

ABSTRAK

STUDI KUALITATIF MADU *Tetrigona apicalis* YANG DICAMPUR SIRUP BERAS MENGGUNAKAN *PORTABLE LED-BASED FLUORESCENCE SPECTROSCOPY* DAN KEMOMETRIKA

Oleh

PUTRI SABILA

Madu *Tetrigona apicalis* merupakan salah satu jenis madu dari lebah tanpa sengat yang memiliki nilai jual tinggi. Kandungan nutrisi dan manfaat kesehatannya serta produksi tahunan yang hanya kurang lebih 1 kilogram, menjadikan harga madu ini cukup mahal. Dalam upaya memperoleh keuntungan yang lebih tinggi, sejumlah oknum melakukan praktik pemalsuan dengan mencampurkan madu tersebut dengan larutan pemanis buatan seperti sirup beras, sukrosa, glukosa, fruktosa, dan air. Penelitian ini memanfaatkan *spectroscopy fluorescence* berbasis *LED portable* serta pendekatan PCA dan SIMCA untuk mendeteksi pencampuran madu *Tetrigona apicalis* dengan sirup beras. Total terdapat 160 sampel yang dianalisis, terdiri atas 50 sampel madu *Tetrigona apicalis* murni (MA), 50 sampel madu yang telah dicampur dengan sirup beras (MC) dengan variasi konsentrasi antara 10% hingga 60%, dan 60 sampel sirup beras (SB). Spektra diambil sebanyak dua kali pengulangan dalam rentang panjang gelombang 300–800 nm. Setelah spektra diperoleh, tahap selanjutnya adalah membangun model dan melakukan analisis menggunakan metode PCA dan SIMCA. Pada data spektra original, hasil analisis PCA menunjukkan nilai kumulatif PC-1 dan PC-2 sebesar 100%. Hasil PCA terbaik diperoleh melalui tahapan *pretreatment* berupa *smoothing moving average 3 segment* serta kombinasi *normalize + smoothing moving average 3 segment*, dengan total nilai PC-1 dan PC-2 masing-masing mencapai 100% dan 98%. Hasil analisis grafik pada sampel MA, MC, dan SB mengindikasikan adanya tiga puncak panjang gelombang yang muncul pada 355 nm, 483 nm, dan 721 nm. Ketiga puncak ini menunjukkan keberadaan senyawa fenolik, riboflavin, dan fenomena

frequency doubled peak (FDP). Hasil klasifikasi model SIMCA untuk kelompok SB-MA dan SB-MC baik pada data asli maupun setelah *pretreatment smoothing moving average 3 segment*, menunjukkan akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas masing-masing sebesar 100% dengan tingkat *error* 0%. Sementara itu, klasifikasi model SIMCA pada kelompok MA-MC menggunakan data original menghasilkan akurasi sebesar 57%, sensitivitas 50%, spesifisitas 58%, dan tingkat *error* sebesar 43%. Sedangkan hasil klasifikasi model SIMCA pada kelompok MA-MC dengan menggunakan data hasil *pretreatment normalize* yang dikombinasikan dengan *smoothing moving average 3 segment* menunjukkan akurasi sebesar 93%, sensitivitas 100%, spesifisitas 89%, dan tingkat *error* sebesar 7%. Berdasarkan analisis kurva ROC yang menunjukkan hubungan antara spesifisitas dan sensitivitas, model ini menunjukkan performa klasifikasi yang sangat baik karena mendekati titik koordinat Y (0,1). Oleh karena itu, pemisahan antara sampel madu *Tetrigona apicalis* murni (MA) dan madu campuran (MC) dapat dikatakan sangat baik.

Kata kunci: Madu *Tetrigona apicalis*, Sirup Beras, *Fluorescence Spectroscopy*, PCA, SIMCA.

ABSTRACT

A QUALITATIVE STUDY OF *Tetrigona apicalis* HONEY ADULTERATED WITH RICE SYRUP USING PORTABLE LED-BASED FLUORESCENCE SPECTROSCOPY AND CHEMOMETRICS

By

PUTRI SABILA

Tetrigona apicalis honey is a type of honey produced by stingless bees, known for its high market value. Its rich nutritional content and health benefits, coupled with a limited annual production of approximately 1 kilogram, contribute to its expensive price. To gain higher profits, certain individuals engage in adulteration practices by mixing this honey with artificial sweeteners such as rice syrup, sucrose, glucose, fructose, and water. This study utilizes portable LED-based fluorescence spectroscopy along with PCA and SIMCA methods to detect the adulteration of *Tetrigona apicalis* honey with rice syrup. A total of 160 samples were analyzed, consisting of 50 samples of pure *Tetrigona apicalis* honey (MA), 50 adulterated samples mixed with rice syrup (MC) at concentrations ranging from 10% to 60%, and 60 samples of rice syrup (SB). Spectral data were collected with two repetitions within a wavelength range of 300–800 nm. After acquiring the spectral data, modeling and analysis were carried out using PCA and SIMCA methods. On the original spectral data, PCA results showed a cumulative value of 100% for PC-1 and PC-2. The best PCA performance was achieved through pretreatment using a 3-segment smoothing moving average and a combination of normalization and 3-segment smoothing moving average, yielding cumulative PC-1 and PC-2 values of 100% and 98%, respectively. Graphical analysis of the MA, MC, and SB samples revealed three wavelength peaks at 355 nm, 483 nm, and 721 nm, indicating the presence of phenolic compounds, riboflavin, and a frequency doubled peak (FDP), respectively. SIMCA classification results for SB-MA and SB-MC groups using both original and pretreated data showed accuracy, sensitivity, and specificity values of 100%, with a 0% error rate. In contrast, SIMCA classification for the MA-MC group using original data yielded an accuracy of 57%, sensitivity of 50%,

specificity of 58%, and an error rate of 43%. However, SIMCA classification of MA-MC samples using pretreated data (normalization combined with 3-segment smoothing moving average) achieved an accuracy of 93%, sensitivity of 100%, specificity of 89%, and an error rate of 7%. Based on the ROC curve analysis which illustrates the relationship between specificity and sensitivity this model demonstrates excellent classification performance as it approaches the Y-coordinate point (0,1). Therefore, the separation between pure *Tetrigona apicalis* honey (MA) and adulterated honey (MC) can be considered highly effective.

Keywords: *Tetrigona apicalis* honey, rice syrup, fluorescence spectroscopy, PCA, SIMCA.