



## Analysis of Caffeine Content in Decaffeinated and Non-Decaffeinated Coffee and Its Implications for Health

### *Analisis Kadar Kandungan Kafein pada Kopi Dekafein dan Non Dekafein serta Implikasinya Terhadap Kesehatan*

Farel Nabilah Dustin<sup>a,1,\*</sup>, Muhammad Ismail Hady<sup>a,2</sup>, Rizki Afifah Ramadhani<sup>a,3</sup>, Amallia Larasati<sup>a,4</sup>, Faridhatun Nikmah<sup>a,5</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Ilmu Tarbiyah, Universitas Islam Negeri Raden Mas Said Surakarta, Jl. Pandawa, Pucangan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah

<sup>1</sup> farel.dstn91@gmail.com; <sup>2</sup> m.ismailhady@gmail.com; <sup>3</sup> afifahrdhani27@gmail.com; <sup>4</sup> amalialarasati370@gmail.com; <sup>5</sup> faridhatunnikmah28@gmail.com;

\* corresponding author

#### ARTICLE INFO

##### Article history

Received : November 1, 2025

Revised : December 20, 2025

Accepted : January 20, 2026

Published : February 5, 2026

Kata Kunci: Kafein; Dekafeinasi; Ekstraksi

Keywords: Caffeine; Decaffeination; Extraction

#### ABSTRAK/ABSTRACT

Kafein merupakan komponen utama kopi yang berperan sebagai stimulan. Namun, konsumsi berlebihan dapat menimbulkan gangguan kesehatan sehingga diperlukan alternatif kopi rendah kafein. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kadar kandungan kafein antara kopi dekafeinasi dan non-dekafeinasi serta mengidentifikasi faktor proses yang mempengaruhi efektivitas pengurangan kafein. Kajian dilakukan melalui analisis literatur dari berbagai metode dekafeinasi, termasuk perebusan, ekstraksi air panas, pelarut organik, serta teknologi CO<sub>2</sub>. Pada penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan mengumpulkan dan menganalisis data bersumber dari jurnal penelitian. Literatur yang dikaji mencakup penelitian dari metode dekafeinasi yang berfokus pada pengembangan metode dekafeinasi dan non-dekafeinasi. Hasil menunjukkan bahwa kopi non-dekafeinasi memiliki kadar kafein 1-4%, sedangkan proses dekafeinasi mampu menurunkannya hingga 0,02-0,50% tergantung metode, pelarut, suhu, dan lama perlakuan. Dekafeinasi pada suhu lebih rendah mempertahankan asam klorogenat, sedangkan suhu tinggi menurunkan kafein lebih besar tetapi mengurangi senyawa bioaktif. Metode pelarut organik dan CO<sub>2</sub> tercatat paling efektif menurunkan kafein mendekati standar komersial. Rekomendasi penelitian menyarankan optimasi suhu rendah dan metode ekstraksi tidak langsung untuk menjaga kualitas rasa sekaligus efektivitas dekafeinasi.

*Caffeine is the primary component of coffee that acts as a stimulant; however, excessive consumption may lead to adverse health effects, necessitating the development of low-caffeine coffee alternatives. This review aims to analyse the differences in caffeine content between decaffeinated and non-decaffeinated coffee and to identify processing factors that influence the effectiveness of caffeine reduction. The study was conducted through a literature-based analysis of various decaffeination methods, including boiling, hot-water extraction, organic solvent extraction, and CO<sub>2</sub> technology. This research employed a literature review approach by collecting and analysing data from peer-reviewed research journals. The reviewed literature encompassed studies on decaffeination methods, focusing on the development of both*



*decaffeinated and non-decaffeinated coffee processing techniques. The results indicate that non-decaffeinated coffee contains approximately 1–4% caffeine, whereas decaffeination processes can reduce caffeine levels to 0.02–0.50%, depending on the method applied, solvent type, temperature, and treatment duration. Decaffeination at lower temperatures was found to better preserve chlorogenic acid, while higher temperatures resulted in greater caffeine reduction but led to a decrease in bioactive compounds. Organic solvent-based methods and CO<sub>2</sub> extraction were identified as the most effective approaches for reducing caffeine content to levels close to commercial standards. Future research is recommended to focus on optimising low-temperature and indirect extraction methods in order to maintain flavour quality while ensuring effective decaffeination.*

## 1. Pendahuluan

Kopi adalah salah satu minuman yang populer dan banyak diminati masyarakat. Kopi dikenal sebagai sumber utama kafein dan berbagai sumber zat psikoaktif. Selain itu, kopi juga memiliki efek stimulan terhadap sistem saraf pusat. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kafein dapat meningkatkan kewaspadaan, namun konsumsi berlebih dapat memicu efek samping seperti tremor, insomnia, naiknya asam lambung, kecemasan, hingga gangguan kardiovaskular [1]. Hal ini menjadi perhatian khusus bagi konsumen yang sensitif terhadap kafein. Kopi memiliki manfaat terhadap kesehatan, Penelitian terdahulu membuktikan bahwa kopi mengandung zat antioksidan seperti kafein dan asam klorogenat yang dapat meningkatkan kemampuan mengingat atau memori [2].

Berbagai penelitian mengindikasikan bahwa konsumsi kopi dapat membawa manfaat kesehatan dengan mempengaruhi banyak sistem biologis, ditunjukkan dengan cara orang yang minum kopi secara rutin memiliki risiko terkena Diabetes Mellitus Tipe 2, kanker usus besar, dan sirosis hati yang lebih akan tetapi di sisi lain kopi memiliki efek samping bagi kesehatan terutama pada individu yang sensitif pada kafein. hal ini diakibatkan karena kandungan kafein yang berlebihan. Kopi robusta memiliki kadar kafein 1 lebih tinggi (1,5-2,6%) dibandingkan kopi arabika (0,9-1,4%) [3]. Oleh karena itu, robusta lebih berpotensi menimbulkan pengaruh negatif pada individu yang memiliki kemampuan rendah terhadap kafein bahkan pada kopi varietas arabika. Beberapa penelitian membuktikan bahwa kandungan kafein masih dapat menimbulkan iritasi lambung atau lesi mukosa pada kondisi tertentu, sehingga kebutuhan akan kopi rendah kafein semakin meningkat [4].

Proses dekafein mulai dikembangkan untuk mengurangi kandungan kafein tanpa mengorbankan rasa dan kualitas. Dekafeinasi merupakan proses pengurangan kafein dari biji kopi melalui teknik fisik, kimia, biologis, maupun kombinasi. Perebusan biji kopi robusta pada suhu 100°C selama 30-90 menit mampu menurunkan kafein dari 1,87% menjadi 0,40-0,66% sehingga metode ini dianggap cukup sederhana dan mudah digunakan oleh industri kecil dan menengah (IKM) [5]. Walaupun teknologi dekafeinasi telah banyak diterapkan. Namun variasi hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat adanya perbedaan dalam kadar kafein yang terdapat pada kopi. Dekafeinasi metode perebusan pada arabika menghasilkan kadar kafein akhir yang berbeda-beda (0,45-2,06%) meskipun dilakukan pada prinsip yang sama, dipengaruhi oleh faktor seperti metode pengeringan, suhu ekstraksi, dan waktu sangrai. Variasi hasil serupa juga ditemukan pada metode enzimatik, ekstraksi air panas, fermentasi, atau penggunaan pelarut kimia, yang menunjukkan rentang penurunan kafein sangat luas (0,03-1,79% b/v) tergantung metode dan bahan yang digunakan. Ketidakteraturan ini menimbulkan pertanyaan mengenai efektivitas metode dekafeinasi yang digunakan serta faktor-faktor yang mempengaruhi hasil akhir kandungan kafein [6].

Kebutuhan terhadap tinjauan sistematis mengenai kandungan kafein kopi dekafein sangat penting untuk dilakukan khususnya terkait efektivitas proses pengolahan dan implikasinya terhadap kesehatan. Hal ini diakibatkan karena terdapat populasi rentan yang sangat sensitif terhadap efek kafein, dimana konsumsi kopi dekafein yang seharusnya aman justru masih mengandung kafein dalam rentang 0-13,9 mg per sajian yang dapat menimbulkan efek merugikan bagi pasien dengan

pembatasan kafein. Populasi dengan sensitivitas tinggi terhadap kafein, termasuk individu dengan kondisi medis tertentu, ibu hamil, dan anak-anak, memerlukan informasi akurat mengenai kandungan kafein dalam kopi dekafein untuk menghindari efek samping seperti peningkatan denyut jantung, kecemasan, dan gangguan tidur. Ketidakseragaman kadar kafein dalam produk dekafein yang tersedia di pasaran dapat menyebabkan konsumsi kafein yang tidak disadari oleh populasi sensitif, sehingga tinjauan sistematis mengenai efektivitas proses dekafeinasi dan implikasinya terhadap kesehatan menjadi sangat krusial untuk memberikan rekomendasi konsumsi yang aman dan berbasis bukti ilmiah.

Masalah pada penelitian ini adalah karena masih terdapat kesenjangan pengetahuan masyarakat mengenai perbedaan kadar kandungan kafein antara kopi dekafein dan non-dekafein, serta belum adanya pemahaman yang komprehensif tentang bagaimana proses dekafeinasi mempengaruhi kadar kafein yang tersisa dalam produk akhir. Selain itu, implikasi konsumsi kedua jenis kopi ini terhadap kesehatan masih perlu dikaji lebih mendalam, terutama bagi kelompok konsumen yang memiliki sensitivitas terhadap kafein atau kondisi kesehatan tertentu yang mengharuskan pembatasan asupan kafein.

Tujuan penelitian ini untuk menganalisis serta membandingkan antara kandungan kafein kopi dekafein dan non dekafein, mengevaluasi pengaruh faktor-faktor dalam proses dekafeinasi terhadap kadar kafein yang tersisa, serta mengkaji implikasi konsumsi kopi dekafein dan non-dekafein terhadap kesehatan konsumen. Urgensi penelitian ini terletak pada fakta bahwa kafein dapat menimbulkan dampak negatif seperti meningkatkan tekanan darah, mempengaruhi fungsi jantung, dan mengganggu sistem pencernaan, yang menjadi kekhawatiran bagi sebagian kelompok orang. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan data ilmiah yang valid dan menyeluruh sebagai dasar pertimbangan dalam pemilihan jenis kopi yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi kesehatan individu.

Penelitian sebelumnya mengevaluasi efektivitas sari labu siam dalam menurunkan kadar kafein melalui perlakuan perendaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap kadar kafein, protein, total asam tertitrasi, dan rasa skala skoring, namun tidak berpengaruh nyata terhadap warna dan aroma pada taraf signifikansi 5%. Perlakuan terbaik yaitu konsentrasi 3% dengan karakteristik kadar kafein 0,24%, protein 14,27%, total asam tertitrasi 2,85%, L\* 44,34, aroma agak kuat yang agak disukai panelis, dan rasa pahit yang agak disukai panelis [1]. Penurunan kafein menggunakan pelarut polar (metanol dan etanol) menunjukkan penurunan kadar kafein masing-masing sebesar 79,713% (etanol) dan 74,721% (metanol), serta tidak terdapat perbedaan preferensi aroma dan rasa secara signifikan berdasarkan uji statistik terhadap 30 panelis. Biji kopi sebelum dekafeinasi mengandung kafein rata-rata 1,87%; setelah perebusan 30, 60, dan 90 menit turun menjadi 0,66%, 0,45%, dan 0,40%, sedangkan pengukusan menghasilkan kadar 1,65%, 0,42%, dan 0,45% pada durasi yang sama [3]. Perbandingan kadar kafein kopi arabika berbasis variasi metode perebusan menunjukkan kadar kafein terendah ditemukan pada kopi Arabika dekafeinasi (pengeringan natural) dengan suhu perebusan 50°C (2,06%), sedangkan kandungan CGA tertinggi terdapat pada metode pengeringan *full wash* dengan waktu pemanggangan 50 menit (1,32%) [3].

Penelitian terdahulu memiliki kesamaan dengan penelitian ini karena sama-sama menganalisis kadar kafein pada kopi dan menelusuri pengaruh perlakuan dekafeinasi sebagai dasar alternatif konsumsi kopi rendah kafein. Seluruhnya menggunakan kopi sebagai objek dan berupaya menurunkan kadar kafein melalui berbagai metode, seperti perendaman sari labu siam, penggunaan pelarut polar, perebusan, maupun pengukusan. Namun, penelitian sebelumnya hanya berfokus pada efektivitas metode dekafeinasi tanpa membandingkan hasilnya dengan kopi non-dekafein dan tanpa mengaitkan temuan kadar kafein dengan aspek kesehatan. Berbeda dari penelitian terdahulu, penelitian ini tidak hanya membandingkan kadar kafein antara kopi dekafein dan non-dekafein, tetapi juga menghubungkannya dengan implikasi kesehatan, sehingga memberikan nilai kebaruan secara ilmiah.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penyajian analisis komparatif yang komprehensif antara kadar kafein kopi dekafein dan non-dekafein yang dirangkum dari berbagai penelitian, sekaligus mengidentifikasi faktor proses yang mempengaruhi efektivitas dekafeinasi, serta membahas implikasi terhadap kesehatan konsumen. Penelitian ini diharapkan menjadi rujukan ilmiah yang lebih lengkap dibanding studi sebelumnya karena tidak hanya memaparkan efektivitas metode, tetapi juga mengintegrasikan aspek keamanan konsumsi dan relevansi kesehatan.

Berdasarkan kajian tersebut, gap penelitian yang muncul yaitu belum ada penelitian yang secara khusus membahas perbandingan langsung antara kopi dekafein dan kopi non-dekafein dalam satu kajian analitis, masih minim penelitian yang membahas implikasi kesehatan dari variasi kadar kafein terutama bagi konsumen sensitif terhadap kafein, dan belum ada sintesis terintegrasi yang menggabungkan berbagai metode dekafeinasi untuk memberi gambaran umum efektivitasnya.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, yaitu pendekatan yang bertujuan memberikan gambaran sistematis, faktual, dan akurat terhadap fenomena melalui analisis naratif tanpa melibatkan perhitungan statistik, dengan fokus pada pendalaman makna, proses, dan interpretasi data dari berbagai sumber. Pendekatan ini dipilih karena dinilai efektif dalam memperoleh pemahaman komprehensif mengenai kadar kafein pada kopi dekafein dan non-dekafein serta dampaknya terhadap kesehatan. Jenis penelitian yang digunakan adalah studi pustaka (*library research*), yaitu penelitian yang dilakukan dengan menelaah sumber tertulis seperti buku, jurnal ilmiah nasional dan internasional, laporan penelitian, dan literatur kredibel lainnya. Proses pengumpulan data dilakukan dengan mengidentifikasi dan menyeleksi literatur yang relevan, kemudian membaca, memahami, dan mencatat informasi penting untuk selanjutnya dikelompokkan sesuai fokus penelitian guna menunjang pembahasan secara sistematis.

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan teknik analisis isi (*content analysis*). Analisis dilakukan melalui tiga langkah, yaitu reduksi data, penelitian data, dan penarikan kesimpulan. Reduksi data dilakukan dengan menyeleksi, mengklasifikasikan, dan menyaring informasi yang relevan dengan rumusan masalah penelitian. Penyajian data dilakukan dengan menyusun informasi terpilih ke dalam bentuk narasi ilmiah agar hubungan antar-informasi dapat dipahami dengan jelas. Penarikan kesimpulan dilakukan dengan melakukan interpretasi secara komprehensif terhadap hasil analisis literatur untuk menjawab tujuan penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara mendalam referensi ilmiah yang membahas perbedaan kadar kafein pada kopi dekafein dan non-dekafein serta implikasinya terhadap kesehatan manusia, sehingga diharapkan mampu memberikan kontribusi pada pengembangan pengetahuan di bidang pangan dan kesehatan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Kafein adalah sebuah senyawa alkaloid golongan metilxantin yang terdapat pada biji kopi dan memiliki peran memberikan rasa pahit serta efek stimulasi terhadap sistem saraf pusat. Dampak positif dari kafein bisa meningkatkan perhatian serta semangat, meningkatkan perasaan senang, membuat tubuh lebih rileks, dan menciptakan suasana hati yang lebih baik. Efek negatifnya dapat menyebabkan kecemasan, rasa gelisah, kegugupan, kesulitan tidur, detak jantung yang cepat, serta getaran [7]. Oleh karena itu, pemahaman mengenai kadar kafein dalam kopi menjadi penting terutama bagi konsumen yang sensitif atau harus membatasi asupan kafein. Batas konsumsi kafein yang aman per hari adalah sekitar 0,15gram untuk makanan dan 0,05gram untuk minuman. Perbedaan kadar kafein pada berbagai jenis kopi juga perlu diperhatikan, di mana kopi robusta memiliki kandungan kafein dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan kopi arabika. Dekafeinasi menjadi salah satu metode untuk menurunkan kadar kafein agar lebih aman dikonsumsi [8].

Kopi non-dekafein secara umum memiliki kadar kafein berkisar antara 1-4% tergantung varietas, proses pascapanen, hingga metode sangrai. Kafein awal pada biji kopi robusta didapatkan hasil sebesar 1,883%, nilai yang masih berada dalam rentang normal kafein robusta. Proses dekafeinasi yang digunakan dalam penelitian tersebut dilakukan secara tidak langsung menggunakan pelarut organik, yaitu etanol dan metanol, setelah sampel melalui tahap ekstraksi air panas dan *freeze-drying*. Analisis spektrofotometri UV/Vis menunjukkan bahwa kadar kafein setelah dekafeinasi menurun menjadi 0,382% pada perlakuan etanol dan 0,476% pada perlakuan metanol. Nilai ini menunjukkan tingkat penurunan yang signifikan, masing-masing sebesar 79,713% dan 74,721%, serta menegaskan bahwa pelarut etanol lebih efektif dalam menurunkan kandungan kafein [3]. Penurunan ini penting secara kesehatan karena kopi hasil dekafeinasi dapat dikonsumsi dengan jumlah lebih besar tanpa melebihi batas aman konsumsi kafein harian.

Penelitian sebelumnya mendapatkan hasil penurunan kadar kafein dari 1,85% menjadi 1,50% menggunakan metode ekstraksi dan karbon aktif[9]. Penelitian lain mendapatkan hasil penurunan yang sangat kecil, dari 2,66% menjadi 2,64% [10]. Hasil ini menunjukkan bahwa efektivitas dekafeinasi sangat dipengaruhi oleh metode yang digunakan. Pelarut juga mempengaruhi kadar kafein pada kopi dekafeinasi hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa dekafeinasi menggunakan pelarut menghasilkan penurunan kafein dari 2,28% menjadi 0,10% [11]. Penggunaan metode supercritical CO<sub>2</sub> juga efektif dengan hasil penurunan dari 0,94% menjadi 0,08% [12]. Proses dekafeinasi berbasis pelarut dan supercritical CO<sub>2</sub> tampak memberikan penurunan kadar kafein yang paling signifikan.

Penelitian terdahulu yang meneliti dekafeinasi kopi robusta menggunakan etil asetat dengan variasi lama pengukusan dan konsentrasi pelarut. Kadar kafein awal pada kopi robusta yang digunakan adalah sekitar 2,30%. Variasi perlakuan menunjukkan bahwa semakin lama biji kopi dilakukan pengukusan dan semakin tinggi konsentrasi etil asetat yang digunakan, kadar kafein yang terdapat pada biji kopi mengalami penurunan yang cukup besar. Perlakuan terbaik berdasarkan metode analisis Zeleny ditemukan pada pengukusan selama 2 jam dengan konsentrasi etil asetat 15%, yang menghasilkan kadar kafein sebesar 0,14%. Perlakuan lain dengan pengukusan 3 jam pada konsentrasi pelarut yang sama bahkan menurunkan kafein hingga 0,02%. Namun, pemilihan perlakuan optimal tidak hanya mempertimbangkan kadar kafein, tetapi juga kualitas sensori dan kandungan fenolik pada penelitian didapat perlakuan pengukusan 2 jam dianggap sebagai yang paling seimbang [13].

Penggunaan teknik perebusan pada kopi robusta menunjukkan bahwa proses perebusan dapat menurunkan kafein kopi robusta dari 1,87% menjadi 0,40-0,66% tergantung waktu perebusan [14]. Pelunakan jaringan biji kopi selama perebusan atau pengukusan memudahkan pelarut mengekstraksi kafein [15]. Teknik modern seperti ekstraksi ultrasonik dapat menurunkan kafein secara lebih efisien, bahkan mencapai penurunan 31,96% pada kondisi optimal [16]. Perbandingan kadar kafein antara kopi non-dekafein dan kopi dekafein menunjukkan variasi yang cukup luas tergantung metode yang digunakan. Kopi non-dekafein umumnya berada pada rentang 1,5-4%, sementara kopi dekafein, khususnya yang menggunakan metode berbasis pelarut atau CO<sub>2</sub> superkritis, mampu menurunkan kafein hingga di bawah 0,5% dan bahkan dapat mencapai 0,02% pada beberapa perlakuan. Perbedaan kadar kafein ini memiliki implikasi kesehatan yang penting. Konsumsi kopi dekafein dinilai lebih aman bagi konsumen dengan sensitivitas terhadap kafein atau bagi individu yang berisiko mengalami gangguan seperti insomnia, palpitasi jantung, refluks asam, atau kecemasan. Meskipun kadar kafein diturunkan, kopi dekafein tetap mengandung senyawa bioaktif seperti asam klorogenat yang memberikan manfaat antioksidan dan dapat memberikan efek positif bagi kesehatan.

Proses dekafeinasi kopi melibatkan berbagai faktor yang saling berkaitan, mulai dari tahap preparasi hingga finishing produk akhir. Berdasarkan kajian literatur, terdapat perbedaan mendasar antara proses kopi dekafeinasi dan non-dekafeinasi yang mencakup aspek perlakuan awal, metode ekstraksi, parameter suhu dan waktu, serta strategi pemeliharaan kualitas organoleptik. Tahap preparasi merupakan langkah kritis yang membedakan proses dekafeinasi dari kopi non-dekafeinasi. Pada kopi dekafeinasi, biji kopi hijau robusta mengalami perlakuan pengukusan terlebih dahulu pada suhu sekitar 100°C selama 30 menit untuk melunakkan jaringan biji [6]. Proses pengukusan ini bertujuan untuk memperbesar pori-pori jaringan kopi sehingga memudahkan pelarutan kafein dengan cara memutus ikatan kafein dengan asam klorogenat, membuat kafein berada dalam kondisi bebas dan lebih mudah diekstraksi [15]. Penelitian lebih mendalam menunjukkan bahwa lama pengukusan berpengaruh signifikan terhadap efektivitas dekafeinasi, dimana ekspansi sel-sel biji kopi mencapai nilai maksimum 34-35% setelah pengukusan selama 2 jam, kondisi yang mendukung proses rewetting dengan kadar air kembali seperti saat biji kopi baru dipanen [13]. Pada kopi non-dekafeinasi biji kopi hijau langsung mengalami proses penyangraian tanpa melalui tahap pengukusan dan ekstraksi kafein. Membuat kandungan kafein tetap utuh dalam kisaran 3,49-4,14 % tergantung metode pengeringan apa yang digunakan.

Faktor krusial yang membedakan proses dekafeinasi adalah pemilihan jenis dan konsentrasi pelarut organik. Konsentrasi etil asetat mempengaruhi terhadap penurunan total fenol dan kadar kafein, sehingga perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi etil asetat 15% dengan lama pengukusan 2 jam, menghasilkan kadar kafein hanya 0,14% dan total fenol 119,68 mg/L [13]. Perbandingan efektivitas pelarut menunjukkan bahwa etanol lebih superior dibandingkan metanol, dengan efisiensi ekstraksi mencapai 44,162% berbanding 24,283% untuk metanol. Penggunaan pelarut etanol dalam proses dekafeinasi yang dilakukan penelitian sebelumnya terbukti paling efektif karena mampu menurunkan kadar kafein hingga 79,713%, dengan kadar akhir 0,382%. Sementara itu, dekafeinasi menggunakan metanol menghasilkan penurunan sebesar 74,721%, dengan kadar akhir 0,476%. Pada penelitian yang sama dijelaskan bahwa tahap awal ekstraksi menggunakan air dipilih untuk meminimalkan risiko tertinggalnya residu pelarut organik di dalam biji kopi, karena residu tersebut dapat menimbulkan aroma yang tidak diinginkan [3].

Suhu dan waktu merupakan parameter yang berbeda signifikan antara proses dekafeinasi dan non-dekafeinasi. Pada kopi dekafeinasi, suhu ekstraksi air ditetapkan pada 80°C karena pada suhu ini kelarutan kafein sudah cukup tinggi namun belum menyebabkan degradasi senyawa aromatik yang signifikan. Suhu pemanasan yang melebihi 95°C dapat menyebabkan kerusakan pada senyawa penyusun aroma dan cita rasa kopi, sehingga kualitas sensorisnya menurun. Variasi suhu dekafeinasi menunjukkan pola yang konsisten dimana suhu 50°C menurunkan kafein secara moderat namun mempertahankan CGA lebih tinggi (0,90% pada natural drying), sedangkan suhu 75°C menurunkan kafein lebih banyak tetapi menyebabkan penurunan drastis CGA menjadi 0,19%. Meskipun secara statistik perbedaan suhu tidak signifikan terhadap kadar kafein maupun CGA ( $p \geq 0,05$ ), pola penurunan tetap terlihat jelas. Waktu ekstraksi optimum untuk air mencapai 6 jam, sedangkan untuk ekstraksi Soxhlet menggunakan etanol memerlukan 12 kali siklus dan metanol 15 kali siklus, menunjukkan bahwa etanol memiliki kemampuan melarutkan kafein lebih cepat [3].

Kopi non-dekafeinasi, waktu sangrai menjadi faktor penting yang mempengaruhi kadar kafein dan CGA dengan pola yang berlawanan. Kafein menurun seiring bertambahnya waktu sangrai (korelasi negatif), dimana biji kopi natural yang disangrai 20 menit memiliki kafein 4,14% dan setelah 50 menit menurun menjadi 1,46%. Sebaliknya, CGA meningkat seiring lamanya sangrai (korelasi positif). Uji statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua durasi sangrai ( $p \geq 0,05$ ). Penurunan kadar kafein pada biji kopi setelah proses penyangraian terjadi karena pemanggangan dilakukan pada suhu di atas titik sublimasi kafein, sehingga kafein yang awalnya berbentuk padat dapat berubah menjadi gas dan menguap [3]. Proses penyangraian light roast umumnya berlangsung pada suhu 193–199°C, dimulai dengan tahap penguapan air ketika biji kopi mencapai suhu sekitar 100°C memanfaatkan perbedaan suhu untuk mempercepat perpindahan panas dan penguapan air [13].

Terdapat perbedaan mendasar antara metode ekstraksi langsung dan tidak langsung dalam proses dekafeinasi. Metode ekstraksi langsung prosesnya sederhana dan cocok untuk skala industri kecil dan menengah karena murah, namun kurang efektif dengan kadar kafein tersisa masih 2,01-3,80%, jauh lebih tinggi dari standar kopi dekafeinasi komersial. Sebaliknya, metode ekstraksi tidak langsung yang dikembangkan lebih kompleks namun lebih efektif dalam mempertahankan kualitas organoleptik. Proses ini diawali dengan pengambilan biji kopi hijau yang direndam dalam air pada temperatur 80°C selama enam jam. Setelah itu, ekstrak yang dihasilkan dikeringkan menggunakan alat *freeze-dryer*, lalu ekstrak yang sudah kering tersebut diekstrak ulang dengan metode Soxhlet memakai pelarut etanol atau metanol pada suhu 70°C. Teknik tidak langsung ini menghasilkan kandungan kafein akhir yang lebih rendah (0,382-0,476%) dan lebih sesuai dengan standar yang ada di pasaran [3].

Tantangan utama dalam proses dekafeinasi yang tidak ditemukan pada kopi non-dekafeinasi adalah pemeliharaan karakteristik organoleptik. Proses dekafeinasi menggunakan pelarut organik memiliki kelemahan dalam mempertahankan aroma dan cita rasa asli kopi, sehingga diperlukan tahap tambahan untuk mengembalikan atau menambahkan kembali komponen aromatik agar kualitas sensoris kopi tetap terjaga [3]. Strategi yang diterapkan untuk memulihkan kembali komponen

aromatik dilakukan dengan mendispersikan ekstrak kering sebesar 10% b/v ke dalam air, kemudian merendam biji kopi hasil dekafeinasi ke dalam dispersi tersebut selama satu jam pada suhu ruang agar senyawa pemberi aroma dapat terserap kembali ke dalam biji kopi [13]. Proses penirisan setelah perendaman bertujuan mempermudah pengeringan dengan mengurangi jumlah air yang menetes. Efektivitas strategi ini dibuktikan melalui uji organoleptik yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan preferensi yang signifikan terhadap aroma dan rasa pada tingkat kepercayaan 95% dengan melibatkan 30 panelis, serta tidak ditemukan perbedaan nyata antara kopi robusta dekafein perlakuan terbaik dan kontrol. Namun demikian, perbedaan frekuensi pilihan panelis tetap terlihat, di mana kopi hasil ekstraksi menggunakan air memperoleh jumlah preferensi paling rendah, sehingga mengindikasikan bahwa proses dispersi mampu mengembalikan sebagian besar senyawa aromatik yang sebelumnya tertarik ke dalam ekstrak air [3].

Tahap terakhir dari pengolahan juga menunjukkan perbedaan antara kopi yang telah dihilangkan kafeinnya dan yang tidak. Untuk kopi yang telah didekafeinasi, setelah proses ekstraksi dan pengembalian aroma, biji kopi kemudian dikeringkan dengan oven kabinet pada suhu 55-60°C selama 12 jam atau menggunakan cabinet dryer pada suhu 60°C selama 5 jam untuk mengurangi kadar air dan mempermudah proses pemanggangan [6]. Suhu pengeringan dipilih cukup rendah untuk mencegah kerusakan struktur biji dan hilangnya komponen volatil penting. Penyangraian dilakukan pada suhu 193-225°C selama 11 menit, diikuti pendinginan pada suhu 30°C selama 10 menit, kemudian penggilingan menggunakan grinder selama 45 detik dan pengayakan dengan ayakan 60 mesh [6]. Pada kopi non-dekafeinasi, proses lebih sederhana karena biji kopi hijau langsung disangrai tanpa melalui tahap ekstraksi, pengayakan, dan pengembalian aroma, sehingga lebih efisien dari segi waktu dan biaya produksi namun tetap mempertahankan kandungan kafein penuh.

Stimulan sistem saraf pusat, kafein memiliki efek kompleks yang dapat bersifat positif maupun negatif tergantung dosis, frekuensi konsumsi, serta sensitivitas individu. Pada dosis rendah hingga moderat, kafein meningkatkan aktivitas kortikal otak melalui mekanisme penghambatan reseptor adenosin dan meningkatkan pelepasan dopamin dan norepinefrin. Proses ini berkontribusi pada peningkatan kewaspadaan, fokus, dan penundaan kelelahan, menjadikan konsumsi kopi populer di kalangan pelajar dan pekerja untuk mendukung produktivitas [4]. Efek stimulasi tersebut juga dapat meningkatkan performa fisik jangka pendek. Konsumsi kafein berlebihan memberikan dampak negatif terhadap sistem saraf, sistem pencernaan, dan sistem kardiovaskular. Pada sistem saraf pusat, konsentrasi kafein sekitar 10 nmol/mL dalam darah dapat menyebabkan stimulasi berlebihan yang memicu gejala seperti insomnia, pusing, kegelisahan, dan tremor [13]. Kafein juga bersifat vasokonstriktor sehingga dapat mengurangi aliran darah ke otak, yang berdampak pada munculnya sakit kepala serta gangguan koordinasi motorik halus [4]. Dampak pada saluran pencernaan mencakup peningkatan sekresi asam lambung dan risiko gastritis. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa konsumsi biji kopi arabika dapat menyebabkan lesi lambung dengan karakteristik kerusakan yang mirip dengan efek konsumsi aspirin [3]. Efek kafein terhadap sistem kardiovaskular juga menjadi perhatian penting. Aktivasi saraf simpatis yang dipicu oleh kafein dapat meningkatkan detak jantung, tekanan darah, serta beban kerja jantung, sehingga memiliki potensi risiko bagi individu dengan riwayat penyakit kardiovaskular [13]. Selain itu, efek diuretik kafein meningkatkan frekuensi urinasi yang dapat mengganggu keseimbangan cairan tubuh apabila tidak diimbangi dengan asupan cairan yang memadai.

Mempertimbangkan risiko-risiko tersebut, proses dekafeinasi menjadi strategi penting untuk menyediakan alternatif konsumsi kopi yang lebih aman. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode dekafeinasi dengan perebusan air panas selama 90 menit mampu menurunkan kadar kafein hingga 2,06% pada biji kopi arabika dengan pengeringan natural dan suhu 50°C [4]. Meskipun kadar ini masih lebih tinggi dibandingkan standar kopi dekafeinasi komersial, penurunan tersebut cukup untuk mengurangi risiko efek samping seperti insomnia, kecemasan, serta iritasi lambung. Konsumsi kopi dekafeinasi juga bermanfaat bagi individu yang sensitif terhadap kafein atau memiliki kondisi

kesehatan tertentu yang memerlukan pembatasan konsumsi stimulan. Metode dekafeinasi berbasis ekstraksi panas berkepanjangan melibatkan perebusan dan ekstraksi lanjutan dapat menurunkan kadar kafein hingga 31,96% b/v pada suhu 80°C selama 14 jam [14]. Metode ini berpotensi menjadi inovasi yang lebih optimal dalam menghasilkan kopi rendah kafein, dengan manfaat kesehatan yang lebih luas. Secara keseluruhan, meskipun kafein memberikan manfaat tertentu pada dosis moderat, konsumsi berlebihan khususnya dari kopi berkadar kafein tinggi seperti robusta dapat memberikan dampak negatif signifikan bagi kesehatan. Oleh karena itu, kopi dekafeinasi menjadi alternatif yang relevan dan bermanfaat, terutama bagi konsumen dengan sensitivitas tinggi terhadap kafein, penderita gangguan lambung, atau individu yang ingin menikmati kopi tanpa risiko efek stimulasi berlebihan.

#### 4. Kesimpulan

Hasil analisis berbagai penelitian menunjukkan bahwa kadar kafein pada kopi non-dekafein umumnya berada pada kisaran 1-4%, sedangkan proses dekafeinasi baik melalui pelarut organik, ekstraksi air panas, perebusan, etil asetat, maupun CO<sub>2</sub> mampu menurunkan kadar kafein secara signifikan hingga rentang 0,02-0,50%, tergantung metode dan kondisi proses yang digunakan. Faktor-faktor seperti metode pengeringan, perlakuan awal berupa pengukusan, jenis serta konsentrasi pelarut, suhu dan waktu dekafeinasi, serta metode ekstraksi langsung maupun tidak langsung terbukti mempengaruhi efektivitas penghilangan kafein serta kualitas organoleptik setelah proses. Kopi non-dekafeinasi dipengaruhi terutama oleh metode pengeringan dan lama sangrai, di mana kafein cenderung menurun dan asam klorogenat meningkat seiring lamanya pemanggangan. Sebaliknya, dekafeinasi yang efektif memerlukan pelunakan jaringan biji, pemilihan pelarut yang tepat, serta kontrol suhu untuk menjaga stabilitas senyawa bioaktif seperti asam klorogenat. Secara keseluruhan, penelitian-penelitian tersebut menegaskan bahwa dekafeinasi mampu menghasilkan kopi dengan kandungan kafein jauh lebih rendah tanpa menghilangkan komponen fungsional utama, sehingga kopi dekafeinasi menjadi alternatif yang lebih aman bagi konsumen sensitif terhadap kafein sekaligus tetap memberikan manfaat kesehatan dari senyawa bioaktif yang dipertahankan.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua anggota tim penelitian atas kerja sama dan semangat yang telah diberikan selama proses penulisan berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing, Faridhatun Nikmah, M.Pd. yang telah memberikan petunjuk, saran, serta bimbingan secara terus-menerus hingga penelitian ini dapat selesai dengan lancar.

#### 6. Referensi

- [1] Qabul Dinanta Utama, Zainuri, Dewa Nyoman Adi Paramartha, R. Widyasari, and N. Aini, "Dekafeinasi Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Lombok Menggunakan Sari Labu Siam (*Sechium edule*) [Decaffeination,]" *Pro Food (Jurnal Ilmu dan Teknol. Pangan)*, vol. 8, no. 1, 2025.
- [2] A. E. Damayanti, B. Wirjatmadi, S. Sumarmi, and A. E. Damayanti, "Manfaat Konsumsi Kopi dalam Meningkatkan Kemampuan Mengingat ( Memori ): A Narrative Review Benefits of Coffee Consumption in Improving the Ability to Remember ( Memory ): A Narrative Review," pp. 463–468, 2023.
- [3] R. Kartasmita and S. Addyantina, "Dekafeinasi Biji Kopi Robusta ( *Coffea canephora* L . ) menggunakan Pelarut Polar ( Etanol dan Metanol ) Uji Panelis Aroma dan Rasa Kopi Penentuan Residu Pelarut Etanol dan," vol. XXXVII, no. 3, pp. 83–89, 2012.
- [4] R. Rubiyanti and N. Yulia, "Quantification of Caffeine and Chlorogenic Acid in Decaffeination of Arabica Coffee Beans with Brewing Method Samples Using HPLC Kadar Kafein dan Asam

- Klorogenat Biji Kopi Arabika Dekafeinasi Metode Rebusan Menggunakan KCKT,” vol. 6, no. 2, 2024.
- [5] Suharman and P. A. Gafar, “Teknologi Dekafeinasi Kopi Robusta,” pp. 87–93, 2017.
- [6] E. C. Muliawati *et al.*, “Literature Review Pengurangan Kadar Kafein Pada Biji Kopi ketiga berdasarkan data yang dirilis oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat pada tahun,” 2025.
- [7] A. Amini and S. Akbar, “Pengaruh Konsumsi Kopi Terhadap Konsentrasi Belajar Pada Mahasiswa Fakultas Teknik,” vol. 23, no. 2, pp. 202–214, 2024.
- [8] T. Hariyadi, T. Paramitha, D. Irmawati, and S. A. Salsabila, “The Effect of Pineapple Crude Enzymes and Fermentation Time on The Decaffeination Process of Robusta Coffee Tri Hariyadi \*, a Tifa Paramitha , a Dwi Irmawati , a Salwa Ainaya Salsabila,” vol. 5, no. 1, 2024.
- [9] N. I. P. Nugrahini, A. K. Wardani, E. Martati, and M. S. Rohman, “Simultaneous Extraction and Decaffeination Process Optimization of Green Coffee Bean-Based Beverages Using Response Surface Methodology,” vol. 21, no. 6, 2024.
- [10] Umakanthan and M. Mathi, “Heliyon Decaffeination and improvement of taste , flavor and health safety of coffee and tea using mid-infrared wavelength rays,” *Heliyon*, vol. 8, no. 11, p. e11338, 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e11338.
- [11] M. Muchtaridi, D. Lestari, N. Kusaira, K. Ikram, and A. M. Gazzali, “Arabica Green Coffee ( *Coffea arabica* ) Beans : Chlorogenic Acid,” pp. 1–11, 2021.
- [12] M. Honda, D. Takezaki, M. Tanaka, and M. Fukaya, “Effect of Roasting Degree on Major Coffee Compounds : A Comparative Study between Coffee Beans with and without Supercritical CO 2 Decaffeination Treatment,” vol. 1550, no. 10, pp. 1541–1550, 2022.
- [13] D. A. Wijaya and S. S. Yuwono, “Pengaruh Lama Pengukusan Dan Konsentrasi Etil Asetat Terhadap Karakteristik Kopi Pada Proses Dekafeinasi Kopi Robusta Effect of Steaming Time and Ethyl Acetate Concentration against Characteristics of Coffee In Process Robusta Coffee Decaffeination,” vol. 3, no. 4, pp. 1560–1566, 2015.
- [14] T. Suranto Aji, B. Kunarto, and Rohadi, “Pengaruh Lama Pengukusan Dalam Proses Dekafeinasi Terhadap Kadar Kafein, Aktivitas Antioksidan, Kadar Air, Dan Sensori Seduhan Kopi Hijau Robusta (*Coffea Canephora*) The Effect of Steaming Time in the Decaf,” vol. 1.
- [15] R. K. Maramis, G. Citraningtyas, and F. Wehantouw, “Analisis Kafein Dalam Kopi Bubuk Di Kota Manado Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS,” vol. 2, no. 04, 2013.
- [16] N. Chindapan, C. Puangngoen, and S. Devahastin, “Caffeine removal and compositions losses from whole Robusta coffee beans during conventional and ultrasound-assisted aqueous decaffeination,” *J. Food Eng.*, vol. 387, no. June 2024, p. 112349, 2025, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2024.112349.