

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah produksi kopi di Indonesia jika ditinjau berdasarkan jenisnya menghasilkan apesies roussta yang lebih dominan dibandingkan spesies arabika. Selama periode tahun 2014-2023 menghasilkan sekitar 72,71% atau setara dengan 517,41 ribu ton kopi robusta, sedangkan sisanya sekitar 27,29% atau sekitar 194,19 ribu ton adalah arabika (Darmawan & Widaningsih, 2023). Pengeringan merupakan salah satu proses penanganan pasca panen kopi yang penting. Biji kopi yang diproses dengan metode pengeringan yang berbeda akan menghasilkan profil flavor yang juga berbeda. Setiap jenis pengeringan kopi akan memengaruhi aktivitas metabolisme. Peningkatan suhu secara ekstrem pada proses roasting ataupun pengeringan dapat menyebabkan terjadinya stress metabolisme pada biji kopi. Stress metabolisme ini membuat senyawa prekursor berkontribusi dalam pembentukan senyawa volatil (Zhang *et al.*, 2022). Kandungan air dalam biji kopi akan mengalami penurunan yang signifikan selama proses pengeringan sehingga konsentrasi kandungan gula cenderung meningkat. Pengeringan dengan suhu rendah serta waktu yang lama dapat menghasilkan gula yang lebih tinggi dibanding pengeringan suhu tinggi dengan waktu singkat. Kemudian, untuk senyawa prekursor akan terbentuk dan juga ada yang terdegradasi selama proses pengeringan (Gantner & Kostyra, 2024). Kedua hal tersebut juga berkaitan dengan reaksi Maillard yang terjadi pada proses pengeringan biji dengan waktu yang singkat. Pengeringan pada suhu tinggi akan mengurangi kelembaban biji kopi sehingga memperkecil kemungkinan mikroba mengontaminasi biji kopi. Pengeringan kopi termasuk ke dalam salah satu tahapan dalam proses pengolahan kopi yang secara garis besar terbagi menjadi dua metode, yaitu wet process (proses basah) dan dry process (proses kering). *Wet process* atau dikenal juga dengan washed process digunakan untuk menghasilkan kopi dengan cita rasa yang light dan memiliki warna biji kopi yang terang. Hal tersebut dikarenakan buah kopi yang melalui proses ini telah dipisahkan dari bijinya kemudian dibersihkan dengan cara dicuci hingga tidak terdapat lagi sebagian mucilage. *Semiwashed process* merupakan salah satu jenis *wet process*. Sedangkan pada *dry process* atau juga proses natural menjadi metode paling sederhana karena kulit kopi tidak perlu dipisahkan sebelum dilakukan pengeringan. Setelah dilakukan pengolahan kopi, biji kopi kemudian dikeringkan menggunakan sinar matahari. Hal tersebut dikarenakan proses pengeringan bertujuan menghambat aktifitas mikroba yang dapat merusak kualitas biji kopi (Edy & Widiyanti, 2020).

Pengeringan terkontrol merupakan pengeringan yang dilakukan dengan memerhatikan dan mengatur beberapa hal, seperti suhu, waktu, dan kelembabapan. Pengeringan seperti ini dilakukan dengan harapan diperoleh kopi dengan kualitas yang konsisten sehingga menjaga citarasa pada kopi (José *et al.*, 2025). Pengeringan dapat dikontrol dengan menggunakan *batch dryer* sehingga memungkinkan penyesuaian pada suhu dan waktu pengeringan. Selain itu, salah satu manfaat yang diperoleh ialah perubahan metabolisme seperti reaksi Maillard dan penguapan senyawa prekursor dapat dikontrol dengan baik. Penggunaan mesin pengering dapat menjadi salah satu alternatif bagi industri pengolahan kopi untuk melakukan pengeringan terkontrol. Namun, belum ada penelitian yang membahas spesifik mengenai dampak suhu dan waktu

pengeringan terhadap komponen kimia yang terkandung dalam kopi. Pengeringan akan berpengaruh terhadap kandungan air pada biji kopi karena terjadi penguapan. Penguapan terjadi akibat biji kopi telah mencapai titik jenuhnya sehingga mengubah fase cair menjadi uap. Pengeringan menggunakan matahari memiliki banyak kelemahan, seperti durasi pengeringan yang bervariasi, kebutuhan tenaga kerja yang tinggi, dan ketergantungan pada kondisi cuaca (Soeswanto *et al.*, 2021).

Penelitian dari Kieu Tran *et al.* (2020) melakukan pengeringan pada biji kopi robusta menggunakan tiga jenis metode, yaitu hot air drying, pengeringan vakum, dan metode low temperature and low pressure. Hasil yang diperoleh ialah terjadi perubahan yang tidak signifikan pada perubahan kadar kafein terhadap tiga jenis metode pengeringan. Namun, diperoleh perubahan yang signifikan pada kadar asam klorogenat. Hal tersebut dikarenakan asam klorogenat memiliki sifat yang sangat sensitif terhadap suhu panas. Penelitian dari Alves *et al.* (2013) melakukan pengeringan biji kopi robusta menggunakan Air Conditioning System Laboratory (SCAL) dengan waktu pengeringan selama 14 jam dan waktu istirahat selama 10 jam. Penelitian tersebut memperoleh hasil, bahwa peningkatan suhu udara meningkatkan laju pengeringan, koefisien difusivitas efektif, dan mengurangi waktu pengeringan buah kopi. Penelitian dari Berdasarkan penelitian dari Sandeep *et al.*, (2021) dan Alves *et al.*, (2013) mengevaluasi kinetika pengeringan pada berbagai suhu udara pengeringan dengan titik embun rendah untuk buah kopi arabika yang diproses menggunakan metode kering. Penelitian dari Sherly *et al.*, (2020), melakukan proses semi-wash dengan memisahkan biji kopi dari kulitnya lalu difermentasi selama 18 hingga 48 jam untuk menghilangkan sebagian mucilage kemudian biji kopi dibilas dan dikeringkan hingga mencapai kadar air 30-35%. Setelah biji kopi mencapai kadar air tersebut, dilakukan pemisahan biji kopi dari kulit tanduk dan kulit ari kemudian dikeringkan kembali hingga mencapai kadar air 13%. Matús Varady *et al.* (2024) memperoleh hasil penelitian bahwa metode pengolahan kopi, yaitu natural, washed, honey, anaerobic maceration, dan carbonic maceration process dapat memengaruhi senyawa antioksidan dan senyawa volatil yang terkandung pada green beans kopi arabika. Penelitian dari Aswathi dan Puspha (2024), membahas mengenai reaksi yang terjadi pada honey process terhadap kualitas rasa dan aroma kopi arabika. Namun, penelitian yang mendalam terkait pengaruh langsung suhu pengeringan terhadap perubahan karakteristik kimia dan sensori biji kopi robusta masih terbatas, khususnya pada metode pengeringan cepat dan pengeringan lambat menggunakan natural processing dan semi-wash processing. Selain itu, kajian mengenai kinetika pengeringan biji kopi menggunakan variasi suhu pada batch dryer serta dampaknya terhadap efisiensi energi dan kualitas akhir produk belum sepenuhnya dijelaskan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini untuk mengkaji hubungan metode pengeringan menggunakan batch dryer dengan variasi suhu terhadap profil rasa dan kualitas fisik biji kopi robusta.

1.2 Rumusan Masalah

Pengeringan kopi menjadi salah satu faktor utama untuk menghasilkan seduhan kopi dengan citarasa yang khas. Kopi yang dikeringkan menggunakan suhu yang fluktuatif memerlukan waktu pengeringan yang lebih lama karena penurunan kandungan air dalam biji kopi menjadi lambat. Menggunakan batch dryer dalam mengeringkan biji kopi dapat menjadi solusi karena telah dilengkapi dengan sistem yang dapat diatur. Hal

tersebut menjadi poin positif untuk menghasilkan kopi dengan kualitas yang baik karena suhu dan waktu dapat disesuaikan sehingga proses metabolisme seperti Maillard reaction dan penguapan senyawa prekursor dapat dikontrol. Namun, belum diketahui pengaruh bagaimana variasi pengeringan terhadap karakteristik biji kopi robusta dan mengidentifikasi bagaimana perbedaan kualitas biji kopi yang diperoleh menggunakan pengeringan secara alami dan pengeringan mekanis. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini untuk mengetahui bagaimana perbedaan suhu pengeringan memengaruhi senyawa volatil yang terbentuk dan karakteristik rasa kopi robusta sehingga dapat memberikan rekomendasi metode pengeringan terbaik untuk meningkatkan kualitas produk

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi suhu pengeringan terhadap karakteristik biji kopi robusta.
2. Untuk mengidentifikasi bagaimana perbedaan kualitas biji kopi yang diperoleh menggunakan pengeringan mekanis dibanding dengan pengeringan secara alami.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman lebih mendalam terhadap petani, prosesor, produser, penyangrai, hingga barista atau penyeduh kopi tentang pengaruh variasi suhu pengeringan terhadap karakteristik kimiawi dan sensori biji kopi robusta, khususnya pada proses pengeringan dengan metode natural dan semi-wash dengan menggunakan variasi suhu yang dikontrol.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2024 – April 2025, bertempat di Laboratorium Kimia Analisa dan Pengawasan Mutu Pangan dan Laboratorium Pengolahan Pangan, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

2.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu baskom, batang pengaduk, botol vial, botol *solvent*, bulb (D&N), corong (Pyrex), erlenmeyer (Pyrex), *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) (Shimadzu), gelas kimia (Iwaki), gelas ukur (Pyrex), grinder (Bright Crown), *hotplate* (Stuart), *huller* (Garuda Machinery), *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) (Shimadzu tipe apa), labu ukur (Iwaki), magnetic stirrer, mesin pengering, mesin sangrai (Ikawa Pro 100), mikropipet (DLAB), *moisture meter* (Digi Nor), pipet tetes, pipet volume, *pulper* (Garuda Machinery), rak tabung, saringan, sendok tanduk, sentrifus (Becman Coulter), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1280), *syringe filter* 0,2 μm , *ultrasonic cleaner* (Soniclean), tabung reaksi, timbangan analitik (Shimadzu), termometer, tube sentrifus, vakum (Faithful), vortex (DLAB), dan wadah.

Bahan-bahan yang digunakan dalam Penelitian yaitu, kopi robusta yang diperoleh dari Sentra IKM Pengolahan Kopi di kelurahan Banyorang, Kecamatan Tompobulu, Kabupaten Bantaeng, air, akuades, akuades filter, aluminium foil, asam klorida (HCl), asam asetat (H_2SO_4) pekat, es batu, fenol 5%, glukosa murni, kertas saring Whatman No.41, metanol, plastik cetik, standar kafein, standar asam amino, dan tisu.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Pengolahan Pascapanen

2.3.1.1 Proses Natural

Biji kopi robusta disortir dengan hanya mengambil ceri yang berwarna merah. Setelah itu, ceri kopi dikeringkan di bawah sinar matahari langsung (perlakuan kontrol) dan menggunakan pengering blower pada tiga variasi suhu berbeda, yaitu 30°C, 40°C, dan 50°C. Ceri kopi tersebut dikeringkan hingga mencapai kadar air 12%. Selanjutnya, ceri kopi yang telah kering dikupas menggunakan pulper untuk memisahkan kulit bagian luar dan dikupas menggunakan *huller* untuk memisahkan kulit tanduk dan kulit ari dari biji kopi. Perlakuan kontrol yang dilakukan ialah dengan menjemur biji kopi robusta di bawah sinar matahari selama 8 jam, yaitu dari jam 9 pagi hingga jam 5 sore.

2.3.1.2 Proses Semiwash

Biji kopi robusta disortir dengan hanya mengambil ceri yang berwarna merah kulit ceri kopi dikupas menggunakan pulper hingga hanya diperoleh biji kopi. Biji kopi tersebut masih memiliki *mucilage*. Fermentasi dilakukan selama 12 jam dengan memasukkan biji kopi ke dalam plastik dan direndam air. Setelah itu, biji kopi dibilas menggunakan air bersih hingga sebagian besar *mucilage* menghilang. Kemudian, biji kopi dikeringkan di bawah sinar matahari langsung (perlakuan kontrol) dan menggunakan *mechanical dryer* pada tiga variasi suhu berbeda, yaitu 30°C, 40°C, dan 50°C. Biji kopi tersebut dikeringkan hingga mencapai kadar air 30-35% lalu dikupas menggunakan *huller* untuk memisahkan

kulit ari dan kulit tanduk. Perlakuan kontrol yang dilakukan ialah dengan menjemur biji kopi robusta di bawah sinar matahari selama 8 jam, yaitu dari jam 9 pagi hingga jam 5 sore.

2.4 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor, yaitu proses pengolahan dan variasi suhu. Faktor proses pengolahan terdiri dari dua taraf, yaitu natural dan *semiwash*. Faktor variasi suhu terdiri dari tiga taraf yaitu: 30, 40, 50 °C. Masing-masing perlakuan dilakukan tiga kali ulangan dan diuji pada parameter pengujian (Analisis Kandungan Kafein, Analisis Total Gula, Analisis Profil Asam Amino, dan *Cupping Test*) dan dibandingkan dengan sampel kontrol (Proses natural dan *semiwash* pada pengeringan matahari). Perlakuan penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

Kode Perlakuan	Proses Pengolahan	Suhu Pengeringan (°C)
A1B1	Natural	Pengeringan matahari (kontrol)
A1B2		30
A1B3		40
A1B4		50
A2B1	Semiwash	Pengeringan matahari (kontrol)
A2B2		30
A2B3		40
A2B4		50

Keterangan:

Faktor A (Proses Pengolahan):

A1 = Natural

A2 = Semiwash

Faktor B (Variasi Suhu Pengeringan):

B1 = Pengeringan matahari (kontrol)

B2 = 30 °C

B3 = 40 °C

B4 = 50 °C

2.5 Parameter Pengujian

2.5.1 Analisis Kandungan Kafein (Modifikasi Muzaifa *et al.*, 2020; Pokhrel *et al.*, 2016)

Pengujian kadar kafein dilakukan menggunakan instrumen High Performance Liquid Chromatography (HPLC) (Shimadzu Prominence Series) dengan kolom C18, serta rasio solvent 3:7 (metanol : akuabides). Pengujian ini dilakukan dengan mengatur HPLC, yaitu menggunakan laju air 1/10 mL/menit, tekanan 1245 psi, dan panjang gelombang deteksi kafein 272 nm. Serangkaian tahapan pengujian yang lebih spesifik ialah pembuatan kurva standar kafein, pembuatan pelarut, dan analisis kandungan kafein.

a. Pembuatan Kurva Standar Kafein

Pembuatan kurva standar kafein dimulai dengan menimbang standar kafein sebanyak 0,125 untuk membuat larutan standar kafein (Sigma Aldrich). Selanjutnya, dilakukan pembuatan pelarut (metanol dan akuabides filter) dengan perbandingan 1:4 dalam labu ukur 250 mL. Kemudian, standar kafein dilarutkan menggunakan pelarut yang telah dibuat sebelumnya lalu dibuat larutan induk dengan dipipet masing-masing larutan standar dalam 2;5;10;15; dan 20 mL ke dalam labu ukur 50 mL. Setelah itu, ditambahkan akuades hingga pada batas tera kemudian dihomogenisasi dan diperoleh larutan standar kafein. Selanjutnya, 1 mL larutan induk dipipet ke dalam tabung sentrifus lalu disentrifugasi selama 1 menit. Kemudian, sebanyak 10 μ L larutan induk diinjeksi pada HPLC yang telah diatur dengan panjang gelombang 272 nm untuk pengujian sehingga diperoleh kurva standar kafein.

b. Pembuatan Pelarut

Pelarut yang akan digunakan pada HPLC ialah campuran metanol dan akuabides perbandingan 3:7, yaitu metanol 150 mL dan akuabides 350 mL yang kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL lalu dihomogenisasi. Selanjutnya, pelarut dimasukkan ke dalam botol pelarut HPLC dan tutup dari botol tersebut diganti menjadi tutup botol dengan dua pipa untuk kemudian disonikasi menggunakan ultrasonic cleaner. Pipa lubang pada tutup botol digunakan untuk menyambungkan selang vakum. Setelah itu, mesin vakum dan ultrasonic cleaner dinyalakan bersamaan selama 30 menit untuk dilakukan *degassing*. Setelah itu, pipa vakum ditarik terlebih dahulu kemudian kedua mesin dinonaktifkan agar cairan yang masih ada di dalam alat vakum dapat masuk ke dalam botol pelarut.

c. Analisis Kandungan Kafein

Prosedur analisis kandungan kafein diawali dengan menimbang sampel biji kopi hijau sebanyak 1 g kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah terisi akuades 50 mL. Selanjutnya, sampel dipanaskan menggunakan hotplate dan bantuan *magnetic stirrer* dengan suhu 80°C selama 5 menit. Setelah itu, sampel didinginkan pada suhu ruang lalu disaring menggunakan kertas Whatman No.41. Sampel yang telah disaring kemudian dipipet sebanyak 2 mL ke dalam tabung sentrifus lalu disentrifugasi dengan kecepatan 8000 rpm, pada suhu 27°C selama 10 menit. Selanjutnya, sebanyak 1 mL sampel dipipet ke dalam tabung sentrifus lalu disentrifugasi kembali selama 1 menit. Setelah itu, sebanyak 10 μ L sampel diinjeksi pada HPLC untuk proses analisis kandungan kafein menggunakan panjang gelombang 272 nm.

2.5.2 Analisis Total Gula (Modifikasi Trinh *et al.*, 2022)

Analisis total gula pada biji kopi robusta dilakukan menggunakan instrumen spektrofotometer (Shimadzu UV-1280) dan melalui dua jenis tahapan, yaitu pembuatan kurva standar glukosa dan analisis total gula.

a. Pembuatan Kurva Standar Glukosa

Prosedur pembuatan kurva standar glukosa (Sigma Aldrich) diawali dengan menimbang glukosa murni sebanyak 0,01 g kemudian dilarutkan dalam 100 mL akuades sehingga diperoleh larutan standar glukosa dengan konsentrasi 100 ppm. Selanjutnya, larutan standar dipipet sebanyak 0,4 mL; 0,8 mL; 1,2 mL; 1,6 mL; dan 2 mL ke dalam tabung reaksi lalu ditambahkan akuades hingga volume total larutan menjadi 2 mL dan diperoleh larutan standar dengan konsentrasi 20 ppm; 40 ppm; 60 ppm; 80 ppm; dan

100 ppm. Setelah itu, masing-masing larutan standar dipipet sebanyak 1 mL lalu dimasukkan ke tabung reaksi baru kemudian ditambahkan fenol 5% sebanyak 0,05 mL dan asam sulfat (H_2SO_4) pekat sebanyak 5 mL lalu dimasukkan pada gelas kimia yang telah ditambahkan es batu untuk didinginkan selama 10 menit. Selanjutnya, dilakukan pembuatan larutan blanko akuades sebanyak 1 mL kemudian ditambahkan fenol 5% sebanyak 0,05 mL dan asam sulfat pekat sebanyak 5 mL. Kemudian, pada setiap tabung reaksi dihomogenisasi menggunakan vortex lalu dimasukkan ke dalam kuvet untuk dianalisis menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 490 nm. Setelah itu, diperoleh nilai absorbansi untuk diolah melalui Microsoft Excel sehingga diperoleh persamaan regresi linear.

b. Analisis Total Gula

Analisis total gula diawali dengan menghaluskan biji kopi hijau kemudian bubuk yang dihasilkan ditimbang sebanyak 1 g lalu dilarutkan ke dalam 40 mL akuades dan dihomogenisasi. Selanjutnya, larutan sampel dipipet sebanyak 8 mL lalu ditambahkan akuades sebanyak 5 mL kemudian dihomogenisasi. Setelah itu, larutan sampel dipipet sebanyak 1 mL ke dalam tabung reaksi lalu ditambahkan fenol 5% sebanyak 0,05 mL dan H_2SO_4 pekat sebanyak 5 mL. Setelahnya, tabung reaksi yang berisi sampel dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi es batu untuk didinginkan. Selanjutnya, dilakukan pembuatan larutan blanko akuades sebanyak 1 mL kemudian ditambahkan fenol 5% sebanyak 0,05 mL dan asam sulfat pekat sebanyak 5 mL. Kemudian, pada setiap tabung reaksi dihomogenisasi menggunakan vortex lalu dimasukkan ke dalam kuvet untuk dianalisis menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 490 nm. Setelah itu, diperoleh nilai absorbansi untuk diolah melalui Microsoft Excel sehingga diperoleh persamaan regresi linear yang kemudian digunakan untuk perhitungan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Total gula (\%)} = \frac{X \times \text{FP} \times V}{\text{Berat sampel (mg)}} \times 100\%$$

Keterangan:

X = konsentrasi gula

FP = faktor pengenceran

V = volume larutan awal

2.5.3 Analisis Profil Asam Amino (MoRohman & Gandjar, 2007; Waters, 2012)

Analisis profil asam amino pada biji kopi dilakukan menggunakan instrumen Ultra Performance Liquid Chromatography (UPLC) yang diawali dengan menimbang sampel sebanyak 0,1-1 g untuk dimasukkan ke dalam vial head space 20 mL. Selanjutnya, dilakukan proses hidrolisis menggunakan larutan asam klorida (HCl). Setelah itu, hasil hidrolisis dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL kemudian ditambahkan akuabides hingga batas tera lalu dihomogenisasi. Selanjutnya, dilakukan penyaringan pada larutan yang akan dianalisis menggunakan syringe filter 0,2 μL kemudian filtrat yang diperoleh ditampung pada sebuah wadah. Kemudian, internal standar ditambahkan lalu dilanjutkan ke tahap derivatisasi kemudian larutan diinjeksi ke dalam sistem UPLC menggunakan kolom C18 dengan suhu kolom 40°C serta fase gerak yang digunakan ialah Eluen accq.

Tak ultra dan akuades, sistem pompa gradien dan detektor menggunakan PDA. Setelah itu, dilakukan perhitungan menggunakan rumus persamaan untuk memperoleh hasil dari pengujian profil asam amino dengan rumus perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Rasio standar atau sampel} = \frac{A_{\text{Spl}}}{A_{\text{IS}}}$$

$$\text{Kadar asam amino (ppm/mg/Kg, mg/L)} = \frac{\frac{\text{Rasio sampel}}{\text{Rasio standar}} \times \frac{C_{\text{Std}}}{1000000} \times \text{BM} \times V_a \times \text{FP}}{V_{\text{Spl}} \text{ atau } W_{\text{Spl}}}$$

Keterangan:

A_{Spl} = Luas area analit asam amino

A_{IS} = Luas area internal standar AABA

BM = Bobot molekul asam amino (g/mol)

C_{Std} = Konsentrasi larutan standar asam amino (pmol/ μL)

V_a = Volume akhir larutan uji (μL)

FP = Faktor pengenceran

W_{Spl} = Bobot penimbangan porsi uji (g)

V_{Spl} = Volume pemipetan porsi uji (mL)

2.5.4 Cupping Test (SCCA, 2015)

Analisis cita rasa kopi dengan *cupping test* diawali dengan melakukan roasting pada biji kopi hingga tingkat medium kemudian dihaluskan untuk mendapatkan kopi dalam bentuk bubuk. Setelah itu, dilakukan evaluasi pada aroma kering dari bubuk kopi lalu dilakukan penyeduhan dengan air sebanyak 150 mL dan bubuk kopi sebanyak 8,25 gram. Selanjutnya, dibiarkan selama 3-5 menit sebelum dilakukan evaluasi pada aroma basah. Kemudian didiamkan kembali selama 8 menit lalu dilakukan uji sensoris pada beberapa atribut sensoris yang meliputi *flavor*, *aftertaste*, *acidity*, *body*, *uniformity*, *balance*, *clean cup*, *sweetness*, dan *overall*.

2.5.5 Analisis Data

Untuk parameter kadar kafein, kadar asam klorogenat, kadar senyawa volatil, kadar total gula, dan profil asam amino, data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan apabila ditemukan perbedaan nyata pada perlakuan sampel (tingkat signifikan $p\text{-value} < 0.05$), maka dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test) menggunakan aplikasi SPSS 26. Analisa Heatmap pada parameter profil asam amino untuk memvisualisasikan persentasi kandungan asam amino tertinggi dan persentasi terendah menggunakan aplikasi TBtools, dan Principle Component Analysis pada parameter komponen aroma dengan metode GC-MS untuk mengetahui korelasi berdasarkan komponen senyawa volatil antara sampel menggunakan RStudio.

2.5.6 Analisis Komponen Senyawa Volatil (Modifikasi De La Torre *et al.*, 2015)

Analisis komponen aroma diuji menggunakan instrumen GC-MS pada biji kopi sangrai melalui dua jenis tahapan, yaitu preparasi sampel dan pengujian menggunakan GC-MS.

a. Preparasi Sampel

Sampel biji kopi hijau disangrai terlebih dahulu menggunakan mesin roasting dengan level profil medium. Setelah itu, biji kopi sangrai dihaluskan lalu ditimbang sebanyak 2 g untuk dimasukkan ke dalam botol vial kemudian ditutup rapat dengan septum aluminium karet.

b. Pengujian Senyawa Volatil

Pengujian komponen aroma dilakukan menggunakan instrumen GC-MS yang diawali dengan meletakkan botol vial yang telah diisi oleh sampel pada autosampler. Selanjutnya, semua sampel dimasukkan ke bagian equilibration untuk dipanaskan serta menjaga temperatur sampel pada suhu sekitar 25-30°C selama 30 menit hingga proses equilibration selesai. Proses pemanasan akan membentuk senyawa volatil yang berasal dari senyawa prekursor sehingga uap dari senyawa volatil akan diambil dengan otomatis oleh headspace autosampler lalu diinjeksi pada kolom GC Suhu yang telah diatur pada 180°C dan menggunakan metode splitless untuk memastikan semua senyawa volatil pada sampel dapat masuk dan dideteksi dalam kromatografi GC-MS. Selanjutnya, temperatur awal pada kolom kromatografi bagian GC diatur pada suhu 50°C dan ditahan selama 5 menit, kemudian pada setiap satu menit akan terjadi peningkatan suhu sebanyak 6°C hingga mencapai 200°C dan akan bertahan selama 31,67 menit. Setelah proses tersebut selesai, secara otomatis akan terjadi proses pendinginan dan stabilisasi pada instrumen sebelum sampel berikutnya dianalisis. Sementara itu, akan dilakukan analisis oleh detektor di bagian mass spectrometry (MS) pada setiap senyawa volatil yang terpisah dari kolom GC. Detektor pada MS tersebut ialah detektor massa ion trap yang menganalisis menggunakan metode electron impact ionization. Setelah itu, data yang diperoleh akan diolah menggunakan perangkat lunak bawaan instrumen GC-MS, yaitu GCMS Solution untuk membaca atau mengidentifikasi setiap jenis senyawa yang ditemukan pada sampel.