

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis terhadap deteksi *diabetic retinopathy* pada citra retina menggunakan pendekatan *hybrid* antara CNN ResNet-50 dan Random Forest dengan dua kelas (normal dan *diabetic retinopathy*), maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil memanfaatkan ResNet-50 sebagai *feature extractor* untuk menghasilkan representasi numerik dari citra retina, yang kemudian diklasifikasikan menggunakan algoritma Random Forest. Pendekatan ini memisahkan tahap ekstraksi fitur dan klasifikasi, sehingga proses pelatihan menjadi lebih cepat dan efisien dibandingkan model CNN sederhana, tanpa mengorbankan performa klasifikasi.
2. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kombinasi CNN ResNet-50 dan Random Forest mampu memberikan performa klasifikasi yang sangat baik dan stabil, meskipun model harus membedakan dua kelas berbeda. Model ini mencapai akurasi tertinggi pada *batch\_size* 16 dan *random\_state* 2025 dengan akurasi hingga 0,9954% dan waktu pelatihan 389.71 detik, dengan *precision*, *recall*, dan *F1-score* yang seimbang pada dua kelas (normal dan DR). Hal ini menunjukkan model cukup efektif dalam mendeteksi *diabetic retinopathy*, sehingga berpotensi digunakan sebagai sistem bantu diagnosis berbasis citra retina.

## B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan beberapa keterbatasan yang ditemukan selama pengembangan model deteksi *diabetic retinopathy* dengan pendekatan *hybrid* CNN ResNet-50 dan Random Forest, berikut beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan dataset citra retina yang lebih besar dan bervariasi, termasuk data dari berbagai sumber atau perangkat kamera retina yang berbeda, untuk menguji ketahanan dan generalisasi model.
2. Perlu dilakukan eksplorasi dan pembandingan dengan algoritma klasifikasi lain, seperti *Gradient Boosting*, XGBoost, atau LightGBM, untuk melihat kemungkinan peningkatan performa dan stabilitas model dalam mendeteksi ketiga kelas.
3. Model yang telah dikembangkan dapat diarahkan menjadi aplikasi pendukung diagnosis yang ramah pengguna, agar dapat dimanfaatkan oleh dokter mata maupun tenaga medis lain sebagai alat bantu skrining awal.
4. Validasi eksternal menggunakan data nyata dari rumah sakit, klinik, atau institusi kesehatan lainnya juga penting dilakukan untuk memastikan model tetap efektif ketika diterapkan langsung di lapangan, sehingga hasil diagnosis lebih dapat diandalkan.