

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengembangan aplikasi deteksi penyakit pada buah kakao menggunakan *dataset* buah kakao dengan implementasi model CNN arsitektur *InceptionV3* dan *ResNet-50* berhasil dilakukan.
2. Model CNN yang dibuat penggabungan arsitektur *InceptionV3* dan *ResNet-50* menggunakan pendekatan *hybrid architecture* atau *architecture fusion*. Proses penggabungan dilakukan dengan membuat sebuah model dengan mengambil komponen utama pada arsitektur *InceptionV3* dengan komponen dan kekuatan yang ada pada *ResNet-50*.
3. Dalam proses pembuatan arsitektur, digunakan arsitektur *InceptionV3* sebagai *backbone architecture*. Alasannya adalah karena arsitektur *InceptionV3* sangat baik dalam melakukan pengenalan *features* pada *datasets* buah kakao dibantu dengan percepatan dan efisiensi arsitektur *ResNet-50*.
4. Untuk mengatasi permasalahan *generalization* dan *overfitting*, digunakan implementasi inisialisasi Glorot/Xavier untuk membantu konvergen pada proses pelatihan dan *batch normalization* untuk membantu mengurangi bias terhadap suatu kelas. .
5. Penggunaan pendekatan *fusion architecture* pada arsitektur *InceptionV3* dan *ResNet-50* membantu proses kecepatan pelatihan. Hasil terbaik dapat diperoleh tanpa memerlukan waktu berlebih untuk melakukan pelatihan sesuai dengan total *epoch* yang telah ditentukan.
6. Fungsi optimasi Adam sangat sensitif terhadap penetapan nilai *hyperparameter* pembuatan model, dibandingkan dengan menggunakan fungsi optimasi RMSProp.
7. Ukuran *batch* dan *learning rate* yang digunakan pada proses pelatihan memengaruhi lama proses pelatihan, jumlah sumber daya yang digunakan untuk melakukan pelatihan, serta hasil perolehan dari sebuah model pada kedua jenis fungsi optimasi.

8. Nilai *learning rate* 0.01 membuat proses iterasi *epoch* pada kedua jenis fungsi optimasi sulit untuk menemukan titik konvergen, sehingga hasil perolehan fluktuatif.
9. Menggunakan *loss function CategoricalFocalCrossEntropy*, untuk membantu *imbalance dataset* dengan menerapkan nilai *alpha* 0.24 untuk *class 0*, nilai 0.12 untuk *class 1*, dan nilai 0.63 untuk *class 2*.
10. Menggunakan *soft labeling* untuk melihat hasil presentase yang kemungkinan masuk ke dalam sebuah data pengujian, agar tidak mengabaikan kemungkinan kelas lain jika terjadi *false positive*.
11. Pengujian model dilakukan menggunakan *confusion matrix* pada hasil model terbaik yang terbentuk dan menghasilkan nilai *precision* sebesar 0.99, nilai *recall* sebesar 0.99, nilai *specificity* sebesar 0.99, dan nilai *F1-score* sebesar 0.99. Konfigurasi model yang digunakan adalah nilai *learning rate* 0.0001, fungsi optimasi RMSProp, fungsi inialisasi (x) He uniform, dan fungsi inialisasi (y) Glorot normal.

## 5.2. Saran

Setelah melakukan penelitian, diperoleh beberapa saran yang dapat diterapkan pada penelitian selanjuta mengenai topik terkait. Beberapa saran tersebut yaitu:

1. Mendalami dan menganalisis terkait pendekatan lain yang dapat dilakukan pada kedua arsitektur dengan memanfaatkan *Fusion approach* dan *Ensemble approach*.
2. Modifikasi parameter lain yang digunakan pada kedua arsitektur untuk menguji hasil uji yang lebih baik atau memperoleh kesimpulan berbeda pada pendekatan lain.
3. Menambahkan model lain untuk menguji gejala pada tanaman kakao pada penyakit tertentu agar menambah cakupan pengetahuan sistem pada penyakit yang memiliki ciri-ciri infeksi tidak hanya pada buah kakao.
4. Melakukan proses pelatihan dengan menggunakan kualitas *hardware* yang baik. Untuk kartu grafis Nvidia, dapat menggunakan dengan arsitektur *CUDA core* yang baru karena akan membantu lama proses pelatihan.

5. Pembuatan model dengan menggunakan tensorflow versi terbaru dapat dilakukan dengan memanfaatkan *Windows Subsystem for Linux* (WSL) karena sudah tidak mendukung *driver* untuk sistem operasi Windows.
6. Perangkat pembuatan model yang menggunakan pemrosesan CPU, dapat menggunakan minimal 16 *core* dengan *clock speed* 3.5 Ghz keatas dan ukuran RAM minimal sebesar 25 Gb.
7. Menggunakan data citra dengan *channel mode* atau jenis yang berbeda untuk meneliti kinerja yang diperoleh atau mengembangkan arsitektur untuk mendukung jenis yang berbeda pada data citra yang digunakan selain *channel* RGB (Red, Green, dan Blue).
8. Penambahan model lain selain menggunakan model utama sebagai bahan identifikasi objek awal. Sehingga aplikasi lebih dapat berfokus pada data citra yang telah terverifikasi bahwa objek yang akan diidentifikasi merupakan buah kakao dan bukan objek lain.
9. Memanfaatkan teknologi kamera multispektral sebagai dataset masukan dalam melakukan deteksi penyakit pada bidang pertanian. Hal tersebut dapat dilakukan untuk membantu memaksimalkan potensi dalam deteksi penyakit yang lebih akurat dan pengembangan arsitektur baru.

