

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Smart Green Garden (SGG) yang di inisiasi oleh Fakultas Teknik dan Kejuruan (FTK) Universitas Pendidikan Ganesha bekerja sama dengan PT Dago Engineering mengembangkan taman pintar hidroponik yang terintegrasi teknologi Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), dan energi terbarukan pada pertanian modern. SGG berfokus pada fitur seperti pengaturan pH, nutrisi, suhu, dan pendeteksi indikasi kerusakan daun akibat hama pada tanaman sebagai tantangan utama pada penelitian ini, pemantauan kesehatan tanaman pakcoy di SGG memiliki nilai ekonomi tinggi tetapi rentan terhadap kerusakan daun akibat serangan hama.

Pada pertanian cerdas masalah utama deteksi hama terletak pada karakteristik dinamis hama itu sendiri. Hama seringkali aktif bergerak, berukuran kecil dan menyerupai warna daun, karena sifat hama yang dinamis hal ini menyebabkan pendekatan deteksi objek biasa yang mengandalkan *bounding box* menjadi tidak efisien. Model deteksi cenderung gagal mengunci posisi hama yang seringkali berpindah tempat dan sembunyi dibelakang helai daun. Sehingga objek data yang dihasilkan tidak memberikan informasi keberadaan hama sebagai dasar penanganan bagi petani (Supriyandi et al., 2024). Hal ini juga dikutip dari kajian pustaka, bahwasannya deteksi objek tidak optimal untuk menangani objek berukuran kecil.

Sebagai solusi atas keterbatasan tersebut dan didukung oleh kajian pustaka yang ditemukan oleh penulis. Penelitian ini menggunakan pendekatan segmentasi citra untuk menangani area daun rusak yang bersifat permanen dan statis sebagai tanda awal keberadaan hama dengan menggunakan arsitektur U-Net.

U-Net dipilih karena kemampuannya dalam melakukan deliniasi batas kerusakan pada tingkat piksel, yang sangat diperlukan untuk mengidentifikasi indikasi awal serangan hama. Hal ini juga didukung oleh penelitian Li et al. (2025), kelemahan metode deteksi dengan *bounding box* dalam mengenali objek kecil diatasi oleh teknologi segmentasi yang memberikan detail mendalam. Lebih lanjut, studi oleh Deb et al. (2024) menunjukkan bahwa model U-Net mampu menentukan tingkat keparahan kerusakan dan penyakit pada daun. Pendekatan serupa dapat diterapkan untuk melakukan segmentasi pada daun rusak tanaman pakcoy.

Maka dari itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan perangkat pemantauan cerdas yang menangkap gambar tanaman pakcoy secara berkala. Gambar yang diperoleh akan menjadi modalitas dari Model U-Net untuk mensegmentasi dan mengalokasikan daun rusak. Ketika terdapat daun rusak, data akan dikirim dan ditampilkan di website pengguna, untuk memungkinkan penanganan segera. Dengan mengimplementasikan model U-Net, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan pertanian modern di *Smart Green Garden* FTK, memastikan tanaman pakcoy tetap sehat dan berkualitas.

1.2 Identifikasi Masalah

Analisis latar belakang ditemukan beberapa masalah penting dengan penggunaan sistem deteksi penanganan daun rusak tanaman di *Smart Green Garden FTK* yaitu:

- 1) Mendeteksi fisik hama secara langsung menggunakan kamera (seperti ulat atau belalang) kurang efektif karena hama bersifat dinamis, berukuran kecil, dan sering bersembunyi di balik daun. Oleh karena itu, diperlukan sistem alternatif yang mampu mendeteksi indikasi awal serangan hama melalui segmentasi area kerusakan daun (objek statis).
- 2) Masih terbatasnya penelitian model U-Net dipadukan dengan *IoT* untuk melakukan segmentasi daun yang rusak terutama untuk daun pakcoy.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, peneliti menentukan sejumlah batasan guna memastikan kejelasan dan fokus dalam proses pengembangan sistem serta analisis data. Batasan tersebut diterapkan untuk mencegah meluasnya ruang lingkup pembahasan, serta menjaga kualitas dan validitas hasil penelitian. Adapun batasan-batasan dalam penelitian ini meliputi:

1. Sistem hanya sebatas memberikan informasi visual dan persentase mengenai area daun yang rusak melalui antarmuka *website*, dan tidak mencakup rancang bangun sistem aktuator untuk pengendalian hama secara otomatis.
2. Definisi Peringatan Dini (*early warning*) pada penelitian ini dibatasi pada kemampuan model dalam mendeteksi atau melakukan masker segmentasi 3

kelas (latar belakang, daun, dan area daun rusak), melokalisasi, dan menghitung persentase luasan piksel daun yang terindikasi rusak pada fase awal. Tindakan lanjutan berupa penanganan fisik atau pemberian pestisida ke tanaman secara langsung berada di luar ruang lingkup sistem ini.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah ditemukan oleh peneliti, berikut rumusan masalah yang akan dikaji.

1. Bagaimana rancangan perangkat cerdas berbasis U-Net untuk memantau daun rusak tanaman pakcoy akibat serangan hama?
2. Bagaimana implementasi perangkat cerdas berbasis U-Net untuk memantau daun rusak tanaman pakcoy akibat serangan hama?
3. Bagaimana performansi kinerja model U-Net dalam mensegmentasi daun rusak dan fungsionalitas perangkat cerdas di *Smart Green Garden*?

1.5 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah dipaparkan oleh peneliti maka tujuan pengembangan perangkat pemantauan cerdas berbasis U-Net pada tanaman pakcoy akibat serangan hama adalah.

1. Merancang perangkat cerdas berbasis U-Net untuk memantau daun rusak tanaman pakcoy akibat serangan hama.
2. Mengimplementasikan perangkat cerdas berbasis U-Net untuk memantau daun rusak tanaman pakcoy akibat serangan hama.

3. Mengukur performansi kinerja model U-Net dalam mensegmentasi daun rusak dan fungsionalitas perangkat cerdas di *Smart Green Garden*.

1.6 Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat yang dapat dirasakan dari “Pengembangan perangkat pemantauan cerdas berbasis U-Net pada daun rusak tanaman pakcoy akibat serangan hama” adalah.

1. Bagi Penulis:

Menambah dan mengembangkan wawasan dalam belajar serta implementasi ilmu yang diperoleh selama perkuliahan, terutama dalam Pengolahan *Citra Digital*, IoT, dan pengenalan algoritma *Deep Learning*. Menjadi pengalaman berharga dalam penelitian dan pengembangan teknologi berbasis kecerdasan buatan, yang dapat menjadi bekal untuk karir di bidang teknologi pertanian, AI, atau IoT.

2. Bagi Petani Hidroponik:

Mendapatkan alat bantu pemantauan yang dapat mendeteksi masalah akibat serangan hama secara dini sehingga penanganan hama dapat segera dilakukan. Mengurangi risiko gagal panen tanaman hidroponik karena meningkatnya produktivitas dan kualitas panen tanaman hidroponik pakcoy. Memudahkan petani untuk melakukan pemantauan dari jarak jauh

3. Bagi Peneliti Teknologi:

Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terkait penerapan deep learning dalam sektor pertanian. Menyediakan dataset dan model yang dapat digunakan atau dikembangkan lebih lanjut dalam penelitian lain. Memberikan kontribusi dalam pengembangan AI untuk pertanian berkelanjutan serta pengaplikasiannya dalam dunia nyata.