan dan membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian.
10. Saudari **Nurchalisah Rustan M** yang telah membantu selama penelitian dan memberikan masukan serta motivasi selama penyelesaian skripsi.
11. Saudari **Andi Widya Helmalia Putri, Lu'lu Ul Marjan, Nur Fitriani, Shazkia Ade Ryzka Syam, Fatmawati Mustakim, Nurul Fatin, Indah Puspitasari, Nurriqqa Aulia, Adinda Ellena Amaliah, Jelita Tasya dan Muh. Rival** yang telah memberikan bantuan dan motivasi kepada penulis.
12. Rekan-rekan BUNSEN 17 dan GEAR 2017 yang telah membantu dan memotivasi selama penelitian serta memberikan bantuan selama perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati akan menerima segala saran, masukan dan kritik yang sifatnya membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang baik bagi para pembaca.

Penulis

RIWAYAT HIDUP



Rahmawati, lahir di Maros, Sulawesi Selatan pada tanggal 09 Mei 1999 dan merupakan anak kedua dari tiga bersaudara oleh pasangan Bapak Mursalim dan Ibu Jumatia.

Pendidikan formal yang ditempuh penulis yaitu :

1. SD 222 Pao-Pao, Maros (2005-2011)
2. SMP Negeri 14 Makassar (2011-2014)
3. MAN 3 Makassar (2014-2017)

Pada tahun 2017, penulis diterima di Universitas Hasanuddin melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri) dan tercatat sebagai Mahasiswa S1 Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian. Selama menempuh pendidikan pada jenjang S1, penulis cukup aktif dalam bidang akademik maupun non akademik.

Penulis pernah menjadi asisten laboratorium pada praktikum Mikrobiologi Umum (2020) dan praktikum Bioteknologi Pangan (2021). Penulis juga merupakan Finalis PIMNAS 2020 yang diadakan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Republik Indonesia, dan Finalis DSC 2019 (Diponegoro Science Competition) yang diadakan di Universitas Diponegoro, Semarang. Selain itu, penulis juga pernah melakukan magang pada Balai Besar Industri Hasil Perkebunan Makassar. Penulis juga termasuk salah satu penerima Beasiswa Bakti BCA Universitas Hasanuddin.

Penulis juga aktif pada lembaga kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATEPA) Unhas dan pernah menjabat sebagai Dewan Perwakilan Anggota (2018) dan sebagai staff divisi Pengembangan Keprofesian dan Agroindustri (2019). Penulis juga mengikuti salah satu unit kegiatan mahasiswa yaitu UKM KPI Unhas. Penulis juga tergabung dalam komunitas yang bergerak dalam bidang lingkungan yaitu SOBAT BUMI dan menjabat sebagai staff divisi Pengembangan Sumber Daya Manusia (2020), serta dalam komunitas yang bergerak dalam bidang sosial yaitu Ikatan Pemuda Peduli Sosial, Makassar.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR).....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK	v
PERSANTUNAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kopi Arabika (<i>Coffea Arabica</i> L.).....	3
2.2 <i>Green Coffee Beans</i>	3
2.3 Kafein	4
2.4 Asam Klorogenat	6
2.5 Fenolik dan Flavonoid	7
2.6 Dekafeinasi	8
2.7 <i>Swiss Water Process</i>	9
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	10
3.1 Waktu dan Tempat.....	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Penelitian	10
3.3.1 Pembuatan Air Jenuh	10
3.3.2 Dekafeinasi Metode <i>Swiss Water Process</i> (SWP).....	11
3.4 Desain Penelitian	13
3.5 Parameter Pengujian	13

3.5.1 Kadar Kafein (Navarra <i>et al.</i> , 2017)	13
3.5.2 Kadar Asam Klorogenat (Navarra <i>et al.</i> , 2017).....	14
3.5.3 Total Fenolik (Abdeltaif <i>et al.</i> , 2018).....	15
3.5.4 Total Flavonoid (Pavun <i>et al.</i> , 2018)	16
3.5.5 pH.....	17
3.5.6 Total Asam.....	18
3.5.7 Total Padatan Terlarut.....	18
3.6 Analisis Data.....	18
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Kadar Kafein.....	19
3.2 Kadar Asam Klorogenat	22
3.3 Total Fenolik.....	23
3.4 Total Flavonoid.....	26
3.5 Total Padatan Terlarut	28
3.6 Total Asam Titrasi	30
3.7 pH	32
5. PENUTUP.....	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Green Bean</i> Kopi.....	4
Gambar 2. Struktur Kafein	5
Gambar 3. Struktur Asam Klorogenat.....	7
Gambar 4. Diagram Alir Prosedur Pembuatan Air Jenuh	11
Gambar 5. Diagram Alir Prosedur Dekafeinasi	12
Gambar 6. Kadar Kafein pada Kopi Arabika Tanpa Dekafeinasi dan Kopi Arabika Dekafeinasi dengan Berbagai Lama Waktu Proses Dekaf	19
Gambar 7. Persentasi Penurunan Kadar Kafein pada Kopi Arabika dengan Berbagai Lama Waktu Proses Dekaf	20
Gambar 8. Kadar Asam Klorogenat pada Kopi Arabika Tanpa Dekafeinasi dan Kopi Arabika Dekafeinasi dengan Berbagai Lama Waktu Proses Dekaf	22
Gambar 9. Total Fenolik Kopi Arabika Tanpa Dekafeinasi dan Kopi Arabika Dekafeinasi dengan Berbagai Lama Waktu Proses Dekaf	24
Gambar 10. Total Flavonoid Kopi Arabika Tanpa Dekafeinasi dan Kopi Arabika Dekafeinasi dengan Berbagai Lama Waktu Proses Dekaf	26
Gambar 11. Hubungan Total Padatan Terlarut dengan Kopi Dekaf dengan Berbagai Lama Proses Dekafeinasi	29
Gambar 12. Hubungan Total Asam Titrasi dengan Kopi Dekaf Berbagai Lama Proses Dekafeinasi.....	31
Gambar 13. Hubungan pH antara Kopi Tanpa Dekafeinasi dengan Kopi Dekafeinasi	32

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Desain Penelitian.....	13
---------------------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Data Hasil Pengujian Kadar Kafein dan Penurunan Kafein pada Kopi Tanpa Dekafeinasi dan Kopi Dekaf dengan Berbagai Lama Waktu Dekafeinasi.....	43
Lampiran B. Data Hasil Pengujian Kadar Asam Klorogenat pada Kopi Tanpa Dekafeinasi dan Kopi Dekaf dengan Berbagai Lama Waktu Dekafeinasi.....	45
Lampiran C. Data Hasil Pengujian Total Fenolik pada Kopi Tanpa Dekafeinasi dan Kopi Dekaf dengan Berbagai Lama Waktu Dekafeinasi.....	47
Lampiran D. Data Hasil Pengujian Total Flavonoid pada Kopi Tanpa Dekafeinasi dan Kopi Dekaf dengan Berbagai Lama Waktu Dekafeinasi.....	50
Lampiran E. Data Hasil Pengujian Total Padatan Terlarut pada Kopi Tanpa Dekafeinasi dan Kopi Dekaf dengan Berbagai Lama Waktu Dekafeinasi.....	53
Lampiran F. Data Hasil Pengujian Total Asam Titrasi pada Kopi Tanpa Dekafeinasi dan Kopi Dekaf dengan Berbagai Lama Waktu Dekafeinasi.....	54
Lampiran G. Data Hasil Pengujian pH pada Kopi Tanpa Dekafeinasi dan Kopi Dekaf dengan Berbagai Lama Waktu Dekafeinasi	56
Lampiran H. Perhitungan Pembuatan Larutan Uji.....	57
Lampiran I. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	58

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang banyak dibudidayakan dan diolah menjadi suatu produk karena memiliki cita rasa yang unik. Ada berbagai macam jenis kopi yang telah dibudidayakan di Indonesia, salah satunya adalah kopi jenis arabika yang banyak digunakan dan diolah menjadi minuman. Pada tahun 2012, produksi kopi di Indonesia mencapai 8,8% dari total produksi kopi di dunia sehingga menempatkan Indonesia pada posisi ke empat sebagai produsen kopi (Sahat *et al.*, 2016). Kopi robusta memiliki jumlah produksi yang lebih tinggi di Indonesia dibandingkan dengan kopi arabika. Namun, kopi arabika memiliki keunggulan dibandingkan dengan kopi robusta yang menyebabkan kopi arabika memiliki banyak peminat dan permintaannya juga semakin tinggi dari tahun ke tahun. Kopi arabika memiliki citarasa dan aroma yang lebih baik dibandingkan dengan kopi robusta, sebab kopi robusta umumnya lebih pahit dan asam dibandingkan dengan kopi arabika sehingga banyak yang menyukai kopi arabika (Aditya *et al.*, 2016).

Selain memiliki aroma dan citarasa yang khas, kopi juga memiliki kandungan senyawa bioaktif yang tinggi. Kandungan senyawa dalam kopi antara lain adalah kafein, asam klorogenat, alkaloid, tanin, terpenoid dan flavonoid (Mangiwa & Maryuni, 2019). Kandungan senyawa yang paling tinggi dalam kopi adalah senyawa kafein. Kafein merupakan senyawa yang dihasilkan dari proses metabolisme sekunder yang berasal dari golongan alkaloid turunan xanthine (Emran & Addyantina, 2012). Senyawa kafein pada kopi ini akan memberikan efek positif dan efek negatif pada tubuh apabila dikonsumsi secara berlebihan.

Efek positif dari konsumsi kafein adalah dapat meningkatkan kerja psikomotor, relaksasi otot yang mengalami ketegangan, menstimulasi susunan saraf, dan sekresi asam lambung (Dewi *et al.*, 2017; Emran & Addyantina, 2012). Sedangkan, efek negatif dari konsumsi kafein secara berlebih akan menyebabkan perasaan gugup, gelisah, insomnia, kejang-kejang, mual, meningkatkan tekanan darah dan meningkatkan detak jantung menjadi lebih cepat (Dewi *et al.*, 2017) dan (Nieber, 2017). Terutama bagi seseorang yang memiliki toleransi rendah terhadap kafein dapat menyebabkan serangan jantung.

Berdasarkan SNI 01-7152-2006 batas konsumsi kafein adalah 150 mg/hari dan 50 mg/sajian sedangkan berdasarkan (EUFIC, 2007) batas konsumsi kafein yaitu 300 mg/hari. Namun, masyarakat Indonesia umumnya mengkonsumsi kopi 2-3 kali sehari dengan dosis kafein yang tinggi sehingga diperlukan suatu proses dekafeinasi yang dapat membantu mengurangi kadar kafein pada kopi sehingga kopi aman dikonsumsi. Kopi dengan kadar kafein yang rendah tetapi masih memiliki senyawa bioaktif seperti asam klorogenat dan flavonoid memiliki kemampuan mencegah penyakit neurologis (Colombo & Papetti, 2020) dan dapat meningkatkan sensitivitas insulin tanpa mengubah kadar hormon inkretin (Reis *et al.*, 2018). Selain itu, permintaan akan produk kopi dekafeinasi semakin meningkat seiring kesadaran masyarakat terhadap kesehatan karena kopi dekafeinasi aman bagi penderita maag dan hipertensi. Kopi dengan kadar kafein tinggi dapat menyebabkan peningkatan sekresi asam lambung (Selviana, 2015) dan peningkatan tekanan darah (Kurniawaty, 2016). Oleh karena itu, diperlukan suatu metode dekafeinasi untuk menurunkan kadar kafein dalam kopi.

Dekafeinasi merupakan suatu cara untuk mengurangi kadar kafein pada biji kopi hijau (Emran & Addyantina, 2012). Metode dekafeinasi umumnya menggunakan beberapa pelarut seperti etil asetat, asam sulfat, air ataupun dengan metode CO₂ superkritis. Senyawa organik dan anorganik dapat melarutkan kafein lebih besar daripada air, akan tetapi senyawa tersebut dapat menimbulkan toksik dan masalah kesehatan. Air merupakan pelarut yang aman dan mudah diperoleh tanpa menimbulkan efek negatif bagi kesehatan. Akan tetapi, air kurang mampu melarutkan kafein sehingga diperlukan suhu tinggi untuk melarutkan kafein. Suhu tinggi ini akan menurunkan kadar kafein tetapi senyawa lainnya juga akan ikut terekstrak (Putri *et al.*, 2017). Oleh karena itu, digunakan metode *Swiss Water Process* (SWP) yang menggunakan pelarut air namun dapat juga membantu mengembalikan senyawa bioaktif lainnya yang ikut terekstrak. Metode *Swiss Water Process* (SWP) ini dapat membantu mengurangi kadar kafein pada kopi dan dapat mengembalikan senyawa bioaktif lainnya kembali ke dalam kopi karena adanya proses osmosis (Mazzafera, 2012). Metode ini baik digunakan karena tidak menimbulkan efek toksik bagi tubuh karena menggunakan pelarut air dan proses dekafeinasi aman bagi lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Kopi arabika merupakan salah satu jenis kopi yang memiliki peminat tinggi dan memiliki kandungan gizi yang baik. Konsumsi kopi memiliki beberapa manfaat seperti meningkatkan kerja psikomotor, relaksasi otot yang mengalami ketegangan, dan menstimulasi susunan saraf. Akan tetapi, konsumsi kopi dengan kadar kafein berlebih dapat menyebabkan efek samping seperti insomnia, kejang-kejang, mual, meningkatkan tekanan darah dan meningkatkan detak jantung menjadi lebih cepat. Oleh karena itu, dekafeinasi untuk menghilangkan kadar kafein penting untuk dilakukan. Salah satu metode dekafeinasi yang aman bagi kesehatan tanpa menggunakan bahan kimia adalah metode *swiss water process* berdasarkan prinsip osmosis larutan. Oleh karena itu, penelitian mengenai dekafeinasi dengan metode SWP berdasarkan pengaruh lama filtrasinya perlu dilakukan untuk mendapatkan kopi decaf rendah kafein tetapi masih memiliki komponen aktif lainnya.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan waktu proses dekafeinasi terbaik menggunakan metode *swiss water process* (SWP).
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu dekafeinasi terhadap kadar kafein, kadar asam klorogenat, total fenolik, total flavonoid, pH, total asam dan total padatan terlarut kopi decaf yang dihasilkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Sebagai referensi dan memberikan informasi mengenai cara mengurangi kadar kafein pada kopi dengan menggunakan prinsip osmosis berdasarkan metode *swiss water process*.
2. Penelitian ini juga diharapkan mampu mendapatkan kopi decaf yang rendah kafein tetapi masih memiliki senyawa-senyawa lainnya seperti asam klorogenat, fenolik dan flavonoid sehingga kandungan gizinya tidak hilang selama proses dekafeinasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi Arabika (*Coffea Arabica* L.)

Kopi merupakan salah satu tanaman yang banyak dibudidayakan di Indonesia yang memiliki nama latin *coffea* sp. Biji kopi arabika umumnya memiliki ukuran yang lebih besar dibanding biji kopi robusta serta memiliki bentuk oval (Saputri *et al.*, 2020). Di Indonesia terdapat berbagai macam jenis kopi seperti robusta, arabika, liberika dan masih banyak lagi. Akan tetapi, jenis kopi yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia adalah jenis kopi robusta dan arabika. Pada tahun 2001-2017 jumlah produksi kopi robusta yaitu 81,96% dengan luas tanah sekiat 1,04 juta hektar sedangkan kopi arabika memiliki luas tanah perkebunan 330,50 ribu hektar di tahun 2017 yang tiap tahunnya kopi arabika juga mengalami peningkatan produksi seiring meningkatnya permintaan pasar (Martauli, 2018). Namun, kopi arabika memiliki keunggulan dibandingkan dengan kopi robusta yang menyebabkan kopi arabika memiliki banyak peminat dan permintaannya juga semakin tinggi dari tahun ke tahun.

Kopi arabika (*Coffea arabica* L.) termasuk jenis kopi yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat karena memiliki aroma dan rasa yang baik karena adanya senyawa aldehid, asetaldehida dan propanal (Zarwinda & Sartika, 2019). Biji kopi arabika memiliki bentuk sedikit lebih besar dari robusta dan berbentuk oval. Kandungan lipid dan gula dalam kopi arabika juga lebih tinggi daripada robusta sehingga kadar gula pada arabika ini akan berperan dalam proses dekomposisi gula pada saat roasting yang dapat meningkatkan *acidity* kopi (Sabarni & Nurhayati, 2019). Kopi arabika ini menjadi kopi nomor satu karena memiliki kualitas yang lebih baik daripada kopi jenis lainnya. Kopi arabika memiliki keunggulan daripada kopi robusta, yaitu kopi arabika memiliki citarasa dan aroma yang lebih unggul daripada robusta, sebab umumnya robusta lebih pahit dibandingkan dengan kopi arabika (Aditya *et al.*, 2016).

Selain memiliki cita rasa yang khas, kopi juga memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan tubuh. Beberapa manfaat kopi bagi tubuh antara lain adalah meningkatkan laju metabolisme, meningkatkan kerja psikomotor dan merelaksasi otot-otot yang tegang (Emran & Addyantina, 2012). Kopi arabika juga memiliki kandungan senyawa bioaktif yang tinggi. Asam klorogenat menjadi salah satu komponen penting dalam kopi karena sifatnya sebagai antioksidan yang termasuk dalam komponen fenolik (Jeszka-Skowron *et al.*, 2016). Selain itu, asam klorogenat menjadi senyawa penting dalam pembentukan rasa, aroma dan kualitas dari biji kopi (Kristiyanto *et al.*, 2013). Kopi arabika memiliki kandungan kafein sekitar 0,9-1,09% (Navarra *et al.*, 2017). Selain kafein, kopi arabika juga mengandung beberapa senyawa lainnya seperti kandungan asam klorogenat sekitar 4-8% (Farah *et al.*, 2006; Farah & Donangelo, 2006), total fenolik 255,99 mg GAE/g (Kiattisin *et al.*, 2016) sedangkan menurut penelitian dari (Sunarharum *et al.*, 2019) total fenolik kopi arabika tanpa roasting sebesar 52,04 mg GAE/g. Kopi arabika juga mengandung 12,04% kadar air, 5,09% kadar abu, 9,48% protein dan 13,39% lemak kasar (Sunarharum *et al.*, 2019).

2.2 Green Coffee Beans

Green bean kopi merupakan biji kopi dari hasil pengolahan seperti pengeringan dan pencucian serta pengupasan ceri kopi hingga diperoleh biji kopi hijau yang selanjutnya dapat disangrai dan diolah menjadi minuman yang memiliki citarasa yang khas. Biji kopi ini

memiliki bentuk yang berbeda-beda sesuai dengan varietas kopinya. *Green bean* kopi arabika umumnya ditandai dengan bentuk yang lebih besar dari robusta, berbentuk oval dan memiliki warna hijau pucat sedangkan *green bean* kopi robusta umumnya lebih kecil dan berbentuk bulat (Saputri *et al.*, 2020; Sabarni & Nurhayati, 2019; Ghosh & Venkatachalapathy, 2014). *Green bean* kopi yang telah terlepas dari bauh ceri kopi ini ditandai dengan warna hijau yang diperoleh pada biji kopi yang dapat dilihat pada Gambar 1.



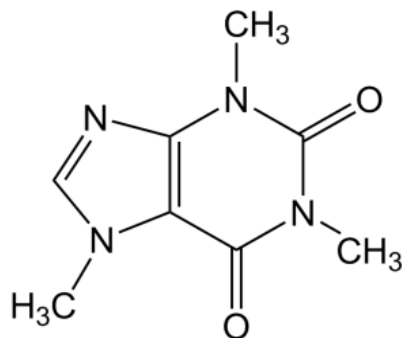
Gambar 1. *Green Bean* Kopi
Sumber : (Nugroho dan Sebatubun, 2020)

Kopi arabika umumnya ditanam pada ketinggian kisaran 900-1.700 mdpl (Ellyanti *et al.*, 2012). *Green bean* kopi arabika ini mengandung polisakarida sebanyak 49,8 g/100 g, sukrosa 8 g/100 g, lemak 16,2 g/100 g, protein 9,8 g/100 g, dan asam amino 0,5 g/100 (Ghosh & Venkatachalapathy, 2014). Selain itu, menurut Dong *et al.*, (2015), bahwa *green bean* kopi memiliki kadar protein yang tinggi dibandingkan dengan biji kopi yang telah disangrai. Protein ini akan membentuk asam amino yang memiliki peran dalam pembentukan aroma pada kopi yang dihasilkan. *Green bean* kopi juga memiliki kadar kafein yang lebih tinggi dibandingkan dengan biji kopi yang telah melalui proses penyangraian. *Green bean* kopi arabika juga memiliki lipid dan gula yang tinggi yang berperan dalam pembentukan *acidity* kopi pada saat *roasting* (Sabarni & Nurhayati, 2019). Kopi arabika juga umumnya dikenal sebagai kopi *specialty* karena memiliki cita rasa dan aroma yang baik.

2.3 Kafein

Kafein (1,3,7-trimethylxanthine) merupakan senyawa metabolit sekunder golongan alkaloid turunan dari *xantine* yang hampir terdapat pada seluruh bagian kopi (Dewi *et al.*, 2017). Kafein juga termasuk senyawa heterosiklik yang memiliki struktur cincin dengan atom yang berbeda. Kafein juga memiliki kemiripan struktur dengan 3 senyawa alkaloid yaitu xanthin, theophylline dan theobromin, yang mana struktur dari kafein dapat dilihat lebih rinci pada Gambar 2. Kafein memiliki berat molekul sebesar 194.19 g/mol yang termasuk alkaloid metilxantine yang dapat berikatan dengan adenosine sehingga mempengaruhi aktivitas psikotropika dan anti inflamasi (National Center for Biotechnology Information, 2021b). Kafein akan menghasilkan aroma yang wangi dan khas dan akan menghasilkan rasa masam dan pahit. Kafein yang terdapat dalam kopi dapat berupa senyawa bebas maupun senyawa yang terikat dengan asam klorogenat yang membentuk senyawa kalium klorogenat (Fahmi Arwangga *et al.*, 2016). Kafein memiliki bentuk murni yang berwarna putih seperti tepung atau berbentuk seperti Kristal (Isnindar *et al.*, 2016). Selain itu, kafein dapat dipisahkan atau

dikeluarkan dari kopi dengan cara diuapkan sebab kafein termasuk senyawa basa monocidic yang mudah menguap (Kumar, 2014). Berikut ini, struktur dari kafein yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Kafein

Sumber : (Zakir & Hassan, 2013)

Kafein ini aman dikonsumsi bagi orang yang memiliki kondisi tubuh normal karena kafein akan berperan sebagai obat analgetik yang mampu menurunkan rasa sakit dan membantu menurunkan demam (Fahmi Arwangga *et al.*, 2016). Selain itu, kafein dapat membantu meningkatkan kerja psikomotor, relaksasi otot-otot yang tegang, menstimulasi susunan saraf, dan sekresi asam lambung (dePaula & Farah, 2019; Dewi *et al.*, 2017; Emran & Addyantina, 2012). Hal inilah yang menyebabkan apabila seseorang mengkonsumsi kopi maka dia tidak merasa kantuk dan merasa bugar sebab adanya senyawa kafein dalam kopi ini akan menstimulasi saraf pada tubuh (Zarwinda & Sartika, 2019). Kafein memiliki aktivitas antagonis terhadap reseptor utama adenosine. Kafein akan menekan kerja adenosine sehingga mengurangi efek mengantuk yang dimediasi oleh reseptor adenosine (dePaula & Farah, 2019). Pada beberapa individu yang memiliki toleran terhadap kafein, efek tersebut akan memberikan kepercayaan diri dan perubahan positif pada suasana hati.

Kafein juga dapat bersifat sebagai antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan *streptococcus mutans* (Sharma *et al.*, 2014). Kafein bersama senyawa bioaktif lainnya dalam kopi seperti asam klorogenat dan trigonelin dapat bersifat sebagai antiinflamasi (dePaula & Farah, 2019). Sebuah studi juga menunjukkan bahwa kafein banyak digunakan dalam bidang olahraga untuk meningkatkan stamina dengan dosis sedang 3-5 mg/berat badan (Cappelletti *et al.*, 2015). Namun, penggunaan kafein secara berlebihan dapat menimbulkan efek ketergantungan dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan.

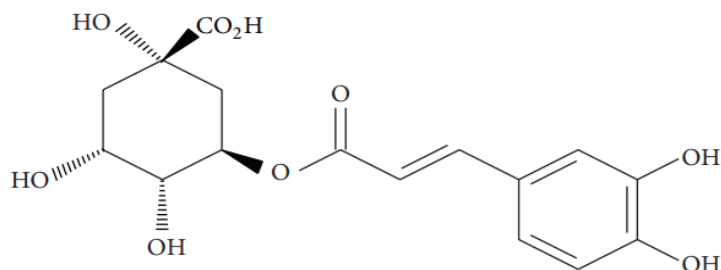
Kafein juga memiliki efek samping jika dikonsumsi secara berlebihan atau pada kondisi tubuh yang memiliki masalah dengan hormon metabolisme asam. Selain itu, kafein akan menyebabkan perasaan gugup, gelisah, insomnia, kejang-kejang dan mual hingga dapat menyebabkan penyakit jantung (Dewi *et al.*, 2017; Nieber, 2017). Efek samping kafein juga telah dikaji oleh (Bawazeer & AlSobahi, 2013) bahwa 34,4% konsumen yang minum minuman yang mengandung kafein merasakan efek samping berupa insomnia, sakit kepala, gelisah, mual hingga muntah bahkan menimbulkan efek ketergantungan. Karena menyebabkan insomnia, sehingga kafein ini akan mengganggu kualitas tidur seseorang. Kafein juga dapat meningkatkan tekanan darah sehingga dapat mengganggu kondisi jantung dan kesehatan tubuh.

Kafein dapat menjadi faktor eksternal penyebab terjadinya penyakit gastritis apabila dikonsumsi secara berlebihan (Tapia-Pancardo *et al.*, 2012). Kafein akan mempercepat produksi asam lambung dalam sistem pencernaan sehingga gas dalam lambung akan berlebih yang menyebabkan sensasi kembung pada perut. Kafein juga termasuk zat iritan pada lapisan mukosa lambung (Selviana, 2015; Zakir & Hassan, 2013). Hal tersebut menyebabkan, individu yang menderita penyakit asam lambung atau maag tidak disarankan untuk mengkonsumsi kafein secara berlebihan sebab kafein termasuk zat iritan pada lambung yang jika dikonsumsi secara berlebihan dan terus menerus maka inflamasi pada sistem pencernaan juga akan terjadi secara terus menerus. Konsumsi kafein berlebih juga dapat meningkatkan pelepasan hormon kortisol. Pelepasan hormon kortisol terjadi sebagai respon terhadap stres. Selain itu, konsumsi kafein >250 mg/hari akan menyebabkan halusinasi (*National Center for Biotechnology Information*, 2021a). Asupan kafein pada dosis tinggi yang melebihi 500-600 mg atau setara dengan 4-7 cangkir kopi perhari dapat menyebabkan cemas, tremor dan takikardia atau gangguan detak jantung yang berdegup di atas normal badan (Cappelletti *et al.*, 2015).

Berdasarkan SNI 01-7152-2006 batas konsumsi kafein adalah 150 mg/hari dan 50 mg/sajian dalam makanan dan minuman. Sedangkan menurut *European Food Information Council* (EFIC) tahun 2007 batas konsumsi kafein yaitu 300 mg/hari yang dimana angka ini setara dengan 3 cangkir kopi biasanya tidak menimbulkan masalah kesehatan asalkan dibarengi dengan gaya hidup sehat lainnya. Walaupun konsumsi kafein dengan dosis 300 mg masih aman namun dosis tersebut tetap akan menyebabkan adanya reaksi ketagihan atau kecanduan sehingga dapat menyebabkan rasa lelah atau pusing jika tidak mengkonsumsi kopi. Selain itu, kondisi tubuh masing-masing orang berbeda sehingga respon terhadap kafein juga berbeda. Oleh karena itu, konsumsi kopi atau minuman berkafein tinggi tidak boleh terlalu banyak karena akan menyebabkan efek kecanduan dan efek negatif lainnya pada kesehatan.

2.4 Asam Klorogenat

Asam klorogenat merupakan metabolit sekunder dengan berat molekul sebesar 354,31 g/mol yang termasuk senyawa ester sinamat yang berasal dari hasil kondensasi gugus karboksi asam trans-caffeic dengan gugus 3-hidroksi asam kuinat (*National Center for Biotechnology Information*, 2021a). asam klorogenat memiliki rumus molekul $C_{16}H_{18}O_9$ dan memiliki nama lain 3-caffeoylquinic acid yang strukturnya dapat dilihat dengan rinci pada Gambar 3. Asam klorogenat juga termasuk senyawa yang mudah larut dalam air dan memiliki 4 sub kelompok isomer utama dalam biji kopi yang terdiri dari asam caffeoylquinic (CQA), asam feruloylquinic (FQA), asam dicaffeoylquinic (diCQA) dan asam p-coumaroylquinic (p-CQA) (Farah *et al.*, 2006). Asam klorogenat ini juga akan mempengaruhi flavor pada kopi karena memiliki kontribusi terhadap rasa pahit dan keasamaan akhir pada kopi (Farah *et al.*, 2006). Struktur dari asam klorogenat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Asam Klorogenat

Sumber : (Toyama *et al.*, 2014)

Asam klorogenat juga memiliki berbagai macam khasiat bagi kesehatan tubuh. Asam klorogenat memiliki sifat antioksidan, antidiabetes, anti-inflamasi, dan antikarsinogenik (Tajik *et al.*, 2017). Asam klorogenat juga mampu menghambat sintesis asam lemak bebas. Asam klorogenat akan menghambat metabolisme lemak pada jalur lipogenesis di hati sehingga dapat membantu mengurangi penumpukkan lemak di hati dan mengurangi sel hepatoma. Selain itu, CGA juga mampu mengatur metabolisme glukosa pada jalur AMPK (adenosine monophosphate activated protein kinase) (Ong *et al.*, 2013). Pada penelitian (Ji *et al.*, 2013) yang dilakukan secara *in vivo* menunjukkan bahwa asam klorogenat dapat melindungi hati dari kerusakan hati yang disebabkan oleh acetaminophen/paracetamol dan membantu melindungi dari stress oksidatif.

Asam klorogenat juga memiliki manfaat sebagai anti hipertensi. Hipertensi termasuk jenis penyakit yang dapat menimbulkan komplikasi pada kesehatan seperti tekanan darah, jantung dan ginjal. Dalam penelitian (Watanabe *et al.*, 2006), konsumsi asam klorogenat dengan dosis 140 mg/hari dari ekstrak green bean kopi dapat membantu menurunkan tekanan darah bagi pasien penderita hipertensi ringan. Singkatnya, asam klorogenat ini mampu menurunkan sistolik dan diastolik serta mampu meningkatkan bioavailabilitas nitrat oksida, sebab hipertensi dapat terjadi karena kekurangan nitrat oksida dan peningkatan anion peroksida dalam jaringan endotel (Tajik *et al.*, 2017; Watanabe *et al.*, 2006).

2.5 Fenolik dan Flavonoid

Kopi mengandung berbagai macam senyawa metabolit sekunder yang termasuk dalam kelompok fenol dan flavonoid. Berdasarkan penelitian (Kiattisin *et al.*, 2016) total fenolik dalam biji kopi arabika tanpa melalui proses penyangraian yang diekstrak dengan etanol memiliki kadar sebesar 255,99 mg GAE/g, sedangkan menurut penelitian dari (Sunarharum *et al.*, 2019) total fenolik kopi arabika tanpa roasting sebesar 52,04 mg GAE/g. Selama proses pengolahan kopi termasuk proses roasting akan menyebabkan peningkatan total fenolik kopi arabika yaitu 2300-2500 mg GAE/g (Kreichbergs *et al.*, 2011). Senyawa fenol dan flavonoid umumnya memiliki sifat antioksidan yang baik yang dapat menangkal radikal bebas. Pada pengujian total fenolik, standar yang digunakan adalah asam galat. Asam galat digunakan karena memiliki tingkat kestabilan yang lebih baik daripada asam tanat yang juga dapat digunakan sebagai standar dalam pengujian total fenolik (Asmira *et al.*, 2020). Prinsip pengujian total fenol berdasarkan pembentukan senyawa kompleks yang ditandai dengan warna biru ketika sampel bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu. Asam galat yang direaksikan dengan reagen FC akan memberikan warna awal kuning kehijauan dan setelah

penambahan Na_2CO_3 yang memberikan suasana basa maka akan memberikan warna sebagai reduksi dari fosfomolibdat-fosfotungstat. Fosfomolibdat-fosfotungstat yang direduksi oleh fenol akan menghasilkan molybdenum berwarna biru sehingga semakin tinggi konsentrasi fenol maka pembentukan warna biru akan semakin pekat (Prayoga.D.G.E et al., 2019; Rahayu et al., 2015). Kadar total fenol kemudian ditetapkan dengan metode spektrofotometer dan dinyatakan sebagai ekuivalen asam galat (GAE).

Total flavonoid pada kopi arabika yang telah dilakukan proses roasting yaitu sekitar 40-60 mg QE/g (Kreicbergs *et al.*, 2011). Pengujian total flavonoid umumnya menggunakan quersetin sebagai standar. Quersetin termasuk senyawa flavonol yang paling umum dan memiliki sifat antioksidan yang dinyatakan dalam quersetin ekuivalen (QE). Pada pengujian total flavonoid memberikan warna kuning sebagai reaksi dari quersetin. Selain itu, terdapat penambahan larutan potassium asetat yang dapat membantu mendeteksi adanya gugus 7-hidroksil pada sampel. Selama pengujian juga dilakukan inkubasi selama 30 menit yang berfungsi untuk memaksimalkan jalannya reaksi yang terjadi sehingga dapat memberikan intensitas warna yang baik ketika dilakukan pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis (D. N. Azizah et al., 2014).

2.6 Dekafeinasi

Dekafeinasi merupakan suatu metode yang dilakukan untuk menurunkan kadar kafein yang terdapat pada bahan pangan. Dekafeinasi atau penurunan kadar kafein pada kopi dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain adalah dengan metode *water decaffeination* (dekafeinasi dengan pelarut dengan air), *solvent decaffeination* (dekafeinasi menggunakan pelarut bahan kimia organik maupun anorganik), ataupun metode dekafeinasi CO_2 superkritis (Berbis, 2016). *Solvent decaffeination* biasanya menggunakan beberapa pelarut seperti etil asetat, metil klorida, kloroform, asam sulfat dan pelarut kimia lainnya. Proses terektrasknya senyawa kafein dengan pelarut terjadi karena adanya *driving force* yaitu adanya perbedaan konsentrasi dan kelarutan kafein dengan pelarutnya sehingga pada suhu tertentu kafein akan terekstrak keluar, dimana semakin tinggi suhu yang digunakan maka kadar kafein akan semakin berkurang (Majid, 2010). Akan tetapi, dekafeinasi menggunakan pelarut dari bahan kimia ini bersifat toksis dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan apabila pelarut kimia yang digunakan terikut pada produk kopi decaf yang dihasilkan.

Dekafeinasi dengan metode CO_2 superkritis merupakan metode pengurangan kadar kafein dengan menggunakan karbondioksida dengan tekanan dan suhu kritis dengan waktu yang telah ditentukan untuk melarutkan kafein (Zabot, 2020). Dekafeinasi dengan *scCO*₂ beroperasi pada sekitar 25 MPa dan suhu kisaran 100⁰C (Pietsch, 2017). Karbondioksida termasuk senyawa yang ketersediaannya melimpah, tidak berbahaya dan tidak mudah terbakar (De Marco *et al.*, 2017). Keuntungan dari metode ini adalah kopi decaf yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik karena resiko kehilangan senyawa flavour pada kopi akan lebih rendah. Selain itu, metode CO_2 superkritis tidak menggunakan pelarut toksis sehingga aman bagi produk pangan. Akan tetapi, kekurangan metode ini adalah proses decaf membutuhkan peralatan instalasi dan sistem batch dengan biaya yang tinggi (Pietsch, 2017).

Dekafeinasi dengan menggunakan pelarut air sebenarnya termasuk proses dekafeinasi yang tidak diharapkan karena air akan melarutkan kafein dan senyawa lain dalam kopi. Akan tetapi, air termasuk pelarut yang aman bagi kesehatan, ramah lingkungan, murah dan dapat

digunakan oleh industri kecil untuk proses dekafeinasinya. Proses pengurangan kadar kafein dengan pelarut air harus menggunakan suhu yang tinggi sehingga kafein dapat terekstrak (Putri *et al.*, 2017). Proses dekafeinasi dengan air dapat dilakukan dengan cara perebusan atau pengukusan yang disertai dengan proses pelarutan kopi dengan cara merendam dalam air mengalir. Metode dekafeinasi lain dengan menggunakan pelarut air adalah metode *Swiss Water Process* yang dikembangkan di Swiss. Metode ini termasuk metode yang aman karena menggunakan pelarut air selama proses ekstraksinya. Metode ini juga memiliki keunggulan yaitu dapat membantu mengurangi kehilangan senyawa lain selain kafein selama proses dekafeinasinya karena menggunakan air jenuh yang telah dikondisikan sehingga senyawa-senyawa lain seperti senyawa bioaktif dan senyawa flavornya dapat masuk kembali ke dalam kopi sedangkan kafeinnya akan terekstrak (Mazzafera, 2012).

2.7 Swiss Water Process

Swiss water process merupakan salah satu metode dekafeinasi dengan menggunakan pelarut air sehingga aman dan tidak mencemari lingkungan. Sebenarnya, air bukanlah pelarut yang baik bagi proses dekafeinasi karena air akan melarutkan senyawa-senyawa lain selain kafein di dalam kopi seperti flavonoid, asam klorogenat dan lain-lainnya. Akan tetapi, metode *swiss water* dapat membantu mengurangi kehilangan zat-zat penting dalam kopi dengan melalui proses difusi menggunakan air jenuh hasil ekstrak kafein (Mazzafera, 2012).

Metode *swiss water* dilakukan dengan merendam kopi dalam air yang panas sehingga senyawa kafein dan senyawa lainnya akan terekstrak kemudian air rendaman tersebut dilewatkan pada karbon aktif sehingga kafein akan tertangkap dalam karbon aktif sehingga didapatkan air jenuh yang memiliki beberapa senyawa gizi tanpa adanya senyawa kafein. Lalu, kopi dimasukkan kembali ke dalam air jenuh sehingga terjadi proses difusi dimana kafein akan keluar dari kopi dan tertangkap oleh karbon aktif sedangkan komponen lainnya tidak meninggalkan biji kopi karena adanya perbedaan konsentrasi air dengan konsentrasi biji kopi yang menyebabkan kafein keluar dari biji kopi sedangkan senyawa lainnya akan tetap berada dalam biji kopi (Boot, 2005; Mazzafera, 2012). Hal ini berdasarkan hukum kelarutan kimia dimana molekul bergerak bebas dari konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi, sehingga kafein dapat keluar dari dalam biji kopi karena adanya perbedaan konsentrasi antara air jenuh dan biji kopi (Boot, 2005). Proses *swiss water* umumnya berlangsung selama kurang lebih 8 jam sampai kopi 99,9% bebas kafein, dengan kondisi karbon aktif yang telah dirancang sedemikian rupa.

Pada penelitian ini dilakukan proses steaming yang bertujuan untuk melunakkan jaringan-jaringan dalam biji kopi. Pelunakkan jaringan kopi dengan cara steaming dapat membantu kafein terekstrak sehingga memudahkan proses difusi senyawa selama dekafeinasi dengan metode *swiss water*. Apabila fluida atau air yang telah berubah menjadi uap panas selama proses steaming mengenai biji kopi maka biji kopi akan menjadi lunak sebab molekul uap panas akan bergerak cepat menembus tumpukan biji dan masuk ke dalam pori-pori biji kopi. Uap panas lalu akan merambat ke dalam jaringan pada kopi yang menyebabkan sel-sel berekspansi karena adanya tekanan uap (Wijaya & Yuwono, 2015). Berdasarkan penelitian (Suharaman & Gafar, 2017), bahwa steaming atau pengukusan akan menurunkan kadar kafein kopi robusta secara signifikan.