

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan terhadap aplikasi klasifikasi jenis penyakit tanaman tomat dan kentang berbasis *Android*, dapat disimpulkan bahwa aplikasi telah berhasil memenuhi tujuan penelitian. Aplikasi mampu menjalankan fungsi utamanya, yaitu menerima citra daun tanaman melalui kamera maupun galeri, mengklasifikasikan jenis penyakit menggunakan model *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *MobileNetV2*, serta menampilkan hasil klasifikasi beserta rekomendasi penanganan secara langsung pada perangkat tanpa memerlukan koneksi internet. Dengan demikian, aplikasi ini layak digunakan sebagai alat bantu bagi petani untuk mengenali penyakit tanaman tomat dan kentang secara cepat dan praktis.

1. Aplikasi klasifikasi penyakit tanaman tomat dan kentang berbasis *Android* berhasil dirancang dan dibangun menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *MobileNetV2* melalui pendekatan *transfer learning*, serta mengintegrasikan fitur pengambilan citra, klasifikasi, penyajian hasil dan rekomendasi penanganan, hingga penyimpanan riwayat sesuai dengan tujuan penelitian.
2. Teknik *transfer learning* berhasil diterapkan pada arsitektur *MobileNetV2* dengan memanfaatkan bobot pra-latih (*pre-trained*) dari *dataset ImageNet*, kemudian disesuaikan melalui proses *fine-tuning* menggunakan citra daun

dan umbi tomat serta kentang berukuran 224×224 piksel, dengan Lapisan klasifikasi *Softmax* berjumlah sembilan kelas. Penerapan teknik ini memungkinkan model mengekstraksi fitur dan mengklasifikasikan citra daun tomat dan kentang secara efektif. Model hasil pelatihan selanjutnya dikonversi ke format *TensorFlow Lite* sehingga proses klasifikasi dapat dijalankan sepenuhnya secara *offline* pada *smartphone Android* tanpa memerlukan koneksi internet.

3. Akurasi 99,58% merupakan hasil pengujian terhadap 2.117 citra data uji, bukan berarti model selalu benar pada setiap citra yang diberikan. Pada *confusion matrix* juga masih terdapat 9 citra yang salah klasifikasi. Salah satu kesalahan tersebut berasal dari kelas Kentang-Sehat yang sebagian kecil diprediksi ke kelas lain, termasuk Tomat-Sehat. Jadi kasus yang saya temui saat pengujian langsung merupakan kemungkinan kesalahan klasifikasi yang memang masih dimiliki model.
4. Pengujian fungsionalitas menunjukkan bahwa seluruh fitur utama aplikasi, mulai dari pengambilan citra melalui kamera dan galeri, klasifikasi jenis penyakit, penyajian hasil beserta rekomendasi penanganan, hingga penyimpanan dan penelusuran riwayat diagnosa, telah berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang dirancang. Selain itu, pengujian kebergunaan menggunakan *System Usability Scale* (SUS) memperoleh skor 83,00 dengan kategori *grade A (excellent)*, sehingga aplikasi dinilai berfungsi dengan baik sekaligus mudah digunakan sebagai alat bantu identifikasi penyakit tanaman tomat dan kentang.

B. Saran

Berdasarkan batasan masalah dan hasil penelitian yang telah dilakukan, masih terdapat beberapa aspek yang dapat dikembangkan untuk melengkapi dan menyempurnakan sistem pada penelitian selanjutnya. Pengembangan tersebut diharapkan dapat meningkatkan akurasi, memperluas cakupan, serta menambah kebermanfaatan aplikasi dalam membantu petani mengenali dan menangani penyakit tanaman.

1. Pengembangan proses identifikasi dari berbagai sisi objek. Aplikasi pada penelitian ini masih melakukan klasifikasi berdasarkan citra yang diambil menggunakan kamera *smartphone*, sehingga sistem hanya menganalisis bagian daun yang terlihat pada gambar. Pada kondisi tertentu, gejala penyakit dapat terdapat pada bagian belakang daun sementara bagian depan daun terlihat sehat. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan mekanisme pengambilan dan analisis citra dari beberapa sisi, seperti bagian depan dan belakang daun, sehingga informasi *visual* yang diperoleh lebih lengkap dan hasil klasifikasi dapat menjadi lebih optimal.
2. *Dataset* dapat diperkaya dengan citra kondisi lapangan nyata yang memiliki variasi pencahayaan, sudut pengambilan, dan latar belakang yang beragam, tidak hanya bersumber dari *dataset* publik, sehingga model menjadi lebih *robust* dan akurat ketika digunakan langsung di lapangan.

3. Penambahan jenis penyakit yang dapat diidentifikasi. Sistem pada penelitian ini hanya mencakup kelas penyakit dan kondisi tanaman yang telah ditentukan dalam *dataset* penelitian. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat menambahkan jenis penyakit tanaman tomat dan kentang lainnya agar cakupan identifikasi menjadi lebih luas dan dapat memberikan manfaat yang lebih besar bagi pengguna.
4. Aplikasi dapat ditambahkan mekanisme pembaruan model secara berkala atau pemanfaatan *online learning* melalui *server* maupun *cloud*, sehingga model yang saat ini bersifat statis dapat terus ditingkatkan seiring bertambahnya data baru tanpa harus memasang ulang aplikasi.
5. Aplikasi dapat dilengkapi fitur penanganan yang lebih mendalam, seperti tingkat keparahan penyakit, dosis dan jenis penanganan, serta informasi budidaya, agar aplikasi tidak hanya mengenali penyakit tetapi juga membantu proses penanganannya.
6. Arsitektur model dapat dibandingkan dengan arsitektur *Convolutional Neural Network* lain untuk memperoleh kombinasi akurasi dan ukuran model yang paling optimal untuk perangkat *mobile*.