

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Daun memiliki peran vital dalam proses fotosintesis, sehingga apabila mengalami gangguan akibat penyakit, maka pertumbuhan tanaman buah akan terganggu [1]. Penyakit daun tanaman buah, seperti bercak daun, embun tepung, atau karat, dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. *FAO* memperkirakan bahwa hingga 40% hasil panen makanan hilang setiap tahun akibat hama dan penyakit tanaman. Akibatnya untuk sektor pertanian mengalami kerusakan serius [2].

Penyakit daun tanaman buah dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti infeksi jamur, bakteri, virus, serta kondisi lingkungan yang tidak mendukung [3]. Tanaman buah yang mengalami infeksi mengakibatkan tanaman tidak dapat menghasilkan kualitas panen yang optimal. Hal ini menyebabkan produksi panen menurun drastis, bahkan dalam beberapa kasus, petani mengalami gagal panen yang merugikan secara ekonomi.

Perkembangan *Artificial Intelligence* (AI) dan pembelajaran mesin (*machine learning*) telah membantu dalam bidang pertanian. Salah satu teknik yaitu *Convolutional Neural Network* (CNN), sebuah arsitektur *deep learning* yang dirancang untuk memproses data visual gambar [4]. CNN telah terbukti efektif dalam klasifikasi gambar, termasuk deteksi penyakit pada daun tanaman buah [5]. Pengimplementasian CNN akan diterapkan melalui aplikasi mobile tanpa terhubung internet karena dipergunakan untuk pertanian skala kecil.

Pre-trained model adalah suatu metode yang dilatih sebelumnya dengan kumpulan data yang besar untuk memecahkan masalah tertentu, seperti pengenalan gambar atau pemrosesan bahasa alami [6]. Beberapa *pre-trained model* yang sering digunakan yaitu *ResNet*, *YOLO*, dan *EfficientNet*. Penelitian ini akan fokus *You Only Look Once* (YOLOv8n).

You Only Look Once (YOLO) adalah algoritma deteksi objek berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) yang mampu melakukan deteksi objek secara cepat dalam satu tahap proses. Berbeda dengan metode lain yang membutuhkan beberapa langkah dalam mendeteksi objek, *YOLO* hanya melakukan satu kali pemrosesan untuk memprediksi *bounding box* objek secara simultan. Hal ini menjadikannya sebagai salah

satu algoritma deteksi objek yang paling populer dan efektif untuk berbagai aplikasi, termasuk dalam bidang pertanian [7]. Kelebihan *YOLO* yaitu efisiensi pemrosesan dengan pendekatan *single-stage detection*, *YOLO* lebih cepat dibandingkan metode *two-stage* seperti *Faster R-CNN*, sehingga lebih hemat sumber daya komputasi. Model *YOLO* yang lebih ringan (seperti *YOLOv8-nano*) memungkinkan penerapannya pada perangkat dengan sumber daya terbatas. Kekurangan *YOLO* ialah akurasi lebih rendah untuk objek kecil, *YOLO* memiliki keterbatasan dalam mendeteksi objek yang sangat kecil pada gambar karena pendekatan grid-nya. Implementasi *YOLO* dalam bidang pertanian dapat membantu petani dalam mengidentifikasi penyakit lebih cepat dan akurat, sehingga tindakan pencegahan dapat segera dilakukan untuk mengurangi kerugian.

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem pendeteksi penyakit daun tanaman buah berbasis *Artificial Intelligence* (AI), yang diterapkan secara langsung pada kebun milik orang tua peneliti. Sistem ini dirancang untuk membantu mengidentifikasi gejala penyakit daun secara dini dan akurat, sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan lebih cepat untuk mengurangi risiko gagal panen.

B. Rumusan Masalah

Pertanian dalam skala kecil maupun besar sering menghadapi tantangan dalam mendeteksi dan mengatasi penyakit tanaman buah secara cepat dan akurat [8]. Banyak petani dan pemilik kebun memiliki keterbatasan dalam pengetahuan tentang penyakit tanaman buah, sehingga identifikasi penyakit sering dilakukan secara manual berdasarkan pengalaman atau observasi visual. Pendekatan ini memiliki risiko kesalahan yang tinggi, yang dapat menyebabkan keterlambatan dalam pengobatan dan semakin meluasnya infeksi pada tanaman buah lain. Hasil panen dapat menurun secara signifikan, menyebabkan kerugian ekonomi bagi petani, serta berpotensi mengganggu ketahanan pangan. Oleh karena itu, diperlukan solusi berbasis teknologi yang dapat membantu dalam mendeteksi penyakit tanaman buah secara lebih cepat dan akurat, guna meningkatkan produktivitas serta mengurangi risiko kegagalan panen [9]. Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan, beberapa permasalahan yang akan dianalisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membangun dataset gambar penyakit tanaman berbuah?
2. Bagaimana membangun model untuk deteksi penyakit tanaman berbuah?
3. Bagaimana mengimplementasikan model di aplikasi *mobile* yang tidak perlu terhubung internet?

C. Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa batasan atau ruang lingkup masalah yang akan dibahas, yaitu:

1. Jenis Tanaman

Penelitian ini hanya difokuskan pada beberapa jenis tanaman buah pertanian skala kecil tertentu yang dibudidayakan, seperti apel, anggur, stroberi, dan tomat. Tanaman buah lainnya tidak akan menjadi fokus penelitian ini.

2. Jenis Penyakit Daun

Penelitian ini hanya akan mengidentifikasi beberapa jenis penyakit daun yang spesifik dan memiliki ciri visual yang dapat dibedakan dengan jelas. Penyakit daun yang diteliti adalah *scab*, *black rot*, *leaf scorch*, *early blight*, dan *leaf mold*. Penyakit lain yang tidak memiliki tanda visual yang jelas atau membutuhkan analisis laboratorium tidak akan dipertimbangkan.

3. Metode CNN

Penelitian ini menggunakan *YOLOv8n* sebagai arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) utama dalam proses deteksi, sehingga model lain di luar *YOLOv8n* tidak dianalisis atau dibandingkan. Fokus penelitian hanya pada performa satu arsitektur tersebut tanpa melakukan evaluasi terhadap varian CNN lain seperti *Faster R-CNN* atau *YOLO* versi berbeda.

4. Dataset

Dataset yang digunakan terbatas pada gambar daun tanaman buah yang sehat dan terinfeksi penyakit tertentu seperti (bercak daun dan jamur). Dataset diambil dari sumber publik dan diambil secara langsung di lapangan. Tidak mencakup semua jenis penyakit tanaman buah yang ada di dunia pertanian.

5. Pengimplementasian Sistem

Sistem yang dikembangkan akan diterapkan melalui aplikasi *mobile* tanpa terhubung internet. Fokus penelitian adalah aspek akurasi dan efisiensi model, bukan pada pengembangan antarmuka pengguna yang lengkap.

6. Pencegahan Penyakit

Penelitian ini hanya berfokus pada deteksi penyakit daun tanaman buah dan pencegahan penyakitnya. Dengan adanya batasan ini, diharapkan penelitian dapat lebih fokus dan mendalam pada aspek-aspek yang telah ditentukan, serta menghasilkan deteksi penyakit daun tanaman buah yang akurat untuk lingkup

pertanian skala kecil, tanpa meluas ke aspek-aspek lain yang memerlukan sumber daya dan waktu lebih besar.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mencapai beberapa hal, yaitu:

1. Membangun dataset gambar penyakit daun tanaman buah dengan cara mengumpulkan, mengolah, dan memberi anotasi gambar daun tanaman yang terinfeksi berbagai jenis penyakit, sehingga dapat digunakan sebagai data pelatihan untuk model deteksi.
2. Mengembangkan model deteksi penyakit daun tanaman buah dengan menggunakan teknik deep learning YOLOv8n bertujuan menghasilkan model yang memiliki tingkat akurasi cukup tinggi dalam mengidentifikasi jenis penyakit berdasarkan citra daun tanaman buah.
3. Mengimplementasikan model deteksi penyakit daun tanaman buah ke dalam aplikasi *mobile* berjalan secara lokal tanpa memerlukan koneksi internet, sehingga pengguna dapat mendeteksi penyakit tanaman buah secara cepat, kapan saja dan di mana saja. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dan akurat untuk membantu pertanian skala kecil dalam mendeteksi penyakit daun tanaman buah, sekaligus berkontribusi pada pengembangan teknologi AI di bidang pertanian skala kecil.

E. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan peralatan dan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu:

a. Perangkat Lunak

- 1) Python sebagai bahasa pemrograman.
- 2) *Jupyter Notebook* sebagai INE (Interactive Notebook Environment).
- 3) *Windows 11* sebagai sistem operasi pemrograman.
- 4) Deteksi Penyakit Daun sebagai aplikasi pendeteksi daun.

b. Perangkat Keras

- 1) CPU: AMD Ryzen 7 5700
- 2) GPU: AMD Radeon RX 6600
- 3) RAM: 16GB

2. Pembuatan Dataset

Pengumpulan dataset merupakan tahap awal dalam penelitian ini, yang bertujuan untuk mendapatkan gambar daun tanaman buah dengan berbagai kondisi penyakit [10]. Langkah-langkah dalam proses ini meliputi:

- a. *Sumber Dataset*: Dataset akan dikumpulkan dari sumber publik seperti *PlantVillage*, *Kaggle*, dan melalui pengambilan gambar secara langsung di lapangan.
- b. *Preprocessing Dataset*: Gambar yang diperoleh akan melalui tahap preprocessing seperti *resizing*, normalisasi, dan augmentasi data untuk meningkatkan variasi dataset.
- c. *Labelling Data*: Setiap gambar akan diberi label berdasarkan jenis penyakit yang menyerang tanaman buah.

3. Pembangunan Model

Pembangunan model deteksi penyakit tanaman buah, tahap ini bertujuan untuk merancang dan melatih model *deep learning* yang mampu mengidentifikasi penyakit daun tanaman buah secara akurat. Langkah-langkah dalam proses ini meliputi:

- a. *Pemilihan Arsitektur Model*: Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah *YOLOv8 nano* untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit tanaman buah.
- b. *Pelatihan Model*: Dataset akan dibagi menjadi tiga *subset*, *training set*, *validation set*, dan *test set*. *Training Set* untuk melatih model, *validation set* untuk menyesuaikan *hyperparameter* dan mencegah *overfitting*, dan *test set* untuk menguji performa model akhir.
- c. *Evaluasi Model*: Model dievaluasi menggunakan metrik seperti akurasi, *precision*, *recall*, dan *mAP* (mean Average Precision) untuk mengukur tingkat keberhasilan deteksi. Perbandingan dengan model lain akan dilakukan guna menilai efektivitas model yang dikembangkan.

4. Pengimplementasian

Implementasi model dalam aplikasi *mobile*, agar model dapat digunakan secara praktis oleh pengguna, penelitian ini mengimplementasikan model dalam sebuah aplikasi *mobile* yang dapat berjalan secara *offline*. Langkah-langkah implementasi meliputi:

- a. *Pengembangan aplikasi*: Aplikasi dikembangkan framework seperti *Flutter* atau *Android Studio* dengan *backend* yang ringan agar bisa berjalan tanpa koneksi internet.

- b. Integrasi model ke dalam aplikasi: Model yang telah dikonversi akan diintegrasikan ke dalam aplikasi mobile untuk mendeteksi penyakit daun tanaman buah dari gambar yang diambil oleh pengguna [11].

Analisis hasil dilakukan dengan membandingkan prediksi model terhadap data uji untuk mengukur tingkat keberhasilan dalam mendeteksi penyakit tanaman buah. Penelitian ini akan melakukan pengujian secara fungsional, performa, dan uji coba lapangan. Memastikan semua fitur sistem bekerja dengan baik, mengukur waktu respons dan akurasi sistem pada data baru, dan menguji sistem pada kebun pribadi dengan gambar daun tanaman buah yang diambil langsung di lapangan.

Analisis hasil dari penelitian ini adalah menganalisis performa model berdasarkan metrik evaluasi, membandingkan hasil dengan penelitian sebelumnya, mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan sistem. Metode penelitian ini dirancang untuk mengembangkan sistem pendeteksi penyakit daun tanaman buah yang akurat dengan langkah-langkah yang sistematis, diharapkan sistem ini dapat membantu pertanian skala kecil dalam mendeteksi penyakit daun tanaman buah secara mandiri.

F. Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab 1 membahas terkait latar belakang, rumusan masalah, batasan penelitian, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan yang akan digunakan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 membahas penelitian terdahulu yang masih berkaitan dengan penelitian ini.

BAB III LANDASAN TEORI

Bab 3 membahas terkait teori-teori dari jenis penyakit tanaman buah, konsep *convolutional neural network* (CNN), metode *YOLOv8*, dan *deep learning* (DL).

BAB IV DATASET DAN PENGEMBANGAN MODEL

Bab 4 membahas terkait deskripsi masalah, dataset, dan pengembangan model deteksi penyakit daun.

BAB V IMPLEMENTASI MODEL DAN PENGUJIAN SISTEM

Bab 5 membahas implementasi model ke dalam aplikasi mobile dan pengujian sistem melalui aplikasi.

BAB VI PENUTUP