

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hama wereng coklat (*Nilaparvata lugens*) merupakan salah satu hama utama pada tanaman padi yang tersebar luas di seluruh dunia. Di Indonesia, populasi wereng sering ditemukan dalam jumlah tinggi hingga menyebabkan tanaman mengering (*hopperburn*) dan gagal panen. Selain itu, wereng batang coklat juga menjadi vektor utama penyakit virus kerdil hampa, kerdil rumput tipe I, dan tipe II. Serangan satu hingga empat ekor wereng per batang selama periode pertumbuhan dapat menurunkan hasil panen hingga 77% (Naufal dkk., 2024). Serangan hama ini juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti curah hujan, suhu, dan kelembapan yang tinggi, yang mempercepat siklus hidup wereng. Adaptasi cepat terhadap kondisi lingkungan membuat pengendaliannya semakin sulit. Akibatnya, petani mengalami kerugian ekonomi yang besar karena kehilangan hasil panen (Syahputra dkk., 2023).

Metode identifikasi hama di lapangan masih dilakukan secara visual oleh petani atau petugas lapangan. Proses ini bersifat subjektif dan tidak efisien, karena sangat bergantung pada pengalaman pengamat dan kondisi cahaya saat observasi. Kesalahan dalam pencatatan data dan pengamatan menyebabkan hasil identifikasi sering tidak akurat, sehingga tindakan pengendalian menjadi terlambat (Chen dkk., 2021). Seiring berkembangnya teknologi *precision agriculture*, pendekatan berbasis pengolahan citra digital menjadi solusi yang potensial untuk mengklasifikasi tingkat serangan dan menghitung populasi hama secara otomatis. Teknologi ini memungkinkan identifikasi cepat, objektif, dan terukur menggunakan citra tanaman padi yang diambil melalui kamera ponsel atau sensor visual (Syahputra dkk., 2023).

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah ketidaktepatan dalam menentukan tingkat serangan wereng coklat secara manual, karena hasil pengamatan dapat berbeda antar pengamat. Kondisi ini dapat menyebabkan tindakan pengendalian tidak sesuai dengan tingkat serangan sebenarnya. Oleh karena itu, diperlukan sistem berbasis *smartphone* yang dapat membantu petani

dan penyuluh mengklasifikasikan tingkat serangan menjadi ringan, sedang, dan berat secara lebih cepat dan konsisten.

Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan sistem Klasifikasi Tingkat Serangan otomatis berbasis citra digital yang mampu mengidentifikasi dan menghitung jumlah hama serta menentukan tingkat serangan ke dalam tiga kelas, yaitu ringan, sedang, dan berat. Pendekatan *deep learning*, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN), dipilih karena mampu mempelajari karakteristik visual citra secara otomatis, seperti bentuk, warna, dan pola objek hama, sehingga sesuai untuk mengenali perbedaan kondisi serangan pada tanaman padi (Hosna dkk., 2022). Pendekatan ini digunakan sebagai dasar dalam pengembangan sistem Klasifikasi Tingkat Serangan hama wereng coklat pada penelitian ini.

Penelitian (He dkk., 2020) mengambil sampel gambar wereng coklat di sawah dan dilakukan metode pengolahan citra (*image decomposition, top-hat transformation, thresholding and filtering*) untuk menghitung kepadatan hama wereng coklat pada tanaman padi. Metode ini masih terdapat kesalahan klasifikasi tingkat serangan yang mirip dengan wereng dikarenakan perbedaan warna dan ukuran. Pada penelitian (Chen dkk., 2021) melakukan Klasifikasi Tingkat Serangan otomatis hama wereng menggunakan pengambilan gambar secara langsung dengan *smartphone*. Penelitian tersebut mengklasifikasikan kepadatan hama wereng dengan empat kelas. Kelas pertama dari 0 sampai 10 (rendah), kelas kedua dari 11 sampai 20 (sedang), kelas dari 21 sampai 30 (tinggi), dan kelas empat lebih dari 30 wereng (sangat tinggi). Klasifikasi Tingkat Serangan dilakukan dengan tiga lapis. Lapisan pertama dilakukan menggunakan klasifikasi AdaBoost dengan fitur Haar menghasilkan akurasi 95,5%. Lapisan kedua dilakukan menggunakan klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM) dengan fitur *Histogram of Oriented Gradient* (HOG), hasilnya yang cukup baik yaitu dengan penurunan tingkat false detection yang sangat signifikan. Yang terakhir pada lapis ketiga ditambahkan penilaian ambang batas (*threshold*) dari klasifikasi SVM dan menghasilkan akurasi sebesar 85,2% dan *false detection* sebesar 9,6%.

Pencegahan kerusakan tanaman akibat hama serangga dimulai dari kemampuan untuk mengidentifikasi hama-hama tersebut. Untuk itu, petani harus

mampu membedakan antara serangga yang merusak tanaman mereka dan serangga yang tidak berbahaya. Salah satu solusi untuk mengidentifikasi hama serangga adalah melalui penggunaan metode *deep learning*, khususnya *Convolutional Neural Networks* (CNN). Jaringan ini saat ini merupakan pilihan paling efektif untuk tugas Klasifikasi Tingkat Serangan objek seperti pengenalan dan klasifikasi gambar serangga. Namun, terkadang data yang tersedia terbatas, sehingga sulit untuk melatih CNN dari awal. Dalam kasus seperti ini, teknik *transfer learning* dapat digunakan untuk memanfaatkan kemampuan CNN sambil menghemat sumber daya komputasi (Hossen dkk., 2025).

Salah satu pendekatan yang efektif adalah *transfer learning*, yaitu memanfaatkan model CNN yang telah dilatih sebelumnya (*pre-trained*) kemudian disesuaikan untuk tugas Klasifikasi Tingkat Serangan spesifik. (Syahputra dkk., 2023) telah membuktikan efektivitas pendekatan ini dalam penelitian mereka yang membandingkan berbagai model CNN seperti Xception, RegNetY-800MF, DenseNet201, dan EfficientNet-B2 untuk klasifikasi hama. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa DenseNet201 memiliki performa terbaik, yang menegaskan bahwa *transfer learning* mampu memberikan akurasi tinggi meskipun data terbatas.

Perkembangan *deep learning* telah membuka peluang untuk membantu proses identifikasi hama tanaman melalui citra digital. Penelitian yang dilakukan oleh (Qiu dkk., 2024) menunjukkan bahwa arsitektur CNN modern dapat digunakan untuk mengenali karakteristik visual hama dengan baik. Penelitian pada tanaman kurma, misalnya, menunjukkan penggunaan ConvNeXt-Tiny untuk mendeteksi hama pada citra daun, sedangkan penelitian lain menggunakan EfficientNet-B2 untuk mengklasifikasikan hama lalat buah. Perbandingan beberapa arsitektur pada *dataset* hama juga menunjukkan bahwa setiap model dapat memberikan kemampuan yang berbeda dalam mengenali karakteristik objek hama. Kondisi tersebut menjadi pertimbangan dalam penelitian ini untuk membandingkan ConvNeXt-Tiny, RegNetY, dan EfficientNet-B2 sebelum menentukan model yang paling sesuai untuk klasifikasi tingkat serangan hama wereng coklat pada tanaman padi.

Selain itu beberapa arsitektur CNN telah digunakan untuk mengenali

karakteristik visual hama dengan pendekatan yang berbeda. Penelitian mengenai klasifikasi hama menunjukkan bahwa arsitektur ConvNeXt dan EfficientNet dapat digunakan untuk mengenali berbagai jenis hama pada citra, sedangkan penelitian (Rahman dkk., 2025) menunjukkan penggunaan RegNetY-800MF untuk klasifikasi lalat buah dengan penerapan *fine-tuning* dan penyeimbangan data. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemilihan arsitektur dan penyesuaian model terhadap karakteristik *dataset* menjadi hal penting dalam memperoleh hasil klasifikasi yang baik. Hal ini menjadi pertimbangan dalam penelitian ini untuk membandingkan ConvNeXt-Tiny, RegNetY-800MF, dan EfficientNet-B2 dalam mengklasifikasikan tingkat serangan hama wereng coklat pada tanaman padi.

Seiring berkembangnya teknologi di bidang kecerdasan buatan, khususnya *deep learning*, muncul peluang untuk membangun sistem Klasifikasi Tingkat Serangan otomatis hama berbasis citra. Teknik ini memungkinkan penklasifikasi Tingkat Serangan dan penghitungan hama secara akurat melalui analisis gambar tanaman (Chen dkk., 2021). Dalam penelitian ini, digunakan pendekatan berbasis *deep learning* untuk membandingkan performa algoritma Klasifikasi Tingkat Serangan objek yaitu arsitektur CNN dengan menggunakan *transfer learning* dalam mengklasifikasikan tingkat serangan hama wereng coklat pada tanaman padi.

Selain itu, berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS, 2024) dan Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan (Kementan, 2024), serangan hama wereng coklat tercatat sebagai penyebab kehilangan hasil padi terbesar di beberapa provinsi, termasuk Riau, Jawa Tengah, dan Jawa Barat, dengan luas serangan mencapai lebih dari 120 ribu hektar per tahun. Kondisi ini berdampak pada menurunnya produksi hingga 30–40% di beberapa sentra produksi utama.

Metode konvensional berupa pengamatan manual oleh petani sering kali tidak akurat karena dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan, pengalaman pengamat, dan waktu yang terbatas. Pendekatan berbasis *image processing* sederhana juga memiliki keterbatasan dalam mengenali bentuk serangga yang bervariasi dan kondisi lapangan yang dinamis. Penelitian ini juga mengusulkan penerapan metode pelabelan semi-otomatis menggunakan model Klasifikasi Tingkat

Serangan objek YOLOv8 untuk mempercepat proses anotasi citra hama wereng, sehingga *dataset* yang dihasilkan lebih besar dan efisien digunakan untuk pelatihan model CNN.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dikaji, penerapan *deep learning* pada bidang pertanian banyak digunakan untuk identifikasi dan klasifikasi jenis hama, sedangkan penelitian ini berfokus pada klasifikasi tingkat serangan wereng coklat menjadi ringan, sedang, dan berat. Selain itu, model yang diperoleh diimplementasikan pada aplikasi Android berbasis *Tensorflow lite* agar proses klasifikasi dapat dilakukan secara *offline*. Perbedaan fokus tersebut menjadi dasar pengembangan penelitian ini, yaitu tidak hanya membandingkan kinerja model CNN berbasis *transfer learning*, tetapi juga menerapkan model terpilih pada perangkat Android untuk mendukung penggunaannya di lapangan.

1.2 Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana melakukan klasifikasi tingkat serangan hama wereng coklat pada tanaman padi berdasarkan citra ke dalam kategori ringan, sedang, dan berat?
2. Bagaimana kinerja beberapa model klasifikasi citra dalam membedakan tingkat serangan hama wereng coklat berdasarkan nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, *F1-score*, waktu inferensi, dan ukuran model?
3. Bagaimana penerapan model terpilih pada aplikasi Android untuk melakukan klasifikasi tingkat serangan hama wereng coklat?

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada Klasifikasi Tingkat Serangan citra hama wereng coklat (*Nilaparvata lugens*), tidak mencakup jenis hama atau penyakit tanaman lainnya.
2. *Dataset* yang digunakan berupa citra tanaman padi yang telah dianotasi secara manual dan diperoleh dari kondisi lapangan terbatas di persawahan daerah Bunga Raya, Kecamatan Siak, Kabupaten Siak, Riau.

3. Pendekatan serta evaluasi performa model hanya pada CNN berbasis *transfer learning*, yaitu EfficientNet-B2, RegNetY-800MF, dan ConvNeXt-Tiny.
4. Sistem dibangun untuk dijalankan secara non-realtime, yaitu dengan skenario *upload* gambar pada aplikasi Android, bukan Klasifikasi Tingkat Serangan langsung melalui kamera
5. Output sistem hanya mencakup Klasifikasi Tingkat Serangan objek wereng dan klasifikasi tingkat serangan (ringan, sedang, berat), tidak termasuk saran tindakan pengendalian.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan model klasifikasi tingkat serangan hama wereng coklat pada tanaman padi berbasis citra menggunakan pendekatan deep learning dengan metode transfer learning untuk mengklasifikasikan tingkat serangan ke dalam kelas ringan, sedang, dan berat, serta mengimplementasikan model dengan performa terbaik ke dalam aplikasi Android berbasis unggah gambar (non-realtime) agar proses klasifikasi dapat dilakukan secara langsung pada perangkat.

1.4.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi rumpun keilmuan melalui penerapan *deep learning* berbasis *transfer learning* untuk klasifikasi tingkat serangan hama wereng coklat pada tanaman padi, serta bagi masyarakat dan bidang pertanian sebagai dasar pengembangan sistem yang dapat membantu petani, penyuluh pertanian, dan pihak terkait dalam mengenali tingkat serangan hama wereng coklat berdasarkan citra tanaman padi.