

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem **BananaVision**, ditarik beberapa simpulan utama sebagai berikut:

1. Integrasi Arsitektur & Aksesibilitas Sistem: Berhasil dibangun ekosistem digital utuh yang mengintegrasikan MERN Stack (*MongoDB, Express.js, React.js, Node.js*) sebagai basis aplikasi web dan FastAPI sebagai *inference engine* model Machine Learning. Penerapan teknologi *Progressive Web App* memfasilitasi aksesibilitas tinggi secara responsif serta memungkinkan instalasi langsung layaknya *mobile native*.
2. Kinerja & Keandalan Model Klasifikasi: Arsitektur ResNet50 ditetapkan sebagai model final terbaik mengungguli MobileNetV2, dengan pencapaian akurasi sebesar 98,67% pada *dataset* internal daun pisang. Model ini juga menunjukkan keandalan (*robustness*) pada pengujian *out-of-domain* (non-pisang) dengan akurasi 89,80%, menjamin keamanan inferensi di lingkungan kebun yang heterogen.
3. Efektifitas & Dampak Operasional: Pengujian lapangan di Kebun Pisang Ibnu membuktikan bahwa sistem mampu mentransformasi diagnosis manual subjektif menjadi otomatisasi digital yang presisi. Output diagnosis instan beserta rekomendasi penanganan memberikan tindakan mitigasi dini guna mencegah penyebaran patogen.

6.2 Saran

Meskipun sistem telah beroperasi dengan sangat baik, terdapat beberapa aspek yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk meningkatkan kemanfaatan BananaVision di masa depan:

1. Validasi Kualitas Citra Real-Time (*Pre-screening*): Menambahkan modul validasi kualitas citra otomatis di sisi klien (*frontend*) untuk mendeteksi tingkat *blur*, pencahayaan berlebih (*glare*), atau posisi objek sebelum gambar dikirim ke server.
2. Penerapan *Ensemble Learning*: Mengimplementasikan teknik *Ensemble Learning* (menggabungkan beberapa model CNN) guna meningkatkan akurasi pemisahan pada kelas penyakit dengan kemiripan visual tinggi (*fine-grained classification*), seperti *Yellow Sigatoka* dan *Black Sigatoka*.
3. Peluasan Variasi Dataset & Objek Deteksi: Memperluas cakupan deteksi pada organ tanaman lain seperti buah, jantung/tandan, dan bonggol/akar, serta menambah varietas pisang lokal Indonesia.
4. Kalkulator Dosis dan Rekomendasi Penanganan Presisi: Mengembangkan fitur penanganan yang tidak hanya memberikan instruksi tindakan, tetapi juga menyediakan kalkulator dosis pestisida/organik otomatis berdasarkan luas area kebun atau jumlah pohon yang terinfeksi untuk mencegah pemborosan dan penyalahgunaan bahan kimia