

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta banyak dibudidayakan di berbagai daerah di Indonesia [1]. Namun, produksi tomat sering menurun akibat serangan penyakit daun yang disebabkan oleh jamur, bakteri, maupun virus [2]. Jenis penyakit yang umum menyerang di antaranya *Early Blight* (*Alternaria solani*), *Late Blight* (*Phytophthora infestans*), *Leaf Mold* (*Cladosporium fulvum*), dan *Septoria Leaf Spot* (*Septoria lycopersici*) [3]. Serangan penyakit tersebut dapat menghambat proses fotosintesis dan menurunkan hasil panen hingga lebih dari 50% [1]. Oleh karena itu, deteksi dini terhadap penyakit daun tomat sangat penting agar petani dapat melakukan pencegahan dan penanganan lebih cepat untuk mengurangi kerugian produksi.

Selama ini, identifikasi penyakit daun tomat umumnya dilakukan secara manual melalui pengamatan langsung terhadap ciri fisik daun oleh petani atau ahli pertanian. Cara tersebut memang masih sering digunakan, namun memiliki kelemahan seperti membutuhkan waktu yang lama, tingkat ketelitian yang berbeda antar individu, serta ketergantungan pada kondisi lingkungan dan pencahayaan [4]. Perkembangan teknologi kecerdasan buatan mendorong peralihan dari metode manual ke pendekatan berbasis pengolahan citra dan *deep learning*. Teknik ini terbukti mampu mengekstraksi fitur visual secara otomatis dan memberikan hasil klasifikasi yang lebih konsisten [5], [6]. Berbagai penelitian telah membuktikan potensi besar *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mengidentifikasi penyakit tanaman dengan akurasi tinggi [1], [7], [8].

Meskipun demikian, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa efisiensi waktu komputasi masih menjadi tantangan utama dalam implementasi model berbasis *Deep Learning*. Taufiqurrahman et al. misalnya, Model *EfficientNet-B0*

mampu mendeteksi penyakit daun tomat dengan akurasi 99,55%, namun waktu komputasinya (0,150–0,554 detik per citra) masih kurang efisien untuk perangkat terbatas [9]. Jatin Sharma et al. melaporkan bahwa kombinasi *ResNet50* dan *MobileNetV2* menghasilkan akurasi tinggi, namun kompleksitas modelnya cukup besar. Adi Dwifana Saputra juga menemukan bahwa meskipun *GoogleNet* dan *EfficientNetB3* mencapai akurasi tinggi, waktu inferensinya masih tergolong lama [10]. Oni dan Prama menegaskan bahwa peningkatan efisiensi komputasi merupakan aspek penting dalam pengembangan model deteksi penyakit daun tomat secara *real-time* [10], [11], [12].

Menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan penggunaan arsitektur *MobileNetV3*, yaitu salah satu model *Convolutional Neural Network* yang dirancang dengan struktur ringan (*lightweight architecture*) dan efisien dalam penggunaan sumber daya. Arsitektur ini mampu mempercepat proses inferensi tanpa mengurangi akurasi secara signifikan, sehingga cocok untuk penelitian yang menekankan efisiensi komputasi [13]. Penelitian Cheng dan Qin menunjukkan bahwa pengembangan *Improved MobileNetV3* mampu meningkatkan akurasi klasifikasi penyakit daun tomat sekaligus menurunkan waktu komputasi secara signifikan, menjadikannya arsitektur yang ideal untuk perangkat bersumber daya terbatas [14]. Selain itu, dua teknik optimasi diterapkan untuk meningkatkan performa model, yakni *quantization* dan *knowledge distillation*. Teknik *quantization* digunakan untuk mempercepat proses inferensi dengan menurunkan presisi bobot model dari *float32* menjadi *int16* [4], [15], sedangkan *knowledge distillation* memungkinkan model yang lebih kecil mempelajari pola dari model yang lebih kompleks agar hasil klasifikasinya tetap optimal [16], [17], [18], [19]. Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan model klasifikasi penyakit daun tomat yang akurat, efisien secara komputasi, dan siap diterapkan dalam pengembangan sistem pertanian cerdas (*smart agriculture*) di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada sejauh mana peningkatan efisiensi waktu komputasi dapat dicapai melalui penerapan metode optimasi model, khususnya menggunakan teknik *quantization* dan *knowledge distillation*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada klasifikasi penyakit daun tomat menggunakan arsitektur MobileNetV3 berbasis *Convolutional Neural Network (CNN)*.
2. Teknik optimasi yang diterapkan hanya meliputi *quantization* dan *knowledge distillation* untuk meningkatkan efisiensi waktu komputasi tanpa menurunkan akurasi secara signifikan.
3. Data yang digunakan hanya berupa citra daun tomat, tanpa melibatkan informasi non-visual seperti kondisi tanah, cuaca, atau umur tanaman.
4. Eksperimen dan pengujian dilakukan pada lingkungan komputasi lokal, tanpa melibatkan perangkat mobile, sistem *edge computing*, atau *cloud computing*.
5. Evaluasi performa model hanya difokuskan pada akurasi klasifikasi dan waktu komputasi (*inference time*) sebagai parameter utama penelitian.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbandingan performa model sebelum dan sesudah dilakukan proses optimasi, khususnya dengan menggunakan teknik *quantization* dan *knowledge distillation*. Analisis ini difokuskan pada dua parameter utama, yaitu akurasi klasifikasi dan efisiensi waktu komputasi (*inference time*).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini terbagi menjadi dua aspek, yaitu manfaat teoretis dan manfaat praktis, sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

1. Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian ilmiah mengenai penerapan arsitektur *MobileNetV3* dalam klasifikasi citra, khususnya untuk identifikasi penyakit daun tomat.
2. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menambah literatur dalam bidang pengolahan citra digital dan optimasi model deep learning, terutama terkait peningkatan efisiensi waktu komputasi tanpa mengurangi akurasi.
3. Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teoretis bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan metode optimasi model CNN pada domain pertanian digital (*smart agriculture*).

2. Manfaat Praktis

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi komputasi yang efisien untuk mendeteksi penyakit daun tomat secara cepat dan akurat, sehingga dapat diimplementasikan dalam sistem berbasis citra pertanian.
2. Penelitian ini diharapkan dapat membantu petani dan pengembang teknologi pertanian dalam mengidentifikasi penyakit tanaman lebih awal, sehingga proses penanganan dapat dilakukan lebih efektif.
3. Model yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan aplikasi pertanian cerdas berbasis *mobile* atau *edge computing* di masa mendatang.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembahasan dan pemahaman terhadap isi penelitian, penulisan laporan skripsi ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian umum mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab ini memberikan gambaran awal mengenai arah dan ruang lingkup penelitian yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori pendukung yang relevan dengan penelitian, seperti konsep pengolahan citra digital, arsitektur *Convolutional Neural Network (CNN)*, penjelasan mengenai model *MobileNetV3*, serta teori mengenai teknik optimasi seperti *quantization* dan *knowledge distillation*. Selain itu, bab ini juga memuat hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian secara sistematis, meliputi rancangan penelitian, sumber dan karakteristik data, tahapan *preprocessing*, implementasi model *MobileNetV3*, penerapan teknik optimasi, serta metode evaluasi kinerja model yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil eksperimen yang diperoleh dari proses pelatihan dan pengujian model sebelum dan sesudah optimasi. Selain itu, dibahas juga analisis terhadap perbandingan performa model berdasarkan metrik akurasi dan waktu komputasi.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya yang dapat digunakan sebagai pengembangan lebih lanjut di bidang klasifikasi citra pertanian dan optimasi model *deep learning*.