

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan Indonesia yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Kualitas biji kopi sangat ditentukan oleh proses pasca panen, khususnya pada tahap pengeringan. Pengeringan yang optimal di dalam greenhouse bertujuan menguapkan kadar air biji kopi hingga batas aman penyimpanan untuk mencegah pembusukan, di mana tingkat keberhasilannya dapat diamati melalui penyusutan wujud fisik dan perubahan pigmen warna kopi. Dalam era industri, teknologi *Internet of Things* (IoT) telah banyak diterapkan untuk modernisasi pertanian, salah satunya melalui sistem monitoring jarak jauh. Salah satu metode monitoring visual yang efektif adalah *timelapse*, yaitu teknik pengumpulan data gambar secara berkala yang kemudian dirangkai menjadi foto untuk memvisualisasikan perubahan fisik objek yang terjadi dalam durasi panjang menjadi waktu yang singkat untuk kualitas pengeringan biji kopi.

Meskipun penggunaan greenhouse dapat mempercepat pengeringan dibandingkan penjemuran terbuka, proses ini masih menghadapi kendala jika tidak dipantau secara intensif. Masalah utama yang dihadapi petani adalah keharusan melakukan pengecekan fisik secara manual dan berulang ke lokasi untuk melihat perubahan warna kulit kopi atau pengerutan biji sebagai indikator kekeringan. Monitoring yang hanya mengandalkan pengamatan sesaat seringkali kurang akurat dalam mendeteksi perubahan fisik biji kopi dari waktu ke waktu. Tanpa adanya rekam jejak visual (dataset *timelapse*), sulit bagi petani untuk mengamati dinamika perubahan pigmen warna dan tekstur biji secara kronologis, serta mendeteksi seperti munculnya jamur pada jam-jam tertentu akibat fluktuasi suhu dan kelembapan di dalam greenhouse.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan teknologi monitoring pada komoditas kopi. Putra et al. (2023) merancang sistem pengontrol alat pengering kopi berbasis *Internet of Things* (IoT), namun sistem ini berfokus pada pengendalian aktuator dan pembacaan sensor suhu secara numerik tanpa memberikan visualisasi fisik biji kopi. Sementara itu, Yamina et al. (2025)

mengimplementasikan teknologi IoT untuk meningkatkan efektivitas pemantauan pengeringan biji kopi pada fasilitas solar dryer dome (sejenis greenhouse energi surya), yang juga masih sebatas memantau besaran fisis secara real-time jarak jauh tanpa adanya perekaman gambar. Penerapan teknologi pengolahan citra digital juga telah banyak dilakukan, salah satunya oleh Rusman et al. (2023) untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah kopi berdasarkan fitur warna RGB dan HSV menggunakan metode pembelajaran mesin *Support Vector Machine* (SVM). Namun, sistem pengolahan citra tersebut hanya terbatas pada tahap penyortiran klasifikasi kualitas sesaat sebelum diproses, dan tidak dirancang untuk merekam jejak perubahan fisik secara berkala (timelapse) selama tahapan proses pengeringan berlangsung. Keterbatasan pada penelitian-penelitian tersebut menunjukkan belum tersedianya sistem perangkat lunak yang memfasilitasi integrasi monitoring visual jangka panjang untuk pengeringan kopi jarak jauh.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis mengusulkan solusi berupa “Pengembangan Aplikasi Data Timelapse Sistem Monitoring Pengering Kopi Pada Greenhouse Berbasis IoT”. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM untuk melakukan akuisisi citra biji kopi Robusta serta sensor DHT22 dan BH1750 dari ESP32-DEV untuk memantau suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya secara berkala. Melalui dataset timelapse yang dihasilkan, sistem dapat digunakan untuk mengamati kualitas kekeringan biji kopi secara visual melalui perubahan warna dan penyusutan fisik yang konsisten. Dengan demikian, efisiensi waktu dan akurasi dalam menentukan tingkat kekeringan yang ideal dapat ditingkatkan, sehingga kualitas hasil akhir kopi tetap terjaga.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem monitoring pengering kopi pada Greenhouse berbasis IoT?
2. Bagaimana mengembangkan Aplikasi data timelapse Greenhouse pengering kopi?

1.3 Batasan Masalah

1. Modul kamera menggunakan ESP32-CAM dan jenis kopi yang dipakai kopi Robusta.
2. Aplikasi pengguna dirancang menggunakan framework flutter yang dijalankan pada sistem Aplikasi Mobile.
3. Sistem ini berfokus pada penyajian data visual real-time dan pembentukan timelapse untuk pengamatan penelitian.

1.4 Tujuan

1. Merancang dan membangun sistem data visual ESP32-CAM yang mampu mengambil gambar biji kopi secara terjadwal.
2. Mengembangkan Aplikasi Mobile yang dapat menampilkan galeri foto pengeringan, dan melakukan kontrol pengambilan jarak jauh.

1.5 Manfaat

1. Mempermudah proses pengawasan pengeringan kopi di *greenhouse* secara efisien tanpa ke lokasi secara berulang- ulang.

Menyediakan dokumentasi visual yang tersusun rapi dalam bentuk timelapse, sehingga petani dapat mengevaluasi kualitas proses pengeringan dari awal hingga akhir.