

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengembangan dan evaluasi rancang bangun website sistem deteksi menggunakan machine learning:

1. Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pakar berbasis web yang mampu mendiagnosis penyakit ikan air tawar secara lebih efektif dengan mengintegrasikan pendekatan kecerdasan buatan melalui *deep learning* dan metode klasifikasi gejala menggunakan *Naive Bayes*. Proses penelitian dilakukan secara sistematis, dimulai dari studi literatur, pengumpulan data citra dan non-citra, hingga tahap pra-pemrosesan dan pelatihan model. Penggunaan transfer learning seperti *MobileNetV2* terbukti efektif dalam menangani keterbatasan data citra dengan tetap menghasilkan akurasi yang baik.
2. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa metode *Transfer Learning* memperoleh akurasi sebesar 87% pada data uji. Sementara itu, analisis *confusion matrix* dilakukan khusus pada metode *Naive Bayes*. Dari hasil *confusion matrix*, *Naive Bayes* menunjukkan performa yang sangat baik, di mana sebagian besar kelas penyakit terdeteksi dengan benar dengan *precision*, *recall*, dan *F1-score* yang sempurna (1.00). Namun, pada kelas *Aeromoniasis* terdapat satu kasus yang salah diklasifikasikan sebagai *Bacterial Red Disease*, sehingga *recall* menurun menjadi 0.50 dan *F1-score* sebesar 0.67, sedangkan kelas lainnya tetap optimal.
3. Sistem ini dirancang dengan dua mekanisme utama, yaitu deteksi otomatis penyakit berdasarkan gambar ikan menggunakan model *CNN* dan analisis gejala tambahan yang diinput secara manual oleh pengguna. Hasil deteksi visual akan langsung ditransformasikan menjadi gejala terpilih yang kemudian digabungkan dengan gejala tambahan untuk proses inferensi menggunakan metode *Naive Bayes*. Hal ini memungkinkan sistem memberikan diagnosis akhir yang lebih akurat dan menyertakan rekomendasi penanganan yang sesuai.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan rancang bangun website sistem deteksi menggunakan machine learning, berikut adalah saran untuk pertimbangan penelitian lanjutan:

1. Untuk meningkatkan akurasi model deteksi visual, disarankan untuk menambah jumlah data citra ikan yang beragam dari berbagai kondisi lingkungan, tahap infeksi, dan jenis ikan. Hal ini penting untuk mengurangi kemungkinan kesalahan klasifikasi akibat kemiripan visual antar penyakit, seperti yang terjadi antara *Aeromoniasis* dan *Bacterial Red Disease*.
2. Sistem pakar dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan lebih banyak jenis penyakit ikan air tawar dan deskripsi penanganannya. Ini akan memperluas cakupan diagnosis dan meningkatkan manfaat praktis sistem bagi peternak ikan.
3. Sistem dapat dikembangkan dengan pendekatan multimodal, yaitu menggabungkan fitur citra (*visual*) dan fitur tekstual/gejala (*non-visual*) secara simultan dalam satu model *hybrid*, untuk meningkatkan akurasi diagnosis secara menyeluruh.
4. Mengingat beberapa kelas masih memiliki performa *F1-score* yang kurang optimal, disarankan untuk menguji metode klasifikasi lain yang lebih kompleks. Hal ini dapat membantu meningkatkan performa terutama pada kelas penyakit yang lebih sulit dibedakan.

