

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki persebaran tanaman pisang yang sangat luas, mulai dari kebun rakyat hingga skala perkebunan, yang menjadikannya komoditas pertanian strategis dengan peran penting bagi ketahanan pangan, devisa negara, serta perekonomian rumah tangga petani [1]. Signifikansi posisi komoditas ini didukung oleh data Badan Pusat Statistik (2024) yang menempatkan Indonesia sebagai salah satu dari lima besar produsen pisang di dunia dengan volume produksi mencapai lebih dari 9 juta ton per tahun [2]. Karakteristik tanaman yang relatif mudah dibudidayakan serta permintaan pasar yang stabil menjadikan pisang sebagai sumber pendapatan alternatif yang tersebar luas, di mana nilai ekonominya tidak hanya terletak pada hasil buah, tetapi juga pada daun sehat berukuran besar yang merupakan komoditas ekspor bernilai tinggi ke wilayah Asia Timur dan Timur Tengah [3]. Namun, tingginya intensitas budidaya dan mobilitas bahan tanam di berbagai wilayah turut memperbesar risiko munculnya gangguan kesehatan tanaman, terutama penyakit yang menyerang daun sebagai organ utama fotosintesis. Gangguan pada kesehatan daun, khususnya yang terjadi pada fase vegetatif, berimplikasi langsung pada penurunan vigor tanaman serta efisiensi pembentukan buah, yang pada akhirnya menurunkan produktivitas dan kualitas hasil panen secara signifikan [4].

Di tingkat lapangan, tantangan utamanya adalah penyakit daun seperti Cordana, Sigatoka, Pestalotiopsis, dan Fusarium sering kali menunjukkan gejala visual yang tumpang tindih seperti klorosis (Gejala Kuning) dan nekrosis (Gejala Mati), terutama pada fase awal [5]. Ketika gejala tampak serupa, identifikasi manual cenderung bergantung pada pengalaman pengamat, kondisi pencahayaan, varietas pisang, serta tingkat keparahan infeksi. Konsekuensinya, keputusan pengendalian berisiko tidak tepat sasaran, seperti pemilihan perlakuan yang keliru, keterlambatan tindakan, pemborosan biaya operasional, hingga meningkatnya risiko penyebaran penyakit ke tanaman lain. Kebutuhan praktis di lapangan adalah

deteksi yang cepat, konsisten, dan dapat digunakan oleh non-ahli, bukan sekadar penilaian visual sesaat.

Penelitian deteksi penyakit daun pisang yang banyak dijumpai saat ini mayoritas menggunakan pendekatan klasifikasi citra berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) [6]. Pendekatan ini memutuskan satu label kelas untuk satu citra (misalnya healthy, cordana, sigatoka, atau pestalotiopsis) yang, meskipun menunjukkan potensi baik, masih menghadapi tantangan terkait variasi lingkungan dan kebutuhan komputasi tertentu. Selain itu, model klasifikasi sering kali kurang representatif untuk kondisi riil di perkebunan karena gejala penyakit sering bersifat parsial, bercampur dengan noise visual seperti robekan daun atau bayangan, serta latar belakang yang kompleks. Informasi yang lebih operasional di lapangan bukan hanya mengenai jenis penyakitnya, melainkan juga lokasi spesifik gejala tersebut terdeteksi agar tindakan pengendalian dapat dilakukan secara lebih presisi. Namun, kendala teknis yang sering dihadapi adalah adanya ketidakseimbangan kelas (*class imbalance*) pada dataset, di mana distribusi jenis penyakit tertentu jauh lebih tinggi dibandingkan jenis lainnya [7]. Ketidakseimbangan ini dapat menyebabkan model memiliki bias terhadap kelas mayoritas dan menurunkan performa deteksi pada penyakit dengan sampel terbatas [8]. Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam terhadap parameter model untuk memastikan sistem tetap tangguh meskipun dilatih menggunakan data yang tidak seimbang.

Berdasarkan celah penelitian tersebut, maka penelitian ini memfokuskan pada analisis parameter YOLOv11n untuk deteksi penyakit daun pisang. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi penyakit daun pisang secara otomatis dengan menggunakan algoritma *deep learning* YOLOv11 varian Nano (YOLOv11n) yang dirancang khusus untuk menyeimbangkan antara akurasi deteksi dan efisiensi komputasi [9]. Secara lebih spesifik, sistem ini bertujuan untuk mengidentifikasi sekaligus melokalisasi posisi spesifik gejala penyakit seperti Cordana, Sigatoka, Fusarium, dan Pestalotiopsis melalui penggunaan *bounding box* secara *real-time*. Selain pengembangan teknis, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis optimasi parameter model serta efektivitas berbagai teknik

augmentasi data seperti *flip*, *grayscale*, *blur*, dan *noise* dalam meningkatkan performa deteksi serta mengatasi kendala ketidakseimbangan kelas. Dengan mengintegrasikan model yang telah terlatih ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan *framework* Flask, penelitian ini diharapkan dapat menyediakan solusi teknologi *computer vision* yang operasional bagi petani di Indonesia untuk memantau kesehatan tanaman secara cepat dan mendukung pengambilan keputusan pengendalian yang lebih tepat sasaran.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana performa model YOLOv11n dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan berbagai jenis penyakit daun pisang (*Cordana*, *Fusarium*, *Pestalotiopsis*, *Sigatoka*, dan *Healthy*) pada dataset dengan ketidakseimbangan kelas?
2. Bagaimana pengaruh variasi parameter pelatihan, khususnya jumlah epoch (10, 20, 30, dan 40), terhadap tingkat akurasi model yang diukur melalui metrik *mAP@50*, *F1-Confidence*, dan *Recall-Confidence*?
3. Bagaimana hasil integrasi model YOLOv11n ke dalam aplikasi berbasis web (*Flask*) dapat memberikan solusi praktis bagi petani untuk melakukan deteksi penyakit daun pisang secara *real-time* di lapangan?

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah yang perlu diperhatikan agar fokus penelitian tetap terjaga dan tidak meluas ke hal-hal yang tidak relevan. Adapun batasan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya akan berfokus pada deteksi penyakit daun pisang menggunakan model YOLOv11n dan tidak akan membahas penggunaan model deteksi objek lain, seperti *Faster R-CNN* atau *SSD*, dalam konteks yang sama.

2. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada gambar daun pisang yang telah dilabeli dengan lima kelas penyakit, yaitu Cordana, Sigatoka, Fusarium, Pestalotiopsis, dan kondisi daun pisang yang sehat.
3. Model YOLOv11n yang digunakan dalam penelitian ini hanya akan dilatih dan diuji pada citra daun pisang berukuran 640x640 piksel.
4. Penelitian ini tidak akan mencakup pengumpulan data baru atau anotasi ulang gambar, melainkan hanya menggunakan dataset yang telah tersedia dan terlabeli di platform Roboflow.
5. Penelitian ini belum melibatkan penggunaan kamera eksternal, hanya perangkat gawai sebagai alat pengambilan gambar deteksi di lapangan.
6. Penelitian ini dibatasi oleh keterbatasan sumber daya GPU, yang hanya menggunakan runtime GPU T4 dari Google Colab.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan menguji sistem deteksi penyakit pada daun pisang menggunakan model YOLOv11n. Adapun tujuan spesifik dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh teknik augmentasi data, seperti flip horizontal, flip vertikal, grayscale, Gaussian blur, dan Gaussian noise, terhadap peningkatan performa deteksi penyakit pada daun pisang oleh model YOLOv11.
2. Menilai kinerja model YOLOv11n dalam mendeteksi penyakit daun pisang pada berbagai kondisi lapangan, dengan memperhatikan faktor-faktor seperti variasi pencahayaan, sudut pengambilan gambar, dan kualitas citra.
3. Mengembangkan aplikasi berbasis web yang dapat mengintegrasikan model YOLOv11n terlatih untuk deteksi penyakit daun pisang secara real-time, guna memudahkan petani dalam mengidentifikasi dan mengendalikan penyakit dengan cepat dan efisien.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik dari segi teoritis, praktis, maupun sosial. Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

### Manfaat Teoritis:

1. Memberikan kontribusi terhadap perkembangan teknologi deep learning dan computer vision dalam sektor pertanian, khususnya dalam penerapan model deteksi objek YOLOv11n untuk penyakit tanaman pisang.
2. Menambah wawasan tentang teknik augmentasi data yang efektif untuk model deteksi objek dalam konteks gambar pertanian.
3. Mengembangkan pemahaman mengenai optimasi parameter pelatihan pada model YOLOv11n dalam konteks deteksi penyakit tanaman, khususnya dalam mengatasi permasalahan seperti overfitting pada dataset terbatas.
4. Menyediakan dasar teori yang kuat untuk penelitian lanjutan di bidang pertanian berbasis kecerdasan buatan (AI), yang berfokus pada aplikasi teknologi deteksi objek dan klasifikasi gambar dalam konteks kesehatan tanaman.

### Manfaat Praktis:

1. Memberikan solusi praktis bagi petani dalam mendeteksi penyakit daun pisang secara otomatis dan cepat, sehingga mereka dapat mengambil langkah pencegahan yang lebih tepat waktu.
2. Meningkatkan efisiensi deteksi penyakit daun pisang melalui aplikasi berbasis web, yang dapat digunakan oleh petani tanpa memerlukan pengetahuan teknis mendalam.
3. Mengurangi ketergantungan pada tenaga ahli dalam identifikasi penyakit tanaman, sehingga memungkinkan deteksi yang lebih merata dan menyeluruh di seluruh area pertanian.
4. Mempercepat respon dalam pengendalian penyakit tanaman dengan menyediakan informasi yang lebih cepat dan akurat, sehingga mengurangi

kerugian ekonomi yang ditimbulkan oleh penyakit tanaman.

**Manfaat Sosial:**

1. Berperan dalam menjaga ketahanan pangan Indonesia dengan membantu petani pisang mengurangi kerugian akibat penyakit, sehingga pasokan pisang tetap terjaga.
2. Mendorong penerapan pertanian berkelanjutan dengan mengurangi penggunaan pestisida yang berlebihan melalui deteksi penyakit yang lebih tepat waktu dan efisien.
3. Membuka peluang bagi pengembangan teknologi lain di sektor pertanian, seperti penggunaan drone untuk pemantauan tanaman atau sistem prediksi cuaca berbasis AI, yang dapat meningkatkan produktivitas pertanian secara keseluruhan.

**1.2 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam skripsi ini disusun agar pembahasan penelitian lebih terarah, runtut, dan mudah dipahami oleh pembaca. Adapun susunan sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab utama yang dijelaskan sebagai berikut:

**BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berfungsi sebagai pengantar dalam penelitian ini, yang menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Di dalam bab ini, pembaca akan diperkenalkan dengan pentingnya deteksi penyakit pada daun pisang dan mengapa penelitian ini relevan, khususnya dengan menggunakan YOLOv11n, sebuah algoritma deteksi objek yang berbasis deep learning. Bab ini memberikan gambaran umum tentang permasalahan yang dihadapi oleh petani pisang serta tujuan penelitian yang ingin dicapai, yaitu penerapan teknologi canggih dalam mengatasi masalah tersebut.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menyajikan teori-teori yang menjadi dasar dalam penelitian, serta ulasan mengenai penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan topik ini. Tinjauan

pustaka meliputi pemahaman tentang penyakit pada tanaman pisang, khususnya yang menyerang daun pisang seperti Sigatoka, Cordana, Pestalotiopsis, dan Fusarium, serta bagaimana teknologi computer vision dan deep learning dapat digunakan untuk mendeteksi penyakit-penyakit tersebut. Selain itu, bab ini akan membahas berbagai pendekatan yang telah diterapkan dalam deteksi penyakit tanaman menggunakan algoritma seperti YOLO, serta keunggulan dan kelemahan masing-masing metode yang ada.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menguraikan bagaimana YOLOv11n diterapkan dalam deteksi penyakit daun pisang. Penjelasan mencakup pemilihan dataset yang digunakan, proses pelatihan model, serta parameter-parameter yang diterapkan dalam model YOLOv11n untuk mengoptimalkan akurasi deteksi. Selain itu, bab ini juga akan menjelaskan alat dan bahan yang digunakan, seperti perangkat keras, perangkat lunak, dan lingkungan pengujian yang diperlukan untuk eksperimen. Proses pengumpulan data gambar daun pisang dan teknik pre-processing gambar juga akan dijelaskan dengan rinci.

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil eksperimen yang dilakukan dalam penelitian, yang mencakup pengujian dan evaluasi kinerja model YOLOv11n dalam mendeteksi penyakit pada daun pisang. Di sini, pembaca akan diberikan data tentang akurasi model, termasuk metrik evaluasi seperti presisi, recall, F1-score, dan mAP (mean Average Precision) yang digunakan untuk mengukur performa model. Selain itu, bab ini juga membahas analisis hasil yang diperoleh, mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan model dalam mendeteksi penyakit tertentu, serta membandingkan hasil yang didapat dengan metode lain yang serupa. Diskusi tentang tantangan yang dihadapi selama eksperimen dan bagaimana model dapat dioptimalkan juga akan disajikan.

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan dan saran hasil penelitian yang dilakukan dalam

penelitian, yang mencakup pengujian dan evaluasi kinerja model YOLOv11n dalam mendeteksi penyakit pada daun pisang. Membahas analisis hasil kekuatan dan kelemahan model dalam mendeteksi penyakit tertentu, serta membandingkan hasil yang didapat dengan metode lain yang serupa. Diskusi tentang tantangan yang dihadapi selama eksperimen dan bagaimana model dapat dioptimalkan juga akan disajikan.

