

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan produk pertanian yang memiliki nilai ekonomi besar baik di pasar domestik maupun internasional. Berdasarkan data FAOSTAT, produksi cabai merah dunia mencapai lebih dari 40 juta ton/tahun, dengan Asia menyumbang sekitar 70% produksi global. Negara-negara seperti Tiongkok, Meksiko, dan Turki merupakan produsen utama, sementara Indonesia menempati posisi keempat. Dalam perdagangan global, nilai ekspor cabai merah dunia mencapai USD 2,9 miliar, sedangkan Indonesia masih menjadi net importir cabai olahan dengan nilai impor mencapai lebih dari USD 40 juta ton/tahun (FAOSTAT, 2023). Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya peningkatan efisiensi dan mutu pascapanen agar cabai merah Indonesia mampu bersaing di pasar internasional (Susanawati *et al.*, 2021). Upaya peningkatan mutu pascapanen, termasuk penerapan proses sortasi dan *grading* yang efisien, menjadi faktor penting dalam menjaga kualitas hasil pertanian (Mulyawanti & Suryana, 2024).

Secara nasional, Badan Pusat Statistik mencatat bahwa produksi cabai merah nasional mencapai 1,35 juta ton pada tahun 2024, meningkat sekitar 7,1% dibanding tahun 2023. Selain itu, tingkat konsumsi cabai merah rumah tangga juga naik menjadi 2,08 kg/kapita/tahun (Badan Pusat Statistik (BPS), 2024). Namun peningkatan produksi belum diimbangi dengan penanganan pascapanen yang efisien. Masalah seperti ketidakteraturan mutu hasil panen, kerusakan fisik, dan inkonsistensi warna sering terjadi karena proses sortasi dan *grading* masih dilakukan secara manual (Mansur & Snae, 2022). Hal ini menegaskan penerapan teknologi otomasi pascapanen untuk menjamin mutu dan daya saing cabai merah Indonesia di pasar global (Noviasari *et al.*, 2024).

Dalam sistem produksi cabai merah, tahapan panen dan pasca panen memiliki peran krusial terhadap kualitas dan nilai jual produk. Panen yang dilakukan pada tingkat kematangan tidak seragam sering menghasilkan cabai dengan warna

bervariasi. Tahapan pascapanen meliputi kegiatan seperti pembersihan, sortasi, *grading*, pengemasan, dan penyimpanan (Masmur & Snae, 2024). Di antara tahapan tersebut, sortasi dan *grading* menjadi langkah awal untuk memisahkan cabai berdasarkan mutu, ukuran, serta warna kematangan. Sortasi dilakukan untuk mengelompokkan cabai yang layak jual dan tidak layak jual, sedangkan *grading* mengelompokkan produk layak jual menjadi beberapa kelas kualitas (Inuwa *et al.*, 2025). Proses sortasi dan *grading* cabai merah umumnya masih dilakukan secara manual, bergantung pada tenaga kerja manusia. Metode tersebut memiliki kelemahan, yaitu membutuhkan waktu lama, tingkat ketelitian rendah, serta hasil yang tidak konsisten karena faktor subjektivitas penilai. Kondisi tersebut dapat menurunkan efisiensi dan meningkatkan resiko kerusakan produk selama penanganan pascapanen (Masmur & Snae, 2024).

Upaya untuk meningkatkan efisiensi dan konsisten mutu, dibutuhkan penerapan teknologi otomasi pertanian pada tahap pascapanen. Salah satu inovasi yang dapat diterapkan adalah sistem sortasi otomatis berbasis mikrokontroler yang memanfaatkan sensor warna untuk mendeteksi tingkat kematangan cabai berdasarkan nilai RGB (*Red, Green, Blue*) (Hasanah *et al.*, 2022). Setelah warna terdeteksi, sistem mengatur mekanisme pemisahan secara otomatis melalui aktuator seperti motor *servo* (Herawati *et al.*, 2024). Pendekatan ini mampu mempercepat proses kerja, meningkatkan akurasi, serta mengurangi ketergantungan terhadap tenaga manusia.

Perlu alat sortasi otomatis cabai merah berbasis Arduino Mega 2560 yang dilengkapi sensor warna TCS3200, motor *servo*, dan konveyor mini. Arduino Mega dipilih karena memiliki jumlah *pin* dan memori lebih besar dibanding Arduino Uno, sehingga dapat mengontrol banyak komponen secara simultan dengan respons cepat (Wahyudi, 2020). Mikrokontroler ini juga telah banyak digunakan dalam sistem otomasi pertanian karena kestabilan dan fleksibilitasnya (Nugraha *et al.*, 2021). Sistem yang dirancang diharapkan mampu mendeteksi tingkat kematangan cabai merah berdasarkan nilai RGB serta menggerakkan mekanisme pemisahan otomatis secara *real-time*.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti ini berfokus pada rancang bangun alat sortasi otomatis cabai merah berbasis Arduino Mega dan sensor warna RGB (TCS3200) sebagai solusi peningkatan efisiensi dan konsistensi pada tahapan pascapanen, khususnya kegiatan sortasi dan *grading*, guna meningkatkan kualitas serta daya saing hasil pertanian Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis dapat merumuskan masalah dalam penelitian antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan sistem sortasi cabai merah otomatis berbasis Arduino Mega 2560 yang dapat mendeteksi dan memilah cabai berdasarkan warna menggunakan sensor RGB (TCS3200)?
2. Bagaimana tingkat akurasi hasil dekteksi warna sensor TCS3200 dibandingkan dengan hasil pengamatan warna menggunakan aplikasi ImageJ sebagai pembanding?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem sortasi cabai merah otomatis menggunakan sensor TCS3200 dan Arduino Mega 2560.
2. Menganalisis keakuratan sensor warna TCS2300 terhadap warna cabai merah menggunakan metode perbandingan dengan aplikasi ImageJ.

1.4 Cakupan dan Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih berfokus lagi, maka penelitian ini diberikan Batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Berfokus pada proses sortasi cabai merah otomatis berbasis Arduino Mega 2560 dengan menggunakan sensor TCS3200 tanpa memperhitungkan ukuran, bentuk, maupun testur cabai.

2. Pengujian akurasi sensor dilakukan dengan membandingkan hasil dekteksi warna sistem dengan analisis warna pada aplikasi ImageJ.

1.5 Manfaat

Penelitian ini dapat bermanfaat untuk memberikan informasi terkait:

1. Menyediakan solusi teknologi yang praktis dalam proses penyortiran cabai merah berdasarkan warna.
2. Menjadi referensi bagi pengembangan lebih lanjut terkait teknologi otomasi dalam bidang pertanian.

