

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah sebuah negara yang sebagian besar penduduknya bergantung pada pertanian karena memiliki kondisi tanah yang subur dan lahan yang luas, ideal untuk pertumbuhan berbagai tanaman. Dalam sektor hortikultura, cabai merah menjadi salah satu tanaman yang sangat diminati oleh berbagai lapisan masyarakat (Ilham et al. 2023) . Meskipun cabai merah (*Capsicum annuum L.*) memainkan peran penting dalam perekonomian agraris, produksinya sering kali terhambat oleh penyakit yang disebabkan oleh patogen seperti jamur, bakteri, dan virus, yang dapat mengurangi kualitas dan kuantitas hasil panen (Fatimah et al. 2022; Mardeni et al. 2021; Parisi et al. 2020) . Hal ini dapat dibuktikan berdasarkan Data Pusat Pengkajian Perdagangan Dalam Negeri Kemendag yang mencatat produksi cabai akhir tahun mengalami penurunan dari 101-105 ribu ton/bulan pada Maret-April 2020 menjadi 91-92 ribu ton/bulan. Pasokan rata-rata seminggu terakhir per November 2020 juga turun menjadi 93 ton/hari di bawah pasokan normal 125 ton/hari (Thomas & Aziz, 2021).

Dalam upaya mengurangi dampak penyakit tanaman, para peneliti telah mengembangkan teknologi berbasis *machine learning* yang melibatkan teknik segmentasi gambar dan ekstraksi fitur untuk mengklasifikasikan penyakit pada cabai secara otomatis (Pushpanathan et al. 2021) . Namun, metode ini sering kali kurang efektif di lapangan karena dipengaruhi oleh variabilitas lingkungan, pencahayaan, dan latar belakang yang beragam (Picon et al. 2019) . Masalah ini mendorong pencarian solusi yang lebih adaptif dan efisien untuk mendeteksi penyakit tanaman di berbagai kondisi nyata.

Seiring kemajuan teknologi, pendekatan berbasis *deep learning* mulai mendapat perhatian signifikan dalam deteksi otomatis dan klasifikasi penyakit tanaman (Hasan et al. 2020) . Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah penggunaan Convolutional Neural Network (CNN), tipe algoritma deep learning yang dirancang untuk memproses data dua dimensi, seperti gambar (Karno et al. 2022). CNN mampu melakukan ekstraksi fitur otomatis dari gambar dan mengklasifikasikannya berdasarkan pola yang telah dipelajari (Anggraeni et

al. 2022). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa CNN telah diterapkan pada berbagai tanaman untuk mendeteksi penyakit tanaman dengan akurasi tinggi. Sebagai contoh, AlexNet menghasilkan akurasi 90%, lebih tinggi dibandingkan SqueezeNet dengan akurasi 85% pada klasifikasi penyakit tanaman cabai (Danendra et al. 2023) . Meskipun CNN memiliki performa tinggi, model deep learning memerlukan dataset besar dan bervariasi untuk mengenali pola penyakit di berbagai kondisi lapangan (Janiesch et al. 2021). Namun, dataset yang tersedia sering kali terbatas, sehingga diperlukan teknik tambahan untuk meningkatkan variasinya. Untuk mengatasi keterbatasan ini, dua pendekatan utama telah dieksplorasi, yaitu transfer learning dan augmentasi data.

Teknik augmentasi seperti RandAugment menjadi salah satu solusi yang efektif untuk meningkatkan variasi dataset. RandAugment menggunakan pendekatan probabilistik untuk menggabungkan berbagai jenis augmentasi secara acak (Cubuk et al. 2020) . Teknik ini tidak hanya memperkaya variasi dataset tetapi juga memperkenalkan variasi kompleks yang dapat mensimulasikan kondisi lapangan dengan lebih realistis. Penelitian ini akan membandingkan RandAugment dengan teknik augmentasi sederhana guna mengevaluasi keunggulan RandAugment dalam meningkatkan performa model klasifikasi penyakit cabai.

Di sisi lain, transfer learning memungkinkan penggunaan model pra-latih seperti InceptionV3 dan ResNet50 untuk diterapkan pada dataset cabai melalui fine-tuning (Niu et al. 2020; Shahoveisi et al. 2023; Simhadri and Kondaveeti 2023) . Dua pendekatan utama transfer learning yang akan diuji adalah fixed feature extractor (freeze) dan full fine-tuning (unfreeze). Pada pendekatan freeze, semua lapisan awal *pre-trained model* dibekukan untuk mempertahankan fitur umum yang telah dipelajari, sementara lapisan baru, seperti *Global Average Pooling 2D* dan *dense layer*, ditambahkan dan dilatih untuk klasifikasi penyakit cabai. Sebaliknya, pada pendekatan unfreeze, seluruh lapisan model pra-latih dilatih ulang guna menyesuaikan model secara spesifik terhadap dataset cabai. Sebagai contoh, penelitian Ramdan (2020) menunjukkan bahwa penggunaan transfer learning dengan model pra-latih seperti VGGNet mampu meningkatkan

akurasi dari 86,04% pada pendekatan fixed feature extractor menjadi 91,26% dengan pendekatan full fine-tuning pada klasifikasi penyakit pada daun teh.

Dalam penelitian ini, diasumsikan bahwa dataset cabai memiliki pola visual khas pada setiap kelas penyakit, yang dapat dikenali dengan baik melalui transfer learning. Selain itu, diasumsikan bahwa augmentasi data, terutama dengan penggunaan teknik RandAugment, akan memperkaya dataset dan meningkatkan generalisasi model klasifikasi penyakit cabai. Berdasarkan asumsi ini, hipotesis yang diuji adalah bahwa pendekatan unfreeze akan lebih optimal dibandingkan freeze karena memungkinkan model mempelajari pola khusus dari dataset secara lebih mendalam. Selain itu, hipotesis kedua menyatakan bahwa penggunaan RandAugment akan menghasilkan generalisasi yang lebih baik dan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan teknik augmentasi sederhana dalam klasifikasi penyakit cabai.

Oleh karena itu, tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengembangkan model klasifikasi penyakit cabai yang tidak hanya akurat, tetapi juga efisien dalam menghadapi keterbatasan dataset. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini akan membandingkan dua pendekatan utama: transfer learning dan augmentasi data, guna mengevaluasi metode yang paling optimal. Dengan membandingkan performa kedua pendekatan tersebut, penelitian ini tidak hanya menawarkan solusi teknis melalui implementasi transfer learning dan augmentasi data, tetapi juga memberikan evaluasi yang dapat menjadi panduan dalam memilih pendekatan terbaik untuk sistem deteksi penyakit cabai. Dengan hasil penelitian ini, diharapkan dapat mendukung pengembangan teknologi pertanian berbasis deep learning yang lebih efektif dan efisien di Indonesia.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana performa transfer learning dengan pendekatan “freeze” dibandingkan “unfreeze” pada model InceptionV3 dan ResNet50 dalam klasifikasi penyakit cabai?

2. Bagaimana performa RandAugment dibandingkan dengan teknik augmentasi sederhana dalam meningkatkan akurasi model klasifikasi penyakit cabai?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dijelaskan sebelumnya, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengevaluasi performa transfer learning dengan pendekatan “freeze” dibandingkan dengan “unfreeze” pada model InceptionV3 dan ResNet50 dalam klasifikasi penyakit cabai.
2. Mengevaluasi performa RandAugment dibandingkan dengan teknik augmentasi sederhana dalam meningkatkan akurasi model klasifikasi penyakit cabai.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi kontribusi dalam pengembangan teknologi deteksi penyakit cabai berbasis deep learning, terutama dalam mengatasi tantangan keterbatasan dataset. Dengan memanfaatkan teknik data augmentasi RandAugment dan transfer learning, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi yang praktis untuk mendeteksi penyakit pada cabai secara otomatis dan akurat. Sistem yang dihasilkan dapat diterapkan pada sektor pertanian untuk membantu petani dalam mengidentifikasi penyakit secara dini, sehingga mampu meningkatkan kualitas hasil panen dan mengurangi kerugian akibat penyakit. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi pengembangan teknologi klasifikasi penyakit pada tanaman hortikultura lainnya.

1.5. Batasan Masalah

Agar permasalahan lebih terarah, maka perlu adanya batasan mengenai penelitian ini. Berikut merupakan batasan masalah dari penelitian yang dilakukan:

1. Dataset yang digunakan terbatas pada 532 gambar dengan lima kategori penyakit, yaitu *Cercospora*, *Healthy*, *Murda Complex*, *Nutritional Deficiency*, dan *Powdery Mildew*.
2. Teknik augmentasi data yang digunakan adalah RandAugment dengan menambahkan metode augmentasi sederhana sebagai pembanding.

3. Model transfer learning yang diuji hanya InceptionV3 dan ResNet50, tanpa melibatkan model lain seperti EfficientNet atau DenseNet.
4. Penelitian ini hanya mencakup pendekatan “freeze” dan “unfreeze” tanpa membahas metode partial fine-tuning atau penyesuaian hyperparameter secara mendalam.
5. Implementasi sistem berbasis hasil penelitian hanya dilakukan dalam lingkup eksperimen, tanpa pengujian pada skenario lapangan nyata.
6. Evaluasi performa model dilakukan berdasarkan metrik akurasi tanpa memperhitungkan metrik lain seperti presisi, recall, F1-score, waktu inferensi serta efisiensi waktu pelatihan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini berisi gambaran tentang isi skripsi pada setiap bab. Sistematika penulisan tersebut disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan fenomena permasalahan yang dihadapi dan solusi yang ditawarkan melalui penelitian ini. Selain itu, bab ini juga memaparkan rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berisi ulasan tentang dasar teori dan penelitian terdahulu yang relevan, yang mendukung penelitian ini. Hal ini termasuk teori penyakit tanaman cabai, prinsip-prinsip augmentasi data otomatis, dan konsep transfer learning.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metodologi yang digunakan dalam penelitian, termasuk desain penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta metode pengumpulan dan analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil yang diperoleh dari penelitian dan melakukan analisis terhadap temuan tersebut. Diskusi mengenai implikasi hasil penelitian terhadap teori dan praktik juga disertakan di sini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian, serta saran untuk penelitian selanjutnya yang dapat membantu memperluas cakupan atau meningkatkan pemahaman tentang topik yang diteliti.