

**ANALISIS LEMAK BABI DALAM MINYAK SAWIT (RBD *PALM OIL*)
DENGAN SPEKTROSKOPI *FOURIER TRANSFORM INFRARED*
(FTIR) DAN KEMOMETRIK**

SKRIPSI

Oleh

**Putri Kholisotun Nawa
NIM 082210101015**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2012



**ANALISIS LEMAK BABI DALAM MINYAK SAWIT (RBD *PALM OIL*)
DENGAN SPEKTROKOPI *FOURIER TRANSFORM INFRARED*
(FTIR) DAN KEMOMETRIK**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Sarjana Farmasi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh

**Putri Kholisotun Nawa
NIM 082210101015**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2012

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, Tuhan Pencipta Alam atas Rahmat, Ridho, dan Tuntunan-Nya serta memberiku kemudahan dan pelajaran dalam hidup. Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan beribu kesempatan padaku untuk berubah menjadi lebih baik lagi;
2. Ibuku Hj. Wiwik Hidayati dan Abahku H. Asmungi. *Samudera kasih tanpa batas*;
3. Bapak dan Ibu Guru di RA Halimah Assa'diyah Buntaran, MI Manba'ul Ulum Buntaran, MTsN Rejotangan, SMAN 1 Boyolangu, dan dosen-dosenku di Fakultas Farmasi Universitas Jember. *Pahlawan, dan pembuka jalan*.
4. Almamaterku Fakultas Farmasi Universitas Jember. *Pelajaran hidup*.

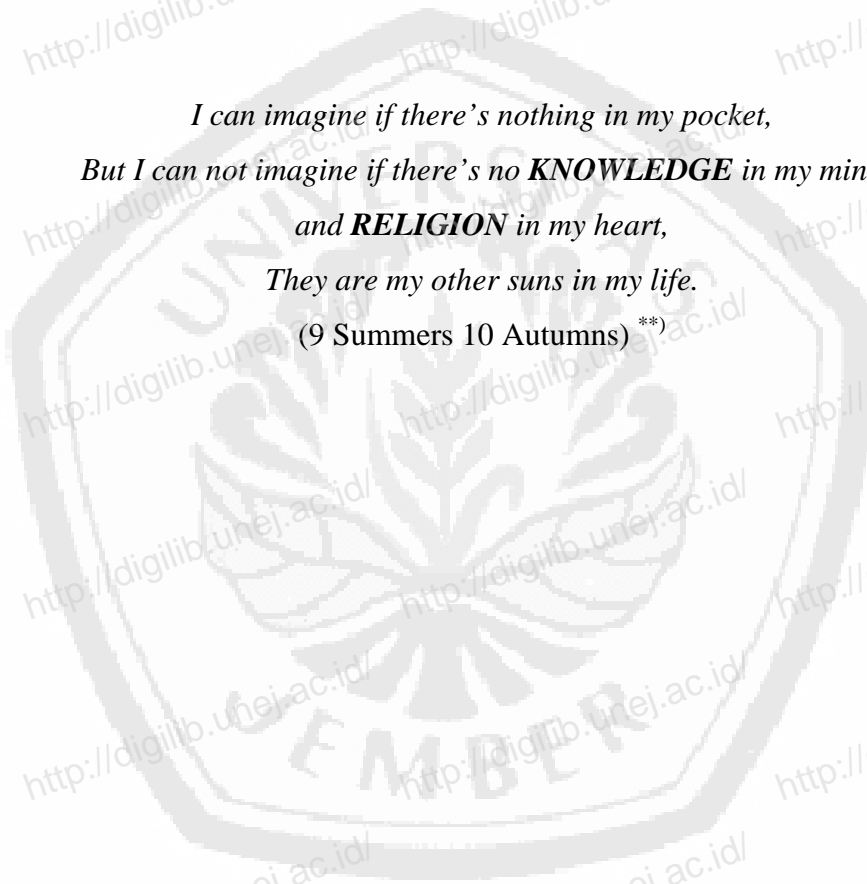
MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(terjemahan Surat Al-Mujadalah ayat 11) *)

*I can imagine if there's nothing in my pocket,
But I can not imagine if there's no **KNOWLEDGE** in my mind
and **RELIGION** in my heart,
They are my other suns in my life.*

(9 Summers 10 Autumns) **)



*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1992. *Alqur'an dan Terjemahannya*. Semarang: Toha Putra

**) Setiawan, Iwan. 2011. *9 Summers 10 Autumns*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Putri Kholisotun Nawa

NIM : 082210101015

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : *Analisis Lemak Babi dalam Minyak Sawit (RBD Palm Oil) dengan Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Kemometrik* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 5 Oktober 2012

Yang menyatakan,

Putri Kholisotun Nawa

NIM 082210101015

SKRIPSI

**ANALISIS LEMAK BABI DALAM MINYAK SAWIT (RBD *PALM OIL*)
DENGAN SPEKTROSKOPI *FOURIER TRANSFORM INFRARED*
(*FTIR*) DAN KEMOMETRIK**

Oleh

Putri Kholisotun Nawa

NIM 082210101015

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt

Dosen Pembimbing Anggota : Yuni Retnaningtyas, S.Si., Apt., M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Analisis Lemak Babi dalam Minyak Sawit (RBD Palm Oil) dengan Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Kemometrik* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada:

Hari : Jum'at

Tanggal : 5 Oktober 2012

Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt
NIP. 197604142002122001

Yuni Retnaningtyas, S.Si., Apt., M.Si
NIP. 197806092005012004

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.
NIP 196902011994031002

Ayik Rosita P, S.Farm., Apt., M.Farm
NIP. 198102012006042001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.

NIP 196902011994031002

ABSTRACT

Analysis of Lard Adulteration in RBD Palm Oil Using Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy and Chemometrics; Putri Kholisotun Nawa, 082210101015; 2012; 88 pages; Faculty of Pharmacy, Jember University.

Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy combined with chemometrics has been developed for simple analysis of lard in the mixtures with palm oil. In this research, measurements were made on pure palm oil and that adulterated with varying concentrations of lard (0.5–80% v/v in palm oil). Two multivariate calibrations, namely Partial Least Square (PLS) and Principal Component Regression (PCR) were optimized for constructing the calibration models, either for normal spectra or its first and second derivatives. The discriminant analysis (DA) was used for classification analysis between palm oil and that adulterated with lard. According to result of this research, PLS has an ability to construct the calibration model better than PCR model. PLS model at normal spectra with frequencies at fingerprint region ($1500\text{-}800\text{ cm}^{-1}$) revealed the best calibration models for predicting the concentration of adulterated lard samples, with highest coefficient of determination (R^2) of 0,995 and lowest Root Mean Square Error of Calibration (RMSEC) of 1,82. In addition, validation of this model has a good result of R^2 Leave One Out of Cross Validation (RMSEC) of 0,916 and R^2 prediction of 0,996. DA was able to classify pure palm oil and adulterated with lard on the basis of their FTIR spectra with accuracy 100% and no misclassified group of samples. In this model, DA was performed at frequency regions of $1500\text{-}800\text{ cm}^{-1}$ using 6 principal components. According to this result of test set validation, a level of 2% of LD can be detected in adulterated with PO. PLS and DA developed models was further used to predict the classes of unknown (commercial) oil in instant noodles samples. Using this model, all of local commercial instant noodles are in the class of pure palm oil without lard, but in the imported instant noodles samples are one sample is detected as a mixture with the lard with a concentration of 60,03 %.

Key words: FTIR, Lard, Palm oil, Chemometrics

RINGKASAN

Analisis Lemak Babi dalam Minyak Sawit (RBD *Palm Oil*) dengan Spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan Kemometrik; Putri Kholisotun Nawa, 082210101015; 2012; 88 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Pada penelitian ini, telah dikembangkan metode spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) yang dikombinasikan dengan kemometrik untuk analisis lemak babi yang dicampurkan dalam minyak sawit. Sampel yang digunakan adalah sampel minyak sawit dan campurannya dengan lemak babi pada berbagai konsentrasi (0,5-80%). Dua kalibrasi multivariat, yaitu *Partial Least Square* (PLS) dan *Principal Component Regression* (PCR) telah dioptimasi untuk membentuk model kalibrasi, baik untuk spektrum normal maupun untuk spektrum turunan pertama dan turunan kedua. Sedangkan *Discriminant Analysis* (DA) atau analisis diskriminan digunakan untuk analisis klasifikasi antara minyak sawit dan campurannya dengan lemak babi.

Berdasarkan hasil penelitian, PLS memberikan hasil yang lebih baik daripada PCR dalam model kuantitatif. Model PLS dengan spektrum normal pada bilangan gelombang $1500-800\text{ cm}^{-1}$ mempunyai nilai korelasi antara konsentrasi sebenarnya dengan konsentrasi yang diprediksi model (R^2) paling besar yaitu sebesar 0,995 dan kesalahan dengan *Root Mean Square Error of Calibration* (RMSEC) yang paling kecil sebesar 1,82. Validasi dari model tersebut juga memberikan hasil yang baik dengan nilai R^2 *Leave One Out Cross Validation* (LOOCV) sebesar 0,916 dan R^2 prediksi sebesar 0,996.

Analisis diskriminan juga dapat digunakan untuk mengklasifikasikan minyak sawit dan campurannya dengan lemak babi berdasarkan spektrum FTIR dengan akurasi 100% dan tidak ada satu pun titik yang salah klasifikasinya pada *cooman plot*. Hasil ini diperoleh dari spektrum normal pada daerah bilangan gelombang $1500-800\text{ cm}^{-1}$ dan komponen utama sebesar 6. Validasi dari model

menunjukkan model DA dapat mengklasifikasikan sampel *test set* dengan benar dengan konsentrasi di atas 2%.

Pada penerapan model PLS dan DA pada sampel, semua sampel minyak pada mie instan lokal memberikan hasil negatif atau tidak ditemukan lemak babi dalam sampel, sedangkan pada sampel mie instan impor terdapat 1 sampel yang terdeteksi adanya lemak babi dalam minyak dengan konsentrasi sebesar 60,03 %.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Analisis Lemak Babi dalam Minyak Sawit (RBD Palm Oil) dengan Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Kemometrik*” dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

Skripsi ini tidak mungkin terwujud tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada beberapa pihak berikut, yang membantu terselesaikannya skripsi ini.

1. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc. Ph. D selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember beserta staff dan karyawan;
2. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt selaku Dosen Pembimbing Utama dan Yuni Retnaningtyas, S.Si., Apt., M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan dengan sabar memberikan bimbingan kepada penulis;
3. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc. Ph. D selaku Dosen Penguji I dan Ayik Rosita P, S.Farm., Apt., M.Farm selaku Dosen Penguji II yang telah bersedia menjadi Dosen Penguji dan memberikan saran dan kritik membangun bagi skripsi penulis;
4. Lusia Oktora R.K.S S.Farm., M.Sc., Apt. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan saran dan dengan sabar mengarahkan serta memberi masukan dalam aktivitas perkuliahan penulis;
5. Abah, Ibuk, adikku Anjumi K Rahmatika, kakekku H. Aly Maksum, dan seluruh keluarga untuk segala do'a, dukungan dan kesabaran selama ini hingga terselesaikannya skripsi ini. *Always close to my heart, wherever you are;*

6. Bu Wayan dan Mbak Hani selaku teknisi Laboratorium Kimia Farmasi, atas bantuannya selama penelitian;
7. Teman ‘seruangan’: Diyan, Feby, Geby, Cindy, Yayak, Albert, Risky, Ria, Bagus, Tyta, Putri.A, Sherla, Ifa, dan Indri. Kalian membuat lab terasa menyenangkan, serta Fitra K dan Widya untuk diskusinya selama ini;
8. ‘keluarga’ku di Jember: Endah, Diyan, Putri.A, Tata, Intan, Indri, Tiwi, Unik, Ayuk. Keindahan kebersamaan. Keindahan jiwa;
9. *My everlasting friends Kirei’5*: Fida K5, Rahma K5, Risha K5, dan Sari K5. Inspirasi, pelajaran, dan persahabatan;
10. Seluruh teman-teman dan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu;
11. Ghozy Arif Fajri, lebih dari seorang editor. Cahaya, dukungan dan semangat.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, 5 Oktober 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
ABSTRACT	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Babi	6
2.1.1 Perbedaan Lemak Babi dan Lemak Sapi	8
2.1.2 Babi sebagai hewan yang diharamkan	9
2.2 Lemak dan Minyak	10
2.3 Minyak sawit	12
2.4 Mie Instan	13
2.5 Spektroskopi FTIR	14

2.6 Analisis Kemometrik dan Multivariat	20
2.6.1 <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	23
2.6.2 <i>Partial Least Squares</i> (PLS)	24
2.6.3 <i>Principal Component Regression</i> (PCR)	25
2.6.4 <i>Multilinier Regression</i> (MLR)	25
2.6.5 <i>Artificial Neural Network</i> (ANN).....	25
2.6.6 Analisis Diskriminan	26
2.7 Validasi Silang	26

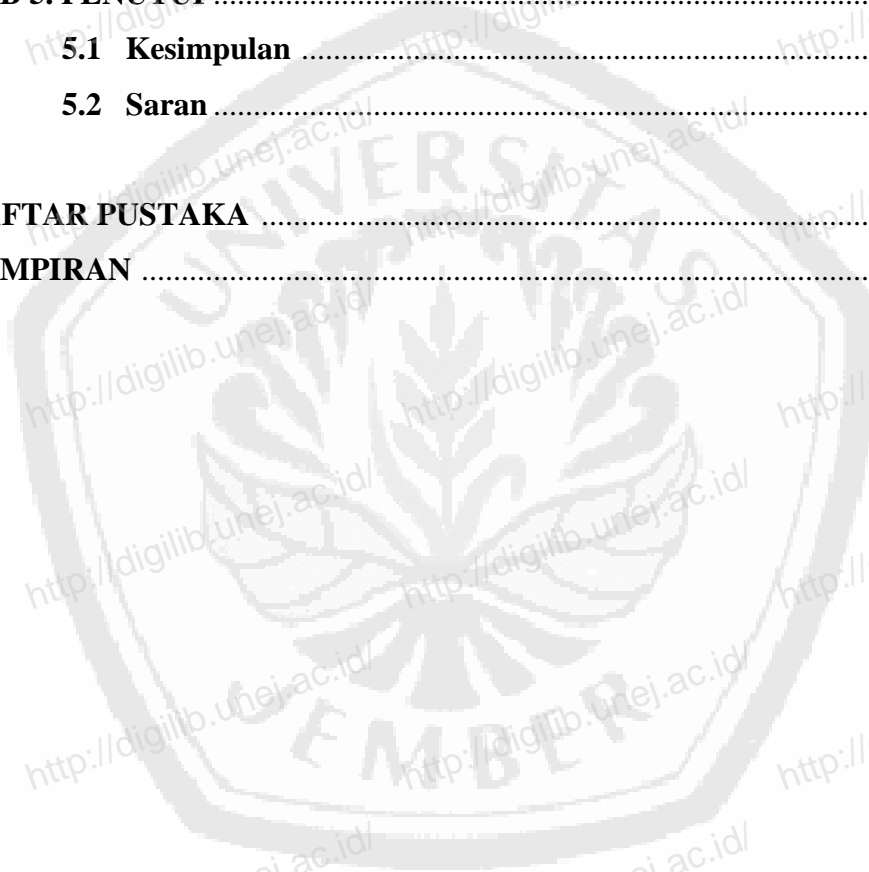
BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.2 Rancangan Penelitian	29
3.3 Diagram Alur Penelitian	30
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	31
3.4.1 Alat Penelitian	31
3.4.2 Bahan Penelitian	31
3.5 Pelaksanaan Penelitian	31
3.5.1 Ekstraksi lemak padat	31
3.5.2 Pengujian sifat kimia lemak babi dan minyak sawit ...	32
3.5.3 Akuisisi spektrum dan optimasi daerah bilangan gelombang dengan FTIR	33
3.5.4 Analisis kemometrik	34
3.5.5 Analisis kontaminasi minyak babi dalam minyak goreng sawit pada sampel mie instan	35

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Ekstraksi Lemak	37
4.2 Pengujian Bilangan Iodi	37
4.3 Karakteristik Spektrum Lemak Babi dan Minyak Sawit ..	39
4.4 Analisis dengan <i>Partial Least Square</i> (PLS) dan <i>Principal Component Regression</i> (PCR)	42

4.4.1	Pemilihan model kalibrasi PLS dan PCR	43
4.4.2	Validasi model kalibrasi terpilih	46
4.5	Analisis dengan <i>Discriminant Analysis</i> (DA)	49
4.6	Hasil Penerapan Model dengan Sampel Minyak pada Mie Instan	52
BAB 5. PENUTUP		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN		63



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
2.1	Perbedaan lemak babi dan lemak sapi	9
2.2	Diagram pembagian spektrum elektromagnetik	15
2.3	Spektrometer FTIR <i>Alpha</i>	19
2.4	Skema umum spektrometer FTIR	20
2.5	Skema tahapan pada kemometrik	21
3.1	Skema Diagram Alur Penelitian	29
4.1	Reaksi asam lemak tidak jenuh dengan reagen Hanus	38
4.2	Perbandingan wujud lemak babi dan minyak sawit	39
4.3	Perbedaan karakteristik spektrum lemak babi dan minyak sawit	40
4.4	Spektrum FTIR set kalibrasi berbagai konsentrasi	43
4.5	Plot Kalibrasi Model Terpilih PLS	46
4.6	Plot validasi LOOCV	47
4.7	Plot validasi <i>2-fold cross validation</i>	48
4.8	Plot PRESS dengan <i>Factor vs RMSEC</i>	49
4.9	<i>Cooman plot</i> hasil klasifikasi DA	50

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
2.1	Perbedaan kadar lemak daging babi dengan hewan lain.....	7
2.2	Komposisi asam lemak dari lemak babi.....	7
2.3	Komposisi asam lemak dalam minyak secara umum	11
2.4	Komposisi asam lemak dari minyak sawit.....	13
2.5	Identifikasi gugus fungsi pada inframerah.....	17
3.1	Konsentrasi set kalibrasi	33
3.2	Konsentrasi set validasi.....	34
4.1	Kadar lemak babi hasil ekstraksi.....	37
4.2	Hasil pengujian bilangan iodin	38
4.3	Kalibrasi multivariat dengan teknik PLS dan PCR.....	45
4.4	Hasil klasifikasi <i>test set</i> oleh model DA	51
4.5	Hasil klasifikasi sampel dengan model DA	52
4.6	Hasil prediksi kuantitatif sampel dengan PLS	53

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
A	Hasil Ekstraksi Lemak Dan Hasil Pengujian Bilangan Iodin	63
B	Dokumentasi Pengujian Bilangan Iodin	68
C	Plot Hasil Kalibrasi Multivariat dengan Teknik PLS dan PCR ...	69
D	Hasil Pembentukan Dan Validasi Model Kalibrasi Terpilih.....	78
E	Hasil Pembentukan Dan Validasi Model Klasifikasi.....	79
F	Hasil Penerapan Model Pada Sampel	80
G	Langkah Pengolahan Data Dengan Unscrambler X 10.2.....	81

