

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cabai

Cabai (*Capsicum Annuum L.*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang penting memiliki nilai ekonomis tinggi serta banyak dimanfaatkan dalam industri pangan dan rumah tangga. Kandungan gizi pada cabai cukup beragam, mulai dari vitamin, mineral, hingga *capasicin* yang berperan dalam rasa pedas, menjadikannya bahkan pangan fungsional yang memiliki nilai tambah (Palma *et al.*, 2020). Di Indonesia, cabai merah juga memiliki permintaan tinggi sepanjang tahun dan menjadi salah satu indikator inflasi nasional. Namun, salah satu tantangan utama dalam budidaya hingga pascapanen adalah menjaga keseragaman warna dan tingkat kematangan buah agar kualitas produk tetap stabil (Anjayani & Ambarwati, 2021).



Gambar 2. 1 Cabai Merah
Sumber: google

Kualitas cabai merah dipengaruhi oleh proses sortasi yang menentukan nilai jual berdasarkan parameter warna dan tingkat kematangan. Proses sortasi manual sering kali menghasilkan hasil yang tidak konsisten akibat subjektif pengamat manusia. Oleh karena itu, diperlukan sistem sortasi otomatis berbasis warna untuk memastikan hasil yang lebih presisi dan efisien. Sistem ini menjadi Solusi penting untuk menjaga kualitas pascapanen dan meningkatkan daya saing produk cabai di pasar domestik maupun ekspor (Kurniadi *et al.*, 2025).

2.2 Sortasi

Sortasi merupakan proses pemisahan atau pengelompokan suatu bahan, barang atau objek berdasarkan karakteristik tertentu seperti ukuran, warna, berat, tingkat kematangan atau atribut yang relevan, agar dapat diklasifikasikan sesuai dengan kategori yang diinginkan. Dalam konteks pertanian atau industri, sortasi biasanya digunakan untuk meningkatkan kualitas produk serta memudahkan pengolahan dan distribusi barang. Pada sistem otomatis, proses ini dilakukan dengan bantuan sensor dan mekanisme untuk mengotomatiskan pengelompokan tersebut sehingga lebih efisien dan akurat dibanding secara manual (*Anggreani et al., 2023*).

2.3 ImageJ

ImageJ merupakan sebuah perangkat lunak pengolahan dan analisis citra bersifat open source yang digunakan untuk memproses, mengedit serta melakukan pengukuran pada citra digital. Software ini mampu mengenai berbagai jenis file gambar dan menyediakan berbagai tools serta plugin untuk distribusi gambar secara akurat dan efisien (*Iqbal M et al., 2021*). Pada penelitian ini ImageJ digunakan sebagai pembanding antara nilai RGB sensor dengan nilai RGB pada ImageJ dalam proses klasifikasi warna dalam klasifikasi dan grading cabai secara otomatis dan akurat (*Lestari et al., 2024*).

2.4 Kontrol Otomatis

Kontrol otomatis merupakan sistem kendali yang memungkinkan suatu perangkat bekerja secara mandiri berdasarkan data dari sensor tanpa membutuhkan intervensi manusia secara langsung. Dalam bidang pertanian, kontrol otomatis banyak digunakan untuk pengaturan irigasi, penyortiran hasil panen, hingga pemantauan kualitas produk. Keunggulan sistem ini mampu meningkatkan produktivitas sekaligus menjaga konsistensi kualitas hasil karena setiap Keputusan berbasis pada data sensor yang akurat (*Kalnar et al., 2023*).



Gambar 2. 2 Kontrol Otomatis
Sumber: google

Pada sistem sortasi cabai, kontrol otomatis diterapkan untuk membaca nilai warna, menentukan kategori berdasarkan *threshold*, dan menggerakkan aktuator tanpa intervensi manusia. Prinsip kontrol otomatis ini membuat proses pemilihan cabai lebih cepat dan stabil dibandingkan metode manual (Inuwa *et al.*, 2025).

2.5 Konveyor

Konveyor merupakan sistem mekanis yang digunakan untuk memindahkan objek dari satu titik ke titik lain secara berkelanjutan. Dalam bidang pertanian, konveyor sering dimanfaatkan untuk membawa hasil panen menuju sistem sortasi atau pengolahan. Penggunaan konveyor pada sistem otomatis sortasi memungkinkan berlangsung cepat dan stabil dibandingkan pemindahan manual (Iwan *et al.*, 2022).



Gambar 2. 3 Konveyor
Sumber: google

Dalam penelitian sortasi cabai konveyor berperan membawa cabai menuju ruang pendeteksi warna sehingga proses pemilihan dapat dilakukan secara teratur. Kecepatan konveyor harus diatur agar sensor memiliki waktu yang cukup untuk membaca nilai warna yang stabil (Iwan *et al.*, 2022). Integrasi konveyor dan motor DC dan sistem kontrol PWM memungkinkan pergerakan yang konsisten

selama proses sortasi berlangsung. Stabilitas gerak ini penting untuk memastikan bahwa cabai tidak bergeser atau berputar sehingga penmacaan sensor teteap akurat. Sistem konveyor yang baik meningkatkan efesiensi pemilihan dan mengurangi kesalahan klasifikasi (Kurniawan & Sugiarto, 2021).

2.6 Arduino Mega 2560

Arduino Mega merupakan salah satu papan mikrokontroler yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronika dan otomasi. Papan ini berbasis pada mikrokontroler mega 2560, yang memiliki spesifikasi lebih tinggi dibandingkan dengan Arduino Uno, sehingga cocok untuk proyek yang membutuhkan jumlah pin *input* atau *output* yang banyak seta kapasitas memori yang lebih besar. Arduino Mega memiliki 54 pin digital *input* atau *output*, (15 diantaranya dapat dipakai sebagai PWM *output*), 16 pin *input* analog, serta 4port UART (serial *hardware*), yang menjadikannya unggul untuk aplikasi kompleks seperti robotika, sistem monitoring industri dan otomasi berbasis IoT (Wahyudi, 2020).



Gambar 2. 4 Arduino Mega

Sumber: google

Dalam sistem sortasi cabai merah, Arduino Mega berfungsi sebagai pusat pengendalian yang mengatur proses pembaccan data sensor warna TCS3200, dan pengendalian motor servo pada pintu sortasi. Integrasi semua komponen ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis mulai dari pengambilan data warna hingga pengalihan cabai ke wadah yang sesuai. Keandalan Arduino Mega menjadikannya pilihan tepat untuk aplikasi otomatis dengan kebutuhan sinyal yang tinggi (Anantajaya *et al.*, 2021).

2.7 Sensor TCS3200

Sensor warna RGB merupakan salah satu komponen elektronik yang digunakan untuk mendeteksi dan mengukur intensitas warna suatu objek. RGB sendiri merupakan singkatan dari *Red* (merah), *Green* (hijau), dan *Blue* (biru). yaitu tiga warna dasar cahaya yang dapat dikombinasikan untuk menghasilkan berbagai spektrum warna. Dalam konteks pengolahan hasil pertanian, sensor warna RGB sering dimanfaatkan untuk proses sortasi atau klasifikasi produk berdasarkan Tingkat kematangan atau kualitas warna (Wibowo, Poningsih, *et al.*, 2022). Dalam penelitian sortasi cabai merah, sensor ini digunakan untuk menentukan kategori hijau atau merah berdasarkan nilai threshold RGB yang telah dikalibrasi.



Gambar 2. 5 Sensor TCS3200

Sumber: google

Akurasi pembacaan sensor TCS3200 dipengaruhi oleh pencahayaan, jarak pembacaan serta posisi objek terhadap modul sensor. Oleh karena itu, diperlukan ruang pendeteksi agar cahaya tidak mengganggu proses pembacaan. Nilai RGB yang dihasilkan kemudian dikonversi atau dibandingkan dengan ambang batas warna berdasarkan referensi yang diperoleh melalui pengolahan citra sehingga hasil klasifikasi warna lebih konsisten (Wibowo, Poningsih, *et al.*, 2022).

2.8 Motor Servo

Motor Servo merupakan salah satu jenis aktuator yang banyak digunakan dalam sistem kendali otomatis karena mampu menghasilkan pergerakan yang presisi. Pada penelitian sortasi cabai, servo berperan sebagai penggerak pintu sortasi yang membuka ke arah tertentu sesuai kategori warna sehingga pemilihan

warna dapat berlangsung cepat dan akurat (Siskandar *et al.*, 2020). Sistem kerja motor servo dikendalikan menggunakan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) yang memungkinkan pengaturan sudut secara terukur.



Gambar 2. 6 Motor Servo
Sumber: google

Keunggulan motor servo dalam sistem sortasi terletak pada kemampuannya bergerak secara sinkron dengan sensor warna sehingga proses pengalihan cabai menuju wadah penampungan dapat dilakukan secara otomatis. Respons servo yang cepat memungkinkan mekanisme sortasi bekerja konsisten meskipun aliran cabai berlangsung kontinu pada konveyor. Integrasi servo dengan mikrokontroler juga mempermudah pengaturan sudut buka tutup pintu sesuai kebutuhan sistem (Siskandar *et al.*, 2020).

Penelitian terkait

Tabel2. 1 Penelitian terdahulu.

no	Nama peneliti	Judul penelitian	Hasil penelitian	Persamaan dan perbedaan
1	(Putra <i>et al.</i> , 2018)	Rancang bangun sistem sortasi buah cabai berdasarkan warna berbasis Arduino Uno	Penelitian ini digunakan untuk mengklasifikasikan cabai matang, mentah atau busuk dengan membandingkan	Persamaan pada penelitian ini sama-sama menggunakan warna cabai sebagai media uji, motor

			nilai RGB terhadap batas yang telah ditentukan lalu mengarahkan cabai dengan servo ke tempatnya. Hasil perhitungan akurasi dan <i>error rate</i> menunjukkan performa alat dengan akurasi 92,3% dan <i>error</i> 7,7% dari pengujian cabai berbagai warna dan kondisi,	servo sebagai pengendalian sortasi. Perbedaan pada penelitian ini Arduino Uno digunakan sebagai pengolahan data dan sensor TCS34725 digunakan sebagai pengukuran warna cabai.
2	(Anggreani et al., 2023).	Sistem penyortiran otomatis kematangan tomat berdasarkan warna dan berat dengan sensor TCS3200 dan sensor <i>load cell</i> Hx711 berbasis arduino uno.	Penelitian ini alat berhasil dirancang, seensor TCS3200 dan sensor Load cell sebagai input. Sensor TCS3200 digunakan untuk mengetahui tingkat kematangan buah tomat dengan membaca nilai RGB pada kulit tomat. Sensor load cell digunakan untuk menghitung	Persamaan pada penelitian ini sama-sama menggunakan sensor TCS3200 sebagai mendekteksi tingkat kematangan (warna) dan motor servo sebagai pengendalian sortasi.

			masa tomat dimana sensor ini memiliki presentase error 1.26% dan terkecil 0% dengan rata-rata sebesar 0.32%.	Perbedaan: penelitian ini menggunakan sensor load cell sebagai pengukur berat, tomat sebagai bahan uji, dan Arduino Uno sebagai pengendalian data.
3	(Lestari et al., 2024)	<i>Automatde conveyor system of sorting and grading for red chili pepper (capsicum annum L.) using image processing and artificial neural network.</i>	Penelitian ini menghasilkan sistem sortasi dan grading cabai merah berbasis konveyor dengan memanfaatkan pengolahan citra dan Artificial neural network (ANN). Sistem ini mampu mengklasifikasikan cabai berdasarkan warna dan ukuran dengan akurasi tinggi dan mampu mengurangi waktu	Persamaan dari penelitian ini, sama-sama menggunakan warna cabai sebagai bahan uji, Arduino mega 2560, sensor TCS3200 motor servo sebagai pengendalian sortasi sedang untuk perbedaan penelitian ini menggunakan

			sortasi hingga 70% dibanding metode konvensional.	pengolahan citra dan ANN sebagai metode klasifikasi
--	--	--	---	---

