

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian mengalami penurunan ditandai dengan menurunnya minat dan partisipasi generasi muda dalam sektor pertanian (Rozci, 2023). Data Badan Pusat Statistik (BPS) yang menunjukkan penurunan proporsi tenaga kerja pertanian dari 34 persen menjadi 28 persen dalam satu dekade terakhir, serta hasil Sensus Pertanian 2023 yang mencatat petani milenial (19–39 tahun) hanya sebesar sebanyak 6.183.009 orang atau 21,93 persen dari total petani di Indonesia (BPS, 2023). Belum optimalnya pemanfaatan teknologi praktis yang mampu mendukung petani pemula dalam melakukan deteksi penyakit tanaman secara cepat, akurat dan efisien menjadi tantangan utama dalam perkembangan pertanian modern (Maulini et al., 2025). Regenerasi petani penting untuk menjaga keberlanjutan ketahanan pangan nasional karena sektor pertanian membutuhkan sumber daya manusia yang adaptif terhadap perkembangan teknologi (Marpaung & Bangun, 2023). Generasi muda memandang bahwa sektor pertanian masih bersifat tradisional dan belum sepenuhnya modern (Roidah, 2024). Kondisi ini berdampak pada terbatasnya penerapan teknologi di kalangan petani muda, meskipun kebutuhan terhadap modernisasi pertanian terus mengalami peningkatan.

Salah satu permasalahan petani pemula adalah rendahnya pengetahuan dalam mengenali gejala penyakit, serta pencegahan dan pengendalian yang tepat (Yamin, 2025). Identifikasi manual memiliki keterbatasan karena kemampuan visual manusia dapat menurun dan persepsi antar individu berbeda, sehingga hasil pengamatan cenderung kurang konsisten.(Firlansyah, 2021). Ketidaktepatan identifikasi sebagai basis utama dalam pengendalian hama dan penyakit selain dapat menurunkan produksi juga berpotensi terjadinya penyebaran penyakit (Satia et al., 2022). Penerapan *image processing* menjadi solusi penting untuk menghadirkan deteksi visual yang lebih presisi. Pemanfaatan teknologi diperlukan untuk melakukan identifikasi penyakit secara cepat, akurat, dan konsisten melalui pengolahan citra digital

Pengolahan citra (*Image Processing*) digunakan untuk memperbaiki kualitas citra, menarik informasi, deskripsi objek, dan melakukan kompresi atau reduksi data (Pratama, 2018). Kualitas citra dipengaruhi oleh pencahayaan, jarak pengambilan, dan latar

belakang objek. Kotak uji dengan pencahayaan LED dan posisi kamera tetap digunakan untuk menghasilkan citra yang konsisten serta meminimalkan gangguan visual, sehingga mendukung dalam identifikasi penyakit daun padi, cabai, dan terong secara otomatis. Padi merupakan kebutuhan primer bagi masyarakat Indonesia, karena sebagai sumber energi dan karbohidrat bagi mereka (Mergono Adi Ningrat, 2021). Padi rentan terhadap penyakit daun seperti blas, hawar, dan tungro yang dapat menurunkan hasil panen (Muldiana, 2017). Tanaman cabai merupakan komoditas yang sangat penting dalam industri pertanian, baik di pasar lokal maupun internasional (Sa & Huda, 2026). Serangan penyakit yang sering dialami tanaman cabai seperti virus kuning dan bercak daun yang dapat memengaruhi kualitas serta kuantitas produksi (Inaya & Meriem, 2022). Terong termasuk komoditas hortikultura yang memiliki tingkat budidaya dan konsumsi yang tinggi di kalangan masyarakat Indonesia (Kinanggi & Bisilisin, 2025). Penyakit utama tanaman terong adalah penyakit bercak daun dan daun kuning. Proses identifikasi penyakit dari citra memerlukan metode yang mampu mengekstraksi dan mengenali karakteristik objek secara otomatis

Teknologi *deep learning* membantu dalam mendeteksi pola warna, bentuk, dan tekstur gambar secara otomatis, salah satu metode yang digunakan *metode Convolutional Neural Network* (CNN) sebagai metode *deep learning* yang digunakan. CNN merupakan teknik *deep learning* yang dapat diterapkan pada citra resolusi tinggi dengan model distribusi nonparametrik dan melakukan proses pembelajaran mandiri untuk pengenalan objek, ekstraksi objek, dan klasifikasi (Jumaryadi et al., 2023). CNN sangat efektif dalam mengekstraksi dan mengenali pola dari data citra karena memiliki kemampuan untuk memahami fitur sederhana seperti garis atau tepi hingga fitur kompleks seperti bentuk atau pola tertentu (Dani & Handayani, 2024). Hal ini menjadikan CNN sebagai metode yang efektif dan efisien untuk identifikasi objek berbasis citra digital.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan CNN dalam klasifikasi penyakit tanaman. Penelitian oleh (Alidrus et al., 2021) mengembangkan sistem deteksi penyakit daun padi menggunakan metode CNN dengan empat lapisan konvolusi, yang menghasilkan akurasi latih sebesar 92% dan akurasi validasi 77% dalam mengklasifikasikan tiga jenis penyakit (blast, brown spot, dan hispa) melalui optimalisasi ekstraksi fitur citra. (Putra & Prihartono, 2025) mengembangkan model CNN untuk klasifikasi penyakit daun cabai dengan akurasi 91%, di mana penggunaan augmentasi data dan teknik *dropout* terbukti efektif meningkatkan variasi data serta mencegah

overfitting pada deteksi dini kondisi daun sehat dan keriting. (Gilang et al., 2024) mengembangkan sistem deteksi dan penghitungan penyakit daun terong berbasis YOLOv8 pada robot pertanian, dengan hasil pelatihan model memperoleh akurasi model berdasarkan confusion matrix mencapai 98%. Penelitian sebelumnya umumnya masih berfokus pada identifikasi satu objek daun atau satu jenis tanaman tertentu, sehingga kurang representatif terhadap kebutuhan nyata petani di lapangan. Petani modern membutuhkan sistem yang lebih fleksibel, mampu mendeteksi beberapa jenis daun sekaligus, dan dapat diaplikasikan pada berbagai komoditas tanaman utama.

Penelitian ini penting dilakukan karena pengembangan sistem identifikasi penyakit daun tanaman multi objek secara real time menjadi penting untuk mendukung petani dalam melakukan identifikasi secara efektif. Sistem tersebut diharapkan agar dapat membantu melakukan deteksi secara cepat, akurat, dan efektif, sehingga resiko penyebaran penyakit menurun dan hasil penurunan hasil panen dapat diminimalkan. Penelitian ini diharapkan menjadi solusi yang aplikatif dan mudah digunakan oleh petani pemula untuk mengidentifikasi penyakit daun tanaman.

Penelitian ini mengusulkan sistem identifikasi penyakit daun pada tanaman multi objek meliputi padi, cabai, dan terong menggunakan pemrosesan gambar dan CNN dengan dukungan komputasi untuk identifikasi penyakit secara real-time. Sistem dirancang menggunakan kamera smartphone dengan bantuan kotak uji yang mendukung pencahayaan LED untuk menghasilkan akurasi yang maksimal. Untuk mengevaluasi kinerja model, penelitian ini menggunakan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*, selain itu metrik MAE, RMSE, dan MAPE untuk mengukur tingkat kesalahan prediksi pada tahap implementasi, MAE menunjukkan rata-rata kesalahan absolut, RMSE menekankan kesalahan besar, dan MAPE menyatakan kesalahan dalam bentuk persentase agar lebih mudah dipahami. Sistem yang diusulkan diharapkan dapat membantu identifikasi penyakit daun secara cepat, akurat, dan objektif, sehingga mendukung deteksi dini, mengurangi risiko gagal panen, dan meningkatkan produktivitas pertanian.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas dapat disusun identifikasi masalah yang timbul sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang kotak uji sebagai lingkungan pengujian dengan pencahayaan led untuk memperoleh citra daun tanaman yang konsisten dalam proses identifikasi penyakit?
2. Seberapa baik tingkat performa model *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mengklasifikasikan penyakit daun tanaman berdasarkan citra gambar yang diperoleh dari kamera smartphone dengan bantuan kotak uji?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam melakukan penelitian ini sebagai berikut:

1. Merancang kotak uji sebagai lingkungan pengujian dengan pencahayaan LED untuk menghasilkan citra daun tanaman yang konsisten dan minim gangguan.
2. Menganalisis tingkat performa model *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mengklasifikasikan penyakit daun tanaman dari kamera smartphone dengan bantuan kotak uji.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian agar penelitian ini terfokus dari pembahasan utama:

1. Ruang lingkup penelitian terbatas, hanya berfokus pada penyakit daun padi, terong, dan cabai sebagai sampel utama tidak mempertimbangkan penyakit lain.
2. Proses pengolahan citra hanya menggunakan citra daun tanaman bagian atas dengan latar belakang terkontrol di dalam kotak uji.
3. Teknik yang digunakan dalam prosedur pengolahan dan klasifikasi gambar adalah *Convolutional Neural Network* (CNN).
4. Sistem hanya mengidentifikasi jenis penyakit berdasarkan citra daun dan tidak mencakup analisis tingkat keparahan penyakit maupun kerusakan pada bagian tanaman lainnya

1.5 Sistematika Penelitian

Penulisan Tugas Akhir terdiri dari lima bab sebagai Berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan TA.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori yang mendukung penelitian, meliputi tanaman padi dan penyakit daun padi, jagung, cabai, pengolahan citra (*image processing*), *deep learning*, *Convolutional Neural Network* (CNN), serta penelitian terdahulu.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang akan dilakukan, meliputi perancangan prototipe kotak uji, proses pengambilan citra daun tanaman, preprocessing data, perancangan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN), proses pelatihan dan pengujian model, serta metode evaluasi kinerja sistem

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat hasil perancangan prototipe. Hasil dan pengujian menggunakan model *Convolutional Neural Network* (CNN). Analisis performa sistem berdasarkan akurasi, precision, recall, dan confusion matrix, serta pembahasan terhadap hasil yang diperoleh..

BAB V PENUTUPAN

Pada bab ini mencakup tentang kesimpulan dari hasil penelitian dari bab sebelumnya, kemudian juga memuat saran yang diberikan oleh penulis setelah melakukan penelitian tersebut.