

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kopi merupakan komoditi perkebunan yang memiliki nilai jual cukup tinggi dan menjadikannya sebagai salah satu minuman yang banyak diminati oleh semua kalangan, dari segi pengolahan biji kopi, sangat penting untuk menentukan kualitas dan karakteristik dari rasa kopi yang dihasilkan. Buah kopi yang dipanen sebelum dilakukan proses pengolahan harus benar-benar matang secara fisiologis. Buah kopi yang sudah matang dapat diketahui berdasarkan warna merah, buah kopi yang memiliki warna merah sudah menandakan tingkat kematangan yang sempurna dan dapat di panen untuk proses pascapanen ke tahap selanjutnya. Proses fermentasi biji kopi sebagai peran utama dan memiliki pengaruh paling besar terhadap cita rasa serta aroma dari kopi tersebut. Terdapat dua cara yang biasa dilakukan dalam melakukan proses fermentasi biji kopi yaitu fermentasi secara *aerobik* dan *anaerobik*.

Fermentasi *aerobik* merupakan proses fermentasi yang di mana bahan baku diletakkan ke dalam sebuah wadah atau bak penampungan, kemudian di proses dengan bantuan mikroorganisme serta suhu lingkungan sekitar, sedangkan proses fermentasi secara *anaerobik* adalah proses fermentasi tanpa melibatkan suhu lingkungan masuk ke dalam bahan baku yang menggunakan wadah kedap udara seperti tangki atau sebuah tabung yang ditutup rapat. Secara umum fermentasi *anaerob* dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode *semikarbonik maserasi* dan *karbonik maserasi* (Hanif & Maligan, 2023). Metode *semi karbonik* merupakan proses seluruh bagian kopi terendam dengan air tanpa menginjeksikan gas CO₂ ke dalam wadah. Sedangkan untuk metode *karbonik maserasi*, kopi diletakkan ke dalam wadah tertutup yang kemudian di injeksikan gas CO₂ secara berkala. Gas CO₂ tersebut berfungsi untuk menjaga kondisi lingkungan fermentasi agar tetap menjadi *anaerobik* (Aslani & Angraeni, 2023).

Fermentasi dengan metode *karbonik maserasi* biasanya menggunakan bahan baku kopi gelondongan (ceri), kemudian dilakukan proses perendaman menggunakan air yang di isi ke dalam wadah tertutup. Penggunaan air sebagai media perendaman berfungsi untuk mempercepat proses *anaerobik* sehingga suhu dan nilai pH dari kopi ceri dapat seragam. Pengolahan ini mengadopsi dari cara pemrosesan anggur menjadi *wine*, buah kopi ceri utuh dimasukkan ke dalam tangki fermentasi tertutup dalam jangka waktu tertentu sehingga dapat menciptakan cita rasa yang khas dari kopi tersebut (Afif *et al.* 2023).

Metode fermentasi biji kopi secara konvensional tersebut biasanya memakan waktu yang cukup lama dan mampu mengurangi produktivitas. Selain itu, faktor suhu lingkungan juga sulit untuk di kontrol secara optimal sehingga dapat mengakibatkan *over-fermentasi* atau *under-fermentasi* dan juga dapat mengurangi karakteristik dari cita rasa serta aroma kopi tersebut. Salah satu metode pengolahan fermentasi biji kopi yang saat ini masih dikembangkan yaitu dengan menggunakan teknologi *ohmic heating* sebagai alat fermentasi kopi. Teknologi *ohmic* merupakan salah satu teknologi pengolahan pangan yang dapat diterapkan dalam industri-industri yang

bergerak di sektor pangan (Wahyuni *et al.*, 2018). Khususnya untuk pengolahan kopi yang saat ini sangat menunjukkan kemajuan secara signifikan terkait perkembangan teknologi proses fermentasi kopi, dengan memanfaatkan arus listrik sehingga dapat menghasilkan suhu panas melalui bahan yang dimasukkan ke dalam tabung (reaktor) yang sudah dirancang sebelumnya sehingga suhu luar tidak dapat mengganggu bahan proses fermentasi seperti kopi yang dilakukan pada penelitian yang akan dilakukan.

Teknologi *ohmic heating* adalah teknologi yang menghasilkan panas di dalam material yang sedang diproses, menghasilkan distribusi yang seragam di seluruh material tanpa menyebabkan titik dingin atau panas berlebih. Prinsip kerja dari teknologi *ohmic heating* yaitu dengan memanfaatkan arus listrik dari *elektroda*, berada dibagian atas tabung reaktor dan juga air sebagai penghantar arus listrik sehingga dapat menghasilkan panas akibat resistansi listrik dari bahan tersebut (Leite *et al.* 2018). Proses fermentasi menggunakan teknologi *ohmic heating* mampu mengontrol suhu dan waktu fermentasi serta mengurangi risiko *over-fermentasi* dan *under-fermentasi* dibandingkan dengan metode fermentasi secara *konvensional*. Penggunaan teknologi *ohmic heating* dengan metode fermentasi *karbonik maserasi* tentu saja menghasilkan limbah larutan berupa proses ekstraksi antara air dengan kopi ceri yang difermentasi secara bersamaan sehingga senyawa aktif dari kulit kopi dapat terlepas dan larut ke dalam pelarut (air). Proses ekstraksi tersebut dapat terjadi karena adanya peran teknologi *ohmic heating* dalam memanaskan kopi ceri secara efisien. Oleh karena itu dilakukan fermentasi terkendali dengan menggunakan reaktor dengan bahan baku kopi ceri (Henny & Erna, 2020).

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses ekstraksi diantaranya yaitu lamanya suatu bahan (durasi) di ekstraksi, perlakuan suhu dan jenis pelarut yang tidak mudah terbakar, merusak alat ekstraksi (korosif) serta dapat melarutkan bahan baku (titik didih). Jika pigmen dari kulit kopi ceri terekstraksi akibat adanya perlakuan panas maka pigmen dari kulit kopi akan terdengradasi. Akan tetapi, suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada bahan yang sedang diproses (Margaretta *et al.*, 2011). Teknik ekstraksi membantu meningkatkan hasil ekstraksi dan mencegah degradasi pigmen yang di ekstraksi, sehingga menghasilkan kemampuan untuk pewarna alami (Luxsika *et al.*, 2017).

Terdapat karakteristik tingkat kematangan dari buah kopi yang dapat diketahui berdasarkan warna hijau, hijau kekuningan dan juga merah. Perubahan warna tersebut terjadi akibat hilangnya pigmen-pigmen klorofil serta terkumpulnya *antosianin* pada saat tahap akhir pematangan buah, ketika buah kopi dibiarkan terlalu matang maka akan terjadi proses *katanolik* yang disebabkan adanya degradasi membran sel dan adanya senyawa kimia yang dapat meningkatkan tingkat keasaman dari buah kopi tersebut (Sandra *et al.*, 2003). Perubahan warna buah kopi dari hijau menjadi hijau kekuningan akibat adanya pemecahan klorofil dan pembentukan karetenoid, hilangnya warna hijau pada buah kopi akibat klorofil mengalami degradasi dari struktur kimianya (Hayati, 2012).

Pemanasan *ohmic* sebagai salah satu metode pemanasan inovatif yang memanfaatkan prinsip konversi langsung energi listrik menjadi energi panas di dalam

bahan konduktif. Berbeda dengan metode pemanasan konvensional yang mengandalkan transfer panas dari sumber eksternal, pemanasan *ohmic* menghasilkan panas secara internal melalui hambatan listrik bahan itu sendiri. Ketika arus listrik bolak-balik dialirkan melalui bahan, ion-ion yang terkandung di dalamnya bergerak dan bertumbukan, menghasilkan energi panas yang tersebar merata di seluruh bagian bahan. Konduktivitas listrik bahan memainkan peran penting dalam efisiensi pemanasan *ohmic*, semakin tinggi konduktivitasnya, semakin mudah arus listrik mengalir dan semakin besar panas yang dihasilkan. Konduktivitas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk konsentrasi ion dalam larutan, mobilitas ion, dan suhu air. Konsentrasi ion yang lebih tinggi meningkatkan jumlah partikel bermuatan yang tersedia untuk menghantarkan arus, sementara mobilitas ion yang lebih besar memungkinkan mereka bergerak lebih bebas, meningkatkan aliran arus, dengan suhu yang lebih tinggi umumnya meningkatkan pergerakan ion dan konduktivitas (Kurnia & Anjar, 2022).

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Novia *et al.*, (2019), terkait pengaruh suhu dan lama ekstraksi dengan cara maserasi terhadap karakteristik pewarna dari ekstrak alga merah (*Gracilaria* sp.) didapatkan hasil bahwa suhu, lama *maserasi* dan interaksi antar perlakuan sangat berpengaruh terhadap rendemen, kadar pigmen *fikoeritrin*, tingkat kecerahan (L^*), tingkat kemerahan (a^*), dan tingkat kekuningan (b^*). Maka akan dilakukan penelitian terkait analisis perubahan warna larutan selama proses fermentasi kopi dengan teknologi pemanasan *ohmic*, pada penelitian kali ini memanfaatkan limbah larutan dari pigmen kulit kopi yang larut dengan air.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini dilakukan tujuannya untuk menganalisis intensitas warna, konduktivitas listrik, laju pemanasan dan pH berdasarkan peningkatan suhu dan waktu selama proses ekstraksi menggunakan teknologi pemanasan *ohmic*.

Manfaat dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu yang ideal terhadap peningkatan intensitas warna, konduktivitas listrik, laju pemanasan dan pH. Yang dimana hasil dari larutan fermentasi kopi ceri tersebut nantinya dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami menggunakan teknologi pemanasan *ohmic*.

BAB II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan September 2024 sampai selesai. Setelah itu dilakukan proses pengambilan data yang akan dilaksanakan di PT. Sulotco Jaya Abadi (Perkebunan Kopi Rante Karua), Lembang Tiroan, Kecamatan Bittuang, Kabupaten Tana Toraja, Provinsi Sulawesi Selatan.

2.2 Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor *ohmic*, pH meter, *colorimeter*, timbangan duduk, botol vial ukuran 10 ml, gunting, wadah plastik dan alat tulis. Bahan lainnya berupa air, label serta buah kopi arabika sebanyak 42 Kg yang sudah matang dan diperoleh langsung dari Perkebunan Kopi Rante Karua, PT. Sulotco Jaya Abadi, Kabupaten Tana Toraja, Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 1. Alat dan Bahan.

2.3. Metode Penelitian

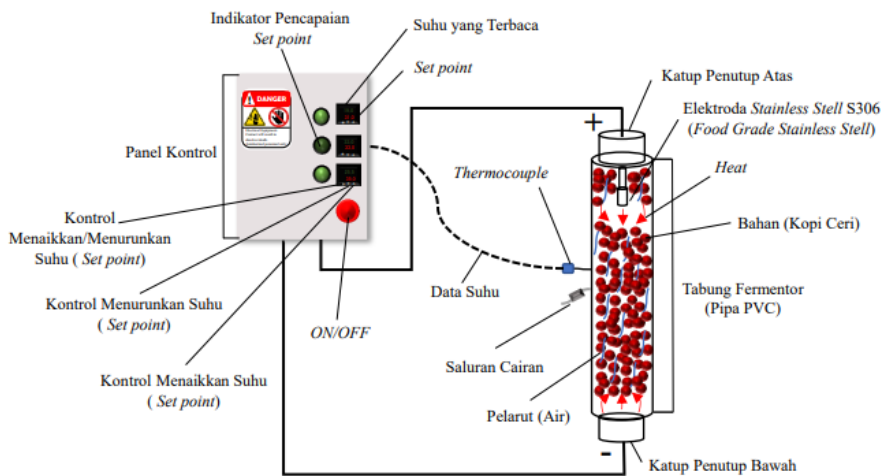
Penelitian ini menggunakan 2 tingkat perlakuan suhu yaitu suhu 31 °C dan 35 °C yang difermentasi selama 36 jam. Pengambilan sampel dilakukan 4 jam sekali dengan 9 tingkat waktu diantaranya waktu jam ke 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 dengan dua kali pengulangan dari biji kopi yang difermentasi menggunakan metode karbonik maserasi pada alat pemanasan *ohmic* dengan empat reaktor kapasitas 10,5 kg.

2.4. Tahap Persiapan

Penelitian ini menggunakan sampel kopi ceri jenis arabika yang dipanen berdasarkan dua wilayah yaitu wilayah Asri dan Barakai dan diperoleh langsung dari Perkebunan Kopi Rante Karua, PT. Sulotco Jaya Abadi, Kabupaten Tana Toraja, Provinsi Sulawesi Selatan. Dilakukan penyortiran, pencucian dan penimbangan buah kopi di teknik pengoalahan PT. Sulotco Jaya Abadi untuk memisahkan buah kopi berdasarkan tingkat kematangan. Buah kopi jenis Arabika yang digunakan memiliki tingkat kematangan yang sempurna dan berwarna merah. Selanjutnya mencuci kopi ceri dengan air bersih tujuannya adalah agar terhindar dari kotoran dan bahan lainnya yang masih menempel di kulit kopi.

2.5. Rancangan Penelitian

Penelitian ini mengadopsi teknik fermentasi dengan metode karbonikmeserasi pada teknologi pemanasan *ohmic* yang dimana kopi utuh atau kopi ceri yang tidak dikupas kulitnya langsung dimasukkan ke dalam sebuah tabung reaktor yang sudah dirancang sebelumnya tanpa adanya gangguan suhu dari luar (lingkungan) yang dapat mempengaruhi suatu bahan. Teknologi pemanasan *ohmic* ini sendiri menggunakan sistem pemanasan secara paralel dengan 9 reaktor yang bekerja secara bersamaan untuk memanaskan suatu bahan. Setiap reaktor berfungsi sebagai unit pemanas independen yang membagi beban kerja, sehingga proses pemanasan berlangsung lebih cepat serta merata. Sehingga dapat terjadi efisiensi termal dan kecepatan proses fermentasi dapat ditingkatkan secara signifikan.



Gambar 2. Skema Teknologi Pemanasan *Ohmic*.



Gambar 3. Teknologi Pemanasan *Ohmic*.

2.6. Tahap Penelitian

Hasil sortir dan pencucian yang telah dilakukan kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaktor. Masing-masing reaktor di isi sebanyak 10,5 kg kopi ceri. Tabung reaktor yang digunakan sebanyak 4 reaktor dengan perlakuan suhu 31 °C dan suhu 35 °C. Setelah itu memasukkan air sebanyak 7 liter setiap tabung reaktor dan dilakukan pengambilan sampel larutan dan pengukuran arus listrik dari setiap perlakuan suhu setiap 4 jam selama 36 jam fermentasi yang dimasukkan ke dalam wadah botol vial ukuran 10 ml, setelah itu di tutup rapat dan memberi label sebagai penanda dari sampel tersebut. Digunakan suhu yang berbeda agar diketahui bagaimana pengaruh proses ekstraksi warna dari limbah larutan kopi ceri yang difermentasi selama 36 jam.

2.6. Parameter Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan beberapa parameter yaitu:

a. Warna

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan alat *colorimeter*, prinsip kerja dari alat tersebut dengan mendekatkannya pada bahan baku berdasarkan limbah larutan hasil ekstraksi selama fermentasi kopi ceri menggunakan *ohmic*, setelah itu mengamati L^* , a^* dan b^* , muncul pada LCD alat. L^* menunjukkan terang, gelap (kecerahan), a^* menunjukkan warna merah, hijau sedangkan b^* menunjukkan warna kuning, biru. Nilai C (nilai *Chroma*) menunjukkan intensitas warna atau kejelasan warna. Perhitungan nilai C dapat dilihat pada persamaan 1. Sedangkan derajat *hue* untuk melihat kecenderungan warna apakah lebih mendekati warna merah, kuning, hijau atau biru. Perhitungan nilai *hue* dapat dilihat pada persamaan 2, total perubahan warna atau ΔE dapat dihitung dengan persamaan 3 (Thamrin *et al.*, 2022).

$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (1)$$

$$^\circ Hue = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right) \quad (2)$$

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L_1)^2 + (a_0 - a_1)^2 + (b_0 - b_1)^2} \quad (3)$$

Dimana:

ΔE	= Total Perbedaan Warna
L	= Kecerahan Warna
a	= Tingkat Kehijauan atau Kemerahan Bahan
b	= Tingkat Kebiruan atau Kekuningan Bahan

b. Tingkat Keasaman (pH)

Pengukuran tingkat keasaman sampel larutan diukur menggunakan alat *Water Quality Tester* (pH meter). Cara pengukurannya yaitu dengan mengambil sampel cairan sekitar 10 ml kemudian diletakkan ke dalam sebuah wadah setelah itu menyelupkan bagian sensor yang ada pada alat pH meter kemudian mencatat nilai yang muncul pada LCD alat.

c. Konduktivitas Listrik

Konduktivitas listrik ditentukan menggunakan rumus (Sastry & Barach, 2002) :

$$\sigma = \left(\frac{L}{V}\right)\left(\frac{I}{A}\right) \quad (4)$$

dimana:

σ	= konduktivitas Listrik (Sm^{-1})
L	= jarak antar <i>elektroda</i> (m)
A	= luas penampang dari <i>reactor Ohmic</i> (m)
I	= Arus (A)
V	= Tegangan (volt).

d. Laju Pemanasan

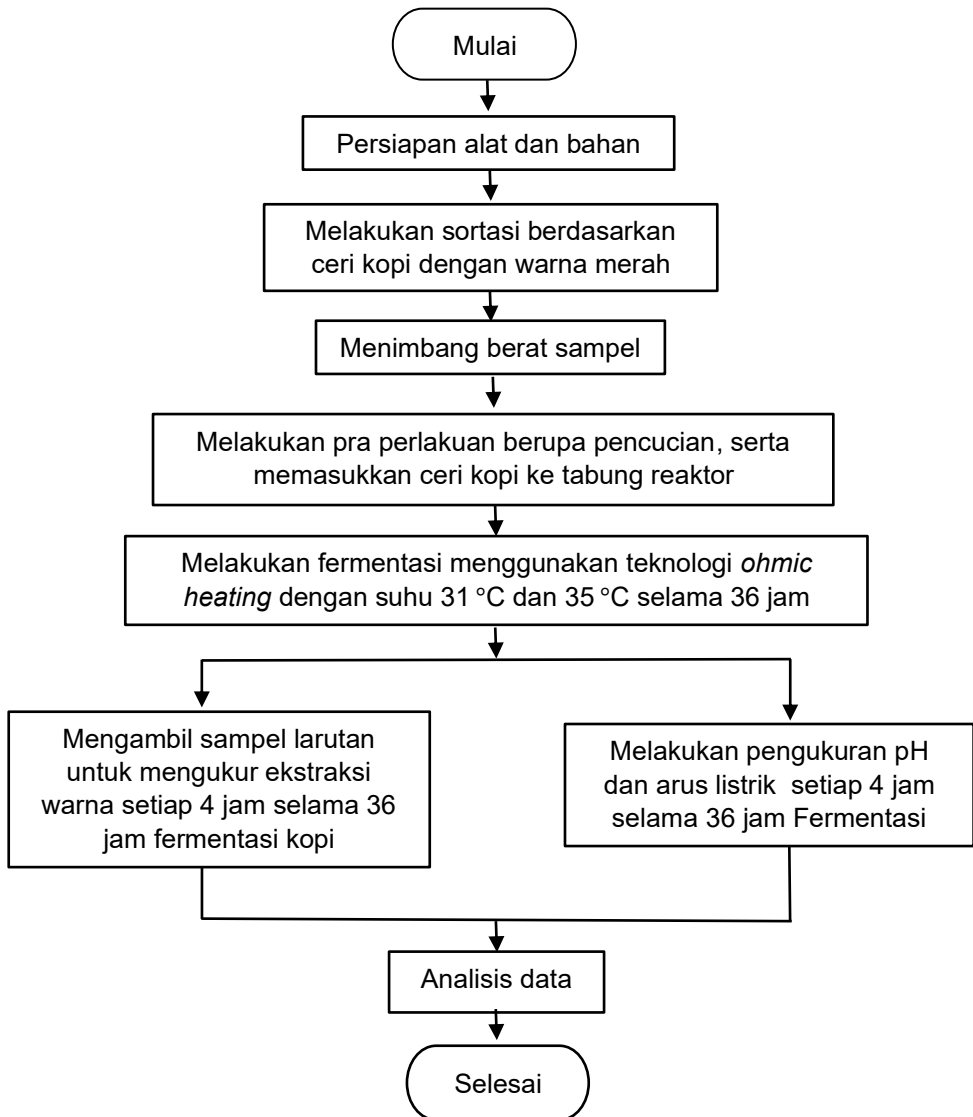
Laju pemanasan *ohmic* terkait dengan seberapa cepat suatu bahan dapat dipanaskan menggunakan metode pemanasan *ohmic*. Laju pemanasan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kuat arus listrik, resistivitas bahan, dan konduktivitas listrik. Semakin tinggi kuat arus listrik dan resistivitas bahan, semakin cepat laju pemanasan *ohmic*. Sebaliknya, jika konduktivitas listrik bahan tinggi, maka laju pemanasan *ohmic* juga dapat meningkat karena arus listrik dapat mengalir lebih mudah.

2.8. Analisis Data

Setelah pengambilan data dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis menggunakan analisis variansi dua arah (*Two-Way ANOVA*). Analisis ini digunakan untuk membandingkan perbedaan rata-rata data yang terbentuk berdasarkan dua variabel independen. Dari metode tersebut, dapat diketahui pengaruh utama (*main effect*) dari masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen, tetapi juga untuk mengetahui apakah terdapat interaksi (*interaction effect*) antara kedua variabel independen tersebut. Interaksi ini menunjukkan apakah pengaruh salah satu variabel independen terhadap variabel dependen bergantung pada tingkat dari variabel independen lainnya. Dengan demikian, analisis variansi dua jalur dapat memberikan tentang hubungan antara variabel-variabel dari beberapa data yang telah di ambil.

2.7. Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian.