

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi merupakan komoditas pangan strategis, namun produktivitasnya sering menurun akibat serangan penyakit seperti blas, hawar daun bakteri, dan bercak cokelat. Di sisi lain, kebutuhan pemantauan yang cepat dan akurat makin penting karena metode inspeksi manual rentan subjektif, memerlukan keahlian khusus, dan sulit diterapkan secara konsisten pada skala lahan yang luas. Penelitian terbaru juga menegaskan urgensi penerapan pendekatan deteksi penyakit padi yang lebih cerdas dan efisien untuk mendukung produktivitas dan keberlanjutan pertanian.

Dalam praktik lapangan, deteksi penyakit padi berbasis citra menghadapi tantangan nyata: gejala bisa berukuran kecil pada fase awal, adanya kemiripan visual antar-penyakit (misalnya menyerupai daun kering), serta latar belakang yang kompleks. Kondisi ini dapat menurunkan akurasi pengenalan bila model tidak cukup robust terhadap variasi lingkungan pemotretan.

Pendekatan deep learning—khususnya Convolutional Neural Network (CNN)—menjadi pilihan dominan dalam klasifikasi/identifikasi penyakit daun karena mampu mempelajari pola kompleks dari data citra tanpa rekayasa fitur manual. Tinjauan literatur sistematis pada topik penyakit daun padi menunjukkan tren kuat penggunaan transfer learning, fine-tuning, serta evaluasi multi-metrik (akurasi, presisi, recall, F1) untuk menilai kualitas model secara lebih komprehensif.

Namun, sebagian model CNN berperforma tinggi cenderung berat (parameter besar dan komputasi tinggi), sehingga kurang ideal untuk kebutuhan implementasi cepat di perangkat terbatas (edge/mobile) atau sistem monitoring lapangan. Review lain terkait aplikasi deep learning untuk penyakit daun padi juga menekankan pentingnya arah riset menuju model yang lebih efisien dan siap pakai di kondisi nyata. Sejalan dengan kebutuhan efisiensi tersebut, model ringan seperti MobileNetV2 banyak digunakan dan terus dikembangkan untuk tugas klasifikasi penyakit padi karena menyeimbangkan akurasi dan biaya komputasi. Contohnya, sebuah studi di *Frontiers* mengusulkan varian MobileNetV2 yang sangat ringan (dengan aktivasi dan mekanisme atensi) untuk klasifikasi/pendeteksian penyakit padi yang akurat sekaligus efisien.

Di sisi lain, keluarga model ShuffleNet juga dirancang untuk efisiensi tinggi melalui operasi yang hemat komputasi dan cocok untuk skenario perangkat bergerak. Penelitian terbaru berbasis ShuffleNetV2 (dengan perbaikan modul atensi dan fusi fitur) menunjukkan peningkatan akurasi pada pengenalan

penyakit daun di konteks lapangan sekaligus menjaga ukuran model tetap kecil.

Khusus pada padi, terdapat riset yang mengembangkan ShuffleNetV2 yang ditingkatkan (misalnya penggantian/penambahan modul efisiensi) untuk meningkatkan akurasi identifikasi penyakit daun padi. Hal ini menguatkan bahwa ShuffleNet layak diuji sebagai kandidat model ringan untuk kasus padi.

Selain pengembangan arsitektur, riset juga menunjukkan arah kuat pada optimalisasi model ringan agar mampu berjalan di perangkat terbatas. Studi pada ScienceDirect memperkenalkan peningkatan berbasis MobileNetV2 dengan penambahan berbagai attention untuk memperbaiki akurasi sekaligus efisiensi, termasuk demonstrasi pada perangkat edge seperti Raspberry Pi.

Bahkan, terdapat karya yang menekankan aspek sistem/akselerasi inferensi MobileNetV2 untuk penggunaan berdaya rendah (misalnya pada platform terbang/monitoring) sehingga deteksi penyakit padi dapat dilakukan lebih cepat dan mandiri. Upaya peningkatan MobileNetV2 pada domain padi juga terlihat pada penelitian yang menggabungkan modul super-resolution, atensi selektif adaptif, dan fusi fitur lintas level untuk menangani citra lapangan yang menantang (lesi kecil, blur, latar ramai).

Selain pendekatan end-to-end CNN, ada pula penelitian yang memanfaatkan MobileNetV2 sebagai ekstraktor fitur (deep feature) lalu dikombinasikan dengan klasifier machine learning untuk identifikasi penyakit padi dari foto daun, menunjukkan fleksibilitas MobileNetV2 dalam berbagai pipeline. Aspek interpretabilitas juga mulai ditekankan, karena pada konteks pertanian pengguna sering membutuhkan alasan prediksi model. Penelitian di Scientific Reports menunjukkan penggunaan arsitektur ringan (termasuk MobileNetV2) dan integrasi XAI seperti Grad-CAM untuk meningkatkan keterjelasan keputusan model.

Di level dataset dan evaluasi, studi multi-kelas penyakit padi menyoroti pentingnya ketersediaan dataset yang representatif serta perlunya pembahasan perbandingan algoritma untuk membantu menentukan solusi optimal di praktik. Sementara itu, penelitian ShuffleNetV2 pada tanaman lain (misalnya jagung) menguatkan posisi ShuffleNet sebagai model ringan yang relevan untuk pengenalan penyakit daun, terutama ketika target implementasi adalah perangkat mobile/terbatas. Terakhir, studi lain menekankan bahwa identifikasi penyakit daun padi yang tepat waktu dan presisi merupakan kunci untuk menjaga kesehatan tanaman dan hasil panen, sehingga pengembangan model yang akurat sekaligus efisien tetap menjadi kebutuhan penting.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada perbandingan MobileNetV2 dan ShuffleNet dalam deteksi/klasifikasi penyakit padi berbasis citra digital, dengan penilaian tidak hanya pada akurasi, tetapi juga efisiensi (ukuran model, jumlah parameter, dan waktu inferensi) agar hasilnya lebih

relevan untuk implementasi nyata.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perbandingan kinerja MobileNetV2 dan ShuffleNet dalam mendeteksi/mengklasifikasikan penyakit padi berbasis citra digital berdasarkan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score?
2. Model manakah yang lebih efisien untuk digunakan, ditinjau dari ukuran model/jumlah parameter serta waktu inferensi?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan yang diterapkan agar penelitian lebih terfokus dan dapat diselesaikan dengan efektif. Batasan-batasan tersebut meliputi:

1. Data penelitian berupa citra daun padi (citra digital) dan keluaran sistem berupa klasifikasi jenis penyakit/kelas (bukan segmentasi atau pelokalan lesi).
2. Arsitektur yang dibandingkan dibatasi pada MobileNetV2 dan ShuffleNet (menggunakan skema transfer learning/pretrained dan fine-tuning seperlunya).
3. Evaluasi model dibatasi pada metrik performa akurasi, presisi, recall, F1-score serta metrik efisiensi jumlah parameter/ukuran model dan waktu inferensi pada perangkat uji yang digunakan.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengimplementasikan MobileNetV2 dan ShuffleNet untuk deteksi/klasifikasi penyakit padi berbasis citra digital.
2. Menganalisis dan membandingkan performa kedua model menggunakan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score.
3. Menentukan model yang paling sesuai berdasarkan keseimbangan akurasi dan efisiensi komputasi (ukuran/parameter dan waktu inferensi).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan kontribusi referensi ilmiah mengenai perbandingan model CNN ringan (MobileNetV2 vs ShuffleNet) untuk deteksi penyakit padi berbasis citra.
2. Menjadi rekomendasi pemilihan model yang akurat dan efisien sebagai dasar pengembangan sistem deteksi penyakit padi.
3. Mendukung upaya deteksi dini penyakit padi yang lebih cepat dan konsisten sebagai bagian dari penerapan teknologi pertanian cerdas.