

## INTISARI

Kunyit (*Curcuma longa* Linn) merupakan herba yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Untuk meningkatkan keuntungan ekonomi, kunyit dalam bentuk serbuknya dicampur dengan serbuk dari rimpang *Curcuma sp* lainnya. Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) dan kunyit putih (*Curcuma zedoaria*) seperti yang pernah ditemukan dalam produk serbuk kunyit yang dijual di India. Untuk menjamin kemurnian kunyit, perlu dikembangkan metode analisis untuk autentikasi kunyit dari spesies yang dekat, dalam penelitian ini dipilih temulawak dan kunyit putih sebagai model pemalsunya. Spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Proton Nuclear Magnetic Resonance* (<sup>1</sup>H-NMR) yang dikombinasikan dengan kemometrik telah digunakan untuk autentikasi tanaman. Metode KLT-densitometri dikembangkan untuk penetapan kadar kurkumin (K), demetoksikurkumin (DMK), dan bisdemetoksikurkumin (BDMK) dalam kunyit.

Penelitian ini melalui beberapa tahapan, yaitu penetapan kadar K, DMK, dan BDMK dalam ekstrak etanol kunyit murni dan ekstrak etanol kunyit yang dipalsukan secara KLT-densitometri, pemeriksaan serbuk *Curcuma* secara spektroskopi FTIR dan <sup>1</sup>H-NMR, analisis spektra FTIR dengan *Principal Component Analysis* (PCA), *Partial Least Square-Discriminant Analysis* (PLS-DA), dan *Partial Least Square Regression* (PLS-R), dan analisis spektra <sup>1</sup>H-NMR dengan PCA, PLS-DA, dan *Orthogonal Projections of Latent Structures Discriminant Analysis* (OPLS-DA). Pemeriksaan dengan spektrofotometer FTIR dilakukan dengan meletakkan sekitar 10 mg serbuk kunyit di atas kristal pada kompartemen ATR lalu dipindai pada bilangan gelombang 4000-650 cm<sup>-1</sup>. Pemeriksaan dengan spektrometer <sup>1</sup>H-NMR dilakukan dengan ekstraksi 25 mg serbuk *Curcuma* dengan 0,5 mL metanol-d<sub>4</sub> dan 0,5 mL bufer fosfat pH 6,0 yang dilarutkan dalam D<sub>2</sub>O yang mengandung TSP 1% kemudian larutan divortex dan disentrifugasi. Supernatan dimasukkan ke dalam mikrotube untuk dianalisis lebih lanjut dengan spektrometer <sup>1</sup>H-NMR.

Metode analisis KLT-densitometri yang dikembangkan telah memenuhi semua parameter validasi. Kadar kurkuminoid total dalam ekstrak kunyit murni adalah 4,09-8,67% sedangkan dalam ekstrak kunyit yang dipalsukan adalah 0,43-5,42%. Hasil analisis spektra IR pada bilangan gelombang 1650-700 cm<sup>-1</sup> dengan PCA dapat menunjukkan perbedaan kunyit, temulawak, dan kunyit putih. Model PLS-DA dapat mengklasifikasikan sampel ke dalam kelompok kunyit murni atau palsu dengan tepat. Model PLS-R menghasilkan nilai R<sup>2</sup> kalibrasi, R<sup>2</sup> validasi, RMSEC, dan RMSEP untuk kunyit yang dipalsukan dengan temulawak adalah 0,9997, 0,9970, 0,00794, dan 0,0790 sedangkan untuk kunyit yang dipalsukan dengan kunyit putih adalah 0,9995, 0,9965, 0,0106, dan 0,0465. Korelasi antara kadar aktual dan kadar prediksi lebih dari 0,99. Analisis spektra <sup>1</sup>H-NMR dengan PLS-DA menghasilkan nilai R<sup>2</sup>X(*cum*), R<sup>2</sup>Y(*cum*), dan Q<sup>2</sup>(*cum*) adalah 0,843, 0,834, dan 0,661, sedangkan dari hasil analisis spektra <sup>1</sup>H-NMR dengan OPLS-DA adalah 0,842, 0,835, dan 0,714. Tes permutasi yang dilakukan terhadap model PLS-DA dan OPLS-DA menunjukkan bahwa model tersebut valid.

**Kata kunci:** *Curcuma longa* Linn, autentikasi, FTIR, <sup>1</sup>H-NMR, kemometrik

## ABSTRACT

Turmeric (*Curcuma longa* Linn) is a herbaceous plant which has high economic value. To increase profit, turmeric powders were mixed with other *Curcuma* powder, namely java turmeric (*Curcuma xanthorrhiza*) and white turmeric (*Curcuma zedoaria*) found in turmeric powder sold in India. To ensure the authenticity and purity of turmeric powder, an analytical method for authentication of turmeric from closely related species is needed. Fourier Transform Infrared (FTIR) and Proton Nuclear Magnetic Resonance (<sup>1</sup>H-NMR) spectroscopy combined with chemometric have been used for authentication plant. In order to find out the correlation between decreasing curcuminoid content in adulterated turmeric powder and spectra obtained from spectrophotometer FTIR and spectrometer <sup>1</sup>H-NMR, an analytical method for determination the content of curcumin (C), demethoxycurcumin (DMC), and bisdemethoxycurcumin (BDMC) in turmeric needs to be developed using thin layer chromatography (TLC)-densitometry.

This study had several steps, such as determination curcuminoid content in ethanol extract turmeric, examination turmeric powder using spectrophotometer FTIR and spectrometer <sup>1</sup>H-NMR, and analysis FTIR spectra using PCA, PLS-DA, and PLS-R, and analysis <sup>1</sup>H-NMR spectra using PCA, OPLS-DA, and PLS-DA. Approximately 10 mg turmeric placed on diamond crystal in ATR compartment then scanned at wavelength number region 650-4000 cm<sup>-1</sup>. Curcuma powder extracted by methanol-d4 and buffer phosphate diluted by D<sub>2</sub>O containing TSP 1%. Next, the solution was vortexed and centrifugated. Supernatant were used to be analyzed in spectrometer <sup>1</sup>H-NMR.

Developed analytical method TLC-densitometry fulfilled all validation parameter. Total curcuminoid content in ethanol extract turmeric is 4.09-8.67%, whereas these in adulterated one is 0.43-5.42%. Spectra IR analysis in 1650-700 cm<sup>-1</sup> using PCA can separate turmeric, java turmeric, and white turmeric. PLS-DA model can classify sample to pure turmeric group or adulterated turmeric group precisely and accurately. The value of R<sup>2</sup> calibration, R<sup>2</sup> validation, RMSEC, and RMSEP for turmeric adulterated by java turmeric are 0.9997, 0.9970, 0.00794, and 0.0790 whereas those values for turmeric adulterated by white turmeric is 0.9995, 0.9965, 0.0106, and 0.0465. The correlation value between actual content and predicted content is more than 0.99. The value of R<sup>2</sup>X(*cum*), R<sup>2</sup>Y(*cum*), and Q<sup>2</sup>(*cum*) from spectra <sup>1</sup>H-NMR analysis using PLS-DA are 0.843, 0.834, 0.661, and 0.0465, whereas those value from them using OPLS-DA are 0.842, 0.835, and 0.714. PLS-DA and OPLS-DA model were validated by permutation test.

**Keywords:** *Curcuma longa* Linn, authentication, FTIR, <sup>1</sup>H-NMR, chemometrics.