BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi (Oryza sativa) merupakan tanaman pangan strategis di Indonesia, dan Karawang menjadi salah satu daerah penghasil padi terbesar sehingga memiliki peran penting dalam menjaga ketersediaan pangan nasional. Namun, produktivitas padi di wilayah tersebut mengalami penurunan setiap musim tanam akibat serangan berbagai jenis hama yang muncul sejak fase pertumbuhan hingga panen, seperti tikus, walang sangit, kepik hijau, dan burung pipit. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022–2025, produksi padi di Karawang terus mengalami penurunan setiap tahun, salah satunya disebabkan oleh serangan hama yang berdampak signifikan terhadap hasil panen. Penurunan hasil panen tercatat mencapai hingga 30% dan terjadi secara berulang dengan kehilangan hasil sebesar 20%–25%. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan pemantauan lahan secara digital guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengendalian hama pada pertanian padi.

Pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) dalam teknologi pengendalian hama telah banyak dikaji dalam berbagai penelitian. Baihaqi dan Zonyfar (2022) mengembangkan sistem berbasis drone dengan teknologi YOLOv5 untuk mendeteksi hama tikus di lahan pertanian dengan akurasi mencapai 88%. Namun, pendekatan tersebut masih berfokus pada pengolahan data visual dan umumnya hanya efektif setelah serangan hama terjadi dalam skala besar. Sementara itu, penelitian Yuliany et al. (2022) dan Hermawan et al. (2023) telah menerapkan Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi kesehatan tanaman, hama, dan penyakit, tetapi model tersebut memerlukan infrastruktur komputasi yang tinggi serta bandwidth internet yang besar untuk dapat berjalan secara real-time, sehingga kurang sesuai diterapkan pada kondisi lahan pertanian Karawang yang luas dan memiliki keterbatasan akses jaringan. Dalam hal ini, IoT pada umumnya hanya berfungsi sebagai sistem pengumpul dan pengirim data dari perangkat ke server tanpa kemampuan analisis mandiri. Berbeda dengan itu, *Artificial Intelligent of Things* (AIoT) merupakan pengembangan dari IoT yang mengintegrasikan

kecerdasan buatan (Artificial Intelligent) sehingga tidak hanya mampu mengumpulkan data, tetapi juga menganalisis, mengambil keputusan, dan merespons kondisi secara otomatis dan real-time. Permasalahan ini menunjukkan bahwa sektor pertanian membutuhkan sistem berbasis AIoT yang mampu bekerja secara mandiri, akurat, efisien, dan tidak bergantung pada koneksi internet. Menurut Fidela & Agus (2025), protokol ESP-NOW dapat menjadi solusi karena mampu mengirim data antarperangkat ESP32 dengan latensi sangat rendah, yaitu sekitar 5–11 ms, sehingga cocok untuk implementasi sistem berbasis IoT di lingkungan lapangan.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan sistem deteksi dan pemantauan hama berbasis AIoT yang terintegrasi dengan pendekatan edge computing. Sistem ini mengintegrasikan teknologi computer vision dengan model YOLOv11 yang dioptimalkan untuk berjalan pada perangkat tertanam dengan sumber daya terbatas. Sistem dirancang untuk mendeteksi hama burung secara spesifik dan real-time langsung di lokasi lahan pertanian. Selain itu, sistem menggunakan komunikasi nirkabel hemat energi melalui protokol ESP-NOW serta didukung oleh aplikasi seluler untuk memudahkan pemantauan. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem mampu memberikan solusi yang efektif dan efisien bagi petani di Karawang, memungkinkan pengendalian hama secara otomatis, cepat, dan tepat, sehingga dapat meminimalkan kerugian hasil panen serta mempertahankan peran Karawang sebagai lumbung padi nasional..

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian mengenai deteksi hama burung di wilayah Karawang menggunakan pendekatan *Computer Vision* dan IoT, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1 Bagaimana membuat dan melatih model YOLOv11 untuk mendeteksi hama burung secara real-time menggunakan laptop sebagai prototipe sistem?

2 Bagaimana membuat sistem komunikasi otomatis antara laptop sebagai server pendeteksi dengan perangkat ESP32, sehingga aktuator dapat aktif ketika burung terdeteksi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat dan melatih model YOLOv11 yang mampu mendeteksi burung secara real-time pada perangkat laptop sebagai prototipe awal sistem.
2. Membuat sistem komunikasi antara server deteksi dan ESP32 sehingga aktuator dapat aktif secara otomatis saat terjadi deteksi burung.

1.4 Manfaat

1. Memberikan sistem peringatan dini serangan hama burung pipit yang akurat dan real-time, sehingga petani dapat melakukan tindakan pengendalian lebih cepat dan mengurangi potensi kehilangan hasil panen.
2. Menambah pengembangan pengetahuan dalam bidang kecerdasan buatan dan penerapannya pada pertanian presisi, terutama terkait implementasi model YOLOv11 dan *TensorFlow Lite* pada perangkat embedded untuk deteksi objek di lapangan.
3. Mendukung peningkatan produktivitas pertanian di Kabupaten Karawang melalui pemanfaatan teknologi berbasis AIoT untuk membantu proses pengawasan dan pengendalian hama secara otomatis.
4. Menyediakan prototipe sistem deteksi hama yang efisien, terjangkau, dan mudah diimplementasikan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk pengembangan sistem pengawasan pertanian berbasis teknologi pada tahap selanjutnya