

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem deteksi tingkat kematangan buah kakao berbasis fluoresensi menggunakan metode Support Vector Machine (SVM), dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem deteksi tingkat kematangan buah kakao berbasis sensor fluoresensi dan metode klasifikasi SVM telah berhasil dirancang dan diimplementasikan pada *Single Board Computer (Raspberry Pi)* serta mampu melakukan akuisisi data, pengolahan indeks fluoresensi, dan klasifikasi tingkat kematangan buah kakao secara otomatis.
2. Model klasifikasi SVM yang dibangun menggunakan data indeks fluoresensi menunjukkan performa yang baik, dengan akurasi data pelatihan sebesar **90,94%** dan akurasi data pengujian sebesar **91,57%**, sehingga dapat disimpulkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang cukup baik dan tidak mengalami *overfitting*.
3. Hasil pengujian sistem secara langsung pada buah kakao menunjukkan bahwa sistem mampu mengklasifikasikan tingkat kematangan buah dengan tingkat akurasi yang bervariasi, baik berdasarkan keputusan per buah maupun berdasarkan seluruh titik pengukuran. Perbedaan hasil pada beberapa titik pengujian mencerminkan adanya variasi karakteristik fluoresensi pada permukaan buah kakao.
4. Pengujian validasi dengan cara membuka buah kakao menunjukkan bahwa sebagian besar hasil klasifikasi sistem sesuai dengan kondisi internal biji kakao. Ketidaksesuaian yang terjadi umumnya ditemukan pada buah dengan kondisi transisi kematangan, yang memiliki karakteristik pigmen dan respon fluoresensi yang saling tumpang tindih.
5. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan dinilai mampu menjadi alat bantu non-destruktif untuk mendeteksi tingkat kematangan buah kakao, meskipun masih memiliki keterbatasan pada kondisi buah yang tidak homogen dan berada pada fase transisi kematangan.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah jumlah data latih dan data uji, khususnya pada kelas matang dan terlalu matang, agar distribusi data lebih seimbang dan performa model klasifikasi dapat ditingkatkan.
2. Pengambilan data fluoresensi dapat dikembangkan dengan pengaturan posisi dan jarak sensor yang lebih terkontrol, sehingga variasi respon akibat sudut dan titik pengukuran dapat diminimalkan.
3. Pengujian lanjutan disarankan untuk dilakukan pada kondisi lingkungan yang lebih beragam, seperti perbedaan intensitas cahaya sekitar dan variasi kondisi fisik buah, agar sistem lebih siap untuk diaplikasikan di lapangan.

