

ABSTRAK

STUDI UJI KEASLIAN KOPI *SINGLE-ORIGIN* INDONESIA MENGUNAKAN *BENCHTOP UV-VISIBLE* *SPECTROSCOPY* DAN METODE SIMCA

Oleh

JAJANG ZAINUDIN

Kopi Arabika (*Coffea arabica*) memiliki karakteristik morfologi yang khas serta kualitas yang tinggi, yang membedakannya dari jenis kopi lainnya. Tanaman ini tumbuh optimal pada ketinggian antara 1000 hingga 1200 meter di atas permukaan laut (mdpl). Secara morfologi, kopi Arabika memiliki tajuk yang kecil dan ramping. Daunnya berukuran lebih kecil dibandingkan jenis kopi lain. Biji kopi Arabika umumnya berbentuk agak panjang dengan permukaan cembung yang tidak terlalu tinggi, lebih bercahaya, dan memiliki ujung yang mengkilap. Ciri khas lainnya adalah adanya celah tengah yang berlekuk pada bagian datar biji. Kopi Arabika banyak dibudidayakan di daerah dataran tinggi, seperti Mandailing di Sumatera Utara dan Wamena di Papua, yang dikenal sebagai penghasil kopi Arabika berkualitas tinggi. Meskipun tanaman ini tidak memerlukan periode kering yang spesifik, kopi Arabika memiliki ketahanan terhadap kondisi kering yang berat karena ditanam pada ketinggian yang tinggi dan memiliki sistem perakaran yang dalam. Karakteristik rasa dan aroma kopi Arabika dipengaruhi oleh daerah asalnya, terutama terkait dengan kelembaban lingkungan. Untuk menjamin keaslian dan kualitas kopi Arabika, terutama karena biji kopi dari daerah Mandailing dan Wamena memiliki warna yang hampir serupa, dilakukan analisis menggunakan teknologi *Benchtop UV-Visible Spectroscopy*. Teknologi ini dapat membantu membedakan dan mengidentifikasi karakteristik spesifik dari biji kopi berdasarkan spektrum penyerapannya, sehingga mendukung upaya autentikasi kopi *single origin*.

Benchtop UV-Visible Spectroscopy digunakan untuk menguji sampel dengan cara mengukur transmittan (%T atau T) atau absorban (A) sebagai fungsi panjang gelombang. Alat ini berfungsi untuk mengukur energi cahaya secara relatif ketika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan, atau diemisikan sebagai fungsi panjang gelombang. Cahaya polikromatis diubah menjadi cahaya monokromatis oleh monokromator, lalu cahaya tersebut melewati sampel (dalam kuvet) pada panjang gelombang tertentu, dimana cahaya tersebut diteruskan dan diserap oleh detektor. Setelah spektra diperoleh, model dibangun dan diuji menggunakan metode PCA dan SIMCA. Pengujian PCA dilakukan spektra asli PC-1 dan PC-2.

Penelitian ini memanfaatkan alat *Benchtop UV-Visible Spectroscopy* dan metode SIMCA. Sebanyak 100 sampel digunakan dalam penelitian ini, yang terdiri dari 50 sampel kopi Mandailing (M) masing-masing seberat 1 gram, dan 50 sampel kopi Wamena (W) masing-masing seberat 1 gram. Sebelum dilakukan pengujian, sampel kopi diekstraksi dengan air mendidih pada suhu 90-100°C, kemudian diencerkan menggunakan aquades dalam perbandingan 1:20 ml dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit. Spektra sampel yang telah siap diambil dilakukan dua kali pengulangan dalam rentang panjang gelombang *Benchtop UV-Visible Spectroscopy*. Setelah spektra diambil, data spektra yang diperoleh dianalisis menggunakan *software Microsoft Excel* dan *The Unscrambler versi 10.4*. Hasil analisis PCA terbaik diperoleh melalui perbaikan spektra dengan beberapa perlakuan, di mana untuk *Original + Smoothing Moving Average 9 Segment* diperoleh nilai PC-1 dan PC-2 masing-masing sebesar 87% dan 6%, sedangkan untuk *Normalize + Smoothing Moving Average 7 Segment* diperoleh nilai PC-1 dan PC-2 masing-masing sebesar 59% dan 30%. Dalam penelitian ini, evaluasi model SIMCA dilakukan menggunakan *Benchtop UV-Visible Spectroscopy* untuk menguji keaslian kopi *single-origin* Indonesia. Metode SIMCA menunjukkan klasifikasi sempurna atau *excellent* dengan nilai akurasi 100%, spesifisitas 100%, sensitivitas 100%, dan error 0%. Berdasarkan kurva ROC untuk M dan W, yang menunjukkan hubungan antara spesifisitas dan sensitivitas, klasifikasi yang dihasilkan sangat baik karena kurva mendekati garis Y (0,1) pada tingkat signifikansi 0,1%, 0,5%, 1%, 5%, 10%, dan 25%. Dengan demikian, klasifikasi yang dihasilkan terbukti signifikan.

Kata kunci: Kopi Arabika, *Benchtop UV-Visible Spectroscopy*, PCA, SIMCA

ABSTRACT

AUTHENTICATION STUDY OF INDONESIAN SINGLE-ORIGIN COFFEE USING BENCHTOP UV-VISIBLE SPECTROSCOPY AND SIMCA METHOD

By

JAJANG ZAINUDIN

Arabica coffee (*Coffea arabica*) exhibits distinct morphological characteristics and superior quality that differentiate it from other coffee species. This plant thrives optimally at altitudes ranging from 1,000 to 1,200 meters above sea level (masl). Morphologically, Arabica coffee is characterized by a small and slender canopy. Its leaves are relatively smaller compared to other coffee varieties. Arabica beans are generally elongated, with a moderately convex surface, more lustrous appearance, and a shiny tip. A notable morphological feature is the presence of a grooved central fissure on the flat side of the bean. Arabica coffee is predominantly cultivated in highland regions such as Mandailing in North Sumatra and Wamena in Papua, both renowned for producing high-quality Arabica beans. Although this species does not require a distinct dry season, Arabica coffee demonstrates a high degree of drought tolerance due to its deep root system and the elevated altitudes at which it is cultivated. The flavor and aroma profiles of Arabica coffee are significantly influenced by its geographical origin, particularly the ambient humidity of the growing environment. To ensure the authenticity and quality of Arabica coffee—especially given that beans from Mandailing and Wamena exhibit nearly identical visual characteristics—analytical techniques such as Benchtop UV-Visible Spectroscopy are employed. This technology enables the differentiation and identification of specific bean characteristics based on their absorption spectra, thereby supporting the authentication of single-origin coffee.

Benchtop UV-Visible Spectroscopy is used to analyze samples by measuring transmittance (%T or T) or absorbance (A) as a function of wavelength. This instrument is designed to measure the relative energy of light when it is transmitted, reflected, or emitted as a function of wavelength. Polychromatic light is converted into monochromatic light by a monochromator, which then passes through the sample (in a cuvette) at a specific wavelength, where the light is transmitted and detected by the detector. After the spectra are obtained, a model is constructed and

tested using PCA and SIMCA methods. The PCA analysis is performed on the original spectra of PC-1 and PC-2.

This study utilizes Benchtop UV-Visible Spectroscopy and the SIMCA method. The research involved a total of 100 samples, consisting of 50 samples of Mandailing coffee (M), each weighing 1 gram, and 50 samples of Wamena coffee (W), also weighing 1 gram. Before testing, the coffee samples were extracted with boiling water at a temperature of 90-100°C, then diluted with distilled water in a 1:20 ml ratio and stirred using a magnetic stirrer for 10 minutes. The spectra of the prepared samples were taken with two repetitions within the Benchtop UV-Visible Spectroscopy wavelength range. After spectrum acquisition, the obtained spectral data were analyzed using Microsoft Excel and The Unscrambler software version 10.4. The best PCA results were achieved by improving the spectra with several treatments, yielding Original Smoothing Moving Average 9 Segment with PC-1 and PC-2 values of 87% and 6%, and Normalize + Smoothing Moving Average 7 Segment with PC-1 and PC-2 values of 59% and 30%, respectively. In this study, the evaluation of the SIMCA Model was carried out using Benchtop UV-Visible Spectroscopy to test the authenticity of Indonesian single-origin coffee. The SIMCA method showed perfect or excellent classification with an accuracy value of 100%, specificity of 100%, sensitivity of 100%, and error of 0%. Based on the ROC curve for M and W, which shows the relationship between specificity and sensitivity, the resulting classification is very good because the curve approaches the Y line (0.1) line at significance levels of 0.1%, 0.5%, 1%, 5%, 10%, and 25%. Thus, the classification is proven to be significant.

Keywords: *Coffea Arabica*, Benchtop UV-Visible Spectroscopy, PCA, SIMCA