

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Model *Partial Least Squares Regression* (PLSR) berbasis data spektrum *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) yang menunjukkan performa prediksi paling baik untuk mendeteksi adulterasi pada kakao bubuk ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang tinggi dan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) yang rendah, baik pada data kalibrasi maupun validasi. Hasil terbaik untuk deteksi adulterasi kakao bubuk dengan tepung kedelai menggunakan pra pemrosesan *normalize* yang menghasilkan nilai  $R^2$  (0,991) dan RMSE (3,681). Deteksi terbaik untuk adulterasi kakao bubuk dengan tepung carob menggunakan pra pemrosesan MSC yang menghasilkan nilai  $R^2$  (0,961) dan RMSE (7,383). Deteksi terbaik untuk adulterasi kakao bubuk dengan tepung kulit kakao menggunakan pra pemrosesan *normalize* yang menghasilkan nilai  $R^2$  (0,906) dan RMSE (12,630). Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan kombinasi FTIR dan PLSR merupakan metode yang andal dan efisien untuk mendeteksi serta mengukur tingkat pemalsuan pada produk kakao bubuk.
2. FTIR terbukti menjadi salah satu metode non destruktif yang dapat memprediksi adulteran kakao bubuk dengan tepung kedelai, carob, dan kulit kakao berdasarkan sidik jari spektral. Keunggulan utama dari FTIR adalah sifatnya yang non-destruktif, sehingga sampel tidak rusak dan tetap dapat digunakan setelah proses analisis. Selain itu, biaya operasional FTIR rendah, tidak memerlukan penggunaan bahan kimia pelarut, serta proses analisis yang cepat dengan hasil yang dapat diperoleh dalam waktu singkat. Keunggulan ini menjadikan FTIR sangat ideal untuk diterapkan di industri, terutama karena tidak memerlukan professional trainer, sehingga efisien dari segi sumber daya manusia. Dalam industri kakao, FTIR memiliki potensi besar untuk diintegrasikan ke dalam system pengolahan seperti *quality control* (QA) dan

proses sortasi bahan baku. Penerapan FTIR dalam proses ini dapat mempermudah identifikasi bahan baku yang terindikasi tercampur dengan adulteran, sehingga meminimalkan risiko pemalsuan sejak tahap awal produksi. Oleh karena itu, FTIR merupakan solusi analisis yang strategis dan relevan untuk mendukung sistem pengawasan mutu modern dalam industri kakao.

## **B. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran penelitian lanjutannya yaitu perluas jenis adulterant yang digunakan seperti tepung gandum yang karakteristiknya mirip dengan kakao bubuk, konsentrasi adulterant diperluas agar modelnya lebih presisi sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan, standarisasi sampel dan prosedur preparasi sampel perlu ditegaskan karena homogenitas kestabilan sampel mempengaruhi kualitas data spektral.

