



ANALISIS LEMAK SAPI DAN LEMAK BABI MENGGUNAKAN GAS CHROMATOGRAPHY (GC) DAN FOURIER TRANSFORM INFRA RED SPECTROSCOPY SECOND DERIVATIVE (FTIR-2D) UNTUK AUTENTIFIKASI HALAL

Susy Yunita Prabawati^{1*)}, Imelda Fajriati¹⁾

¹⁾Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
Jl. Marsda Adisucipto, Yogyakarta 55281 Indonesia

^{*)}Penulis korespondensi: susyprabawati@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan analisis lemak sapi dan lemak babi menggunakan Gas Chromatography (GC) dan FTIR second derivative (2D). Penelitian dilakukan untuk mempelajari perbedaan karakteristik dan profil kedua lemak dalam proses autentifikasi halal. Sampel lemak dipisahkan menggunakan ekstraksi Soxhlet dengan pelarut n-heksana selama 2 jam. Hasil ekstraksi selanjutnya dianalisis menggunakan GC dan FTIR 2D. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, dengan GC didapatkan kandungan asam lemak jenuh (asam palmitat dan asam okta-dekanoat) pada lemak sapi lebih banyak daripada asam lemak jenuh pada lemak babi. Adapun kandungan asam lemak tak jenuh (asam oleat, linoleat dan asam linolenat) pada lemak babi lebih tinggi daripada lemak sapi. Hasil ini dibuktikan dengan profil spektra FTIR 2D, dimana munculnya serapan pada bilangan gelombang 3000-3010 cm^{-1} yang merupakan vibrasi ulur dari ikatan rangkap -C=CH cis pada profil spektra lemak babi, dan tidak nampak serapan pada bilangan gelombang tersebut pada profil lemak sapi. Dengan demikian, analisis lemak sapi dan lemak babi menggunakan GC dan FTIR 2D dapat digunakan untuk autentifikasi halal.

Kata kunci: Ekstraksi Soxhlet, GC, FTIR second derivative (2D), autentifikasi halal

Abstrak

It has been the analysis of beef fat and lard using Gas Chromatography (GC) and FTIR second derivative (2D). Aim of my study was conducted to study the differences in characteristics and second profiles of fat in the process of halal authentication. Fat samples were extracted using with n-hexane solvent for 2 hours. The extraction result were then analyzed using GC and 2D FTIR. The result showed that, with GC, saturated fatty acids in lard. The content of unsaturated fatty acids (oleic acid, linoleic acid and linolenic acid) in lard is higher than beef fat. The result is proven by 2D FTIR spectra profile, where the absorption at 3000-3010 cm^{-1} wave number stretching vibration of the double -C=CH cis bond on the profile of lard spectra, and does not appear to be absorbed at the wave number on the beef fat profile. Thus, analysis of beef fat and lard using 2D and FTIR can be used for halal authentication.

Keywords: Extraction, GC, FTIR second derivative (2D), halal authentication

PENDAHULUAN

Salah satu konsep halal dalam Islam adalah makanan haruslah tidak mengandung sedikitpun 'lard' atau lemak pangan yang diturunkan dari binatang babi. Kehadiran komponen lemak babi ini seringkali digunakan untuk menggantikan lemak sapi yang pada dasarnya berfungsi sama. Seberapapun kandungan lemak babi dalam bahan pangan akan membawa makanan tersebut menjadi haram untuk dikonsumsi, sehingga sangat perlu dilakukan uji kandungan kimiawi terhadap bahan pangan yang disinyalir tidak halal (Mursyidi, 2013).

Adanya komponen bahan makanan yang mengandung babi dalam bahan dan produk pangan dapat diidentifikasi melalui lemak, protein maupun DNA. Hasil analisis ini tidak serta merta menjawab persoalan status kehalalan makanan, akan tetapi diperlukan pengetahuan yang mendalam dan bekerjasama dengan ahli fikih dalam menentukan status makanan tersebut. Penentuan komposisi bahan pangan yang mengandung lemak babi serta membedakan dari lemak sapi juga bukanlah pekerjaan mudah, apalagi bila lemak babi tersebut telah menjadi produk bahan olahan sehingga diperlukan suatu metode analisis yang tepat untuk mengetahui dan membedakan produk olahan bahan pangan dari daging sapi dan daging babi. Informasi kehalalan suatu produk sangat diperlukan bagi konsumen dalam menentukan pilihan sebelum membeli dan atau mengkonsumsi pangan (Maulidia, 2013).

Beberapa metode analisis kimia telah tersedia dalam mendeteksi kandungan lemak hewani dalam makanan, meskipun dengan tingkat akurasi dan sensitivitas yang berbeda-beda (Che Man, 2010; 2011, Rohman, 2016). Kromatografi gas (GC), merupakan salah satu kromatografi yang dapat digunakan untuk pemisahan dan analisis suatu senyawa. GC dapat digunakan untuk menguji kemurnian dari bahan tertentu, atau memisahkan berbagai komponen dari campuran (Hilda, 2014).

Metode instrumental lain yang dapat digunakan dalam analisis lemak babi adalah metode Fourier Transform Infra-Red (FTIR) Spectroscopy. Metode FTIR ini merupakan metode identifikasi yang bersifat cepat, sederhana, mudah dan relative murah, bahkan dapat dilakukan uji sampel langsung tanpa melalui tahap preparasi kimia basah (wet chemistry) yang rumit (Matsjeh, 2011). Metode FTIR dapat memberikan hasil analisa lemak dari babi yang bercampur dengan lemak-lemak binatang lain secara konsisten, bahkan dengan kandungan yang sangat rendah karena memiliki kekhasan vibrasi ulur C-H pada sampel lemak babi yang berbeda dengan lemak hewani lainnya. Analisa menggunakan metode FTIR ini melibatkan basis data yang luas dengan analisa data menggunakan software yang telah disesuaikan (Jaswir, 2007).

Namun demikian, salah satu yang menyulitkan interpretasi spektra FTIR adalah perubahan

intensitas dan pergeseran serapan yang seringkali tidak terlihat dan saling tumpang tindih antara satu spektra dengan spektra yang lain (Fajriati, 2010). Oleh karena itu telah dikembangkan pula metode pengukuran kuantitatif asam lemak trans baru yang cepat melalui pengukuran ketinggian pita absorpsi asam lemak trans pada 966 cm^{-1} menggunakan metode turunan kedua atau second derivative (2D).

Metode 2D dilaporkan cukup akurat mengidentifikasi dan memisahkan adanya interferensi pita pada bilangan gelombang antara 962-956 cm^{-1} milik lemak jenuh, pada pita asam lemak trans pada bilangan gelombang 966 cm^{-1} . Keberhasilan pemisahan pita interferensi ini dapat meningkatkan sensitivitas dan akurasi penentuan asam lemak trans pada konsentrasi rendah dalam daging sapi ($\leq 0.5\%$ dari lemak total) (Mossoba, et al, 2007). Sejauh penelusuran pustaka, metode pendekatan 2D pernah dilakukan untuk identifikasi protein sapi dan babi (Baroroh, 2012). Identifikasi lemak sapi dan babi dengan metode 2D belum pernah dilaporkan karena sejauh penelusuran pustaka, penelitian identifikasi lemak sapi dan babi menggunakan FTIR dilakukan dengan first derivative (Vacawati, 2013; Hasanah, 2015).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan dari penelitian ini adalah lemak sapi dan lemak babi mentah segar yang diperoleh di pasar Beringharjo, n-heksan sebagai pelarut pada ekstraksi lemak. Bahan pembuat pellet padatan untuk instrumentasi FTIR adalah KBr. Peralatan yang digunakan adalah Spektrometer FTIR Varian 1000 dari Lab Kimia UIN Malang. Alat optiknya meliputi interferometer Michelson dengan cermin gerak udara, beam splitter KBr, dan detektor deuterated triglycerin sulfat (DTGS). Sebagai material background referensi digunakan udara ambient. Instrumentasi Kromatografi Gas (GC) dari LPPT UGM, Shimadzu 2010, Detektor FID, suhu: 260°C.

Prosedur

Ekstraksi Lemak Sapi dan Lemak Babi dengan Ekstraksi Soxhlet

Sebanyak 20 gram jaringan lemak sapi dan babi dipotong kecil kecil dan dimasukkan ke dalam selongsong. Selanjutnya selongsong dimasukkan ke dalam alat Soxhlet dan dilakukan ekstraksi masing-masing selama 120 menit pada suhu 65 °C. Ekstraktan kemudian didistilasi untuk memisahkan antara lemak dengan pelarutnya. Lemak yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105 °C. Proses ekstraksi lemak ini mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Buana (2018).

Analisis Lemak Sapi dan Lemak Babi menggunakan Kromatografi Gas (GC)

Diambil 0,5 mL sampel, ditambahkan 1,5 mL larutan Natrium metanolik, ditutup dan dipanaskan pada suhu 60 °C selama 5-10 menit sambil terus digojok. Setelah dingin, kemudian ditambahkan 2 mL Boron trifluoride metanoat, dipanaskan pada suhu 60 °C selama 5-10 menit. Larutan diekstrak dengan 1 mL Heptan dan 1 mL NaCl jenuh, lapisan atas diambil dan dimasukkan ke dalam Eppendorf, lalu diinjeksikan sebanyak 1 µL pada GC Shimadzu 2010, dengan kolom : HP-88 , panjang: 100 m.

Analisis Lemak Sapi dan Lemak Babi menggunakan Spektrofotometer FTIR 2D

Hasil ekstraksi lemak sapi dan lemak babi kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer FTIR. Spektra FTIR dikumpulkan pada rentang bilangan gelombang 4000-700 cm⁻¹, pada resolusi 4 cm⁻¹, scan dilakukan sebanyak 256 kali yang kemudian dijumlahkan dan dirata-ratakan. Analisa data spektra FTIR yang diperoleh dilakukan lebih lanjut dengan membuat kurva turunan kedua dari spektra, disebut metode Second Derivative (2D),

metode ini akan mempertajam puncak spektra dan memperbesar resolusi pemisahan spektra.

Identifikasi lebih dalam jenis vibrasi molekuler yang ditunjukkan oleh puncak spektra yang mengalami perubahan, dilakukan melalui kajian teori dan literatur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen dalam Ekstraksi Soxhlet lemak sapi dan lemak babi.

Metode ekstraksi Soxhlet dapat menghasilkan ekstraktan lemak yang cukup tinggi karena penggunaan pelarut yang sesuai sangat mempengaruhi rendemen ekstraksi. Mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Buana (2018), pelarut yang digunakan pada proses ekstraksi adalah pelarut n-heksan, karena bersifat inert atau tidak bereaksi dengan sampel, dan bersifat non polar dengan waktu ekstraksi selama 20 menit. Kedua sampel lemak yang digunakan berasal dari padatan lemak segar pada bagian paha bawah untuk mendapatkan kandungan asam lemak yang tinggi.

Hasil ekstraksi lemak sebagaimana terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Ekstraksi Lemak dengan Soxhlet per Gram

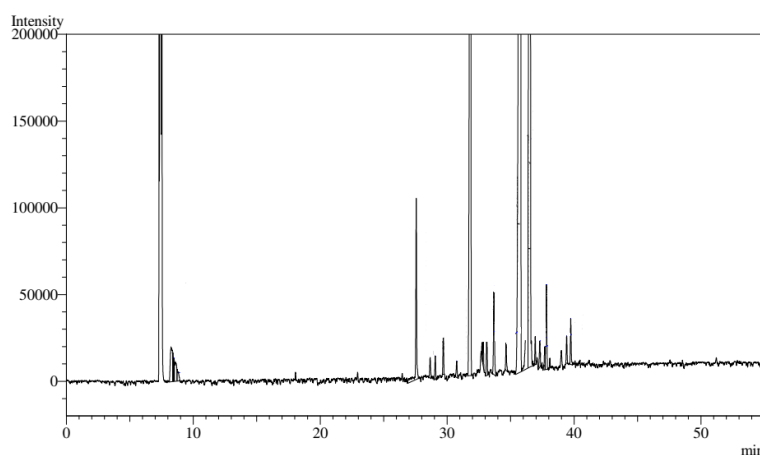
Jenis lemak	Hasil	
	Berat lemak (g)	Rendemen (%)
Lemak sapi	14,76	73,54
Lemak babi	7,54	37,27

Tabel 1 menunjukkan bahwa rendemen lemak sapi sebesar 73,54% lebih tinggi daripada lemak babi sebesar 37,27%. Hasil ini mengindikasikan bahwa pelarut n-heksana yang digunakan dalam ekstraksi Soxhlet memiliki tingkat kepolaran yang hampir sama dengan kepolaran lemak sapi. Kepolaran yang tidak sama dari lemak sapi dan lemak babi disebabkan karena kandungan asam lemak dalam kedua sampel lemak tersebut tidak sama. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh

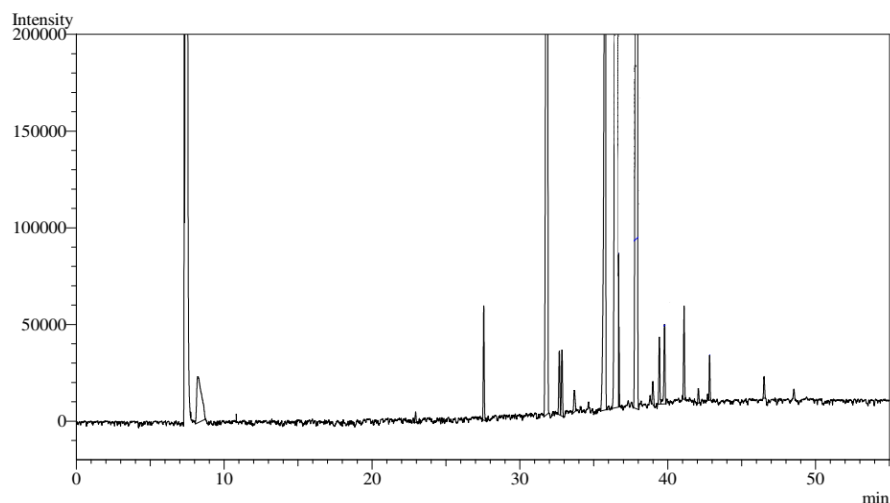
Rohman (2012) yang menginformasikan bahwa kandungan trigliserida dari lemak babi berbeda dengan lemak pada beberapa hewan lainnya.

Karakterisasi asam lemak dalam lemak sapi dan lemak babi menggunakan Kromatografi Gas

Karakterisasi berupa identifikasi asam lemak dalam kedua sampel lemak sapi dan lemak babi dari kromatogram disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Kromatogram asam lemak sapi



Gambar 2. Kromatogram asam lemak babi

Berdasarkan Gambar 1 dan 2, terlihat adanya puncak kromatogram asam lemak dengan profil yang relatif sama pada lemak sapi dan lemak babi. Profil asam lemak tersebut selanjutnya diinterpretasikan untuk mengetahui komposisi asam lemak yang terdapat dalam lemak sapi dan lemak

babi, dengan jenis asam lemak disebutkan dalam Tabel 2. Jenis-jenis asam lemak yang didapatkan dari interpretasi kromatogram didasarkan dari reference asam lemak standar.

Tabel 2. Komposisi asam lemak sapi dan asam lemak babi

Jenis Komponen	Rata-rata Konsentrasi (% relatif)	
	Lemak sapi	Lemak babi
Metil Butirat	2.69	1.83
Metil tetradekanoat	2.37	0.86
Metil pentadekanoat	0.51	-
Metil cis 10-Pentadekenoat	0.23	-
Metil Palmitat	21.43	19.63
Metil Palmitoleat	1.38	1.31
Metil heptadekanoat	1.43	0.39
Metil <i>cis</i> 10-Heptadekenoat	0.37	-
Metil Oktadekanoat	36.23	11.42
Metil <i>trans</i> -9-Elaidic	5.01	-
Metil <i>cis</i> -9-Oleat	24.45	35.99
Metil Linolelaidik	0.88	-
Metil Linoleat	1.59	25.31
Metil <i>cis</i> -11-eikosenoat	0.33	0.64
Metil Linolenat	0.55	0.83

Dari Tabel 2, terlihat bahwa kandungan asam lemak rantai pendek C8 – C12 sangat sedikit terdapat dalam kedua lemak. Hasil ini nampak pada puncak kromatogram pertama yang muncul pada waktu retensi 8,2 menit teramati sebagai asam lemak butirat (asam lemak rantai pendek, C₄H₈O₂), terdapat dalam jumlah yang relatif sedikit. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang telah dilaporkan oleh Hermanto (2008) dan Hilda (2014), bahwa kedua

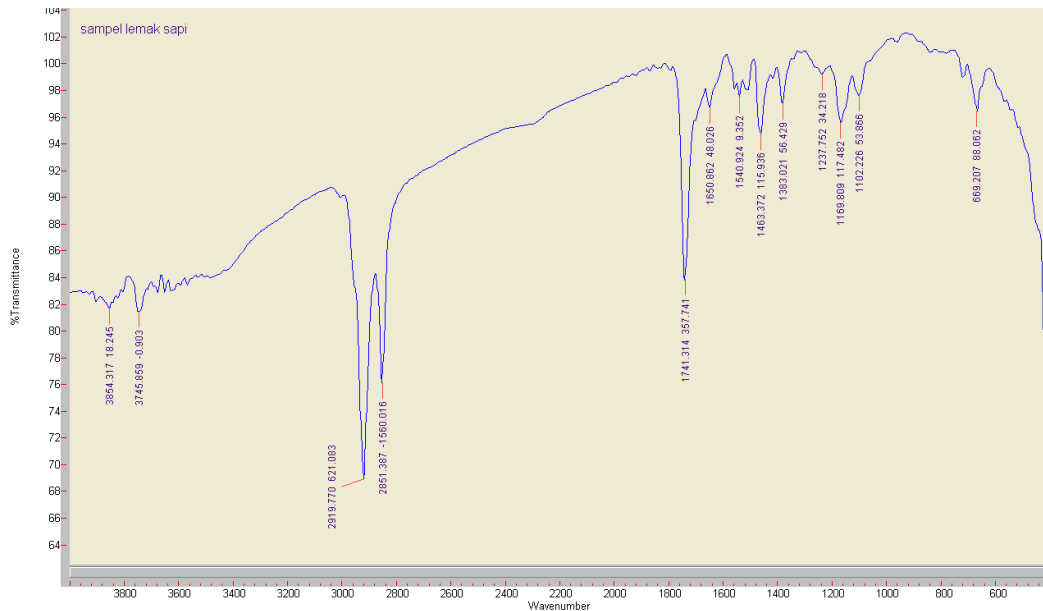
lemak baik sapi maupun babi merupakan asam lemak berantai panjang sehingga termasuk lemak padat.

Kromatogram pada lemak babi juga terlihat adanya puncak yang berkorelasi dengan puncak kromatogram asam lemak tak jenuh seperti asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat. Intensitas kromatogram asam tak jenuh tersebut lebih tinggi daripada dalam lemak sapi. Namun terdapat

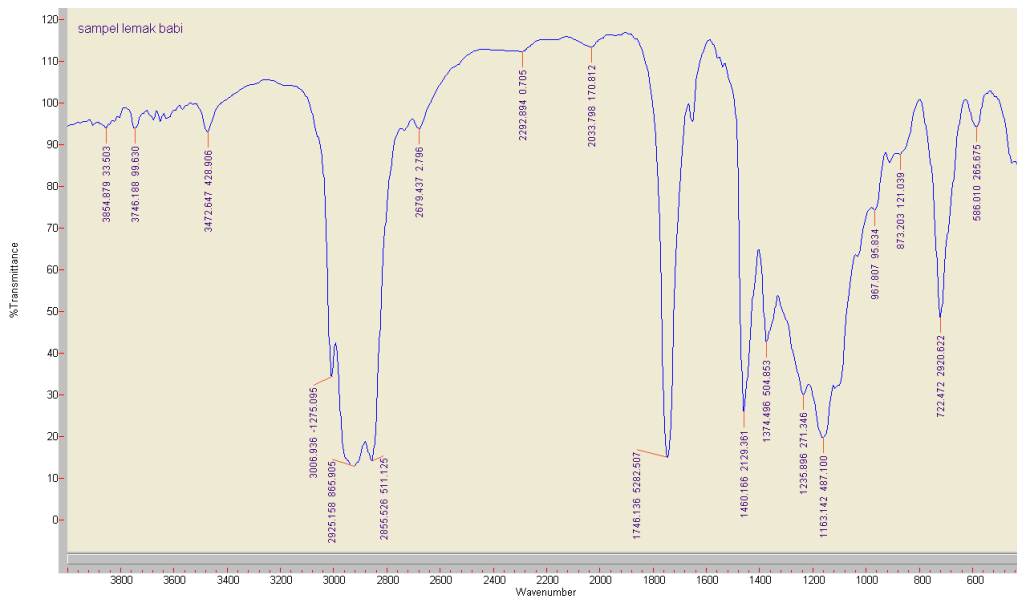
perbedaan kandungan asam lemak jenuh, dimana asam lemak jenuh pada lemak sapi seperti asam palmitat dan asam okta-dekanoat lebih tinggi dibandingkan dalam lemak babi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Hilda (2014).

Hasil analisis lemak sapi dan lemak babi menggunakan FTIR (2D)

Analisis sampel lemak sapi dan lemak babi menggunakan FTIR second derivative memang memberikan spektrum yang lebih tajam sehingga dapat memperjelas perbedaan serapan yang dihasilkan dari kedua jenis lemak tersebut. Seperti terlihat pada Gambar 3-6.



Gambar 3. Spektrum FTIR lemak sapi



Gambar 4. Spektrum FTIR lemak babi

Gambar 3 dan 4 merupakan spektrum FTIR normal dari lemak sapi dan lemak babi. Dari kedua spektrum terlihat adanya kemiripan serapan gugus fungsional. Hampir sulit melihat perbedaan puncak serapan dari kedua spektrum lemak tersebut, bahkan beberapa puncak serapan terlihat dengan intensitas

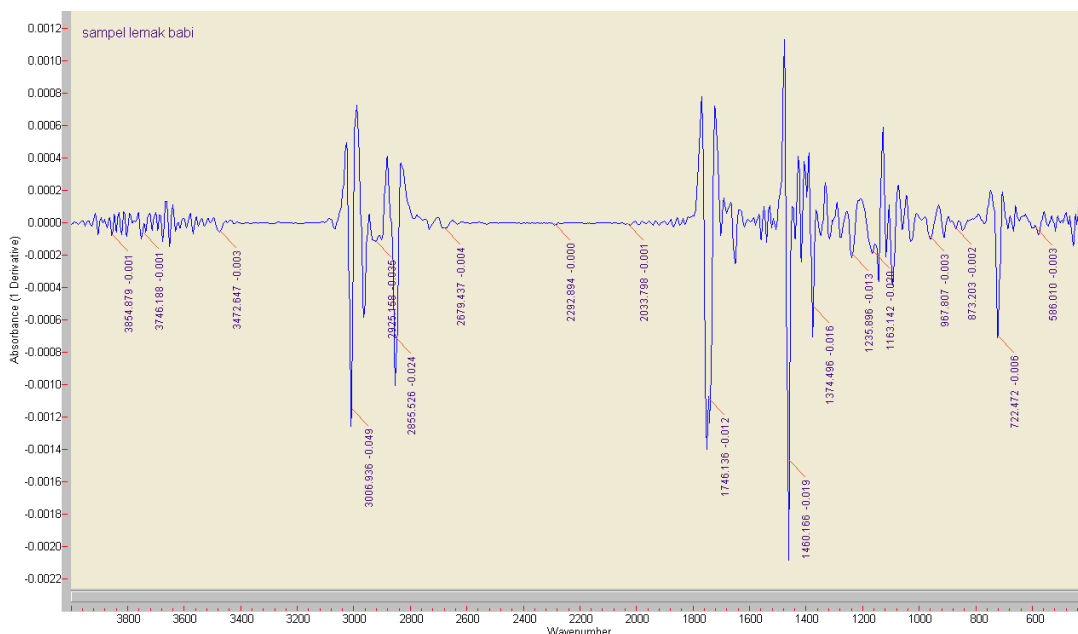
yang kecil. Seperti serapan pada bilangan gelombang 3006,9 cm⁻¹ pada spektrum lemak babi terlihat hampir tumpang tindih dengan serapan pada bilangan gelombang 2925 cm⁻¹. Hal ini dapat teratasi setelah dilakukan analisis dengan FTIR 2D, serapan terpisah dan terlihat lebih jelas.



Gambar 5. Spektrum FTIR second derivative lemak sapi

Berdasarkan analisis dari spektrum FTIR 2D sebagaimana terlihat pada Gambar 5 dan 6, lemak sapi dan lemak babi memiliki serapan yang hampir sama pada daerah bilangan gelombang antara 2919-2925 cm^{-1} dan 2851-2855 cm^{-1} yang merupakan karakteristik dari vibrasi ulur metilena ($-\text{CH}_2-$) dan metil ($-\text{CH}_3$). Adanya gugus metilena dan metil ini diperkuat dengan adanya pita serapan pada daerah sekitar 1450 cm^{-1} dan 1373 cm^{-1} yang muncul pada kedua jenis asam lemak dengan intensitas pita serapan yang lebih besar pada lemak babi. Hal

tersebut memiliki kesesuaian dengan hasil penelitian yang dikemukakan oleh Hasanah (2015) dan Rahayu (2018) bahwa pita serapan metilena dan metil diperkuat oleh pita serapan pada bilangan gelombang 1465 cm^{-1} dan 1373 cm^{-1} yang muncul pada kedua jenis asam lemak. Sementara serapan yang muncul pada bilangan gelombang sekitar 1741-1743 cm^{-1} , menunjukkan adanya pita serapan gugus karbonil ($\text{C}=\text{O}$) dari trigliserida pada kedua jenis asam lemak.



Gambar 6. Spektrum FTIR second derivative lemak babi

Perbedaan serapan spektra FTIR 2D dari kedua lemak lebih jelas terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis spektra FTIR 2D dari lemak sapi dan lemak babi

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)		Interpretasi	Keterangan
Lemak sapi	Lemak babi		
-	3006,9	Serapan vibrasi ulur C=CH <i>Cis</i>	Puncak serapan pada lemak babi terlihat tajam
2919	2925	Serapan vibrasi ulur -C-H (CH ₃)	Terdapat puncak serapan yang cukup tajam pada kedua asam lemak
2851	2855	Serapan vibrasi ulur -C-H (CH ₂)	Terdapat puncak serapan yang cukup tajam pada kedua asam lemak
1741	1746	Serapan vibrasi ulur -C=O (Ester)	Terdapat puncak serapan yang sangat tajam pada kedua asam lemak
1453	1450	-Serapan vibrasi tekuk -C-H (CH ₂)	Terdapat puncak serapan yang sangat tajam dengan intensitas serapan pada lemak babi lebih tinggi daripada lemak sapi
1383	1374	Serapan vibrasi tekuk -C-H (CH ₃)	Terdapat puncak serapan yang sangat tajam dengan intensitas serapan pada lemak babi lebih tinggi daripada lemak sapi

Dari Tabel 3, terlihat jelas perbedaan dari kedua spektra lemak tersebut yaitu serapan pada daerah bilangan gelombang 3010-3000 cm⁻¹ yang merupakan vibrasi ulur dari pita serapan C=CH *cis*. Pada lemak babi serapan tersebut muncul pada bilangan gelombang 3006,9 cm⁻¹, pita serapan ini terlihat cukup tajam, sementara pada lemak sapi tidak menunjukkan adanya serapan. Tingginya puncak serapan pada daerah tersebut menunjukkan adanya kandungan asam lemak tak jenuh terutama asam linoleat yang berkontribusi pada tingginya nilai absorbansi yaitu pada daerah C-H vibrasi ulur dari ikatan rangkap *cis* (Che Man dan Mirgani,

2011). Hal ini sesuai dengan penelitian (Irwandi, 2003) yang menyebutkan bahwa untuk sampel lemak babi, kandungan asam lemak tidak jenuh ganda (Polyunsaturated Fatty Acid) atau PUFA seperti asam linoleat dan asam linolenat jauh lebih besar daripada asam lemak jenuh tunggal (Mono Unsaturated Fatty Acid) atau Mufa. Hasil analisis spektrum FTIR 2D pada penelitian ini juga sejalan dengan hasil analisis menggunakan GC sebagaimana telah disebutkan di atas bahwa lemak babi memiliki kandungan asam lemak tak jenuh yang lebih tinggi daripada dalam lemak sapi.

KESIMPULAN

Spektra FTIR 2D dari lemak babi memberikan serapan yang cukup tajam pada daerah bilangan gelombang antara 3010-3000 cm⁻¹ yang merupakan vibrasi ulur dari pita serapan C=CH *cis*. Hal ini mengindikasikan bahwa lemak babi mengandung asam lemak tak jenuh yang lebih tinggi dibandingkan dengan lemak sapi. Hal ini diperkuat dengan hasil analisis GC yang menginformasikan bahwa kandungan asam lemak tak jenuh seperti asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat pada lemak babi lebih tinggi dibandingkan lemak sapi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada LPPM UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta atas bantuan dana penelitian yang telah diberikan melalui Hibah Penelitian tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

Baroroh, H., Hakim, A., (2012), 2D Infrared characteristic spectra pattern of type B porcine and bovine bone gelatin in low scan, Proceeding of Int'l Conference on Halal Science and Technology, July 4-6th, Denpasar, Bali, Indonesia.

Buana, D.L., Fajriati, I., (2018), Karakterisasi Lemak Sapi dan Lemak Babi dalam Bakso menggunakan FTIR Spectroscopy, disampaikan dalam Seminar Nasional Safety dan Halal, Pusat Kajian Halal, Universitas Diponegoro, Semarang, 26 Juli 2018.

Che Man, Y.B. and Mirghani, M.E.S., (2011), Detection of Lard Mixed with Body Fats of Chicken, Lamb, and Cow by Fourier Transform Infrared Spectroscopy, JAOCS. vol.78. no.7.

Che Man, Y.B. Sahriza, Z.A., and Rohman, A., (2010), Chapter 1. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy: development, techniques, and application in the analyses of fats and oils, in Fourier Infrared Spectroscopy edited by Oliver J. Riss, Nova Science Publisher New York: USA. (ISBN 978-1-61668-835.pp1-36.)

Fajriati, I., Aisyah, L., Hamidah, N., (2010), Karakterisasi Lemak dari Produk Olahan Daging Sapi dan Daging Babi (Studi Pendahuluan Analisis Kehalalan Bahan Pangan), Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian UIN Sunan Kalijaga.

- Hasanah, A.N.U., (2015), Karakterisasi Asam Lemak Sapi dan Asam Lemak Babi Secara Voltametri Siklik, Laporan Penelitian. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Hermanto S, Anna M, dan Rizkina H., (2008), Profil dan Karakteristik Lemak Hewani (Ayam, Sapi, dan Babi) Hasil Analisa FTIR dan GCMS, Laporan Penelitian. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Hilda, L., (2014), Analisis Kandungan Lemak Babi dalam Produk Pangan di Padangsidempuan Secara Kualitatif dengan Kromatografi Gas (GC). Tazkir. Vol. 9 No. Juli-Desember 2014.
- Irwandi J., Mighrani M. E. S., Hasan T. H., dan Said M. Z. M., (2003), Determination of Lard in Mixture of Body Fats of Mutton and Cow by Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Journal of Oleo Science. Vol 52 No. 12. 633-638.
- Jaswir, Irwandi, (2007), Metode Cepat Analisa Lemak Babi dengan FTIR, Halal Guide - Metode Cepat Analisa Lemak Babi dengan FTIR.htm.
- Matsjeh, S., Ratmoko, S., (2011), Penentuan kadar lemak babi dalam lemak sapi menggunakan spektrofotometri infra merah dan kromatografi gas cair. Prosiding Seminar Nasional Kimia. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Maulidia, R., (2013), Urgensi Regulasi dan Edukasi Produk Halal bagi Konsumen. Justitia Islamica, Vol. 10.No. 2. 359-390.
- Mursyidi, A., (2013), The Role of Chemical Analysis in the Halal Authentication of Food and Pharmaceutical Products. *J.FoodPharm.Sci.* 1. 1-4.
- Mossoba, M. M. , Kramer, J. K. G. , Milosevic, V. , Milosevic, M. and Azizian, H., (2007), Interference of Saturated Fats in the Determination of Low Levels of trans Fats (below 0.5%) by Infrared Spectroscopy. *J. Am. Oil Chem. Soc.* Vol. 84. 339-342.
- Rahayu,W.S., Rohman, A., Martono, S., Sudjadi. (2018), Application of FTIR Spectroscopy and Chemometrics for Halal Authentication of Beef Meatball Adulterated with Dog Meat. *Indones. J. Chem.*18. 2. 376-381.
- Rohman, A., Triyana, K., Sismindari., Erwanto, Y., (2012), Differentiation of lard and other animal fats based on triacylglycerols composition and principal component analysis, *International Food Research Journal* 19(2): 475-479.
- Rohman, Rohman, A., Arsanti, L., Erwanto, Y. and Pranoto, Y., (2016), The use of vibrational spectroscopy and chemometrics in the analysis of pig derivatives for halal authentication. *International Food Research Journal* 23.5.1839-1848.
- Vacawati, W.D., Kuswandi, B. Dan Wulandari L., (2013), Deteksi Lemak Babi dan Lemak Ayam menggunakan FTIR (Fourier Transform Infrared) dan Kemometrik sebagai Verifikasi Halal. Skripsi, Universitas Jember. Jember.
- Rohman, A., Triyana, K., Sismindari., Erwanto, Y., (2012), Differentiation of lard and other animal fats based on triacylglycerols composition and principal component analysis, *International Food Research Journal* 19(2): 475-479.