

FOURIER TRANSFORM INFRA RED SPECTROSCOPY UNTUK IDENTIFIKASI MINYAK BABI DALAM MINYAK BUMBU MIE INSTAN IMPOR

Pri Iswati Utami, Ika Ryandita, Elza Sundhani

Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. Raya Dukuwaluh, PO BOX 202, Kembaran, Banyumas 53183, Indonesia
Email : priiswatiutami@ump.ac.id

ABSTRAK

Mie instan impor yang beredar terkadang tidak mencantumkan label halal. Identifikasi bahan tidak halal khususnya babi penting dilakukan untuk membantu masyarakat memperoleh produk halal. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi minyak babi dalam minyak bumbu mie instan impor menggunakan metode spektrofotometri *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) yang dikombinasikan dengan kemometrik *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Partial Least Square* (PLS). Sampel kalibrasi dibuat dengan variasi minyak babi dan minyak nabati. Masing-masing sampel kalibrasi dibuat spektrum FTIR pada bilangan gelombang 4000 – 650 cm⁻¹. Spektrum FTIR yang diperoleh menunjukkan adanya 2 pita serapan khas minyak babi, yaitu pada 1226,73 dan 1111 cm⁻¹. Analisis PCA menghasilkan *score plot* yang menunjukkan terpisahnya minyak babi dan minyak kedelai di kuadran yang berbeda. Analisis PLS menghasilkan persamaan $Y = 0,9921x + 0,3963$ dengan nilai R² 0,992103 ; nilai RMSEP 0,0072 dan nilai RMSEC 2,1998. Hasil penentuan *Limit of Detection* (LOD) menunjukkan bahwa metode FTIR mampu mendeteksi minyak babi dalam sampel kalibrasi pada konsentrasi 1%. Hasil analisis terhadap sampel minyak bumbu pada lima merek sampel mie instan impor menunjukkan tidak ada sampel yang terdeteksi adanya minyak babi.

Kata Kunci : babi, minyak, mie impor, spektroskopi FTIR, PCA, PLS

ABSTRACT

Many imported instant noodles are not labeled halal. Identification of non-halal ingredients, especially pork derivatives, is very important to ensure the halal status of a product. The purpose of this study was to identify pork oil in imported instant noodles using Fourier Transform Infra Red (FTIR) spectrophotometry method combined with Principal Component Analysis (PCA) and Partial Least Square (PLS). The Calibration samples were prepared by varying pork and soybean oil. The FTIR spectrum of each sample was recorded at 4000 - 650 cm⁻¹. The FTIR spectrum showed that there were 2 typical absorption bands of pork oil, namely at 1226.73 and 1111 cm⁻¹. PCA analysis resulted in a plot score that showed the separation of pork and soybean oil in different quadrants. The PLS analysis produces the equation $Y = 0.9921x + 0.3963$ with a value of R² 0.992103; RMSEP value 0.0072 and RMSEC value 2.1998. The determination of Limit of Detection (LOD) shows that the FTIR method is able to detect pork oil in calibration samples at a concentration of 1%. The results of the analysis of seasoning oil samples in five brands of imported instant noodles showed that there were no samples detected in pork oil.

Keywords : pork, imported instant noodle, FTIR, PCA, PLS

PENDAHULUAN

Majelis Ulama Indonesia (MUI) memberikan fatwa bahwa produk makanan yang mengandung bahan yang dibuat dengan melibatkan bagian babi hukumnya haram (Rasyid, 2015). Turunan babi yang dapat dicampurkan dalam makanan yaitu bagian daging babi (*pork*), lemak babi (*lard*) dan gelatin (Susilo, 2007).

Suatu produk dikatakan halal jika telah memiliki sertifikat halal yang dikeluarkan oleh Lembaga Pengkajian Pangan, Obat-obatan, dan Kosmetika Majelis Ulama Indonesia (LPPOM-MUI). Adanya sertifikat halal dapat melindungi masyarakat muslim dari produk-produk tidak halal. Label halal menjadi sangat penting bagi masyarakat karena merupakan hal bagi masyarakat muslim (Aisyah, 2007). Salah satu produk makanan yang beredar di masyarakat dan kadang belum tercantum label halal pada kemasannya adalah produk impor seperti halnya mie instan impor.

Keberadaan lemak babi dalam suatu produk pangan dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti *Enzyme – Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) (Asensio *et al.*, 2008), *electrical nose* dan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) (Nurjuliana, *et al.*, 2011), *gold nanoparticle* (Ali, *et al.*, 2012), dan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) (Rosman, *et al.*, 2016). Analisis bahan tidak halal berbasis minyak dapat dilakukan juga dengan GC-MS (Utami, *et al.*, 2018.) Metode-metode tersebut memiliki kekurangan yaitu dalam hal waktu analisis yang lama dan mahalnya analisis. Salah satu metode lain yang dapat digunakan adalah dengan cara melihat pola spektrumnya menggunakan metode spektroskopi *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) (Hermanto, *et al.*, 2008).

Spektroskopi FTIR memiliki keunggulan dalam hal kecepatan, teknik yang non destruktif, dan memiliki sensitivitas yang baik. Teknik ini ini ramah lingkungan karena menggunakan reagen kimia dan pelarut yang relatif sedikit pada prosesnya (Blanco, 2007). Saat ini FTIR digunakan luas dalam bidang farmasi, makanan, lingkungan, dan sebagainya (Che Man *et al.*, 2010). FTIR digunakan juga untuk analisis lemak babi dalam coklat (Suparman *et al.*, 2015) dan daging babi dalam bakso (Rohman *et al.*, 2011). Sepanjang peneliti ketahui, belum ada data penggunaan FTIR untuk analisis lemak babi dalam minyak bumbu produk mie instan.

Spektrum FTIR adalah cara yang efektif untuk analisis kualitatif dan kuantitatif, termasuk analisis lemak dan minyak. Salah satu teknik analisis data spektrum FTIR adalah dengan menggunakan kemometrik khususnya teknik kalibrasi multivariat (Guntarti *et al.*, (2015).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kontaminasi minyak babi pada minyak bumbu pada mie instan impor yang beredar di supermarket Purwokerto menggunakan metode FTIR, dengan kombinasi kalibrasi multivariat PCA dan PLS.

METODE

Alat

Seperangkat alat spektrofotometer FTIR Shimadzu IR Tracher-100 yang dilengkapi dengan perangkat lunak *Lab Solution IR.*), Teknik penanganan sampel menggunakan lempeng kristal *Attenuated Total Reflection* (ATR), oven (Memmert), sentrifugator (PLC-03), timbangan analitik (Shimadzu TXB622L), dan alat - alat gelas (Pyrex).

Bahan

Jaringan adiposa babi diperoleh dari pemotongan babi di Jalan Pramuka, Purwokerto, minyak kedelai dan produk mie instan impor dari supermarket di Purwokerto, metanol, dan kloroform (E Merck) pro analisis.

. Produk mie instan impor dengan merek berbeda yang berlabel halal dan tidak berlabel halal. Berdasarkan survey, hanya terdapat 5 merek mie instan impor dan semua dianalisis.

Penyiapan Minyak Babi

Ekstraksi minyak babi menggunakan metode *Bligh and Dyer*. Jaringan adiposa babi ditimbang sebanyak ± 4 gram, dimasukkan ke dalam tabung sentrifugasi, ditambah 15 mL campuran kloroform - metanol (1 : 2 v/v), ditutup dengan aluminium foil, dan dipanaskan dalam *water bath* dengan suhu 60°C selama 10 menit. Kemudian di-vortex mixer selama 5 menit, disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Supernatan dipindahkan ke corong pisah melalui kertas saring. Residu diekstraksi kembali dengan cara yang sama. Supernatan digabungkan ke dalam corong pisah, kemudian ditambah 5 ml akuades dan dikocok perlahan, selanjutnya sistem dibiarkan memisah. Dipisahkan fase kloroform dan diuapkan (Waskitho *et al.*, 2016).

Penyiapan Minyak Kedelai

Digunakan minyak kedelai dalam bentuk kemasan yang ada di pasaran. Diambil 20 ml kemudian dimasukkan dalam wadah tertutup rapat. Minyak tersebut disimpan sampai digunakan untuk analisis spektrum serapan FTIR.

Ekstraksi minyak dari sampel bumbu mie instan

Sebanyak 15 mL minyak bumbu mie instan dimasukan ke dalam tabung sentrifugasi, dan dilakukan ekstraksi dengan cara yang sama seperti pada penyiapan minyak babi **Pembuatan Sampel Kalibrasi dan Validasi**

Pembuatan sampel kalibrasi dan validasi berupa pembuatan seri konsentrasi minyak babi dan minyak kedelai (tabel 1).

Tabel 1. Sampel kalibrasi campuran minyak babi dan minyak kedelai

Formula	Minyak babi (μL)	Minyak kedelai (μL)	Konsentrasi (% Babi - % Kedelai)
F1	1000	0	100 - 0
F2	900	100	90 - 10
F3	800	200	80 - 20
F4	700	300	70 - 30
F5	600	400	60 - 40
F6	500	500	50 - 50
F7	400	600	40 - 60
F8	300	700	30 - 70
F9	200	800	20 - 80
F10	100	900	10 - 90
F11	0	1000	0 - 100

Penentuan Batas Deteksi

Penentuan konsentrasi minimum yang masih bisa dideteksi dilakukan dengan membuat seri konsentrasi di bawah 5% minyak babi dalam minyak kedelai yaitu dengan konsentrasi 1, 2, 3 dan 4% kandungan minyak babi dalam minyak kedelai (Rohman *et al.*, 2011).

Analisis dengan Spektroskopi FTIR

Sampel kalibrasi yang telah dibuat dan sampel minyak yang telah diekstraksi masing-masing diletakkan pada plat ATR. Kemudian melakukan optimasi dengan cara melakukan *scanning* sebanyak 32 kali pada kisaran bilangan gelombang 4000 – 650 cm⁻¹ dengan resolusi 16 cm⁻¹. Setiap selesai pengukuran, plat dibersihkan dengan n-heksan sebanyak dua kali hingga tidak ada minyak yang tertinggal, lalu dikeringkan dengan tisu.

Analisis Hasil

Data spektrum FTIR yang diperoleh dianalisis dengan kemometrik yaitu PCA dan PLS.

Analisis kualitatif menggunakan PCA untuk mengklasifikasikan minyak babi dan minyak kedelai sehingga dapat diketahui ada atau tidaknya kandungan minyak babi di dalam sampel. Diambil data absorbansi yang kemudian dianalisis dan menghasilkan *score plot*.

Analisis kuantitatif dengan menggunakan PLS dari data spektrum sampel kalibrasi akan diperoleh nilai prediksi. Analisis dilakukan untuk menghasilkan regresi linier. Nilai *Root Mean Square Error of Calibration* (RMSEC) dari PLS digunakan untuk menunjukkan model kalibrasi yang baik dengan rumus (Setyaningrum *et al.*, 2013)

$$RMSEC = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{nilai sebenarnya} - \text{nilai terukur})^2}{N - f - 1}}$$

Keterangan :

N = Jumlah sampel dalam kalibrasi

f = Jumlah faktor yang digunakan dalam model kalibrasi
 Selanjutnya menghitung *Root Mean Square Error of Prediction* (RMSEP) dan koefisien determinasi (R^2) sebagai kriteria validasi.

$$RMSEP = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{nilai sebenarnya} - \text{nilai terukur})^2}{M-1}}$$

Keterangan :

M = Jumlah sampel yang validasi

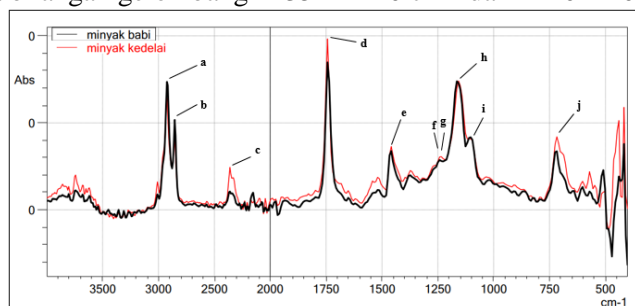
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyiapan Sampel Kalibrasi

Ekstraksi jaringan adiposa babi dengan *Bligh and Dyer* menghasilkan minyak berwarna kuning muda dan tidak mudah membeku pada suhu kamar. Minyak babi yang dihasilkan kemudian dibuat menjadi sampel kalibrasi dan validasi dengan memvariasikan jumlahnya seperti yang terdapat di tabel 1. Hal ini bertujuan untuk memperoleh konsentrasi yang bertingkat untuk dijadikan model kalibrasi dan validasi.

Analisis Menggunakan FTIR

Analisis FTIR dilakukan berdasarkan adanya gugus fungsional yang khas (sidik jari) pada minyak babi dan minyak kedelai yang dibaca pada bilangan gelombang 4000 - 650 cm^{-1} . Spektrum FTIR minyak babi memiliki area spesifik yang tidak muncul dalam spektrum FTIR dari minyak lain, yaitu puncak khas pada bilangan gelombang 1235 - 1220 cm^{-1} dan 1120 - 1095 cm^{-1} .



Gambar 1. Spektrum FTIR minyak babi dan minyak kedelai pada bilangan gelombang 4000 - 650 cm^{-1} . Daerah khas babi pada titik g (1226,73 cm^{-1}) dan i (1111 cm^{-1}).

Puncak spesifik minyak kedelai terletak pada daerah bilangan gelombang 2360,87 cm^{-1} disebabkan adanya vibrasi ulur dengan gugus fungsi -O-H dari asam karboksilat (Segneanu *et al.*, 2012), yang memperlihatkan adanya puncak yang lebih tinggi daripada puncak pada spektrum minyak babi. Intensitas yang tinggi pada spektrum juga menunjukkan nilai absorbansi yang tinggi pada minyak kedelai. Semakin tinggi nilai absorbansi maka kandungan asam lemak tak jenuh semakin tinggi (Forfang *et al.*, 2017). Hal tersebut menunjukkan kandungan asam lemak tak jenuh pada minyak kedelai lebih tinggi dibandingkan dengan minyak babi.

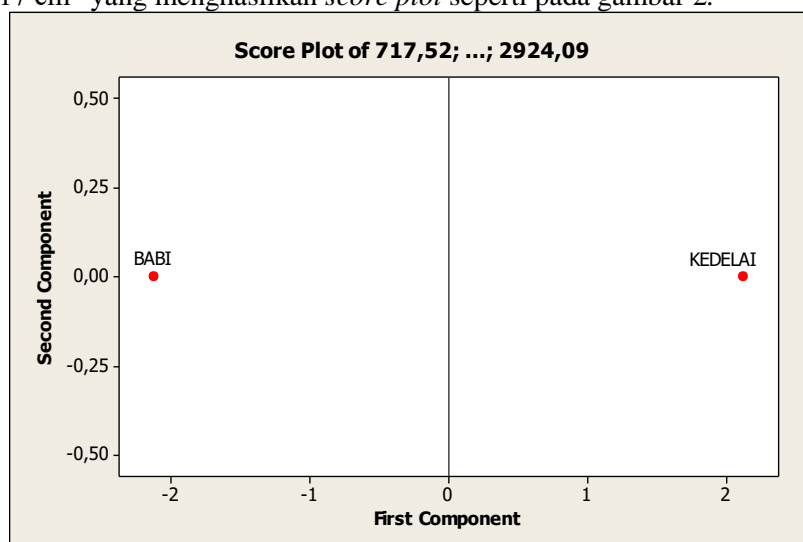
Tabel 2. Hasil identifikasi gugus fungsional pada spektrum FTIR minyak babi dan minyak kedelai (Guntarti *et al.*, 2015); (Ramli *et al.*, 2015); (Rohman *et al.*, 2011); (Rohman *et al.*, 2014); (Segneanu *et al.*, 2012).

Pita	Minyak babi (cm ⁻¹)	Minyak kedelai (cm ⁻¹)	Gugus fungsi	Jenis vibrasi	Referensi
a	2924,09	2924,09	-C-H (CH ₂)	Uluran (asymmetrical)	(Waskitho <i>et al.</i> , 2016)
b	2854,65	2854,65	-C-H (CH ₂)	Uluran (symmetrical)	(Waskitho <i>et al.</i> , 2016)
c	-	2360,87	-O-H dari asam karboksilat	Uluran	(Segneau <i>et al.</i> , 2012)
d	1743,65	1743,65	Karbonil (C=O) dari triasilgliserol ester	Uluran	(Rohman <i>et al.</i> , 2011)
e	1458,18	1458,18	-C-H (CH ₂ , CH ₃)	Tekuk	(Ramli <i>et al.</i> , 2015)
f	1234,44	1234,44	-C-O pada ester	Uluran	(Rohman <i>et al.</i> , 2014)
g	1226,73	-	-C-O pada ester	Uluran	(Rohman <i>et al.</i> , 2014)
h	1157,29	1157,29	-C-O pada ester	Uluran	(Rohman <i>et al.</i> , 2011)
i	1111	-	-CH	Tekuk	(Rohman <i>et al.</i> , 2011)
i	-	1095,57	-CH	Deformasi asam lemak	(Rohman <i>et al.</i> , 2014)
j	717,52	717,52	-CH=CH-	Tekuk keluar dari bidang	(Guntarti <i>et al.</i> , 2015)

Puncak spesifik minyak babi terletak pada daerah bilangan gelombang 1226,73 cm⁻¹ yang disebabkan vibrasi ulur -C-O pada ester (Rohman *et al.*, 2014). Puncak pada bilangan gelombang 1111 cm⁻¹ yang disebabkan vibrasi tekuk gugus -CH (Rohman *et al.*, 2011), berdekatan dengan bilangan gelombang 1095,57 cm⁻¹ yang disebabkan vibrasi deformasi -CH asam lemak (Rohman *et al.*, 2014) pada minyak kedelai.

Analisis Kualitatif Minyak Babi Menggunakan *Principle Component Analysis* (PCA)

PCA dilakukan terhadap spektrum FTIR pada rentang bilangan gelombang yang digunakan adalah 2924 – 717 cm⁻¹ yang menghasilkan *score plot* seperti pada gambar 2.



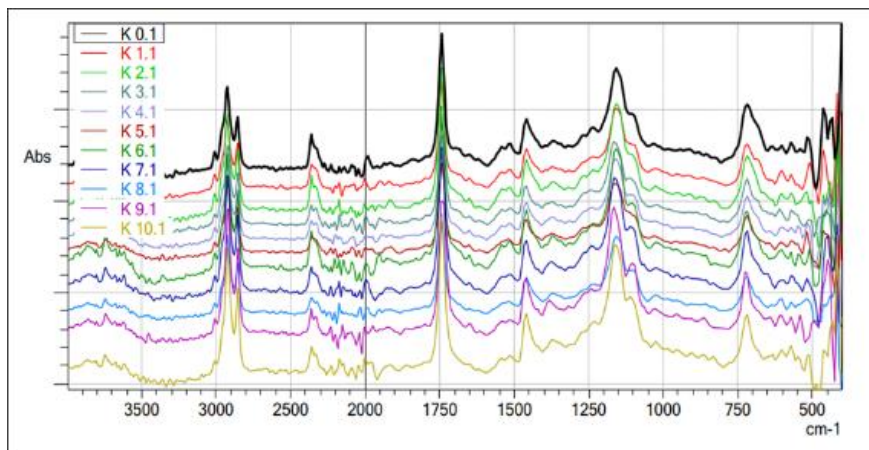
Gambar 2. Hasil *Score plot* minyak babi 100% dan minyak kedelai 100% secara kualitatif menggunakan PCA.

Score plot menunjukkan bahwa antara minyak babi dan minyak kedelai berada pada 2 kuadran yang berbeda. Terpisahnya titik-titik tersebut membuktikan terpisahnya minyak babi dan minyak kedelai secara berkelompok. Menurut Rohman (2014) hal tersebut dapat memberikan penjelasan

adanya perbedaan sifat fisika maupun sifat kimia antar kelompok, dalam hal ini adalah minyak babi dan minyak kedelai.

Analisis Kuantitatif Minyak Babi Menggunakan *Partial Least Square (PLS)*

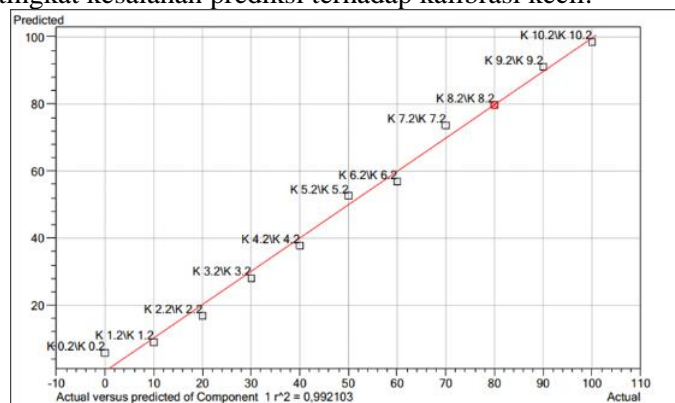
Analisis PLS menggunakan spektrum FTIR dari sampel kalibrasi dengan seri konsentrasi minyak babi dalam campuran minyak kedelai pada konsentrasi 0 – 100% (v/v) yang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Spektrum FTIR kalibrasi konsentrasi 0 – 100% minyak babi dalam minyak kedelai pada bilangan gelombang 4000 – 650 cm^{-1} .

PLS juga dilakukan terhadap spektrum FTIR sampel kalibrasi pada rentang bilangan gelombang 2924 – 717 cm^{-1} . Rentang bilangan gelombang dipilih karena menghasilkan nilai R^2 yang tinggi dan *Root Mean Square Error of Prediction (RMSEP)* yang kecil, menunjukkan model kalibrasi PLS yang baik (Suparman *et al.*, 2015).

Hasil PLS menunjukkan nilai prediksi yang baik yaitu $Y = 0,9921x + 0,3963$ dengan nilai R^2 0,992103 (gambar 4). Hasil nilai RMSEP 0,0072 dan RMSEC 2,1998. Nilai R^2 yang cukup tinggi (mendekati 1) menandakan bahwa spektroskopi FTIR mampu memprediksi konsentrasi minyak babi 0 – 100% dalam minyak kedelai dengan baik. Nilai RMSEP dan RMSEC tersebut (mendekati 0) menunjukkan bahwa tingkat kesalahan prediksi terhadap kalibrasi kecil.

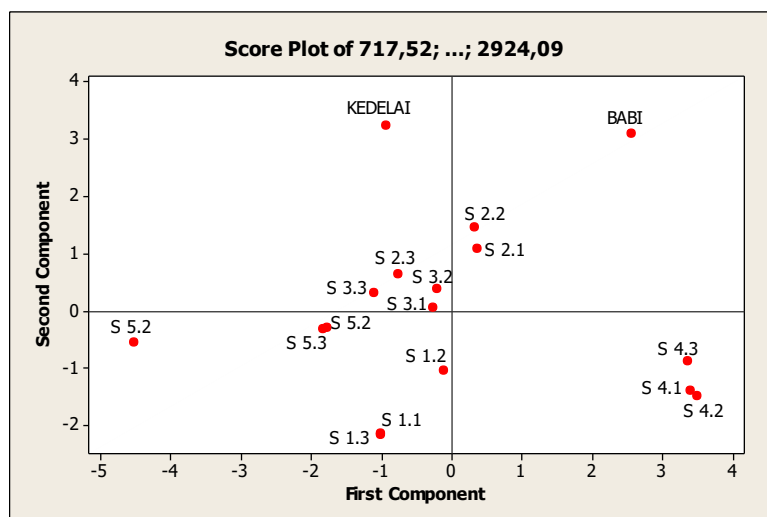


Gambar 4. Kurva kalibrasi hubungan antara kadar sebenarnya (x) minyak babi dengan nilai prediksi analisis PLS (y) menghasilkan persamaan $Y = 0,9921x + 0,3963$ dengan nilai R^2 0,992103.

Selanjutnya model PLS untuk penentuan batas deteksi (LOD) diperoleh persamaan $Y = 0,9834x + 0,0425$ ($R^2=0,985064$). Diperoleh nilai RMSEP sebesar 0,0112. Hal tersebut menunjukkan konsentrasi minyak babi dengan konsentrasi 1% masih dapat dideteksi secara FTIR.

Analisis Minyak Babi dalam Minyak Bumbu Mie Instan Impor

Spektrum minyak hasil ekstraksi bumbu pada 5 produk mie instan impor dilakukan analisis kualitatif menggunakan PCA (gambar 5). Hasil *score plot* PCA menunjukkan adanya pengelompokan sampel dengan standar minyak babi dan minyak kedelai yang terbagi dalam 4 kuadran.



Gambar 5. Hasil *score plot* PCA sampel dengan standar minyak babi 100% dan minyak kedelai 100%.

Jarak titik-titik pada *score plot* tersebut menunjukkan bahwa semakin dekat jarak titik sampel dengan titik standar minyak maka kedua titik tersebut saling mempengaruhi (Rohman, 2014). Pada sampel 1 replikasi 1, 2 dan 3 tidak berada pada kuadran minyak babi maupun minyak kedelai, hal tersebut kemungkinan karena sampel tersebut mengandung minyak lain selain minyak babi dan minyak kedelai. Pada sampel 2 replikasi 1 dan 2 terletak pada kuadran minyak babi tetapi letaknya berjauhan dengan titik minyak babi, sedangkan pada sampel 2 replikasi 1 terletak pada kuadran minyak kedelai tetapi letaknya berjauhan dengan titik minyak kedelai. Hal tersebut menandakan pada sampel 2 belum dapat dipastikan mengandung minyak babi. Semakin dekat jarak antar titik maka semakin dekat hubungan yang dimiliki oleh sampel-sampel yang dianalisis (Rohman, 2014). Pada sampel 3 replikasi 1, 2 dan 3 terletak pada kuadran minyak kedelai tetapi letaknya berjauhan dengan minyak kedelai, hal tersebut dimungkinkan karena sampel 3 mengandung minyak lain selain minyak babi dan minyak kedelai. Pada sampel 4 dan 5 tidak terletak di kuadran minyak babi maupun kedelai. Hal ini juga dapat dimungkinkan karena pada sampel 4 dan 5 terdapat komposisi minyak lain selain minyak babi dan kedelai pada sampel.

Berdasarkan hasil analisis PCA tersebut, dapat dikatakan bahwa dari semua sampel yang dianalisis belum dapat mengklasifikasikan sampel terdapat kontaminasi minyak babi, dikarenakan letak sampel yang berjauhan pada titik minyak babi. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya komposisi minyak lain dalam sampel-sampel tersebut, dan dapat diartikan bahwa tidak ada sampel yang mengandung minyak babi. Hal tersebut diperkuat jika dilihat pada spektrum dimana tidak ada puncak pada bilangan gelombang spesifik minyak babi yaitu 1226,72 dan 1111 cm^{-1} . Metode konfirmasi dalam hal ini diperlukan untuk mendukung hasil analisis tersebut dan membuktikan benar-benar tidak adanya kontaminan minyak babi dalam sampel minyak bumbu pada mie instan impor.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa metode spektroskopi FTIR yang dikombinasikan dengan PCA dan PLS dapat digunakan sebagai analisis kualitatif dan kuantitatif

untuk analisis kontaminan minyak babi dalam minyak bumbu pada produk mie instan impor. Hasil analisis FTIR dan PCA terhadap 5 sampel produk mie instan impor menunjukkan bahwa tidak ada minyak bumbu pada sampel yang diklasifikasikan sebagai minyak babi. Metode konfirmasi diperlukan untuk mendukung benar-benar tidak adanya kontaminan minyak babi dalam sampel minyak mie instan impor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang telah memberikan pembiayaan sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Pemula: A.11-III/486-S.Pj./LPPM/XI/2017 tanggal 30 November 2017

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, M. (2007). Pengaruh Labelisasi Halal Terhadap Keputusan Pembelian Produk Mi Instan Indofood. *Etikonomi*, **6**, No. 2 Desember 2007, 171-188
- Ali, M. E., Hashim, U., Mustafa, S., Che Man, Y. B., and Islam, K. N. (2012). Gold nanoparticle sensor for the visual detection of pork adulteration in meatball formulation. *J. Nanomaterials*, 2012.
- Asensio, L., González, I., García, T., and Martín, R. (2008). Determination of food authenticity by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Food Control*, 19(1), 1–8.
- Blanco, M., Bautista, M., and Acalá, M. (2007). Preparing calibration sets for use in pharmaceutical analysis by NIR spectroscopy. *J. of Pharmaceut. Sci.* Volume **97**, Issue 3 March 2008
- Che Man, Y.B., Syahariza, Z.A., Rohman, A. (2010). *Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy: Development, Techniques, And Application In The Analyses of Fats and Oils*. Oliver J. Ress (Ed.). New York: Nova Science Publishers
- Forfang, K., Zimmermann, B., Kosa, G., Kohler, A., and Shapaval, V. (2017). FTIR spectroscopy for evaluation and monitoring of lipid extraction efficiency for oleaginous fungi. *PLoS ONE*, **12**(1), 1–17
- Guntarti, A., Martono, S., Yuswanto, A., & Rohman, A. (2015). FTIR Spectroscopy in Combination with Chemometrics for Analysis of Wild Boar Meat in Meatball Formulation. *Asian J. Biochem*, **10**(4), 165–172. <https://doi.org/10.3923/ajb.2015.165.172>
- Hermanto, S., and Anna, M. (2008). *Profil dan Karakteristik Lemak Hewani (Ayam, Sapi, Babi) Hasil Analisa FTIR dan GCMS*. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- LPPOM-MUI 2014 : Pentingnya Sertifikasi Halal dan Sistem Jaminan Halal (2017). Retrieved 29 Desember, 2017 from Lembaga Pengkajian Pangan dan Kosmetika Majelis Ulama Indonesia Web site : http://www.halalmui.org/mui14/index.php/main/detil_page/8/23394/8/www.halalmui.or1/45Int ext citation: LPPOM-MUI 2014
- Nurjuliana, M., Che Man, Y. B., Mat Hashim, D., & Mohamed, A. K. S. (2011). Rapid identification of pork for halal authentication using the electronic nose and gas chromatography mass spectrometer with headspace analyzer. *Meat Science*, **88**(4), 638–644. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.02.022>
- Ramli, S., Talib, R. A., Rahman, R. A., Zainuddin, N., Othman, S. H., & Rashid, N. M. (2015). Detection of lard in ink extracted from printed food packaging using fourier transform infrared spectroscopy and multivariate analysis. *J. Spectroscopy*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/502340>
- Rasyid, M. H. (2015). Peranan Undang-Undang Jaminan Produk Halal dalam Menjamin Kehalalan Makanan dan Minuman. *Jurnal Syariah* 3, (November), 4–27.
- Rohman, A., Che Man, Y.B., (2011). Analysis of Lard in Cream Cosmetics Formulation using FT-IR

- Spectroscopy and Chemometrics. *Middle-East J Scientific Res.* **7(5)**:726-732.
- Rohman, A., Che Man, Y. B., Hashim, P., & Ismail, A. (2011). FTIR spectroscopy combined with chemometrics for analysis of lard adulteration in some vegetable oils. *CYTA – J. Food*, *9(2)*, 96–101.
- Rohman, A., Che Man, Y. B., & Puziah, H. (2011). FTIR spectroscopy combined with multivariate calibration for analysis of cod liver oil in binary mixture with corn oil. *Inter. Food. Res. J.*, **761(18)**, 757–761.
- Rohman, A., Gupitasari, I., Purwanto, Triyana, K., Rosman, A. S., Ahmad, S. A. S., & Yusof, F. M. (2014). Quantification of lard in the mixture with olive oil in cream cosmetics based on FTIR spectra and chemometrics for Halal authentication. *Jurnal Teknologi (Sciences and Engineering)*, *69(1)*, 113–119.
- Rohman, A. (2014). *Spektroskopi inframerah & Kemometrik untuk Analisis Farmasi, Edisi I*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Rosman, N. N., Mokhtar, N. F. K., Ali, M. E., Mustafa, S. (2016). Inhibitory Effect of Chocolate Components Toward Lard Detection in Chocolate Using Real Time PCR. *Inter. J. Food Properties*, *19(11)*, 2587–2595. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1137936>
- Segneanu, A. E., Gozescu, I., Dabici, A., Sfirloaga, P., & Szabadai, Z. (2012). *Organic Compounds FT-IR Spectroscopy*. Romania: INTECH.
- Setyaningrum, D. L., Riyanto, S., & Rohman, A. (2013). Analysis of corn and soybean oils in red fruit oil using FTIR spectroscopy in combination with partial least square. *Inter Food Res J*, *20(4)*, 1977–1981.
- Suparman, Rahayu, W. S., Sundhani, E., & Saputri, S.D., (2015). The use of Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and Gas Chromatography Mass Spectroscopy (GCMS) for Halal Authentication in Imported Chocolate with Various Variants. *J.Food Pharm.Sci*, *2*, 6–11.
- Susilo, A. (2007). Karakteristik Fisik Daging Beberapa Bangsa Babi. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak*, *2(2)*, 42–51.
- Utami, P.I., Rahayu, W.S., Nugraha, I., and Rochana, A.N., 2018, Fatty Acid Analysis of Lipid Extracted from Rats by Gas Chromatography-Mass Spectrometry Method, IOP Conf. Ser. : Mater. Sci. Eng. 288 012115
- Waskitho, D., Lukitaningsih, E., & Rohman, A. (2016). Analysis of Lard in Lipstick Formulation Using FTIR Spectroscopy and Multivariate Calibration : A Comparison of Three Extraction Methods. *J. Oleo Sci.*, *824(10)*