

## BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menarik kesimpulan sesuai dengan rumusan masalah yang diajukan. Tiga pertanyaan pada rumusan masalah yang diajukan adalah: apa perbedaan hasil *training end to end learning* dengan *transfer learning*; apa pengaruh *preprocessing* terhadap performa model; dan berapa banyak blok Inception v3 yang perlu di-*fine tuning*. Penelitian ini tidak menyentuh semua aspek yang mungkin untuk mengembangkan model, sehingga terdapat beberapa aspek yang masih dapat dieksplorasi lebih dalam.

### 6.1 Kesimpulan

Model yang di-*training* dengan pendekatan *transfer learning* memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan model yang di-*training* dengan pendekatan *end to end learning*. Pada dataset yang sama dan jumlah *epoch* yang sama, performa model *end to end learning* memberikan nilai akurasi 64.84% sedangkan performa model *transfer learning* memberikan nilai akurasi 73.78% pada *training classifier* dan nilai akurasi 77.27% setelah *fine tuning*.

Dalam penelitian ini didapati bahwa tidak semua *preprocessing* memberikan hasil yang baik. Dari empat *preprocessing* yang dilakukan, yaitu Graham, Nakhon, Ramasubramanian dan *enhanced green*, didapati bahwa *preprocessing enhanced green* memberikan performa yang paling baik seperti yang ditunjukkan oleh model *enhanced\_green* dan *green\_0g0*. Dari dua model ini dapat disimpulkan juga bahwa citra *enhanced green* tiga *channel* (G, G, G) lebih baik jika dibandingkan dengan citra *enhanced green* satu *channel* (R=0, G, B=0). Model *enhanced\_green* memberikan nilai akurasi 76.10% pada *training classifier* dan akurasi 78.79% setelah *fine tuning*. *Preprocessing enhanced green* mengambil *channel* hijau dari citra lalu menerapkan CLAHE untuk memperbaiki kontras citra dan diikuti dengan *unsharp masking* untuk menajamkan citra.

*Fine tuning* *n* blok Inception yang dilakukan pada penelitian ini menunjukkan bahwa *fine tuning* bisa dilakukan mulai dari blok Inception v3 mana pun dan tetap memberikan *benefit* terhadap performa model. *Fine tuning*

memberikan rentang kenaikan akurasi sebesar 1.71% - 5.14%. Jika dilihat dari hasil percobaan, *fine tuning* sebanyak sembilan blok Inception v3 memberikan hasil terbaik dengan nilai akurasi 79.0%.

Terlepas dari *preprocessing*, *training* model dengan dataset APTOS 2019 tanpa *preprocessing* memberikan hasil kedua terbaik. Selisih akurasi model antara *enhance green* dengan model tanpa *preprocessing* adalah 1.52%. Hal ini menjadi salah satu keuntungan bagi *deep learning* CNN untuk diimplementasikan pada berbagai domain karena CNN dapat mengekstrak fitur secara otomatis dari kumpulan dataset.

## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil temuan dari eksplorasi yang telah dilakukan, terdapat sejumlah eksplorasi lanjutan yang dapat dilakukan. Penelitian selanjutnya dapat melakukan *hyperparameter tuning* dan menggunakan beberapa teknik optimasi *training* model. *Hyperparameter* yang bisa di-*tuning* seperti *learning rate*, jumlah *epoch*, ukuran *batch*, nilai probabilitas *dropout*, atau nilai *weight decay*. Teknik optimasi yang bisa diimplementasikan saat *training* model seperti *learning rate decay*, *reduce learning rate on plateau*, atau *early stopping*. Arsitektur CNN yang dipilih bisa menggunakan arsitektur yang lebih baru seperti MobileNet, Inception v4, ataupun EfficientNet. Arsitektur *classifier* pun bisa dieksplorasi dengan menambahkan *hidden layer* atau pun *hidden unit*.

Penelitian berikutnya bisa menggunakan ukuran citra yang lebih besar, misalnya  $598 \times 598 \times 3$ . Memperbesar ukuran citra *training* diharapkan dapat memberikan performa model yang lebih baik. *Preprocessing* yang digunakan dalam penelitian ini juga bisa digunakan pada dataset lain untuk melihat *robustness* pengaruh setiap *preprocessing* terhadap performa model.

Kesulitan terbesar dalam penelitian ini adalah interpretasi model. Model dipandang sebagai *black box* yang menerima *input* dan mengeluarkan *output*. *Output* berupa performa model yang diukur pada penelitian ini. Jika penelitian dilakukan bersama dengan *ophthalmologist* maka interpretasi model bisa lebih baik untuk melihat pengaruh *preprocessing* terhadap fitur pada citra *fundus* retina.