

Deteksi Lemak Babi dalam Lemak Ayam menggunakan Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared) dan Kemometrik sebagai Verifikasi Halal

(Detection of Lard in Chicken Fat using FTIR (Fourier Transform Infrared) Spectroscopy and Chemometrics as Halal Verification)

Widyaningrum Daria Vacawati, Bambang Kuswandi, Lesty Wulandari
Laboratorium Kimia Farmasi, Fakultas Farmasi Universitas Jember
Jln. Kalimantan 1 No. 2 Kampus Tegal Boto, Jember 68121

Abstrak

Pada penelitian ini, telah dikembangkan metode spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) yang dikombinasikan dengan kemometrik untuk deteksi lemak babi yang dicampur dalam lemak ayam. Kalibrasi multivariat yang digunakan, yaitu *Partial Least Square* (PLS) untuk membentuk model kalibrasi, sedangkan *Discriminant Analysis* (DA) digunakan untuk analisis klasifikasi antara lemak ayam dengan lemak babi. Model PLS memberikan hasil yang baik dengan menggunakan data spektrum daerah *fingerprnt* ($1600-600\text{ cm}^{-1}$) dengan perlakuan pendahuluan (*baseline, smoothing, normalize*) dengan nilai R^2 sebesar 0.991 dan RMSEC (*Root Mean Standart Error of Calibration*) sebesar 3.903. Validasi dari model tersebut juga memberikan hasil yang baik dengan nilai R^2 LOOCV (*Leave One Out Cross Validation*) sebesar 0.947. Model DA memberikan hasil yang baik dengan prediksi sebesar 100% artinya bahwa semua sampel masuk dalam klasifikasi kategori yang sesuai. Penerapan model PLS dan DA pada sampel memberikan hasil yang sesuai dengan metode ELISA yang digunakan sebagai uji pembandingan.

Kata Kunci : FTIR, lemak babi, lemak ayam, kemometrik, ELISA

Abstract

In this study, we have developed methods of Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy combined with chemometrics for detection of lard adulteration in chicken fat. Multivariate calibration was used, where Partial Least Square (PLS) was used as a calibration model and Discriminant Analysis (DA) was used for classification analysis between lard in chicken fat. PLS model gave good results using pretreatment spectral data fingerprint region ($1600-600\text{ cm}^{-1}$) for baseline, smoothing, and normalization with R^2 of 0.991 and RMSEC (Root Mean Standart Error of Calibration) of 3.903. Validation of the model also gave good results with R^2 LOOCV (Leave One Out Cross Validation) value of 0.947. DA model gave good results at 100%. Application of PLS and DA models in the samples, gave good agreement with the ELISA method.

Pendahuluan

Penggunaan hewan babi pada pangan bukan hanya sebagai bahan tambahan pangan, tetapi juga dipakai sebagai bahan utama. Bagian tubuh dari babi yang sering digunakan sebagai bahan utama adalah daging. Harga daging babi yang lebih murah dibandingkan dengan daging hewan lainnya menyebabkan produsen menggunakan daging babi sebagai bahan utama. Namun terkadang penggunaan daging babi ini tidak diinformasikan kepada konsumen. Akibatnya konsumen tidak mengetahui daging yang digunakan pada makanan yang mereka konsumsi.

Masalah ini sering terjadi di tengah masyarakat. Misalnya daging babi digunakan bersama dengan daging ayam dalam menghasilkan produk pangan seperti sosis yang dijual dipasaran (Lensa Indonesia, 2012).

Salah satu teknik untuk menganalisis hasil menggunakan FTIR adalah dengan teknik kalibrasi multivariat yang merupakan bagian dari kemometrik. Kemometrik merupakan alternatif yang sangat cocok untuk prosedur pemisahan dan deteksi dalam analisis senyawa kimia. Analisis kemometrik dengan teknik regresi komponen utama (*Principle Component Regression*, PCR) dan kuadrat terkecil parsial (*Partial Least Square*, PLS) merupakan teknik kalibrasi multivariat yang bisa digunakan untuk penentuan

Widyaningrum Daria Vacawati *et al.*, *Deteksi Lemak Babi dalam Lemak Ayam menggunakan Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared) dan Kemometrik sebagai Verifikasi Halal. Identifikasi*

multikomponen. Keuntungan teknik ini ialah dapat mengeliminasi spektrum pengganggu dalam kuantifikasi dan LDA contoh, meningkatkan selektivitas, dan tidak memerlukan pemisahan atau prakonsentrasi terlebih dahulu (Lopez-de-Alba *et al.*, 2006).

Sebagai uji pembandingan digunakan metode berbasis ELISA (*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*) XEMA dimana metode ini sudah tervalidasi sebelumnya. Komponen utama perangkat ELISA terdiri atas antibodi, antigen, imunoprob, substrat, reagen penghenti reaksi, buffer dan cawan ELISA. Perangkat ELISA dapat dirakit sendiri oleh peneliti atau diperoleh secara komersial dari berbagai perusahaan di luar negeri (Suryadi *et al.*, 2009).

Metode Penelitian

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: lemak babi, lemak ayam, isopropil 70%, Na₂SO₄, Petroleum Eter, aquades, reagen ELISA KIT produksi XEMA (Lima tingkatan standar dengan konsentrasi: 0, 10, 30, 100, dan 300 U/mL yang telah terlapisi oleh antibody anti-daging babi, CONJ HRP (Horseradish Peroksidase Terkonjugat), DIL (Larutan dapar EIA), SUBS TMB (Larutan Substrat Tetra Metil Benzidin), BUF WASH (Larutan pencuci), STOP (Larutan penghenti reaksi)) dan sampel dipasaran.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Spektrometer FTIR (Alpha Bruker) dengan asesoris ATR Ge yang terhubung dengan komputer dengan sistem operasi Windows XP dan piranti lunak OPUS (Versi 7.0) digunakan selama akuisisi spektrum FTIR, piranti lunak Unscrambler X 10.2 (Camo), timbangan neraca analitik, mikropipet dan tip, pipet tetes, vial, corong gelas, soxhlet, kertas saring, *beaker glass*, batang pengaduk, oven, *blender*, media sumuran mikro (8 x 12) ELISA KIT (XEMA), inkubator.

Pembuatan Sampel Simulasi

Memisahkan lemak dari daging. 100 gram sampel lemak masukkan kedalam *dry oven* dengan suhu 75°C selama 12 jam hingga jaringan lemaknya mencair, saring dengan Na₂SO₄ untuk mengikat air.

a. Sampel Simulasi Set Kalibrasi

Set kalibrasi pada penelitian ini dipreparasi dengan membuat 14 campuran lemak babi cair dalam lemak ayam pada konsentrasi 1%-80% v/v dengan menambahkan konsentrasi 0% sebagai lemak ayam dan 100% sebagai lemak babi.

b. Sampel Simulasi Set Validasi

Set validasi ini dibuat dengan preparasi 12 sampel yang terdiri dari campuran lemak babi dengan lemak ayam dengan rentang konsentrasi 3-75%.

Pembentukan dan Validasi Model Kalibrasi dan Klasifikasi

Dalam pembentukan model kalibrasi dan klasifikasi terlebih dahulu dilakukan penentuan set data spektrum. Dalam spektrum IR terdapat dua daerah yang memiliki ciri khas yaitu daerah gugus fungsi dan daerah *fingerprint*. Sehingga dipilih 3 set data yang menunjukkan daerah yang memiliki ciri yang khas yaitu set data A diambil untuk mengetahui seluruh frekuensi yang digunakan dan daerah-daerah yang tidak masuk pada dua daerah yang memiliki ciri khas pada daerah bilangan gelombang spektrum utuh (4000-600 cm⁻¹); untuk set data B yang merupakan daerah gugus fungsi yaitu pada daerah bilangan gelombang (4000-2900 cm⁻¹), (1750-1450 cm⁻¹) dan (1050-750 cm⁻¹) dan set data C pada daerah bilangan gelombang *fingerprint* (1500-800 cm⁻¹). Pemilihan set data spektrum sebagai model kalibrasi harus memenuhi kriteria dari nilai R², RMSEC (*Root Mean Standart Error Of Calibration*), RMSECV (*Root Mean Square Error Cross Validation*) untuk analisis secara kuantitatif dan % akurasi untuk analisis kualitatif.

Validasi untuk model PLS dilakukan dengan menganalisis spektrum IR yang diperoleh dari set kalibrasi campuran lemak ayam dengan lemak babi. Data absorbansi yang kemudian divalidasi dengan metode PLS dimana untuk membentuk sebuah model kalibrasi, nilai absorbansi ditandai sebagai prediktor (variable x) dan konsentrasi ditandai sebagai respon (variabel y). Pemilihan set data spektrum didasarkan pada kemampuan prediksi yang terbaik jika nilai korelasi R² semakin besar dan nilai galat RMSEC dan RMSECV terbaik apabila nilai semakin kecil. Model kalibrasi yang terpilih kemudian divalidasi menggunakan set validasi. Set validasi yang digunakan adalah LOOCV (*Leave One Out-Cross Validation*) dan *2-Fold Cross-Validation* dimana parameter yang diamati sebagai evaluasi untuk set validasi dari model tersebut adalah nilai R² prediksi.

Metode yang digunakan untuk membuat model klasifikasi adalah *Linear Discriminant Analysis*. Data absorbansi yang diperoleh kemudian diklasifikasikan menggunakan analisis diskriminan dimana sampel yang mengandung lemak babi ditandai sebagai 'campuran' sedangkan sampel yang tidak mengandung lemak babi ditandai sebagai 'murni'. Model klasifikasi akan divalidasi dengan data set validasi dimana nilai absorbansi digunakan sebagai 'prediktor' sedangkan kategori sampel digunakan sebagai 'klasifikasi'. Model klasifikasi dikatakan valid apabila % akurasi yang diperoleh sebesar 100%. Model klasifikasi yang terbentuk kemudian dapat digunakan untuk memprediksi klasifikasi dari sampel yang belum diketahui.

Penerapan Model pada Sampel yang Beredar di Pasaran.

Tahapan ini bertujuan untuk mengaplikasikan model kemometrik yang telah dibentuk pada sampel

Widyaningrum Daria Vacawati *et al.*, *Deteksi Lemak Babi dalam Lemak Ayam menggunakan Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared) dan Kemometrik sebagai Verifikasi Halal. Identifikasi*

makanan. Preparasi sampel dilakukan dengan mengekstraksi sampel menggunakan soxhlet dengan pelarut petroleum eter dan dirotavapor untuk memisahkan antara lemak dengan pelarut. Sampel *discan* spektrum inframerahnya dengan FTIR dan dikumpulkan absorbansinya. Data absorbansi kemudian digunakan sebagai prediktor pada model kalibrasi PLS dan DA.

Uji Pembeding menggunakan ELISA (XEMA)

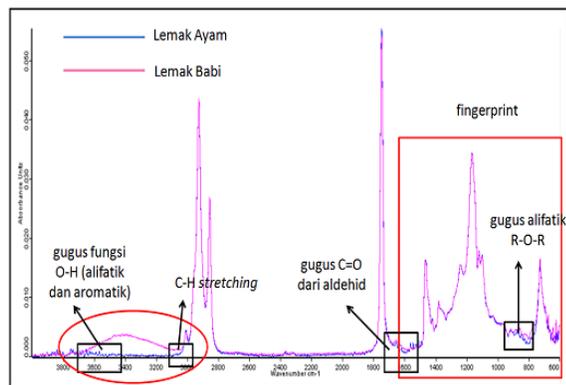
Untuk mengetahui kebenaran dari metode menggunakan FTIR dan kemometrik kemudian akan dibandingkan dengan menggunakan ELISA dimana uji pembeding ini telah tervalidasi sebelumnya

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Profil Lemak Hewani menggunakan FTIR

Analisa spektroskopi FTIR didasarkan pada karakterisasi gugus fungsi yang terdapat pada kedua sampel lemak. Data spektra IR masing-masing sampel diperoleh dari hasil *scanning* sampel lemak murni dengan alat FTIR *Bruker Alpha* dengan asesoris ATR Ge pada daerah inframerah pada frekuensi 4000-600 cm^{-1} dengan resolusi 4 cm^{-1} .

Pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa kedua spektrum lemak terlihat memiliki pola spektrum yang mirip, hal ini disebabkan karena kedua spektrum tersebut merupakan spektrum khas untuk lemak *edible oil* pada umumnya. Namun, pada pola serapan daerah 3400 cm^{-1} untuk sampel lemak babi menunjukkan puncak yang relatif lebih tinggi jika dibanding dengan sampel lemak ayam. Tingginya puncak serapan untuk lemak babi pada daerah tersebut menunjukkan adanya kandungan asam lemak tak jenuh terutama asam linoleat dimana asam lemak tak jenuh tersebut berkontribusi pada tingginya nilai absorbansi yaitu daerah C-H *stretching vibration* dari ikatan rangkap cis (Che Man dan Mirgani, 2001).



Gambar 4.1. Spektrum IR dengan perlakuan pendahuluan (*baseline, smooth, normalize*) untuk lemak ayam dan lemak babi

Pada spektrum inframerah diketahui memiliki dua daerah yang memiliki ciri khas yaitu pada daerah gugus fungsi dan *fingerprint*. Untuk daerah gugus fungsi yang ditampilkan menunjukkan adanya gugus fungsi OH (alifatik dan aromatik) pada daerah bilangan gelombang 3600-3000 cm^{-1} , pada daerah bilangan gelombang 3050-3010 cm^{-1} menunjukkan adanya C-H *stretching*, dan pada bilangan gelombang 1730-1600 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C=O dari aldehid. Untuk pola serapan daerah *fingerprint* 1050-750 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus alifatik R-O-R (Skoog, 1991).

Pembentukan Model Kalibrasi dan Klasifikasi

Pembentukan model kalibrasi dan klasifikasi dilakukan dengan mengambil data spektrum menggunakan data set kalibrasi kemudian dianalisis secara kuantitatif menggunakan PLS (*Partial Least Square*) dan analisis secara kualitatif dengan mengklasifikasikan sampel menggunakan Analisis Diskriminan.

Dalam penelitian ini, model PLS dibentuk dari 14 komposisi set kalibrasi (Tabel 3.1). Seluruh set kalibrasi diukur absorbansinya pada panjang gelombang 4000-600 cm^{-1} . Analisis dilakukan menggunakan set data spektrum dengan dan tanpa perlakuan pendahuluan yang meliputi normalisasi, koreksi garis dasar, dan *smoothing*. Perlakuan pendahuluan ini dilakukan untuk menghindari masalah akibat geseran garis dasar dan mengurangi derau acak pada spektrum awal sehingga akan meningkatkan hasil analisis kemometrik (Naez *et al.*, 2002). Model PLS memberikan informasi spektrum yang relevan dengan suatu karakter kimia tertentu yang dibutuhkan. Sebagai salah satu model pengenalan pola terawasi (pola spektrum dikenali dengan proses pengelompokkan terlebih dahulu), model regresi PLS mencari korelasi linear antara variabel x hasil pengukuran spektrum (variabel prediktor) dan variabel y hasil penampakan kimiawi atau aktivitas biologis (variabel respon). Pada analisis lemak babi dalam lemak ayam ini, variabel x merupakan nilai absorbansi sedangkan variabel y merupakan kadar lemak hewani yang telah ditentukan. Suatu model PLS dikategorikan sebagai model yang dapat dipercaya bila nilai korelasi dan nilai galat yang memiliki kedekatan untuk setiap tahapan pembuatan model. Parameter yang dipertimbangkan dalam pemilihan model terbaik adalah berdasarkan nilai R^2 kalibrasi dan R^2 validasi yang diperoleh semakin besar dan nilai RMSEC (*Root Mean Square Error of Calibration*), dan RMSECV (*Root Mean Square Error Cross Validation*) dengan nilai yang paling rendah. Berikut adalah daerah yang dipilih untuk membentuk model kalibrasi yang ditampilkan pada Tabel 4.1.

Widyaningrum Daria Vacawati *et al.*, *Deteksi Lemak Babi dalam Lemak Ayam menggunakan Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared) dan Kemometrik sebagai Verifikasi Halal. Identifikasi*

Tabel 4.1 Hasil Analisa 6 Set Data Spektrum dengan PLS

Set Data	Perlakuan Pendahuluan	Parameter					Komponen Utama
		R ² kalibrasi	R ² validasi	RMSEC	RMSECV	% Akurasi	
A	ADA	0.994	0.869	3.080	13.384	100%	7
B		0.993	0.873	3.528	15.430	100%	6
C		0.991	0.927	3.903	11.552	100%	4
A	TIDAK	0.999	0.876	1.146	14.824	100%	7
B		0.996	0.889	2.542	14.404	100%	6
C		0.978	0.934	6.116	11.374	96.15%	5

Keterangan :

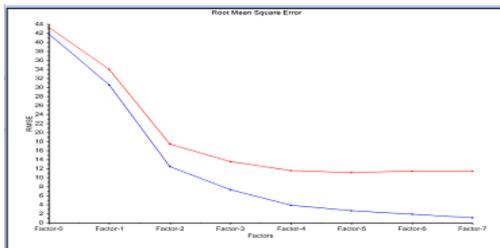
Set data A : spektrum utuh (4000-600 cm⁻¹)

Set data B : daerah gugus fungsi pada bilangan gelombang (4000-2900 cm⁻¹), (1750-1450 cm⁻¹), (1050-750 cm⁻¹)

Set data C : daerah *fingerpint* (1500-600 cm⁻¹)

Tabel 4.1. diketahui bahwa model kalibrasi terbaik adalah dengan spektrum pada data C dengan perlakuan yaitu daerah bilangan gelombang 1500-600 cm⁻¹ atau daerah *fingerpint* karena pada daerah tersebut mempunyai mempunyai tingkat linieritas yang paling baik nilai dibanding set data lain yaitu untuk R² kalibrasi sebesar 0.9913285 dan R² validasi sebesar 0.9272438. Namun, kesalahan yang diperoleh dari model cukup besar artinya dimungkinkan bahwa model yang terbentuk dapat mengalami penyimpangan dimana untuk nilai galat yang ditampilkan dari model tersebut menghasilkan nilai RMSEC sebesar 3.9029865 dan RMSECV sebesar 11.551839.

Pembentukan komponen utama dari set data C dengan perlakuan ini memberikan nilai RMSECV yang paling optimum dibandingkan dengan set data yang lain (lampiran E) dimana jumlah komponen utama yang diperoleh akan berkontribusi pada penentuan model klasifikasi dari model DA yang akan dibentuk. Jumlah komponen utama yang paling optimum pada model yang digunakan adalah 4 komponen utama. Faktor optimum dari penentuan komponen utama ini diketahui jika plot RMSECV berada pada kondisi *steady state* yang ditampilkan pada Gambar 4.2. dan untuk nilai dari % akurasi yang digunakan untuk menentukan klasifikasi sampel pada model tersebut juga memenuhi spesifikasi yaitu sebesar 100%.

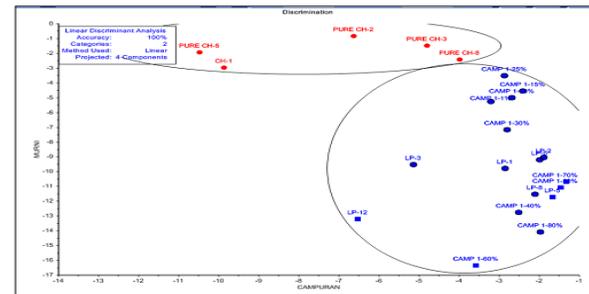


Keterangan :

— : Kurva RMSECV — : Kurva RMSEC

Gambar 4.2. Penentuan Komponen Utama

Dalam penelitian ini, model analisis diskriminan dibentuk dari 14 komposisi set kalibrasi dibuat dengan mencampurkan lemak babi dalam lemak ayam pada rentang konsentrasi yang berkisar antara 1-80% yang diklasifikasikan sebagai ‘campuran’, konsentrasi 0% yang berisi lemak ayam diklasifikasikan sebagai ‘murni’ dan konsentrasi 100% yang berisi lemak babi diklasifikasikan kedalam ‘campuran’ dengan daerah bilangan yang telah terpilih sebelumnya yaitu daerah *fingerpint* dengan adanya perlakuan pendahuluan serta komponen yang akan digunakan dalam model, yaitu 4 komponen utama. Dari kedua kelompok selanjutnya akan dianalisis menggunakan LDA (*Linear Discriminant Analysis*). Hasil klasifikasi dari analisis DA ini dapat dilihat pada Gambar. 4.3.



Keterangan : — : Murni — : Campuran

Gambar. 4.3. Hasil Klasifikasi Analisis Diskriminan

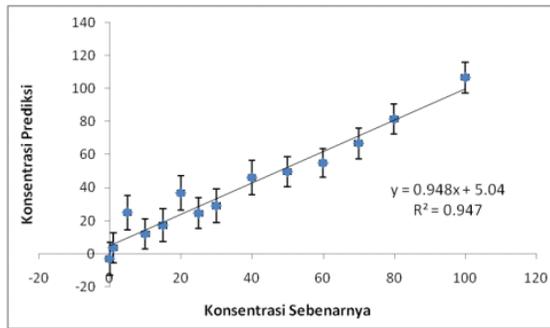
Gambar 4.3. menunjukkan hasil klasifikasi dimana sampel yang terkontaminasi dengan lemak babi terletak dibagian kanan sedangkan sampel yang tidak terkontaminasi dengan lemak babi mendekati jarak sumbu dengan kategori ‘murni’. Metode DA yang baik, bila model tersebut mampu mengklasifikasikan sampel secara akurat. % akurasi yang diperoleh dari model DA adalah sebesar 100% artinya bahwa model DA dapat memisahkan kelompok sampel murni dengan campuran secara akurat sehingga tidak ada satupun sampel yang dikelompokkan dalam kelompok yang salah.

Validasi Model Kalibrasi dan Klasifikasi

Kebenaran model kalibrasi dan klasifikasi yang terbentuk akan diuji dengan validasi silang. Set validasi terdiri dari 12 sampel dengan rentang konsentrasi antara 3-75% dengan konsentrasi 0% ditandai sebagai murni untuk lemak ayam dan konsentrasi 100% ditandai sebagai campuran untuk lemak babi.

Validasi silang yang dilakukan, yaitu *Leave One Out Cross Validation* (LOOCV) dan *2-Fold Cross Validation*. Parameter yang digunakan adalah R² LOOCV. Hasil validasi LOOCV pada penelitian ini sebesar 0.947 dimana model dugaan yang baik memiliki nilai korelasi antara y dugaan dengan y sebenarnya yang tinggi yaitu mendekati 1 (Naez *et al.*, 2002) dapat dilihat pada Gambar 4.4.

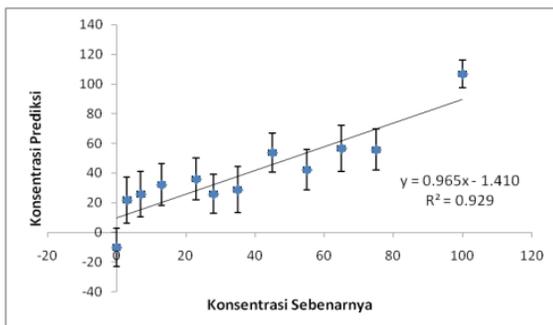
Widyaningrum Daria Vacawati *et al.*, *Deteksi Lemak Babi dalam Lemak Ayam menggunakan Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared) dan Kemometrik sebagai Verifikasi Halal. Identifikasi*



Gambar 4.4. Kurva Validasi LOOCV

Validasi *2-Fold Cross Validation* diuji dengan menggunakan 10 sampel set validasi yang telah diketahui konsentrasinya yang kemudian diprediksi menggunakan model kalibrasi terpilih. Parameter yang dilihat dari hasil prediksi ini adalah nilai koefisien determinasi (R^2 prediksi) dengan batas deteksi yang dapat digunakan untuk deteksi adanya lemak babi yaitu pada kadar diatas 3%.

Pada Gambar 4.5. ditampilkan hasil R^2 prediksi memenuhi spesifikasi linieritas sebesar 0.929 namun konsentrasi hasil prediksi tidak menunjukkan korelasi yang baik atau tidak menunjukkan kedekatan yang cukup baik dengan konsentrasi sebenarnya dimana % akurasi rata-rata yang diperoleh sebesar 93.36%. Hal ini dikarenakan model berada pada kondisi *overfitted*. Kondisi *overfitted* menyebabkan penurunan kemampuan prediksi model (Naez *et al.*, 2002) dimana model prediksi memiliki nilai galat validasi yang lebih besar daripada galat kalibrasi.



Gambar 4.5. Validasi *2-fold cross validation*

Pembentukan model klasifikasi ditentukan berdasarkan pengelompokan sampel sesuai dengan kategori yang ditentukan yang kemudian akan diprediksi kembali menggunakan model DA. Hasil prediksi terhadap set validasi dapat dilihat dalam Tabel 4.2. Dari sampel set validasi, menunjukkan bahwa tidak ada satupun kelompok sampel yang masuk dalam kategori yang salah.

Tabel 4.2. Hasil Prediksi Set Validasi

Sampel	Klasifikasi
Murni 1 - 0%	Murni
Murni 2 - 0%	Murni
Murni 3 - 0%	Murni
Murni 4 - 0%	Murni
Murni 5 - 0%	Murni
Murni 6 - 0%	Murni
Campuran 3%	Campuran
Campuran 7%	Campuran
Campuran 13%	Campuran
Campuran 17%	Campuran
Campuran 28%	Campuran
Campuran 35%	Campuran
Campuran 45%	Campuran
Campuran 55%	Campuran
Campuran 65%	Campuran
Campuran 75%	Campuran
Campuran 1 - 100%	Campuran
Campuran 2 - 100%	Campuran
Campuran 3 - 100%	Campuran
Campuran 4 - 100%	Campuran
Campuran 5 - 100%	Campuran
Campuran 6 - 100%	Campuran

Aplikasi pada Sampel Daging Olahan Ayam yang Beredar Di pasaran

Pada analisis sampel dengan PLS, analisis ini digunakan untuk menentukan konsentrasi dari lemak babi yang tercampur pada lemak ayam pada model kalibrasi yang terbentuk sebelumnya. Hasil dari analisis menggunakan PLS dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil dari Analisis menggunakan PLS pada Sampel

No	Sampel	Konsentrasi	Keterangan
1	Okey	-40.8068	Negatif
2	Oye	-36.4895	Negatif
3	Aroma	55.7388	Positif mengandung Lemak Babi
4	Kimbo	-32.8372	Negatif
5	Champ	-30.1211	Negatif
6	So good	-33.5455	Negatif
7	Besto	-39.3411	Negatif
8	Vigo	-39.0916	Negatif
9	Abby's	-1.4057	Negatif
10	Bernardi	-0.2510	Negatif

Tabel 4.4 diketahui bahwa sampel nomor 3 menunjukkan bahwa konsentrasi lemak babi yang terdapat dalam sampel sejumlah 55.7388%, sedangkan yang lain menghasilkan nilai negatif yang artinya sampel tersebut tidak terdapat campuran dari lemak babi.

Hasil analisis menggunakan DA yang ditunjukkan berdasarkan Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa sampel sosis nomor 1,2,4-10 masuk dalam kategori murni artinya sampel tidak terkontaminasi dengan lemak babi. Sedangkan, sampel nomor 3 masuk dalam kategori campuran yang artinya sampel tersebut positif mengandung lemak babi.

Uji Pembandingan dengan Metode ELISA (XEMA)

Keberanan prediksi model dari DA akan dibandingkan dengan metode ELISA (XEMA) yang telah tervalidasi sebelumnya. Berdasarkan pengujian dengan

Widyaningrum Daria Vacawati *et al.*, *Deteksi Lemak Babi dalam Lemak Ayam menggunakan Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared) dan Kemometrik sebagai Verifikasi Halal.* Identifikasi

ELISA (Gambar 4.6). Warna 'kuning' akan menunjukkan hasil 'positif' mengandung lemak babi sedangkan yang 'tidak berwarna' menunjukkan hasil 'negatif'. Dari hasil pengujian hanya 1 sampel yang terdeteksi adanya lemak babi sedangkan yang lain tidak mengandung lemak babi.



Gambar 4.6. Hasil Analisis menggunakan ELISA

Keterangan :

- | | | | |
|---|-------------------------------------------------------------------|----|-----------|
| 1 | : Larutan standart ELISA konsentrasi 0, 10, 30, 100, dan 300 U/mL | 9 | : Kimbo |
| 2 | : Aquadest | 10 | : So Good |
| 3 | : Lemak ayam | 11 | : Champ |
| 4 | : Lemak babi | 12 | : Besto |
| 5 | : Okey | 13 | : Vigo |
| 6 | : Aroma | 14 | : Oye |
| 7 | : Abby's | | |
| 8 | : Bernardi | | |

Dari hasil ELISA yang diperoleh ini memiliki kesamaan dengan hasil prediksi menggunakan teknik kemometrik menggunakan analisis secara kualitatif yaitu analisis diskriminan dengan kadar sampel dapat diketahui dengan menggunakan metode PLS.

Tabel 4.5. Hasil Klasifikasi Sampel menggunakan Model DA dan Uji Pembeding

No	Sampel	Klasifikasi Model DA	Uji Pembeding ELISA (XEMA)
1	Okey	Murni	Murni
2	Oye	Murni	Murni
3	Aroma	Campuran	Campuran
4	Kimbo	Murni	Murni
5	Champ	Murni	Murni
6	So good	Murni	Murni
7	Besto	Murni	Murni
8	Vigo	Murni	Murni
9	Abby's	Murni	Murni
10	Bernardi	Murni	Murni

Berdasarkan Tabel 4.5. menunjukkan bahwa hasil prediksi menggunakan DA sesuai dengan uji pembeding yang digunakan. Sehingga, dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model validasi yang dibentuk dengan teknik kemometrik dapat digunakan untuk mendeteksi adanya kandungan lemak babi dalam sampel olahan daging ayam sebagai verifikasi halal.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa model kalibrasi yang dibentuk dengan model PLS dan DA dapat diaplikasikan untuk mendeteksi adanya lemak babi pada sampel sosis dimana kriteria pembentukan model telah memunih spesifikasi yaitu nilai R^2 kalibrasi sebesar 0.991; RMSEC 3.903; serta tervalidasi dengan R^2 LOOCV sebesar 0.978 dan nilai R^2 prediksi sebesar 0.929 dan % akurasi yang diperoleh sebesar 100% dan dapat mendeteksi lemak babi dengan kadar diatas 3% .

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini dan Dosen Penguji yang telah memberikan saran, kritik serta masukan yang membangun.

Daftar Pustaka

- Che Man, Y. B. & Mirghani, M. E. S. 2001. Detection of Lard Mixed with Body Fats of Chicken, Lamb, and Cow by Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 78: 753–761.
- Lensa Indonesia. 2012. *Sidak Pasar, Disperindag Jatim Temukan Sosis Babi Ilegal*. <http://www.lensaIndonesia.com/2012/07/13/sidak-pasar-disperindag-jatim-temukan-sosis-babi-illegal.html>. [11 Januari 2013].
- Lopez-de-Alba, Pedro, L., Leticia, L., Victor, C. & Judith, A. 2006. *Simultaneous Determination And Classification of Riboflavin, Thiamine, Nicotinamide and Pyridoxine in Pharmaceutical Formulations, by UV-Visible Spectrophotometry and Multivariate Analysis*.
- Naez, T., Issakson, T., Fearn, T. & Davies, T. 2002. *A User Friendly Guide to Multivariate Calibration and Classification*. Chichester : NIR Publication.
- Skoog, D. A. 1991. *Fundamental of Analytical Chemistry*. Florida : Sounders Collage Publishing.
- Suryadi, Y., Manzila, I. & Machmud, M. 2009. *Potensi Pemanfaatan Perangkat Diagnostik ELISA serta Variannya untuk Deteksi Patogen Tanaman*. Bogor : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.