

Aplikasi metode FTIR kombinasi kemometrika untuk analisis lemak daging tikus pada *nugget* ayam

^{1,2*}Any Guntarti, ^{1,2}Mustofa Ahda, ^{1,2}Aprilia Kusbandari, ^{1,2}Dimas Tria Atmana

¹Faculty of Pharmacy, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta 55164, Indonesia

²Ahmad Dahlan Halal Center, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta,

Jl. Prof. Dr. Soepomo, Janturan, Yogyakarta 55164, Indonesia

email: any.guntarti@pharm.uad.ac.id

Submitted: 27-02-2020

Reviewed: 22-04-2020

Accepted: 28-09-2020

ABSTRAK

Indonesia termasuk di urutan ke 13 jumlah penduduk muslim terbesar di dunia, yang sangat memperhatikan halal haram pada makanan terutama *nugget*. *Nugget* merupakan makanan yang menjadi favorit bagi anak-anak. Beberapa pedagang dicurigai memalsukan atau mencampurkan *nugget* ayam dengan menggunakan daging lain, seperti daging tikus. Tujuan penelitian ini mengaplikasikan metode spektrofotometri *Fourier Transform Infra Red* dengan kemometrika untuk analisis lemak daging tikus pada *nugget*. Sampel referensi *nugget* ayam dan tikus dibuat variasi 7 konsentrasi, yaitu 0%, 25%, 35%, 50%, 65%, 75%, 100% dan 5 sampel kornet pasaran yang dibeli di wilayah Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta. Selanjutnya dilakukan ekstraksi dengan *Soxhlet*, pelarut *n*-heksan teknis, 4-5 jam pada suhu 69-70°C untuk memperoleh lemak. Lemak dianalisis menggunakan metode spektrofotometri FTIR untuk menghasilkan data spektra inframerah. Data tersebut kemudian dianalisis dengan kemometrika PLS dan PCA. Hasil Analisis diperoleh bilangan gelombang maksimal pada 900-1700 cm⁻¹. Analisis kemometrika PLS (*partial least square*), diperoleh model analisis dengan nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 0,9985 dengan persamaan $y = 0,9898x + 0,3985$ dan nilai parameter RMSEC 1,14%, RMSEP 0,67%, dan RMSECV 0,98%. Analisis dengan PCA (*principal component analysis*) antara *nugget* ayam 100% dan tikus 100% dapat dibedakan secara jelas. Metode spektrofotometri FTIR dapat digunakan untuk aplikasi analisis lemak daging tikus pada *nugget* ayam, yang dikombinasikan kemometrika PLS dan PCA pada bilangan gelombang 900-1700 cm⁻¹. Analisis PCA dengan 5 sampel pasaran menunjukkan bahwa *nugget* pasaran memiliki kemiripan sifat fisika kimia dengan *nugget* ayam 100%.

Kata kunci : FTIR, kemometrika, lemak, ayam, tikus

ABSTRACT

Indonesia is a country with the third-largest Muslim population in the world, which is very concerned about halal haram on food, one of them is *nugget*. *Nugget* is one of a favorite food for children in Indonesia. Some traders were suspected for faking or mixing chicken with other meat, such as rat. The purpose of this study was to apply the *Fourier Transform Infra Red* spectrophotometric method combined with chemometrics for the analysis of rat meat fat in *nuggets*. Chicken and rat *nugget* reference samples were made in 7 concentration variations (0%, 25%, 35%, 50%, 65%, 75%, 100%) and 5 commercial corned beef purchased in Umbulharjo, Yogyakarta. Soxhlet was extracted using *n*-hexane technical solvent for 4-5 hours at 69-70°C to obtain fat. Fat than analyzed using FTIR spectrophotometry method to produce infrared spectral data. The data then analyzed using PLS and PCA chemometrics. Results were obtained maximum wavenumber at 900-1700 cm⁻¹. Chemometrics analysis of PLS (*partial*

least square) obtained an analysis model with a coefficient of determination (R^2) of 0.9985 with the equation $y = 0.9898x + 0.3985$ and RMSEC parameter values 1.14%, RMSEP 0.67%, and RMSECV 0.98%. Analysis using PCA (Principal Component Analysis) between 100% chicken nuggets and 100% rat can be distinguished. The summary of this result showed that FTIR spectrophotometric method can be used for the application of rat meat fat analysis in chicken nuggets, which is combined with PLS and PCA chemometrics at wavenumbers 900-1700 cm^{-1} . PCA analysis with 5 market samples showed that the market nuggets had similar physical-chemical properties to 100% chicken nuggets.

Keyword : FTIR, chemometrics, fat, chicken, rat

PENDAHULUAN

Jumlah penduduk Indonesia termasuk sangat besar, dengan penganut muslim terbesar di dunia (Muslim dan Purwanto, 2013). Halal merupakan istilah di dalam agama Islam sebagaimana telah disebutkan dalam Al Quran surat Al Baqarah yang artinya “Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi”. (QS. Al-Baqarah: 168). Penyakit fisik dan mental/spiritual dapat terjadi karena makanan yang haram (Al Ashar, 2003). Beberapa contoh makanan instan adalah bakso, sosis, mi instant, *steak*, *nugget*, dan *burger*

Sebagai makanan yang siap saji, *nugget* sangat memudahkan konsumen dengan tingkat kesibukan yang semakin tinggi. Tetapi harga bahan dasar yang cukup mahal seperti daging ayam membuat produsen banyak mencampurnya dengan daging yang relatif lebih murah, salah satu kemungkinannya adalah dengan menggunakan daging tikus.

Proses pembuatan *nugget* dengan pemaniran dan penggorengan. Bahan yang digunakan dari bahan dasar hewani (Anonim, 2002). Contoh beberapa kasus di pasaran adalah pemalsuan *nugget* ayam yang berasal dari daging babi (Anonim, 2013), *nugget* dari bahan daur ulang (Anonim, 2011).

Lemak dengan titik lebur tinggi, bentuk fisiknya padat, kandungan asam lemak mempunyai jenis asam lemak jenuh tinggi. Lemak cair kandungan asam lemak tidak jenuhnya yang tinggi (Sudjadi dan Rohman, 2004). Urutan asam lemak, derajat kejenuhan, dan komponen penyusun asam lemak merupakan pembedanya (Rohman, 2012).

Telah banyak penelitian yang dikombinasikan kemometrika dengan metode spektroskopi infra merah pada daging tikus dalam bakso sapi. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menganalisis lemak daging adalah dengan menggunakan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) (Erwanto *et al.*, 2012) kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT) (Rashood *et al.*, 1996), kromatografi gas (Marikkar *et al.*, 2005), pembau elektronik (*electronic nose*) (Che Man *et al.*, 2005; Che Man *et al.*, 2010), *differential scanning calometry* (Marikkar *et al.*, 2001).

Instrumen FTIR dapat digunakan untuk analisis lemak tikus, karena memberikan hasil yang cepat dan konsisten. Metode FTIR dapat menganalisis lemak tikus yang tercampur dengan lemak yang lain (Rahmania, 2014; Guntarti and Shesilia, 2017). Metode FTIR dapat dikombinasikan dengan metode kemometrika (Jaswir, *et al.*, 2003; Raraswati *et al.*, 2014). Oleh karena banyaknya kasus pemalsuan atau pencampuran produk daging tersebut, perlu dilakukan penelitian tentang Aplikasi Metode FTIR Kombinasi kemometrika untuk analisis lemak daging tikus pada *Nugget* Ayam.

METODE PENELITIAN

Bahan

Sampel referensi yang digunakan pada penelitian ini adalah *nugget* ayam dan *nugget* tikus 100%, *nugget* campuran ayam tikus. Sampel pasaran *nugget* yang berasal dari Pasar Giwangan, Pasar Beringharjo, Supermarket Mirota, Supermarket Pamela 1, Pasar Rakyat Sekaten. Bahan *n*-heksan (p.a)(*Merck*), *n*-heksan (teknis)(*Merck*), aseton(*Merck*) dan Na_2SO_4 anhidrat, Roti tawar, susu cair, telur ayam, tepung terigu, tepung roti, wortel, daun bawang, daging tikus, daging ayam

Alat

FTIR spektrometer model ABB MB 3000 (Kanada), DTGS (*deuterated triglycine sulfate*) sebagai detektor, blender (Phillips, manufaktur Indonesia), neraca analitik (Metler Tiledo) dengan kepekaan 0,1 mg, *Soxhlet*.

Jalannya Penelitian

Pembuatan Nugget

Pembuatan *nugget* referensi, seperti pada tabel 1

Tabel 1. Kombinasi konsentrasi daging ayam dan daging tikus dalam *nugget*

Komposisi <i>nugget</i> ayam (62.5%)	Daging Ayam (gram)	Daging Tikus (gram)	Bahan lain (gram) (37.5%)
0% tikus	250	0	150
25% tikus	187,5	62,5	150
35% tikus	162,5	87,5	150
50% tikus	125	125	150
75% tikus	62,5	187,5	150
100% tikus	0	250	150

(Anonim, 2015)

Proses pembuatan *nugget* referensi roti tawar dilumatkan dengan air, mencincang wortel dan daun bawang, kemudian mencampur tepung terigu, telur ayam dengan daging ayam atau daging tikus atau campuran daging ayam dan daging tikus. Dikukus dalam loyang hingga matang.

Isolasi Minyak Lemak

Campuran bahan dibungkus dengan kertas saring, dilakukan proses Soxhlet pada suhu 80°C selama 5-6 jam, dengan pelarut *n*-heksan. Hasil ekstraksi ditambahkan Na₂SO₄ anhidrat ke dalam labu alas bulat untuk menyerap air yang ada pada ekstrak cair. Ekstrak diuapkan di dalam lemari asam hingga didapatkan padatan lemak.

Pembacaan Lemak Nugget

Lemak *nugget* hasil ekstraksi dianalisis menggunakan instrument FTIR untuk mendapatkan data berupa spektra. Instrumen yang digunakan adalah Spektrofotometer FTIR spektrometer, model ABB MB 3000 (Kanada) (Guntarti *et al.*, 2015).

Analisis Data

Analisis data spektra hasil pembacaan instrument FTIR dimasukkan ke dalam program kemometrika (Horizon MB). Selanjutnya dengan *Partial Least Square* (PLS) dicari nilai koefisien determinasi (R²), nilai RMSEC, RMSECV, dan RMSEP. Selain PLS, juga dengan *Principal Component Analysis* (PCA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

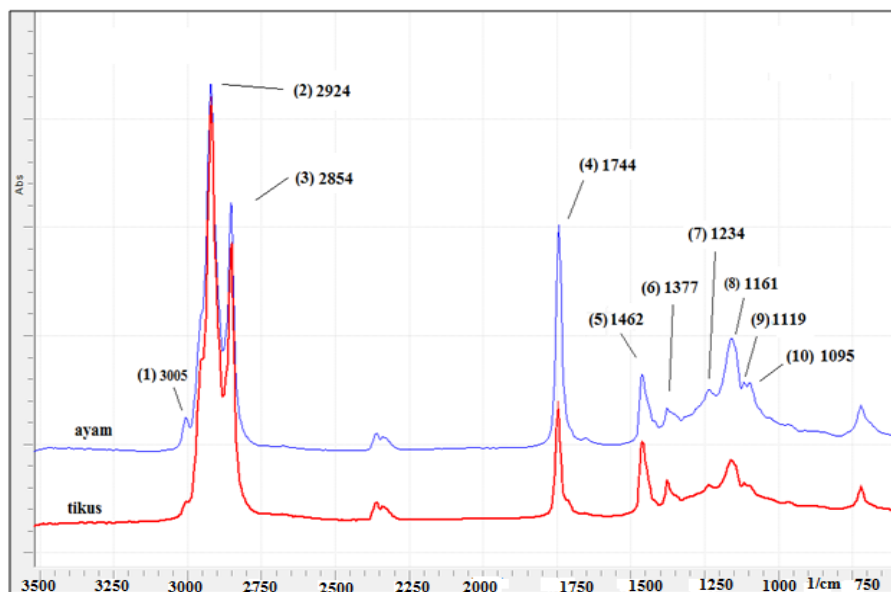
Ekstraksi minyak dari *nugget*

Ekstraksi metode Soxhlet lemak, digunakan pelarut organik berupa larutan *n*-heksan dengan titik didih 69°C dengan sifat non polar (Handayani dan Juniarti, 2012). Lemak merupakan suatu trigliserida dengan rantai karbon yang panjang, rantai karbon panjang menjadikan lemak bersifat non polar. Titik didih *n*-heksan yang berada pada suhu 69°C dan titik didih lemak pada sampel lebih dari 200°C maka digunakan suhu yang berkisar antara 75-80°C. Sehingga diharapkan pada kondisi operasi tersebut *n*-heksan dapat menguap dan minyak dapat terambil dengan maksimal (Handayani dan Juniarti, 2012). Selain suhu, faktor yang harus dikendalikan adalah waktu *Soxhlet*. Waktu yang dibutuhkan untuk

proses *Soxhlet* ini adalah antara 5-6 jam. Penambahan Na_2SO_4 anhidrat adalah untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat pada larutan. Kandungan air dapat mengganggu dalam proses pembacaan FTIR.

Pembacaan Spektra FTIR

Pembacaan sampel *nugget* pada FTIR dilakukan pada bilangan gelombang tengah yaitu antara $4000\text{-}650\text{ cm}^{-1}$. Daerah yang mengandung sejumlah besar vibrasi tertentu antara $900\text{-}1400\text{ cm}^{-1}$ sering disebut daerah sidik jari. Dari pembacaan sampel referensi *nugget* daging ayam dan *nugget* daging tikus didapatkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



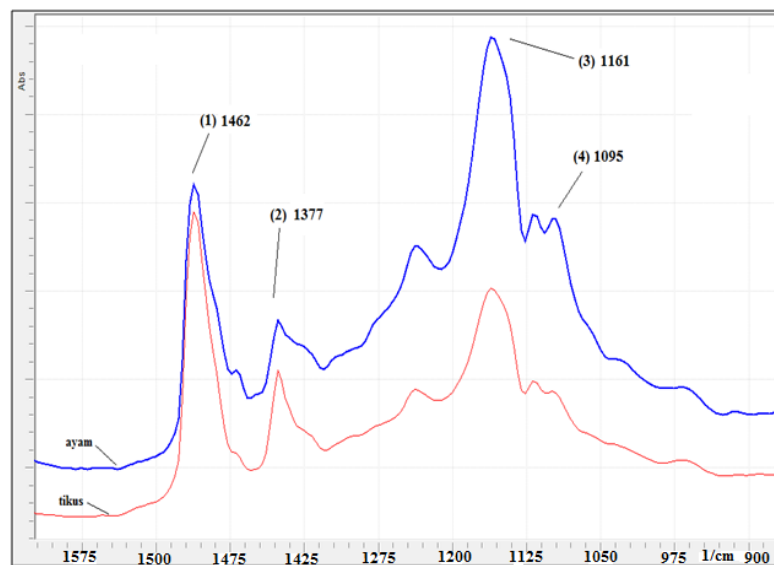
Gambar 1. Spektra FTIR lemak *nugget* daging ayam dan lemak *nugget* daging tikus dari ekstraksi sampel referensi *nugget* 100% ayam dan *nugget* tikus 100%

Komponen dalam *nugget* salah satunya adalah daging yang mengandung lemak. Lemak merupakan suatu ester asam lemak dengan gliserol. Gugus $\text{C}=\text{CH}$ *stretching* muncul pada bilangan gelombang 3005 cm^{-1} . Pada Spektra FTIR gugus karboksil ($\text{C}=\text{O}$) muncul pada bilangan gelombang 1744 cm^{-1} . Baik pada spektra *nugget* daging ayam dan *nugget* daging tikus muncul gugus tersebut walaupun berdasarkan intensitasnya, tinggi spektra berbeda. Lemak merupakan suatu trigliserida dengan rantai karbon panjang. Rantai karbon panjang tersebut merupakan untaian rangkaian gugus ($-\text{CH}_2/-\text{CH}_3-$). C-H *bending* dari gugus ($-\text{CH}_2/-\text{CH}_3-$) muncul pada bilangan gelombang 1462 cm^{-1} , sedangkan pada bilangan gelombang 2924 cm^{-1} dan 2854 cm^{-1} , menunjukkan C-H *stretching* dari gugus CH_2 , tetapi pada gelombang 2924 cm^{-1} merupakan C-H *stretching* asimetris dan 2854 cm^{-1} merupakan C-H *stretching* simetris. Kemudian pada bilangan gelombang 1377 cm^{-1} merupakan C-H *bending*. Sedangkan pada bilangan gelombang 1234 cm^{-1} menunjukkan C-H *bending*. Pada bilangan gelombang 1161 cm^{-1} muncul puncak di mana puncak tersebut menunjukkan adanya gugus Et-O *rocking*. Gugus terakhir yang ditunjukkan oleh bilangan gelombang yang hampir berdempetan yaitu 1119 cm^{-1} dan 1095 cm^{-1} adalah C-O *stretching* (Pavia et al., 2001). Pada Tabel 2 dijelaskan gugus fungsi yang muncul pada bilangan gelombang tertentu dan dengan intensitas tertentu.

Tabel 2. Interpretasi antara bilangan gelombang dengan gugus

No puncak	Bilangan gelombang	Intensitas	Interpretasi gugus
1.	3005 cm^{-1}	Lemah	C=CH ulur/ <i>stretching</i>
2.	2924 cm^{-1}	Amat Kuat	C-H ulur/ <i>stretching</i> asimetris
3.	2854 cm^{-1}	Amat Kuat	C-H ulur/ <i>stretching</i> simetris
4.	1744 cm^{-1}	Amat Kuat	C=O
5.	1462 cm^{-1}	Sedang	C-H tekuk/ <i>bending</i>
6.	1377 cm^{-1}	Sedang	C-H tekuk/ <i>bending</i>
7.	1234 cm^{-1}	Sedang	C-H tekuk/ <i>bending</i>
8.	1161 cm^{-1}	Sedang	Et-O <i>rocking</i>
9.	1119 cm^{-1}	Sedang	C-O ulur/ <i>stretching</i>
10.	1095 cm^{-1}	Sedang	C-O ulur/ <i>stretching</i>

Spektra yang muncul dari hasil pembacaan sampel referensi *nugget* dengan menggunakan FTIR tersebut, Spektra tersebut terletak pada daerah “sidik jari” yaitu bilangan gelombang antara 900 cm^{-1} sampai 1700 cm^{-1} . Dari rentang bilangan gelombang tersebut ada 4 bilangan gelombang yang memiliki intensitas yang berbeda yaitu pada bilangan gelombang 1462 cm^{-1} , 1377 cm^{-1} , 1161 cm^{-1} dan 1095 cm^{-1} . Hal itu dapat terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Spektra FTIR menunjukkan pembeda lemak *nugget* daging ayam dan lemak *nugget* daging tikus pada bilangan gelombang 900-1700 cm^{-1}

Bilangan gelombang 1462 cm^{-1} menunjukkan C-H *stretching* (CH_2/CH_3), di mana pada bilangan gelombang tersebut spektra lemak *nugget* daging tikus memiliki spektra yang lebih tinggi daripada spektra lemak *nugget* daging ayam. Begitupula pada bilangan gelombang 1377 cm^{-1} yang merupakan gugus C-H *bending*, pada spektra lemak *nugget* daging tikus intensitasnya lebih tajam dibandingkan dengan spektra lemak *nugget* daging ayam. Tetapi pada bilangan gelombang 1161 cm^{-1} yang merupakan adanya gugus Et-O *rocking*, spektra lemak *nugget* daging ayam memiliki intensitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan spektra lemak *nugget* daging tikus, dan pada bilangan gelombang 1095 cm^{-1} yang merupakan gugus C-O *stretching*, spektra lemak *nugget* daging ayam memiliki intensitas yang lebih

tinggi dibandingkan dengan spektra lemak *nugget* daging tikus, sehingga pada bilangan gelombang 1095 cm^{-1} sampai 1107 cm^{-1} pada spektra lemak *nugget* daging tikus terlihat lebih landai. Dari perbedaan intensitas antara spektra lemak *nugget* ayam dengan spektra lemak *nugget* tikus pada bilangan gelombang 900-1700 cm^{-1} menunjukkan bahwa pada bilangan gelombang tersebut dapat dilakukan suatu pemodelan untuk pengelompokan sampel *nugget* ayam yang mengandung daging tikus *al*, 2015).

Analisis kualitatif dan kuantitatif lemak ayam dan lemak tikus dalam *nugget*

Analisis kualitatif dengan PCA dan analisis kuantitatif PLS (Yang *et al*, 2004). Linieritas ditunjukkan dengan nilai R^2 semakin mendekati 1 dapat dikatakan semakin linier atau dapat dikatakan antara nilai prediksi dengan nilai sebenarnya semakin dekat (Bucchianico, A., 2008). Pembacaan sampel pada bilangan gelombang yang telah dioptimasi yaitu pada bilangan gelombang 900-1700 cm^{-1} didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) 0,9985 dengan persamaan $y = 0,9898x + 0,3985$ (Lumakso *et al*, 2015). Dengan kata lain, nilai prediksi yang ditunjukkan pada sumbu Y hampir sama dengan nilai sebenarnya atau nilai aktual yang ditunjukkan pada sumbu X.

Nilai RMSEC digunakan untuk menentukan kesalahan model kalibrasi. Semakin kecil nilai RMSEC maka kesalahan atau *error* dari proses kalibrasi tersebut semakin kecil juga, sehingga metode tersebut semakin valid. Pada persamaan $y = 0,9898x + 0,3985$ didapat nilai RMSEC sebesar 1,14 %.

Selanjutnya perbedaan nilai sebenarnya dengan nilai terprediksi untuk tiap sampel dihitung, kemudian total dari rata-rata akar kuadrat dari data tersebut yang dinamakan dengan RMSECV. Nilai dari RMSECV dari data penelitian ini adalah 0,98% dengan nilai determinasi (R^2) 0,999.

Parameter berikutnya adalah *Root Mean Square Error Prediction* (RMSEP). Nilai dari RMSEP dari data penelitian ini adalah 0,67% dengan nilai determinasi (R^2) sebesar 0,999. Nilai RMSEP yang sangat kecil, menunjukkan bahwa pemodelan ini mempunyai kemampuan prediksi yang bagus. Hal itu sesuai dalam penelitian yang dilakukan oleh (Rohman *et al.*, 2016), yang menyatakan bahwa suatu pemodelan dikatakan bagus apabila nilai dari koefisien determinasi (R^2) tinggi dan nilai RMSEP serta RMSEC kecil.

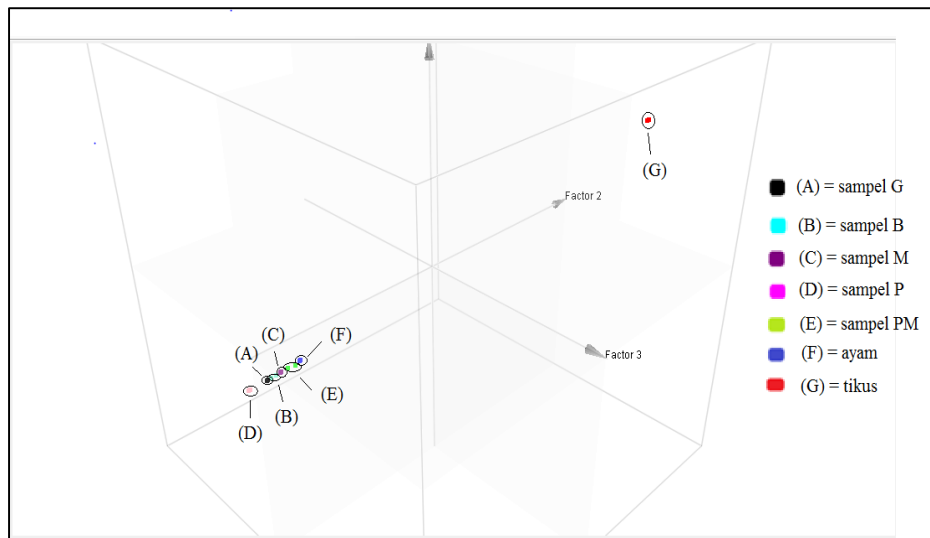
Pengelompokan lemak *nugget* daging ayam dan lemak *nugget* daging tikus dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengelompokkan suatu sampel. Bilangan gelombang yang digunakan pada analisis PCA dilakukan pada bilangan gelombang hasil optimasi pada analisis kuantitatif yaitu 900-1700 cm^{-1} . Hasil PCA antar lemak babi 100% dengan lemak sapi 100%, dapat dibedakan antar kelompok lemak babi dan lemak sapi (Sedman, 2000).

Analisis Sampel Nugget dari Pasaran

Dalam analisis sampel *nugget* di pasaran ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya kandungan daging tikus dalam *nugget* ayam. Sampel diperoleh dari beberapa pedagang yang berada di wilayah Kota Yogyakarta. Ada 3 sampel *nugget* yang diambil dari pasaran.

Hasil analisis PCA antara sampel *nugget* tikus (100%) dan sampel *nugget* ayam (100%) terpisah, hal itu membuktikan bahwa berdasarkan sifat fisika dan kimianya sangat berbeda, sehingga dapat terpisah di kuadran yang berbeda. Berdasarkan Gambar 4, uji *nugget* pasaran semua masuk pada kuadran sampel referensi *nugget* daging ayam 100%, hal ini dapat disimpulkan bahwa semua *nugget* pasaran tidak mengandung lemak daging tikus dan hanya mengandung lemak daging ayam.



Gambar 31. Score 3D PCA lemak sampel pasaran terhadap lemak ayam dan lemak tikus pada bilangan gelombang 900-1700 cm^{-1}

KESIMPULAN

Aplikasi FTIR spektrofotometri pada bilangan gelombang 900-1700 cm^{-1} dengan kemometrika *partial least square* (PLS) dapat digunakan untuk analisis kuantitatif *nugget* daging ayam yang mengandung daging tikus. Dengan nilai R^2 sebesar 0,9985; RMSEP 0,67%; RMSEC 1,14 % dan RMSECV 0,98%. kemometrika *principal component analysis* (PCA) dapat mengelompokkan lemak dari *nugget* yang ada di pasaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Indonesia yang telah memberikan dana penelitian pada tahun 2015 melalui Hibah Fundamental.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Asyhar, Thobieb, 2003, Bahaya Makanan Haram Bagi Kesehatan Jasmani dan Kesucian Rohani, PT. Al-Mawardi Prima.
- Anonim, 2002. SNI.01-6683 *Nugget* Ayam. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Anonim, 2002. *Syarat Mutu Nugget SNI 01-6683-2002*. Jakarta : Departemen Perindustrian RI.
- Anonim, 2011, news.liputan6.com/read/363788/nugget-daur-ulang-beredar-luas, 19 November 2011, diakses tanggal : 1 September 2011.
- Anonim, 2015. Resep Olahan Mocaf 2015, Mpm Pwm DIY, knn ppm uad, halaman 11.
- Che Man, Y.B., Gan, H.L., NorAini, I., Nazimah, S. A.H., dan Tan, C. P., 2005, Detection of Lard Adulteration in RBD Palm Olein Using an Electronic Nose. *Food chemistry.*, 90: 829-835.
- Che Man Y.B., Rohman A., Mansor T.S.T., 2010, Differentiation of Lard From Other Edible Fats and Oils by Means of Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Chemometrics. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88:187-192.
- Bucchianico, A. 2008. Coefficient of Determination (R^2). *Encyclopedia of Statistics in Quality and Reliability*. I.
- Erwanto Y, Sugiyono, Rohman A, Abidin M.Z, Ariyani D, 2012. Identifikasi daging babi menggunakan metode pcr-rflp gen *Cytochrome b* dan pcr primer spesifik gen amelogenin. *AGRITECH*, UGM, Vol. 32, No. 4.

- 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 Journal of Biochemistry*, vol. 10, no. 4, p. 165-172.
- Guntarti, A., Prativi, S. R. 2017. Application method of fourier transform infrared (FTIR) combined with chemometrics for analysis of rat meat (*Rattus diardi*) in meatballs beef. *Pharmaciana*, vol. 7, no. 2, p. 133-140.
- Handayani P.A, Juniarti E.R, 2012, Ekstraksi Minyak Ketumbar (*Coriander Oil*) dengan Pelarut Etanol dan n-Heksan, *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, Vol 1 No.1 hal 1-7.
- Hermanto S., Muawanah A., Harahap R, 2015, Profil dan Karakteristik Lemak Hewani (Ayam, Sapi dan Babi) Hasil Analisa FTIR dan GCMS, *Article*, Program Studi Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Jaswir I., Mirghani M.E.S, Hasan T.H., Said 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.
- Lumakso F.A , Riyanto S, Ahmad S.A.S, Rosman A.S, Yusoff F.M, dan Rohman A, 2015, Application of chemometrics in combination with Fourier Transform Mid Infrared spectroscopy for authentication of avocado oil, *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*:12-17.
- Marikkar, J.M.N., Ghazali, H.M., Che Man, Y. B., Peiris, T.S.G., dan Lai, O.M., 2005, Distinguishing Lard From Other Animal Fats in Admixtures of Some Vegetable Oils Using Liquid Chromatographic Data Coupled With Multivariate Data Analysis, *Food chemistry*, 91: 5-14.
- Marikkar, J.M.N., Lai, O.M., Ghazali, H.M., dan Che Man, Y.B., 2001, Detection of Lard and Randomized Lard As Adulterants in Refined-BleachedDeodorized Palm Oil by Differential Scanning Calorimetry, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78: 1113-1119.
- Muslim A., Purwanto A., 2013, Pengaruh efisiensi keuangan dan pembatasan Pemberian dana pada jumlah donasi individual, *Diponegoro journal of accounting*. Volume 2, nomor 3, halaman 2.
- Pavia, D.L., Lampman, G.M., dan Kriz-jr, G.S., 2001. *Introduction to Spectroscopy: A Guide for Students of Organic Chemistry*, 3rd Edition, Thomson Learning Inc, London.
- Rahmania H, Sudjadi, Rohman A , 2014, The Employment of FTIR spectroscopy in combination with chemometrics for analysis of rat meat in meatball formulation, *Science Direct*, 301-305.
- Rashood, K.A., Shaaban, R.R.A., Moety, E.A., dan Rauf, A., 1996, Compositional and Thermal Characterization of Genuine and Randomised Lard: a comparative study, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73: 303-309.
- Rohman, A., 2012, Pengembangan dan Analisis Produk Halal, 13 - 40, Pusat Penelitian Produk Halal LPPT UGM, Yogyakarta.
- Rohman,A., Arini Himawati., Kuwat Triyana, Sismindari dan Siti Fatimah, 2016, Identification of pork in beef meatballs using fourier Transform Infrared Spectrophotometry and real-time polymerase chain reaction, *International Journal of Food Properties*, 1-20.
- Sudjadi dan Rohman, A., 2004, *Analisis Obat dan Makanan*, 134, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Yang H., Irudayaraj J., Paradkar M.M, 2004, Discriminant analysis of edible oils and fats by FTIR, FT-NIR, and FT-Raman spectroscopy, *Food Chemistry*, 25-32.