

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi signifikan, tomat (*Solanum lycopersicum* L.) memiliki peran yang sangat strategis di Indonesia. Tingginya permintaan pasar terhadap komoditas ini terjadi karena tomat senantiasa dikonsumsi oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dan gizi harian (Citra et al., 2025). Fakta ini sejalan dengan publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2025, yang menunjukkan bahwa volume produksi tomat di Indonesia terus berada di angka yang masif, hingga mencapai 3,4 juta ton (BPS, 2025).

Secara spesifik, Kecamatan Pangalengan di Kabupaten Bandung merupakan salah satu sentra produksi tomat utama yang sangat esensial karena menyuplai pasokan kebutuhan sayuran untuk daerah Jakarta, Lembang, Bandung, dan sekitarnya. Berdasarkan data BPS Kabupaten Bandung, tomat merupakan komoditas dengan nilai produksi tertinggi di Kecamatan Pangalengan selama tiga tahun berturut-turut, dengan volume produksi menembus 438.025 ton pada tahun 2024. *Analisis Location Quotient* (LQ) komoditas tomat di wilayah Pangalengan menunjukkan angka 1,615 yang berarti komoditas ini merupakan produk basis unggulan dengan status surplus. Produktivitas di tingkat kelompok tani juga sangat intensif, di mana petani dapat melakukan pemanenan hingga 8 kali untuk setiap musim tanam.(Cinta et al., 2025)

Meskipun memiliki potensi ekonomi dan produktivitas yang masif, kondisi eksisting budidaya tomat di Pangalengan sangat rentan terhadap ancaman Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dan tekanan faktor iklim. Wilayah Pangalengan yang merupakan dataran tinggi dengan curah hujan serta tingkat kelembapan yang tinggi sangat memicu perkembangan mikroorganisme pembawa penyakit. Kondisi lingkungan ini memperbesar risiko infeksi jamur dan bakteri patogen yang merusak tanaman. Ancaman utama di lapangan umumnya

bermanifestasi pada organ daun dalam bentuk kondisi *Early Blight*, *Late Blight*, *Leaf Mold*, dan *Septoria Leaf Spot*. Penyebaran patogen ini telah menjadi fenomena masalah berulang di setiap musim tanam yang sangat membutuhkan perhatian. Pihak yang paling terdampak dari masalah ini adalah para petani tomat lokal. Konsekuensi dari serangan penyakit ini sangat fatal, berpotensi mematikan tanaman, menyebabkan anjloknya kualitas serta kuantitas panen, hingga memicu kerugian ekonomi yang masif bagi petani yang berpotensi mematikan tanaman dan menyebabkan anjloknya kualitas serta kuantitas panen secara fatal. Dampak dari patogen ini sejalan dengan laporan BPS (2023) yang merekam fluktuasi produksi tomat nasional berupa penyusutan dari 1,168 juta ton (2022) menjadi 1,14 juta ton (2023). (Halimatusya et al., 2025) Oleh karena itu, secara akademik dan praktis, penyelesaian masalah ini sangat penting dibahas untuk menjaga ketahanan pangan dan stabilitas ekonomi petani.

Sebagai upaya untuk meminimalisasi konsekuensi tersebut, penanganan penyakit pada tanaman tomat mayoritas masih dijalankan secara konvensional, yakni petani sangat mengandalkan observasi visual secara langsung terhadap gejala di permukaan daun. Pendekatan ini dinilai kurang efisien, cenderung subjektif, dan berisiko memicu kerugian yang besar. Di sisi akademik, upaya intervensi lain telah dilakukan melalui kemajuan kecerdasan buatan yang menghadirkan peluang baru untuk otomatisasi sistem *Computer Vision*, terutama lewat metode *Convolutional Neural Networks (CNN)* yang andal dalam mengekstraksi fitur visual rumit demi menghasilkan klasifikasi berakurasi tinggi. Terdapat berbagai model arsitektur *CNN* yang telah diciptakan, contohnya *MobileNetV3* dan *ResNet50*, yang masing-masing membawa spesifikasi berbeda. *MobileNetV3* secara spesifik dibangun untuk kebutuhan komputasi edge dan aplikasi *full offline* dengan menitikberatkan pada efisiensi pemrosesan, di mana model ini mampu meraih akurasi 96,55% hanya dengan 0,64 juta parameter serta waktu inferensi 26,4ms per gambar (Tian et al., 2024). Bila disandingkan dengan *ResNet50* yang sanggup menembus akurasi 99,25% namun membutuhkan beban sekitar 25,6 juta parameter (Mahesa et al., 2025), *MobileNetV3* terbukti jauh lebih unggul dalam aspek penghematan memori maupun kecepatan inferensi. Karakteristik inilah yang membuat *MobileNetV3*

sangat ideal untuk diimplementasikan pada perangkat bersumber daya terbatas tanpa memicu penurunan performa secara fatal.

Meskipun model CNN telah terbukti akurat secara teoritis, implementasinya di lapangan masih menghadapi hambatan yang menjadi gap (kesenjangan) pada penelitian-penelitian sebelumnya. Model klasifikasi yang hanya dilatih menggunakan citra berlatar belakang bersih di laboratorium (seperti dataset *PlantVillage*) cenderung mengalami penurunan akurasi saat diuji pada kondisi nyata (*in-the-wild*) akibat adanya gangguan visual (*noise*) dari lingkungan perkebunan. Selain itu, sebagian besar sistem deteksi saat ini masih bergantung pada arsitektur komputasi awan (*cloud server*), di mana koneksi internet yang stabil sangat dibutuhkan. Hal ini menjadi kendala besar karena infrastruktur jaringan di area pertanian seringkali tidak memadai.

Guna menanggulangi isu tersebut, riset ini mengimplementasikan strategi penggabungan data (*Hybrid dataset*) yang memadukan citra dari dataset *PlantVillage* dengan foto asli daun tomat dari lahan pertanian di wilayah Pangalengan, Kabupaten Bandung. Langkah integrasi data ini dilakukan untuk memperluas variasi visual pada tahap pelatihan, sehingga sistem mampu memetakan pola-pola fitur yang secara akurat merepresentasikan keadaan riil di kebun. Pendekatan ini diharapkan mampu mendongkrak kemampuan generalisasi model, yang pada akhirnya bermuara pada stabilitas hasil klasifikasi terlepas dari fluktuasi kondisi lingkungan saat gambar direkam.

Dalam mendukung penyelesaian masalah tersebut, proses pengembangan aplikasi cerdas ini menggunakan pendekatan rekayasa perangkat lunak Metode *Prototyping*. Pemilihan metode *Prototyping* dinilai sangat tepat karena sifatnya yang iteratif, memungkinkan pengembang mengevaluasi akurasi model dan antarmuka aplikasi secara bertahap. Pendekatan ini esensial untuk memastikan integrasi model klasifikasi yang dilatih dengan dataset gabungan (*Hybrid dataset*) dapat dikonversi ke dalam format *TensorFlow Lite* (TFLite) dan dijalankan pada *framework Flutter*. Melalui integrasi tersebut, proses inferensi deteksi penyakit dapat dieksekusi secara mandiri dan sepenuhnya luring (*full offline*) di memori

gawai pintar petani. Dengan mempertimbangkan berbagai urgensi di lapangan serta efektivitas algoritma pendeteksi, penulis mengusulkan penelitian berjudul: **"Rancang Bangun Sistem Deteksi Penyakit Tanaman Tomat dan Rekomendasi Penanganan Menggunakan Model *Deep Learning MobileNetV3*"**.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada uraian latar belakang di atas, maka pokok permasalahan dalam penelitian ini diformulasikan ke dalam beberapa pertanyaan berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem deteksi penyakit tanaman tomat berbasis *Deep Learning MobileNetV3*?
2. Bagaimana meningkatkan kemampuan deteksi penyakit daun tomat pada kondisi nyata melalui penggunaan *Hybrid dataset* yang menggabungkan dataset *PlantVillage* dan dataset dunia nyata?
3. Bagaimana mengimplementasikan model *MobileNetV3* ke dalam aplikasi *mobile* berbasis *Flutter* menggunakan *TensorFlow Lite* sehingga dapat beroperasi secara *offline* dan memberikan rekomendasi penanganan penyakit?

1.3 Tujuan Penelitian

Berpijak pada rumusan masalah di atas, adapun target utama yang hendak direalisasikan melalui penelitian ini meliputi:

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem deteksi penyakit daun tanaman tomat berbasis *Deep Learning* menggunakan arsitektur *MobileNetV3* yang dapat diimplementasikan pada aplikasi *mobile* Android secara *offline* untuk membantu proses identifikasi penyakit dan penyajian rekomendasi penanganan.

1.3.2 Tujuan Khusus

Untuk mencapai tujuan umum tersebut, penelitian ini memiliki beberapa tujuan khusus sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem deteksi penyakit tanaman tomat berbasis model Deep Learning arsitektur *MobileNetV3* yang mampu mengklasifikasikan lima kelas kondisi daun (*Healthy*, *Early Blight*, *Late Blight*, *Leaf Mold*, dan *Septoria Leaf Spot*).
2. Meningkatkan dan mengevaluasi kemampuan generalisasi deteksi model *MobileNetV3* pada kondisi nyata di lapangan melalui penggunaan *Hybrid dataset* (gabungan dataset *PlantVillage* dan dataset nyata)
3. Mengimplementasikan model *MobileNetV3* ke dalam aplikasi *mobile* Android berbasis *Flutter* menggunakan *TensorFlow Lite* agar dapat beroperasi secara *offline* penuh, sekaligus menyajikan fitur rekomendasi penanganan penyakitnya secara otomatis.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang diharapkan, maka penulis menetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode *Prototyping*. Sistem yang dirancang adalah aplikasi *full offline* berbasis Android menggunakan *framework Flutter*, di mana model *Deep Learning MobileNetV3* berjalan secara lokal di memori perangkat (*On-Device Inference*) berformat *TensorFlow Lite* (.tflite) tanpa bergantung pada koneksi internet atau *Virtual Private Server* (VPS).
2. Objek masukan dibatasi pada citra digital daun tomat tunggal yang diperoleh melalui kamera atau galeri perangkat. Model *Deep Learning* dilatih menggunakan *Hybrid dataset* yang merupakan gabungan antara dataset *PlantVillage* dan dataset citra daun tomat kondisi nyata yang diperoleh dari area pertanian tomat di Pangalengan. Sistem dibatasi untuk mengklasifikasikan lima kelas kondisi, yaitu *Healthy*, *Early Blight*, *Late Blight*, *Leaf Mold*, dan *Septoria Leaf Spot*.
3. Keluaran aplikasi hanya berfokus pada hasil identifikasi kelas penyakit dan pemberian teks rekomendasi penanganan kuratifnya secara kualitatif.

Sistem tidak melakukan perhitungan komputasi kuantitatif seperti estimasi kerugian hasil panen atau takaran pasti dosis bahan kimia pertanian.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berarti, baik dari segi pengembangan keilmuan maupun dari segi penerapan praktis di lapangan. Adapun manfaat dari penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

- a. Menjadi literatur dan bukti empiris terkait efektivitas implementasi *Edge Computing* (pemrosesan lokal) menggunakan model *Deep Learning* berarsitektur *MobileNetV3* yang dikonversi ke dalam format *TensorFlow Lite* (.tflite) pada perangkat bergerak berbasis Android. Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi dalam mengatasi permasalahan *Domain shift* antara dataset laboratorium dan citra kondisi nyata melalui penggunaan *Hybrid dataset* pada sistem deteksi penyakit tanaman tomat.
- b. Memberikan kontribusi kajian akademis terkait penerapan pendekatan *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan metode *Prototyping* dalam pembangunan aplikasi *full offline* menggunakan kerangka kerja (*framework*) *Flutter*, khususnya dalam mengintegrasikan model kecerdasan buatan secara iteratif, dinamis, dan efisien.

2. Manfaat Praktis

- a. Memberikan solusi teknologi berupa alat bantu deteksi cerdas yang praktis, cepat, dan dapat diakses sepenuhnya tanpa memerlukan jaringan internet (*full offline*). Hal ini membantu meminimalisir kesalahan diagnosis awal akibat pengamatan visual manual yang berisiko memperparah infeksi.
- b. Membantu pengguna memperoleh informasi penanganan penyakit secara lebih cepat melalui fitur rekomendasi otomatis yang ditampilkan setelah proses deteksi selesai dilakukan. Informasi

tersebut diharapkan dapat mendukung pengambilan keputusan dalam penanganan penyakit tanaman tomat sehingga potensi penyebaran penyakit dapat diminimalkan.

1.6 Jadwal Penelitian

Jadwal penelitian ini disusun sebagai panduan dalam melaksanakan setiap tahapan penelitian agar selesai tepat pada waktunya. Pelaksanaan penelitian ini direncanakan berlangsung selama 5 (lima) bulan, terhitung sejak tahap analisis hingga penyusunan laporan akhir

Tabel 1. 1 Jadwal Penelitian

No	Tahapan Penelitian (<i>Prototype</i>)	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL
1	Observasi & Identifikasi Masalah						
2	Studi Literatur & Pencarian SOTA						
3	Pengumpulan Dataset Hibrida (<i>PlantVillage</i> & Mandiri)						
4	Analisis Kebutuhan Sistem						
5	Perancangan Arsitektur & UI/UX						

No	Tahapan Penelitian (<i>Prototype</i>)	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL
6	Pelatihan Model (Training) <i>MobileNetV3</i>						
7	Implementasi & Pemrograman (<i>Flutter & TFLite</i>)						
8	Pengujian & Analisis Sistem (<i>On-Device Offline</i>)						
9	Finalisasi Laporan Skripsi						

1.7 Sistematika Penulisan

Guna menyajikan alur pembahasan yang terarah dan komprehensif, penyusunan laporan penelitian ini diklasifikasikan ke dalam lima bab utama dengan rincian sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN Menguraikan landasan fundamental mengapa riset deteksi penyakit tanaman tomat ini esensial untuk dilaksanakan. Bagian ini juga merinci identifikasi dan rumusan masalah, batasan ruang lingkup sistem, target tujuan, proyeksi manfaat, keterangan waktu dan lokasi studi, hingga susunan sistematika penulisan laporan.

BAB II LANDASAN TEORI Memaparkan kerangka teoretis dan kajian literatur yang menjadi fondasi riset. Aspek yang dieksplorasi meliputi tinjauan penelitian terdahulu (*State of the Art*), patologi daun tomat, prinsip dasar *Computer Vision*, metodologi *Deep Learning* dan *Transfer Learning*, karakteristik arsitektur

MobileNetV3, strategi *Hybrid dataset*, *TensorFlow Lite*, *framework Flutter*, hingga mekanisme komputasi secara lokal (*On-Device Inference*).

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM Mengupas tahapan sistematis dalam pengembangan piranti lunak dengan mengadopsi metode *Prototyping*. Fokus pembahasannya mencakup analisis spesifikasi *hardware* dan *software*, tata cara pengumpulan dan prapemrosesan *Hybrid dataset*, desain arsitektur kecerdasan buatan *MobileNetV3*, mekanisme pelatihan dan validasi model, serta rancangan antarmuka pengguna (*User Interface*) pada lingkungan *Flutter*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN Menyajikan penjabaran teknis terkait realisasi tahap perancangan menjadi sebuah aplikasi fungsional. Bab ini menelaah capaian metrik hasil pelatihan *MobileNetV3* menggunakan *Hybrid dataset*, tahapan konversi model menjadi *TensorFlow Lite*, evaluasi ketepatan prediksi merujuk pada *Confusion Matrix* dan *Classification Report*, sekaligus pengujian kapabilitas sistem saat beroperasi sepenuhnya tanpa koneksi internet (*offline*).

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN Bertindak sebagai penutup dokumen yang mengonsolidasikan jawaban atas seluruh rumusan masalah dan pencapaian tujuan riset. Selain itu, bab ini juga memuat berbagai rekomendasi konstruktif sebagai rujukan bagi penyempurnaan dan pengembangan aplikasi serupa di masa depan.

