

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil dan pengekspor kopi terbesar di dunia. Pada tahun 2025 produksi kopi Indonesia mencapai 597,104 ton dan diprediksi akan mengalami penurunan rata-rata 0,0002% per tahun pada tahun 2023-2027 (Kementerian Pertanian, 2023). Estimasi produksi kopi robusta pada 2026 mengalami penurunan hingga 594.027 ton (Kementerian Pertanian, 2025). Penurunan produksi kopi dalam negeri salah satunya diakibatkan oleh fenomena perubahan iklim, seperti kenaikan suhu udara dan ketidakpastian keragaman curah hujan. Kondisi tersebut dapat mengganggu berbagai tahapan proses pascapanen kopi, terutama pada proses pengeringan biji kopi.

Proses pengeringan biji kopi merupakan salah satu tahap penting dalam penanganan pascapanen yang menentukan kualitas akhir produk. Proses pengeringan umumnya dimulai saat biji kopi masih memiliki kadar air sekitar 55-65% dan dilanjutkan hingga kadar airnya berkurang mencapai standar aman simpan, yaitu 12,5% (BSN, 2008). Pengurangan kadar air berfungsi untuk memastikan biji kopi tidak mengalami kerusakan dan dapat disimpan lebih lama. Secara umum, proses pengeringan dapat dilakukan melalui metode alami dengan menjemur biji kopi di bawah sinar matahari (*sun drying*) atau menggunakan alat pengering mekanis (*automatic dryer*) (Ambarsari, 2020). Hingga saat ini, metode penjemuran alami di bawah sinar matahari masih menjadi pilihan utama yang banyak digunakan oleh petani kopi dibandingkan dengan pengeringan mekanis.

Pengeringan menggunakan metode *sun drying* memiliki kelemahan utama, yaitu tingkat ketergantungannya yang sangat tinggi terhadap musim dan cuaca. Ketika kondisi cuaca mendung atau memasuki musim hujan, metode pengeringan ini tidak dapat berjalan secara optimal karena radiasi panas matahari tidak selalu tersedia sepanjang hari (Nurdin *et al.*, 2022). Minimnya intensitas cahaya matahari menyebabkan durasi pengeringan menjadi lebih lama. Durasi pengeringan yang terlalu lama pada kondisi lembap dapat meningkatkan risiko kontaminasi jamur yang merusak mutu fisik dan cita rasa kopi, serta memicu munculnya mikotoksin

berbahaya seperti *Ochratoxin-A* pada biji kopi (Nurdin et al., 2022; Yazdanfar et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan metode pengeringan alternatif yang terkontrol.

Penggunaan *automatic dryer* menjadi solusi alternatif untuk mengatasi keterbatasan metode *sun drying*. Berbeda dengan penjemuran alami yang terhenti pada malam hari, penggunaan *automatic dryer* menawarkan keberlangsungan proses pengeringan secara penuh karena tidak bergantung pada cuaca dan musim. Meskipun demikian, beberapa jenis *automatic dryer* konvensional masih memiliki kelemahan berupa ketidakmerataan distribusi panas selama proses pengeringan berlangsung (Soeswanto et al., 2021). Masalah ini umumnya disebabkan oleh tidak adanya mekanisme pengadukan, padahal pengadukan sangat penting untuk memastikan seluruh biji kopi menerima paparan panas secara merata (Fauzi & Widianoro, 2021).

Tantangan lain dalam penggunaan *automatic dryer* adalah kadar air awal biji kopi yang tinggi, yaitu berkisar antara 55-65%. Jika biji kopi dengan kadar air setinggi ini langsung dimasukkan ke dalam *automatic dryer*, hal tersebut berpotensi memicu kejenuhan kelembapan relatif (RH) internal yang dapat memunculkan jamur. Penerapan metode pengeringan kombinasi menjadi sebuah opsi. Metode kombinasi diawali dengan memanfaatkan metode *sun drying* pada fase awal untuk menguapkan air bebas permukaan. Setelah itu, tahapan pengeringan dilanjutkan secara terkontrol menggunakan *automatic dryer* hingga mencapai standar aman simpan.

Teknologi alat pascapanen masa kini dikembangkan tidak hanya untuk satu fungsi tunggal. Salah satu inovasi adalah pemanfaatan fermentor yang berpotensi sebagai alat pengering. fermentor pada dasarnya merupakan *bioreaktor* terkontrol yang dirancang untuk memantau parameter proses seperti suhu, pengadukan, dan pH secara real-time (Nurdianti et al., 2018). Melalui pemanfaatan sistem dinding mantel ganda (*double jacket*) yang dikelilingi air panas serta dilengkapi dengan pengaduk mekanis, alat ini memiliki potensi besar untuk mengatasi masalah ketidakmerataan panas yang sering terjadi pada pengering konvensional.

Perlakuan suhu pada automatic dryer memegang peranan penting terhadap laju pengeringan, efisiensi pengeringan, dan mutu akhir biji kopi. Semakin tinggi suhu yang digunakan, perbedaan suhu antara media pemanas dan biji kopi akan semakin besar, sehingga air menguap lebih cepat dan efisiensi pengeringan meningkat. Sebagai contoh, penggunaan heat pump drying membutuhkan waktu 11 jam pada suhu 50 °C untuk menurunkan kadar air kopi hingga 12%, sedangkan tray dryer membutuhkan 72 jam dan oven konvensional membutuhkan 17 jam pada suhu yang sama (Kulapichitr *et al.*, 2019; Muñoz-neira *et al.*, 2020). Penggunaan suhu harus diatur dengan tepat dikarenakan suhu yang terlalu rendah memicu pemborosan energi, sedangkan suhu yang terlalu tinggi berpotensi merusak mutu fisik serta senyawa pembawa rasa dan aroma. Penelitian Sandeep *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa pengeringan terkontrol pada suhu 40 °C memperoleh skor *cupping test* sebesar 70,3, lebih tinggi dibandingkan *sun drying* yang hanya memperoleh skor 62,5. Penerapan variasi suhu dalam penelitian ini penting dilakukan untuk menemukan kondisi pengeringan yang paling optimal, baik dari segi laju pengeringan maupun kualitas biji kopi. Pengujian pada beberapa tingkat suhu ini diperlukan untuk mengetahui kemampuan fermentor dalam mengalirkan panas, sekaligus menentukan suhu kerja yang paling hemat energi tanpa merusak mutu fisik (*bulk density*) maupun cita rasa (*cupping test*) biji kopi robusta.

Tingkat efisiensi pengeringan pada sistem *double jacket* menjadi faktor penentu utama optimalisasi pemanfaatan energi untuk menguapkan kandungan air dari dalam biji kopi. Efisiensi pengeringan yang rendah akan memicu pemborosan konsumsi energi dan memperpanjang durasi proses, sedangkan efisiensi yang tinggi membuat proses pengeringan berjalan lebih cepat dengan konsumsi energi yang minim. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efisiensi pengeringan pada fermentor yang diaplikasikan dalam sistem pengeringan kombinasi serta pengaruhnya terhadap laju pengeringan dan mutu fisik maupun karakteristik *cupping test* biji kopi robusta.

1.2 Rumusan Masalah

Produksi kopi Indonesia menghadapi tantangan akibat perubahan iklim yang dapat memengaruhi berbagai tahapan proses pengolahan, terutama pengeringan biji kopi. Metode penjemuran *sun drying* memiliki keterbatasan berupa sifatnya yang *intermittent* (terputus-putus) karena terhenti pada malam hari, sehingga meningkatkan risiko kerusakan mutu. Penerapan metode pengeringan kombinasi antara *sun drying* pada fase awal dan alat pengering mekanis menjadi solusi untuk mengatasi kendala tersebut. Pemanfaatan fermentor tipe mantel ganda (*double jacket*) yang dilengkapi pengaduk mekanis berpotensi menjadi alat pengering lanjutan yang mampu mengatasi masalah distribusi panas tidak merata. Namun, perlakuan suhu pengeringan yang berbeda pada alat mekanis dapat memengaruhi laju penguapan air dan efisiensi pengeringan, konsumsi energi, hingga tingkat penyerapan panas oleh biji kopi. Selain itu, karakteristik dan efisiensi pindah panas pada sistem *double jacket* dengan variasi suhu belum diketahui secara pasti. Oleh karena itu, efisiensi pindah panas pada fermentor perlu dianalisis untuk mengetahui optimalisasi pemanfaatan energinya pada berbagai tingkat suhu, serta mengkaji pengaruh penggunaan alat tersebut terhadap mutu *cupping test* dan mutu fisik (*bulk density*) biji kopi robusta yang dihasilkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui perbandingan efektivitas pengeringan kopi menggunakan *sun drying* dan kombinasi *sun drying* dengan Fermentor dalam menurunkan kadar air pada biji kopi.
2. Mengetahui perbandingan mutu *cupping test* dan mutu fisik (*bulk density*) biji kopi yang dihasilkan pada metode pengeringan *sun drying* dan kombinasi *sun drying* dengan fermentor.
3. Menganalisis efisiensi pengeringan pada alat pengering otomatis untuk pengeringan biji kopi robusta.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Memberikan solusi alternatif penerapan metode pengeringan kombinasi untuk menjaga kestabilan produksi serta mempertahankan mutu cita rasa biji kopi robusta.
2. Memberikan data rujukan mengenai optimalisasi suhu operasional dan efisiensi panas sistem *double jacket* pada alat Fermentor otomatis saat dialihfungsikan sebagai pengering, sehingga dapat dijadikan acuan dalam perancangan maupun modifikasi mesin pengering mekanis komersial yang lebih hemat energi.

