

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman pisang merupakan salah satu komoditas hortikultura unggulan di Indonesia dengan nilai ekonomi tinggi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) 2023, Indonesia merupakan salah satu produsen pisang terbesar di dunia. Namun, produktivitasnya sering menurun akibat penyakit seperti *Fusarium Wilt*, *Sigatoka*, dan *Bacterial Wilt* yang merusak daun dan menghambat pertumbuhan tanaman[1]. Masalah utama di lapangan, berdasarkan observasi di Kebun Pisang dan wawancara dengan Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Tegal, adalah kesulitan petani dalam mengidentifikasi penyakit secara dini. Diagnosis konvensional yang mengandalkan pengalaman atau penyuluh seringkali memakan waktu lama, sehingga keterlambatan penanganan memicu penyebaran penyakit yang lebih luas dan berujung pada gagal panen[2][3].

Di sisi lain, perkembangan Teknologi Informasi di bidang agrikultur telah melahirkan solusi cerdas berbasis kecerdasan buatan. Salah satu implementasi Teknologi informasi yang krusial adalah *Deep Learning* dengan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN). Model CNN dikenal sangat efektif dalam melakukan ekstraksi fitur otomatis dari citra visual untuk klasifikasi objek dengan tingkat akurasi tinggi[4]. Untuk menghadirkan teknologi ini ke tangan pengguna, dibutuhkan infrastruktur

perangkat lunak yang mumpuni. Penggunaan *MERN STACK* (*MongoDB, Express, React, Node.js*) menjadi standar modern dalam pengembangan aplikasi web karena menawarkan arsitektur *end-to-end JavaScript* yang cepat, modular, dan skalabel untuk pengolahan data *real-time*[5].

Eksplorasi kecerdasan buatan dalam mendeteksi penyakit pada tanaman pisang telah menjadi fokus utama dalam berbagai literatur guna mengatasi keterbatasan inspeksi visual manual yang subjektif dan memakan waktu[6]. Keandalan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) salah satunya dibuktikan oleh Syihad dkk. (2023), yang sukses mengkomparasikan performa arsitektur *ResNet50* dan *VGG-19* dengan tingkat akurasi masing-masing mencapai 94% dan 91%[7]. Kapabilitas model *neural network* ini juga terbukti mumpuni dalam menjalankan proses identifikasi citra secara *real-time*, terutama melalui penggunaan arsitektur ringan seperti *MobileNet* yang mampu melakukan inferensi pada 50 sampel hanya dalam waktu sekitar 4,7 detik menurut rivankar dkk[8]. Di samping itu, peningkatan akurasi terus diupayakan melalui pendekatan kombinasi, seperti pemanfaatan *MobileNetV2* sebagai pengekstraksi fitur yang diintegrasikan dengan *Support Vector Machine* (SVM), sehingga mampu menyentuh tingkat akurasi hingga 97,8%[9]. Eksperimen lain oleh Kaushik dan Choudhary (2025) juga memperkuat bukti bahwa model CNN menawarkan pendekatan diagnostik yang sangat tangguh (*robust*) untuk mengatasi variasi visual penyakit pada daun secara presisi[10]. Pada tingkat optimasi struktural, modifikasi arsitektur menggunakan *GlobalAveragePooling2D* dilaporkan memberikan

hasil klasifikasi yang lebih superior dalam menekan risiko *overfitting* dibandingkan metode *Flatten* konvensional[11]. Secara keseluruhan, perkembangan terkini menunjukkan bahwa arah riset *deep learning* tidak hanya berfokus pada penguatan akurasi semata, tetapi juga mulai didorong ke arah implementasi *platform* digital praktis[12]. Oleh karena itu, translasi model ke dalam sistem berbasis *website* menggunakan *MERN Stack* menjadi langkah strategis guna memfasilitasi akses diagnosis langsung secara *real-time* bagi para petani di lapangan[13].

Sebagai solusi atas permasalahan identifikasi manual yang lambat, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem deteksi penyakit tanaman pisang berbasis web yang diberi nama BananaVision. Sistem ini menggabungkan keunggulan *MERN STACK* untuk antarmuka yang responsif dengan *FastAPI* sebagai jembatan menuju model CNN. Pendekatan ini memungkinkan petani melakukan identifikasi dini penyakit melalui unggahan foto daun atau batang secara *real-time* dan mendapatkan saran penanganan yang tepat. Penggunaan *Transfer Learning* (*MobileNetV2/ResNet50*) dipilih untuk mengoptimalkan kinerja model meskipun dengan *dataset* yang terbatas, sekaligus meminimalkan waktu komputasi.

Berdasarkan paparan masalah di lapangan dan potensi pemanfaatan teknologi yang ada, maka penelitian ini difokuskan dan mengambil judul: "Sistem Informasi Deteksi Tumbuhan Pisang Berbasis Website Menggunakan *MERN STACK* dan Machine Learning". Melalui Perancangan

sistem informasi ini, diharapkan tercipta sebuah platform digital yang mampu mempercepat tindakan mitigasi penyakit tanaman, meminimalisir gagal panen, serta mendukung terwujudnya digitalisasi pertanian di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana merancang dan membangun Sistem Informasi Deteksi Penyakit Tumbuhan Pisang Berbasis *Website* dengan mengintegrasikan arsitektur *MERN Stack* dan *Machine Learning*, agar mampu menghasilkan diagnosis penyakit yang otomatis, cepat, dan akurat melalui ekstraksi citra visual terutama untuk mendeteksi penyakit dari daun dan batang pohon pisang, sehingga dapat mengatasi subjektivitas identifikasi manual serta mencegah risiko keterlambatan penanganan yang berpotensi memicu gagal panen?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Batasan Objek dan Kelas Penyakit : Objek deteksi citra visual secara spesifik difokuskan hanya pada bagian tumbuhan pisang. Kemampuan klasifikasi model *Machine Learning* dibatasi pada pendeteksian 5 (lima) jenis kelas penyakit pada daun pisang, yaitu *Black Sigatoka*, *Yellow Sigatoka*, *Fusarium Wilt* (Panama), *Moko Disease* dan *Insect Pest*, dan 1

(satu) jenis kelas penyakit pada batang pisang yaitu *Bract Mosaic Virus* serta 1 (satu) kelas tambahan untuk kondisi tanaman pisang yang sehat.

2. Batasan Fungsionalitas Sistem : Fitur utama pada sistem ini meliputi fitur analisis unggah citra untuk deteksi penyakit yang menghasilkan keluaran (*output*) berupa persentase hasil diagnosis dan rekomendasi langkah penanganannya. Selain itu, sistem dibatasi pada penyediaan modul informasi edukasi mengenai jenis penyakit dan panduan tata cara budidaya pisang yang baik dan benar.
3. Batasan *Platform* dan Aksesibilitas : Sistem informasi dibangun berbasis *website* yang dioptimasi dengan teknologi *Progressive Web App (PWA)*. Teknologi ini membatasi implementasi *mobile native* (seperti *Android* APK murni), namun memungkinkan *website* untuk diinstal dan diakses langsung melalui layar utama perangkat pengguna (*smartphone* atau *desktop*) layaknya aplikasi *native* tanpa harus membuka *browser* terlebih dahulu.
4. Batasan Alat dan Teknologi (*Tools*) : Pengembangan sistem informasi ini dibatasi pada penggunaan arsitektur *MERN STACK* (*React.js* sebagai antarmuka *frontend*, serta *Node.js* dan *Express.js* sebagai *backend* server), dan sistem manajemen *database* NoSQL menggunakan *MongoDB*. Model *Machine Learning Convolutional Neural Network (CNN)* diintegrasikan ke dalam sistem melalui *framework FastAPI* berbasis bahasa pemrograman *Python*, serta memanfaatkan *library* pengolahan citra digital standar yang didukung oleh *browser*.

1.4 Tujuan Dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah Sistem Informasi Deteksi Penyakit Tumbuhan Pisang Berbasis *Website* yang komprehensif dengan mengintegrasikan keandalan arsitektur *MERN STACK* dan kecerdasan buatan berbasis *Machine Learning*. Pengembangan sistem digital ini difokuskan untuk memfasilitasi proses diagnosis penyakit tanaman secara otomatis, cepat, dan akurat melalui ekstraksi citra visual. Melalui implementasi teknologi tersebut, sistem ini ditujukan guna meningkatkan efisiensi langkah preventif bagi penggunaannya, meminimalkan subjektivitas dan kesalahan identifikasi patogen yang kerap terjadi pada metode observasi manual, serta mencegah risiko keterlambatan penanganan yang berpotensi memicu penyebaran penyakit dan kerugian akibat gagal panen.

1.4.2 Manfaat

Secara keilmuan, hasil penelitian ini mendeskripsikan pengujian empiris mengenai tingkat akurasi dan keandalan model *Machine Learning* (terutama arsitektur *Convolutional Neural Network*) dalam mengklasifikasikan jenis penyakit pada tumbuhan pisang. Hasil riset ini bermanfaat bagi kalangan akademisi maupun pengembang teknologi sebagai literatur dan rujukan referensi terkait optimalisasi

algoritma kecerdasan buatan, serta efektivitas metode integrasinya (melalui *FastAPI*) ke dalam sebuah ekosistem aplikasi *website* berkinerja tinggi

Secara fungsional, *project* ini mendeskripsikan hasil rancang bangun sebuah produk sistem informasi berbasis *website* menggunakan arsitektur *MERN STACK* (*MongoDB*, *Express.js*, *React.js*, *Node.js*). *Project* ini bermanfaat langsung sebagai alat bantu cerdas bagi petani pisang maupun petugas penyuluh pertanian di lapangan. Pengguna dapat dengan mudah mendiagnosis penyakit tanaman secara mandiri dan *real-time* hanya dengan mengunggah foto melalui perangkat masing-masing, sehingga dapat segera mengambil keputusan penanganan yang tepat untuk mencegah gagal panen massal.

1.5 Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memberikan gambaran secara menyeluruh mengenai kerangka dan isi laporan. Adapun sistematika penulisannya terbagi menjadi enam bab utama sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah yang mendasari penelitian, perumusan masalah, batasan masalah agar ruang lingkup penelitian lebih terarah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat

penelitian, serta sistematika laporan yang memberikan gambaran umum isi dari setiap bab.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan pustaka dari penelitian terdahulu yang relevan dan landasan teori yang mendukung pengembangan sistem. Teori yang dibahas meliputi siklus hidup tanaman pisang, jenis-jenis penyakit daun dan batang pisang, konsep *Machine Learning*, algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN), arsitektur *MERN STACK* (*MongoDB*, *Express.js*, *React.js*, *Node.js*), serta *FastAPI* sebagai penyedia layanan API.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tahapan pelaksanaan penelitian mulai dari pengumpulan *dataset* citra daun pisang, pra-proses data, hingga perancangan model. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah model *Waterfall*, serta metode pengumpulan data melalui observasi dan studi literatur.

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini membahas analisis kebutuhan sistem, baik fungsional maupun non-fungsional. Selain itu, bab ini menguraikan perancangan sistem secara detail menggunakan diagram UML (*Use Case*, *Activity*, *Sequence*, dan *Class Diagram*), perancangan arsitektur *Machine Learning*, serta rancangan antarmuka pengguna (*User Interface*) berbasis *website*.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi sistem informasi yang telah dibangun, mulai dari proses *training* model *Machine Learning* hingga integrasi ke dalam *website* menggunakan *MERN STACK*. Bab ini juga memuat hasil pengujian akurasi model dan pengujian fungsionalitas sistem menggunakan metode *Black-Box Testing* dan pengujian kebergunaan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian penutup yang berisi kesimpulan akhir dari hasil penelitian dan pengembangan sistem deteksi penyakit pisang. Selain itu, bab ini memberikan saran-saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut, seperti penambahan jenis penyakit atau pengembangan ke *platform mobile*.