

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Spektra absorbansi NIR dari daun kopi kering terdapat pada rentang 1000-2500 nm mampu memberikan gambaran mengenai karakteristik kimia sampel berdasarkan pola absorban yang berkaitan dengan kandungan kadar air, total polifenol dan kafein. Pada spektra original antar daerah sampel masih menunjukkan pola yang saling tumpang tindih (*overlapping*), oleh karena itu perlu dilakukan beberapa *pretreatment* yaitu SNV, *Gap segment*, dan kombinasi SNV+*Gap segment*. Dengan *pretreatment* tersebut pola spektra yang dihasilkan lebih jelas dan meningkatkan interpretasi puncak serapan. Daerah serapan pada kisaran panjang gelombang 1400-1500 nm dan 1750-1950 berkorelasi kuat dengan keberadaan kadar air melalui vibrasi ikatan O-H, sedangkan total polifenol teridentifikasi pada kisaran 1650-1800 nm dan 2000-2200 nm yang berkaitan dengan vibrasi ikatan O-H dan C-H, serta kafein terdeteksi pada kisaran 1128-1934 nm yang berkaitan dengan ikatan C-H dan N-H.

Pembangunan model untuk prediksi kandungan kimia dari daun kopi kering sebagai bahan baku kawa daun, menghasilkan performa terbaik menggunakan metode *Partial Least Squares* (PLS) dengan *pretreatment* SNV+*Gap segment*. Model estimasi kadar air dengan 5 faktor menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,92 dan RPD sebesar 2,58, yang mengindikasikan bahwa model telah memadai untuk analisis kuantitatif meskipun masih memerlukan optimasi lebih lanjut. Sementara itu, model prediksi total polifenol (10 faktor) dan kafein (5 faktor) menunjukkan performa yang sangat baik dengan nilai R^2 masing-masing sebesar 0,96 dan 0,97 serta nilai RPD >4, yang mencerminkan tingkat akurasi dan presisi yang tinggi.

Metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA) yang digunakan pada data spektra NIR daun kopi kering mampu digunakan secara efektif untuk pengelompokan sampel berdasarkan daerah asal pengambilan sampel. Dari semua *pretreatment* yang digunakan menunjukkan performa klasifikasi yang sangat baik, namun hasil terbaik didapatkan dengan menggunakan *pretreatment Gap segment*. Dengan menggunakan *pretreatment Gap segment*, didapatkan nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score* mencapai 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa *pretreatment Gap segment* mampu meningkatkan kualitas spektra dengan menekan *noise*, sehingga variasi dalam kelas menjadi lebih homogen dan pemisahan antar kelas menjadi lebih jelas.

5.2 Saran

1. Metode PLS dapat digunakan dalam pembangunan model estimasi untuk memprediksi kandungan kadar air, total polifenol dan kafein dari daun kopi kering sebagai bahan baku kawa daun.
2. Pengembangan metode multivariat lainnya serta metode *pretreatment* lainnya dapat digunakan untuk model estimasi kadar air, total polifenol dan kafein.
3. Penggunaan sampel dengan perlakuan proses yang seragam, mulai dari pengambilan bahan baku daun kopi hingga proses pengeringan atau pengasapan pada suhu yang terkontrol, perlu dilakukan agar variasi karakteristik sampel dapat diminimalkan sehingga proses klasifikasi berdasarkan kandungan kimia sampel dapat memberikan hasil yang lebih akurat dan konsisten.