

**AUTHENTICATION HORSE MILK FROM GOAT MILK AND COW MILK
USING FOURIER TRANSFORM INFRARED (FTIR) SPECTROSCOPY AND
GAS CHROMATOGRAPHY IN COMBINATION WITH CHEMOMETRICS
TECHNIQUE**

ABSTRACT

Horse milk (HM) is a more expensive and nutrient-rich kind of milk than other milk for enhancing health and less milk allergic. The high selling value of horse milk (HM) causes the potential to be adulterated with others, such as goat milk (GM) and cow milk (CM). This research is to characterize fatty acid profiles of HM, GM, and CM using Gas Chromatography and Flame Ionization Detector (GC-FID). Moreover, to develop an application of FTIR spectroscopy and chemometrics for discriminating HM and adulterated milk from GM and CM. The binary mixtures (HM-GM and HM-CM) were measured using FTIR spectroscopy with attenuated total reflectance (ATR) at mid-infrared regions of 4000-650 cm^{-1} .

Fatty acid profiles characterized HM, GM, and CM classes. The results of fatty acid profiles have a higher composition of SFA and MUFA in HM and GM, but CM has a higher level PUFA, namely α -linolenic acid. The linear discriminant analysis (LDA) at 1500-1000 cm^{-1} distinguished between HM and adulterant of GM or CM without any misclassification objects. The partial least square regression (PLSR) and principal component regression (PCR) successfully authenticated HM and adulterant milk to the relationship between actual values of CM and FTIR predicted values. The PLSR provided the best accuracy and precision to investigate HM from GM using 2nd derivative spectra at 3200-2800 and 1300-1000 cm^{-1} . The calibration and validation models obtained R^2 values of 0.9995 and 0.9612 with RMSEC and RMSEP values of 0.0093 and 0.0794. For HM and HM adulterated with CM, the result of the PLSR model using spectra at 3800-3000 and 1500-1000 cm^{-1} offered R^2 of >0.99 in calibration and validation models with low errors of RMSEC (0.0164) and RMSEP (0.0336). In conclusion, FTIR spectroscopy and chemometrics were reliable methods for the authentication of HM from GM and CM.

Keywords: Horse milk, adulterant, FTIR, chemometric, gas chromatography.

*AUTENTIKASI SUSU KUDA DARI SUSU KAMBING DAN SUSU SAPI
MENGUNAKAN SPEKTROSKOPI FOURIER TRANSFORM INFRARED
(FTIR) DAN GC-FID DIKOMBINASI DENGAN METODE KEMOMETRIKA*

INTI SARI

Susu kuda (HM) merupakan susu yang mahal dan kaya nutrisi dibandingkan dengan susu lainnya untuk meningkatkan kesehatan dan rendah alergi susu. Nilai jual susu kuda yang lebih tinggi berpotensi dipalsukan dengan susu lain seperti susu kambing (GM) dan susu sapi (CM). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan profil asam lemak dari HM, GM, and CM menggunakan Kromatografi Gas-Detector Ionisasi Nyala (KG-DIN). Selain itu, untuk mengembangkan aplikasi spektroskopi FTIR and kemometrika untuk mendiskriminasikan HM and pemalsu dari GM dan CM. Sampel campuran biner (HM-GM dan HM-CM) diukur menggunakan spektroskopi FTIR dengan attenuated total reflectance (ATR) pada daerah mid-inframerah $4000-650\text{ cm}^{-1}$.

Profil asam lemak mengkarakterisasi kelas HM, GM, dan CM. Hasil diperoleh profil asam lemak memiliki komposisi SFA dan MUFA yang lebih tinggi pada HM dan GM, sedangkan CM memiliki kadar PUFA tinggi yakni asam α -linolenat. Analisis diskriminan linier (LDA) pada $1500-1000\text{ cm}^{-1}$ dapat membedakan antara HM dengan pemalsu oleh GM atau CM diperoleh tanpa kesalahan klasifikasi objek. Regresi kuadrat terkecil parsial (PLSR) dan regresi komponen utama (PCR) berhasil mengautentikasi HM dan susu pemalsu terhadap hubungan antara nilai aktual CM dan nilai prediksi FTIR. PLSR memberikan akurasi dan presisi terbaik untuk menyelidiki HM dari GM menggunakan spektrum turunan kedua pada $3200-2800$ dan $1300-1000\text{ cm}^{-1}$. Model kalibrasi dan validasi diperoleh nilai R^2 sebesar 0.9995 dan 0.9612 dengan nilai RMSEC dan RMSEP sebesar 0,0093 dan 0,0794. Untuk HM dan HM yang dipalsukan dengan CM, model PLSR menggunakan spektrum FTIR normal pada $3800-3000$ dan $1500-1000\text{ cm}^{-1}$ menghasilkan $R^2 > 0,99$ dalam model kalibrasi dan validasi dengan nilai terkecil RMSEC dan RMSEP sebesar 0,0164 dan 0,0336. Dapat disimpulkan bahwa spektroskopi FTIR dan kemometrik merupakan metode yang efektif untuk otentikasi HM dari pemalsu GM dan CM.

Kata kunci: Susu kuda, pemalsu, FTIR, kemometrika, kromatografi gas.