



**PENENTUAN ADULTERASI DAGING BABI PADA NUGGET AYAM  
MENGUNAKAN NIR DAN KEMOMETRIK**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Dewi Citrasari AP**

**NIM 112210101089**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2015**



**PENENTUAN ADULTERASI DAGING BABI PADA NUGGET AYAM  
MENGUNAKAN NIR 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:

**Dewi Citrasari AP**

**NIM 112210101089**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2015**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang Maha segala-galanya;
2. Bapak dan Ibu tercinta yang telah memotivasi dan mendoakan penulis;
3. Adik-adik dan Saudara-saudara yang telah memberikan doanya;
4. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Nia Kristiningrum, S.Farm., Apt., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan perhatian hingga terselesaikannya skripsi ini Ibu Yuni Retnaningtyas, S.Si., Apt., M.Si. dan Ibu Lesty W., S.Farm., Apt., M.Farm. yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan saran hingga terselesaikannya skripsi ini;
5. Teman-teman farmasi angkatan 2011, terima kasih atas dukungan dan semangat yang telah diberikan;
6. Para pahlawan tanpa tanda jasa penulis di SDN Gambiran 1, SMPN 1 Kalisat, SMAN 2 Jember dan Fakultas Farmasi Universitas Jember;
7. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

## MOTO

Jika kita hanya melakukan yang bisa saja, maka kita hanya melakukan yang biasa saja, dan kita akan mendapatkan yang biasa saja. Cobalah melakukan sesuatu yang diluar Zona Nyaman Anda, maka anda akan mendapatkan hasil yang berbeda. Jangan katakan “tidak bisa”, lebih baik belajar cara melakukannya dan lakukan. Maka anda akan “bisa”.

( *Mario Teguh* )

Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat.

(*Sir Winston Churchill*)

Seberapa besar kesuksesan Anda bisa diukur dari seberapa kuat keinginan Anda, setinggi apa mimpi-mimpi Anda, dan bagaimana Anda memperlakukan kekecewaan dalam hidup Anda.

(*Robert Kiyosak*)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Dewi Citrasari Ayu Purba Wati

NIM : 112210101089

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penentuan Adulturasi Daging Babi pada Nugget Ayam Menggunakan NIR dan Kemometrik” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, November 2015

Yang menyatakan,



(Dewi Citrasari AP)

NIM. 112210101089

**SKRIPSI**

**PENENTUAN ADULTERASI DAGING BABI PADA NUGGET AYAM  
MENGUNAKAN NIR DAN KEMOMETRIK**

Oleh

Dewi Citrasari AP

NIM 112210101089

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Nia Kristiningrum, S.Farm., Apt., M.Farm.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Penentuan Adulturasi Daging Babi pada Nugget Ayam Menggunakan NIR dan Kemometrik” telah diuji dan disahkan pada:

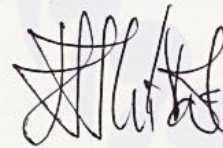
Hari, tanggal : Kamis, 19-November-2015

Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

**Tim Pembimbing:**

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,



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

Nia K., S.Farm., Apt., M.Farm.

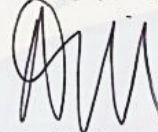
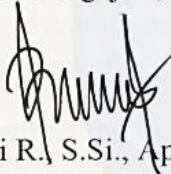
NIP 196902011994031002

NIP 198204062006042001

**Tim Penguji :**

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,



Yuni R., S.Si., Apt., M.Si.

Lestyo W., S.Farm., Apt., M.Farm.

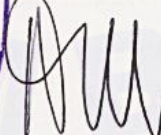
NIP 197806092005012004

NIP 197604142002122001



Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember



Lestyo W., S.Farm., Apt., M.Farm.

NIP 197604142002122001

## RINGKASAN

**Penentuan Adulturasi Daging Babi pada Nugget Ayam Menggunakan NIR dan Kemometrik;** Dewi Citrasari AP, 112210101089; 2012; 59 halaman; Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

Nugget merupakan suatu bentuk produk daging giling yang dibumbui, kemudian diselimuti oleh perekat tepung, pelumuran tepung roti (*breadcrumbing*), dan digoreng setengah matang lalu dibekukan untuk mempertahankan mutunya selama penyimpanan (Permadi *et al.*, 2012). Produk nugget dapat dibuat dari daging sapi, ayam, ikan dan lain-lain, tetapi yang populer di masyarakat adalah *chicken nuggets* yang dibuat dari daging ayam (Widyastuti *et al.*, 2010), namun untuk memperoleh keuntungan lebih besar, produsen mencampur daging babi ke dalam nugget ayam dan dijual ke pasaran umum. Hukum penggunaan daging babi dalam syariat islam adalah haram. Oleh karena itu, pengetahuan terhadap berbagai kemungkinan penggunaan unsur babi perlu terus ditingkatkan (BPOM RI, 2007). Terdapat berbagai metode yang dapat digunakan dimana metode yang sederhana dan cepat adalah metode NIR yang dikombinasikan dengan metode statistik multivariat (kemometrik). Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan metode yang cepat dan sederhana untuk mendeteksi daging babi dalam sampel nugget ayam menggunakan metode NIR dan kemometrik.

Penelitian dilakukan dalam empat tahap secara berurutan. Tahap pertama adalah pembuatan dan preparasi sampel nugget ayam simulasi dimana nugget yang terbuat dari daging ayam, daging babi dan campuran daging ayam-daging babi dengan rentang konsentrasi 0,00-100,00% diambil bagian dalamnya lalu dihancurkan dan dibagi dalam kelompok *training set* (terdiri dari satu nugget murni ayam, satu nugget murni babi, dan 12 nugget campuran) dan *test set* (terdiri dari satu nugget murni ayam, satu nugget murni babi, dan sepuluh nugget campuran). Tahap kedua



adalah pengukuran dengan spektrofotometer NIR yang menghasilkan karakteristik spektrum sampel dimana spektrum yang dihasilkan digunakan untuk membentuk set data. Tahap ketiga adalah pembentukan dan pemilihan model klasifikasi kemometrik berdasarkan model LDA, SVM, dan SIMCA dengan *The Unscrambler X 10.2*. Tahap keempat adalah pengaplikasian metode NIR dan model yang terpilih terhadap sampel nugget ayam yang beredar di pasaran kemudian hasil prediksi dibandingkan dengan hasil metode Xematest Pork.

Karakteristik spektrum infra merah nugget murni ayam dan nugget campuran memiliki pola serapan yang mirip dan hanya berbeda pada nilai kuantitatif transmitan. Untuk membedakan kedua spektrum tersebut, digunakan model klasifikasi kemometrik berupa LDA, SVM, dan SIMCA pada set data dan model klasifikasi LDA dan SVM terhadap set data merupakan model klasifikasi kemometrik yang paling baik dengan kemampuan pengenalan sebesar 100% dan kemampuan prediksi sebesar 100%. Setelah dilakukan pengaplikasian terhadap sampel nugget ayam yang beredar di pasaran diketahui bahwa merek dagang nugget ayam yang Fiesta, So Good, So Nice, Champ, Ngetop, Okey, Hemato, dan Bellfoods tidak mengandung daging babi.

## PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah Nya serta memberikan kami kesehatan dan nikmatnya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dan Nabi Muhammad SAW serta kitab suci Al-qur'an sebagai panutan hidupku.

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Ayah dan Ibu tercinta yang selalu mendukung baik secara materiel, moril dan spiritual kepada saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
2. Kedua saudara saya Indra Rosa dan Ahayul Bagus yang saya sayangi yang selalu mendukung saya;
3. Keluarga besar saya yang juga turut memberi dukungan dan motivasi;
4. Teman dekat saya, M. Andi Prayitno yang selalu mendukung, mendampingi dan mengingatkan saya;
5. Para sahabat trouble maker Liza Fairuz, Nurul Aini, Ani Mubayyinah, Liyas Atika, Fathimah Azahrotul, Rahmah Pravitasari, Dhitya Sagita, Elly Febry yang saling memberikan dukungan, doa dan perhatian tidak cukup untuk diungkapkan dalam lembar ini;
6. Para sahabat seperjuangan ASMEF 2011, yang telah mengajari saya arti penting persahabatan, persaudaraan dan kekompakan. Teruslah menjadi manusia yang penuh dengan mimpi, motivasi dan semangat untuk meraih mimpi-mimpi kalian. Dan jangan pernah lupa untuk selalu bersyukur dan bersujud kepada Allah SWT;
7. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Nia Kristiningrum, S.Farm., Apt., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan perhatian hingga terselesaikannya skripsi ini Ibu Yuni Retnaningtyas, S.Si., Apt., M.Si. dan Ibu Lesty W., S.Farm., Apt., M.Farm. yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan saran hingga terselesaikannya skripsi ini;

8. Almamater tercinta yang telah memberikan banyak pengetahuan baru, pengalaman, sahabat dan jendela baru kehidupan yang tidak akan terlupa sampai kapanpun;
9. Semua dosen serta pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

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

Jember, November 2015

Penulis

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN SAMPUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>viii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN .....</b>	<b>xx</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>4</b>

<b>1.3 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>5</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Daging.....</b>	<b>6</b>
2.1.1 Daging Ayam .....	6
2.1.2 Daging Babi.....	7
<b>2.2 Tinjauan Tentang Pemeriksaan Kehalalan terhadap Daging Babi.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Nugget.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Spektroskopi Infra MerahDekat (NIR).....</b>	<b>13</b>
2.4.1 Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Oleh Spektroskopi Inframerah Dekat (NIR).....	13
2.4.2 Instrumentasi Spektroskopi Inframerah Dekat (NIR) .....	14
<b>2.5 Analisis Kemometrik dengan The Unscrambler .....</b>	<b>16</b>
2.5.1 <i>Partial Least Square</i> (PLS).....	17
2.5.2 <i>Linear Discriminant Analysis</i> (LDA).....	18
2.5.3 <i>Principal Component Analysis</i> (PCA) .....	18
2.5.4 <i>Support Vector Machines</i> (SVM).....	19
2.5.5 <i>Soft Independent Modelling of Class Analogies</i> (SIMCA) .....	20
<b>2.6 Valisadi Silang .....</b>	<b>20</b>

<b>2.7 Metode Pembanding dengan Xematest Pork.....</b>	<b>21</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Bahan dan Alat.....</b>	<b>23</b>
3.2.1 Bahan.....	23
3.2.2 Alat.....	23
<b>3.3 Alur Penelitian.....</b>	<b>24</b>
<b>3.4 Prosedur Penelitian .....</b>	<b>25</b>
3.4.1 Pembuatan Sampel Simulasi .....	25
3.4.2 Preparasi Sampel .....	27
3.4.3 Pengukuran Pantulan Spektrum Infra merah Dekat .....	27
3.4.4 Analisis Data Spektrum Dengan Kemometrik.....	28
3.4.5 Validasi Model Klasifikasi Kemometrik.....	28
3.4.6 Aplikasi Sampel yang Beredar di Pasaran .....	29
3.4.6.1 Sampling.....	29
3.4.6.2 Deteksi Daging Babi dalam Sampel Nugget Ayam Menggunakan Spektroskopi NIR dan Kemometrik .....	29
3.4.6.3 Metode Pembanding dengan Xematest Pork .....	29
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Karakteristik Spektrum Inframerah.....</b>	<b>31</b>

4.1.1 Karakteristik Nugget Murni Ayam dan Nugget Campuran .....	31
4.1.2 <i>Training Set</i> .....	33
4.1.3 <i>Test Set</i> .....	35
<b>4.2 Pembentukan dan Pemilihan Model Klasifikasi .....</b>	<b>36</b>
4.2.1 Pembentukan Model Klasifikasi dengan <i>Training Set</i> .....	36
4.2.2 Evaluasi Model Klasifikasi dengan <i>Test Set</i> .....	38
4.2.3 Pemilihan Model Klasifikasi Terbaik .....	39
<b>4.3 Aplikasi Pada Sampel Nugget Ayam yang Beredar di Pasaran ...</b>	<b>40</b>
4.3.1 Pengujian Pada Sampel Nugget Simulasi .....	40
4.3.2 Pengambilan Sampel .....	41
4.3.3 Deteksi Daging Babi dalam Sampel Nugget Ayam Menggunakan Spektroskopi NIR dan Kemometrik.....	42
4.3.4 Metode Pembandingan dengan Metode Xematest Pork .....	43
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>45</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>45</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>45</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>52</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Persyaratan Mutu Nugget Ayam .....	12
3.1 Konsentrasi <i>Training set</i> .....	26
3.2 Konsentrasi <i>Test set</i> .....	27
4.1 Hasil Klasifikasi Model LDA dan SVM Terhadap <i>test set</i> .....	39
4.2 Nilai Kemampuan Pengenalan dan Prediksi Model Klasifikasi LDA dan SVM .....	39
4.3 Prediksi LDA dan SVM Terhadap Nugget Ayam Simulasi.....	41
4.4 Daftar Merek Nugget Ayam yang Beredar di Pasar Tradisional “Tanjung” di Kabupaten Jember .....	41
4.5 Prediksi LDA Terhadap Sampel yang Beredar di Pasaran.....	42
4.6 Prediksi SVM Terhadap Sampel yang Beredar di Pasaran .....	42
4.7 Kesamaan Hasil Analisis NIR-Kemometrik dan Xematest Pork .....	44



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Nugget Ayam .....	10
2.2 Konfigurasi NIR Spektrofotometer .....	14
2.3 Gambar Skematis Sistem Dispersif dalam Pengukuran Transmitan...	15
3.1 Bagan Alur Penelitian .....	24
3.2 Pembacaan Hasil Xematest .....	30
4.1 Spektrum Nugget Murni Ayam (0%), Nugget Campuran Daging Ayam dan Babi (100%) dan Nugget Murni Babi (100%).....	32
4.2 Spektrum nugget murni ayam (blangko 1, blangko2, blangko 3 dan 0%), nugget campuran daging ayam dan babi (1%, 5%, 10%, 15%, 25%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%) dan nugget murni babi (100%) pada <i>Training Set</i> .....	33
4.3 Spektrum Blangko <i>training set</i> (komposisi blangko 1: 80% daging ayam, 20% roti tawar; Blangko 2: 75% daging ayam, 15% roti tawar; Blangko 3: 70% daging ayam, 30% roti tawar) .....	34
4.4 Spektrum nugget murni ayam (0%), nugget campuran daging ayam dan babi (3%, 7%, 13%, 17%, 28%, 35%, 45%, 55%, 65%, 75%) dan nugget murni babi (100%) pada <i>Tets set</i> % .....	35
4.5 Grafik Hasil Pemetaan model LDA (a), model SVM (b) dan model SIMCA (c) .....	36
4.6 Hasil Analisis dengan Xematest Pork Pada Sampel yang Beredar di Pasaran: Fiesta (a), So Good (b), So Nice (c), Bellfoods (d), Champ (e), Ngetop (f), Okey (g), Hemato (h) dan sampel simulasi yang terdiri dari kontrol (-) yaitu sampel simulasi dengan konsentrasi 0%	

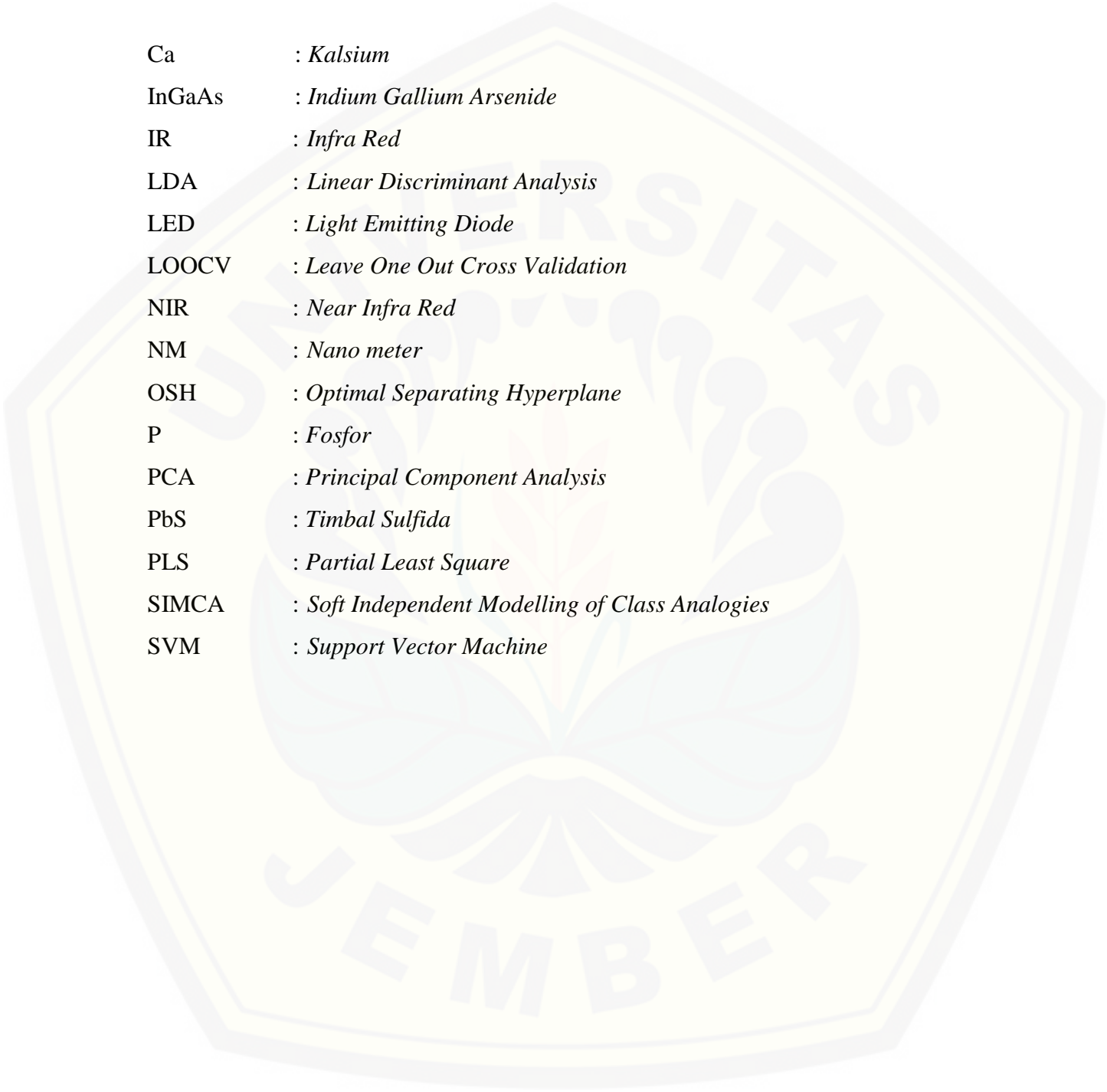
- (i) dan kotrol (+) yaitu sampel simulasi dengan konsentrasi 100%
- (j)..... 44



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. DATA SPEKTRUM INFRAMERAH YANG DIHASILKAN .....	52
A.1 Spektrum <i>Training Set</i> .....	52
A.2 Spektrum <i>Test Set</i> .....	52
B. DATA KEMOMETRIK DAN PERHITUNGAN KEMAMPUAN PENGENALAN DAN KEMAMPUAN PREDIKSI .....	53
B.1 Model LDA, SVM dan SIMCA pada <i>Training Set</i> dan <i>Test Set</i> ..	53
B.2 Model LDA dan SVM Pada Sampel Yang Beredar di Pasaran..	58
C. PITA ABSORBANSI PADA DAERAH NEAR INFRA RED.....	59

**DAFTAR SINGKATAN**



Ca	: <i>Kalsium</i>
InGaAs	: <i>Indium Gallium Arsenide</i>
IR	: <i>Infra Red</i>
LDA	: <i>Linear Discriminant Analysis</i>
LED	: <i>Light Emitting Diode</i>
LOOCV	: <i>Leave One Out Cross Validation</i>
NIR	: <i>Near Infra Red</i>
NM	: <i>Nano meter</i>
OSH	: <i>Optimal Separating Hyperplane</i>
P	: <i>Fosfor</i>
PCA	: <i>Principal Component Analysis</i>
PbS	: <i>Timbal Sulfida</i>
PLS	: <i>Partial Least Square</i>
SIMCA	: <i>Soft Independent Modelling of Class Analogies</i>
SVM	: <i>Support Vector Machine</i>

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pangan merupakan kebutuhan yang paling mendasar bagi manusia, sehingga ketersediaan pangan perlu mendapat perhatian yang serius baik kuantitas maupun kualitasnya (Gustiani, 2009). Indonesia merupakan negara dengan mayoritas penduduk muslim sebanyak 207,2 juta jiwa dengan presentasi sebesar 87,18% pada tahun 2010 dari total penduduk 237 juta jiwa (BPS, 2010). Dalam agama islam ada makanan halal dan makanan haram begitu juga dengan minuman. Selain faktor keamanan pangan, faktor kehalalan suatu produk pangan juga harus menjadi perhatian masyarakat muslim (BPOM RI, 2007).

Bahan pangan dapat berasal dari tanaman maupun ternak. Produk ternak merupakan sumber gizi utama untuk pertumbuhan dan kehidupan manusia (Gustiani, 2009). Salah satu bahan pangan ternak yang mengandung nilai gizi tinggi adalah daging (Semadi *et al.*, 2008). Daging kaya akan protein, lemak, mineral serta zat lainnya yang dibutuhkan tubuh (Yanti *et al.*, 2008). Daging dapat diolah dalam berbagai jenis produk yang menarik dengan aneka bentuk dan rasa untuk tujuan memperpanjang masa simpan serta dapat meningkatkan nilai ekonomis tanpa mengurangi nilai gizi dari daging yang diolah. Salah satu hasil olahan daging adalah nugget (Laksono *et al.*, 2012). Nugget adalah suatu bentuk produk daging giling yang dibumbui, kemudian diselimuti oleh perekat tepung, pelumuran tepung roti (*breadcrumbing*), dan digoreng setengah matang lalu dibekukan untuk mempertahankan mutunya selama penyimpanan (Permadi *et al.*, 2012). Produk nugget dapat dibuat dari daging sapi, ayam dan ikan dan lain-lain, tetapi yang populer dimasyarakat adalah *chicken nuggets* yang dibuat dari daging ayam (Widyastuti *et al.*, 2010).

Seiring dengan kemajuan teknologi, terdapat berbagai produk pangan yang sangat beragam, dengan kualitas dan harga yang istimewa. Hanya saja, terkadang untuk mendapatkannya, diperlukan bahan-bahan yang diperoleh dari salah satu atau beberapa bagian dari tubuh babi dan kemudian mencampur bagian tersebut dengan produk olahan makanan lain. Secara ekonomis, penggunaan bahan babi mampu memberikan banyak keuntungan, karena murah dan mudah didapat. Bahan-bahan tersebut ketika sudah diolah menjadi produk pangan menjadi sangat sulit untuk dikenali (BPOM RI, 2007). Pencampuran bahan yang tidak diinginkan dalam suatu produk tertentu secara sengaja disebut adulerasi. Adulerasi berasal dari bahasa inggris yaitu *Adulteration*, menurut Federal Food, Drug, and Cosmetic (FD&C) adulerasi merupakan campuran atau pemalsuan pada suatu produk yang tidak memenuhi standart.

Kasus makanan mengandung bahan dari babi marak terjadi di Indonesia sejak tahun 1980-an sampai sekarang (Fibriana *et al.*, 2010). Oleh karena itu, pengetahuan terhadap berbagai kemungkinan penggunaan unsur babi perlu terus ditingkatkan (BPOM RI, 2007). Pada Desember 2014 lalu ditemukan kasus pencampuran nugget dengan daging babi yang beredar dipasaran, berdasarkan penelusuran yang dilakukan dari 5 sampel nugget yang dideteksi, dua diantaranya terbukti mengandung daging babi (Reportaseinvestigasi, 2014).

Hukum penggunaan daging babi dalam syariat islam adalah haram. Haram dapat diartikan sebagai sesuatu yang Allah SWT melarang untuk dilakukan dengan larangan yang tegas. Allah SWT telah berfirman dalam Kitab Suci Al-qur'an tentang pelarangan penggunaan unsur babi yaitu pada Surat Al-Baqarah: 173, yang diterjemahkan sebagai berikut:

*Sesungguhnya Allah hanya mengharamkan bagimu bangkai, darah, babi dan binatang yang (ketika disembelih) disebut (nama) selain Allah. Tetapi barang siapa dalam keadaan terpaksa, sedang ia tidak menginginkannya dan tidak melampaui*

*batas, maka tidak ada dosa baginya. Sesungguhnya Allah maha pengampun dan maha penyayang. (Q.S Al-Baqarah: 173).*

Pemeriksaan adanya campuran daging babi dalam suatu bahan makanan memerlukan metode khusus yang dapat membantu dalam mendeteksi kandungan daging babi. Salah satu metode tersebut adalah spektroskopi inframerah dekat. Teknologi infra merah dekat (*near infrared*, NIR) dikembangkan sebagai salah satu metode yang non destruktif, dapat menganalisis dengan kecepatan tinggi, tidak menimbulkan polusi, penggunaan preparat contoh yang sederhana dan tidak memerlukan bahan kimia. NIR Spektroskopi menggunakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 780 nm - 2500 nm atau jumlah gelombang per cm  $12.800\text{ cm}^{-1}$  hingga  $4000\text{ cm}^{-1}$  (Schwanninger *et al.*, 2011). Spektroskopi inframerah dekat juga telah digunakan sebagai tehnik yang sederhana dan cepat dalam mendeteksi lemak babi dalam campuran daging lemak hewan lain, yaitu ayam, sapi dan domba (Che Man dan Mirghani, 2001). Selain itu spektroskopi inframerah dekat juga telah digunakan untuk analisis berbagai jenis makanan (Jimare Benito *et al.*, 2008).

Pengolahan data spektrum inframerah dekat dilakukan menggunakan metode statistik multivariat. Manfaat dari metode statistik multivariat tersebut adalah kemampuannya dalam mengekstrak informasi spektrum yang diperlukan dari spektrum inframerah dan menggunakan informasi spektrum tersebut untuk aplikasi kualitatif dan kuantitatif. Metode kemometrik merupakan salah satu cara untuk memperoleh informasi penting mengenai objek tertentu pada data dengan menggunakan tehnik statistik atau matematika (awa *et al.*, 2008). Analisis kemometrik dengan teknik *Linear Discriminat Analysis* (LDA), *Support Vector Machines* (SVM), dan *Soft Independent Modelling of Class Analogies* (SIMCA) merupakan tehnik kalibrasi multivariat yang bisa digunakan untuk penentuan multikomponen. Berdasarkan uraian diatas maka penulis ingin melakukan penelitian

tentang “Penentuan Adulturasi Daging Babi pada Nugget Ayam Menggunakan NIR dan Kemometrik”.

## 1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana karakteristik spektra nugget murni (daging ayam) dan nugget campuran (daging ayam dan babi) dengan menggunakan metode NIR?
- b. Bagaimanakah model klasifikasi kemometrik dalam membedakan spektra infra merah nugget murni (daging ayam) dan nugget campuran (daging ayam dan babi) dengan metode NIR?
- c. Manakah model klasifikasi kemometrik terbaik dalam membedakan spektra nugget murni (daging ayam) dan nugget campuran (daging ayam dan babi)?
- d. Apakah metode NIR dan kemometrik dapat diaplikasikan untuk mendeteksi kandungan daging babi pada nugget ayam yang beredar di pasaran?

## 1.3 Tujuan Penelitian

- a. Mengidentifikasi karakteristik spektra nugget murni (daging ayam) dan nugget campuran (daging ayam dan babi) menggunakan metode NIR,
- b. Membentuk model klasifikasi kemometrik dalam membedakan nugget murni (daging ayam) dan nugget campuran (daging ayam dan babi) dengan metode NIR,
- c. Menentukan model klasifikasi kemometrik yang terbaik dalam membedakan nugget murni (daging ayam) dan nugget campuran (daging ayam dan babi),
- d. Mengaplikasikan metode NIR dan model klasifikasi kemometrik untuk mendeteksi adanya kandungan babi pada nugget ayam yang beredar di pasaran.



#### **1.4 Manfaat**

- a. Memberikan metode sederhana, cepat, dan mudah untuk mendeteksi adanya daging babi dalam produk makanan olahan daging khususnya nugget
- b. Bagi mahasiswa peneliti dapat mengasah kemampuan, kreativitas dan keahlian di bidang kimia analisis.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daging

Pengertian daging adalah semua jaringan hewan dan semua hasil pengolahan jaringan-jaringan tersebut yang sesuai untuk dimakan, serta tidak menimbulkan gangguan kesehatan bagi yang mengkonsumsinya (Nurwantoro *et al.*, 2012). Jaringan yang termasuk dalam pengertian ini adalah otot, otak, isi rongga dada dan isi rongga perut (Gustiani, 2009). Definisi daging lebih spesifik, yaitu kumpulan sejumlah otot yang berasal dari ternak yang sudah disembelih, sehingga otot yang semasa hidup ternak merupakan energi mekanis berubah menjadi energi kimiawi. Istilah otot dipergunakan pada waktu ternak masih hidup dan setelah ternak disembelih berubah menjadi daging (Nurwantoro *et al.*, 2012).

Daging merupakan salah satu bahan pangan asal ternak yang mengandung zat-zat gizi bernutrisi tinggi yang sangat layak dikonsumsi manusia. Kandungan gizi daging sebagian besar terdiri dari air (65-80)%, protein (16-22)%, lemak (1,5- 13)%, substansi non protein nitrogen sekitar 1,5%, karbohidrat dan mineral sebesar 1,0% (Direktorat Kesmavet, 2014).

#### 2.1.1 Daging Ayam

Ayam adalah hewan yang paling umum di seluruh dunia, dan telah ditenakkan dan dikonsumsi sudah selama ribuan tahun lalu (Disnak kalselprov, 2010). Bahan pangan sumber protein hewani berupa daging ayam mudah diolah, dicerna dan mempunyai citarasa yang enak sehingga disukai banyak orang. Daging ayam juga merupakan bahan pangan kaya akan gizi yang sangat diperlukan manusia (Yuanita dan Silitonga, 2014).

Komposisi kimia daging ayam yaitu kadar air 74,86%, protein 23,20%, lemak 1,65%, mineral 0,98%, dan kalori 114 kkal. Daging ayam mempunyai ciri-ciri khusus antara lain berwarna keputih-putihan atau merah pucat, mempunyai serat daging yang

halus dan panjang, di antara serat daging tidak ada lemak. Lemak daging ayam terdapat di bawah kulit dan berwarna kekuning-kuningan (Rosyidi *et al.*, 2009).

### 2.1.2 Daging Babi

Babi adalah salah satu ternak yang berpotensi besar untuk dikembangkan dalam usaha pemenuhan kebutuhan akan daging. Hal ini didukung oleh sifatnya yang mempunyai pertumbuhan dan perkembangbiakan yang cepat dan mempunyai daging dengan persentase karkas yang tinggi (Siagian, 2004). Dari segi ekonomis, ternak babi merupakan salah satu sumber daging dan pemenuhan gizi yang sangat efisien di antara ternak-ternak yang lain, karena babi presentase karkas babi cukup tinggi, mencapai 65-80%, sedangkan presentase karkas sapi hanya 50-60%, domba dan kambing 45- 55% serta kerbau 38%; babi termasuk prolifrik mampu beranak 6-12 ekor dan induk dapat beranak dua kali setahun; daging babi kandungan lemaknya tinggi sehingga nilai energinya pun tinggi dengan kadar air lebih rendah; penghasil pupuk; dan tidak membutuhkan lahan pemeliharaan yang luas, dapat meningkatkan kesuburan tanah sehingga menghemat biaya dan tenaga kerja (Prasetyo *et al.*, 2013).

Secara umum daging babi memiliki lapisan lemak yang tebal dengan serat yang cukup halus. Daging babi merupakan sumber protein hewani yang harganya murah dan mudah diperoleh di pasaran (Fibriana *et al.*, 2010). Kandungan nutrisi daging babi segar sebagai berikut: 70,98% air; 20,79% protein; 0,89% lemak; 20,24% ca dan 0,21% P (Rompis dan Komansilan, 2014).

## 2.2 Tinjauan Tentang Pemeriksaan Kehalalan Terhadap Daging Babi

Kehalalan suatu produk pangan sangat penting dijadikan pertimbangan dalam mengkonsumsi produk pangan. Untuk kategori makanan hasil olahan, kehalalan suatu produk pangan sangat tergantung pada halal dan haramnya bahan baku dan tambahan serta tergantung pula pada proses (Hermanto dan Meutia, 2009). Pada tanggal 16 November 2012 Presiden RI telah mensahkan berlakunya UU No.18 Tahun 2012

tentang Pangan (disingkat UU Pangan). Penjelasan UU Pangan menyatakan bahwa penyelenggaraan keamanan pangan untuk kegiatan atau proses produksi pangan untuk dikonsumsi harus dilakukan melalui sanitasi pangan, pengaturan terhadap bahan tambahan pangan, penetapan standar kemasan pangan, pemberian jaminan keamanan pangan dan mutu pangan, serta jaminan produk halal bagi yang dipersyaratkan (Burlian, 2014).

Bagi umat islam ada satu faktor yang jauh lebih penting dari sekedar rasa dan penampilan yaitu halal atau haram suatu makanan. Halal adalah boleh. Pada kasus makanan, kebanyakan makanan termasuk halal kecuali secara khusus disebutkan dalam Al-qur'an atau Hadits. Haram adalah sesuatu yang Allah SWT melarang untuk dilakukan dengan larangan yang tegas. Setiap orang yang menentanginya akan berhadapan dengan siksaan Allah di akhirat. Bahkan terkadang juga terancam sanksi syariah di dunia (MUI, 2008).

Makanan haram benar-benar dilarang bagi setiap muslim kecuali dalam keadaan mendesak. Makanan haram dikelompokkan ke dalam sembilan kategori berikut bangkai atau hewan yang mati; darah mengalir atau beku; derivatif babi termasuk semua produk yang mengandung babi; hewan yang disembelih tanpa mengucapkan nama Tuhan (Allah); hewan yang dibunuh dengan cara mencegah darah keluar dari tubuhnya; semua jenis minuman keras, termasuk alkohol dan obat-obatan; hewan karnivora dengan taring seperti singa, anjing, serigala, atau harimau; burung dengan cakar tajam (burung pemangsa) seperti burung elang, burung hantu, atau burung bangkai; dan hewan darat seperti katak atau ular (Rohman dan Che Man, 2012). Firman Allah dalam surat Al-Maedah ayat 115: *“Sesungguhnya Allah hanya mengharamkan atasmu (memakan) bangkai, darah, daging babi dan apa yang disembelih dengan menyebut nama selain Allah; tetapi barang siapa yang terpaksa memakannya dengan tidak menganiaya dan tidak pula melampaui batas, maka sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Penyayang”*.

Selain makanan haram terdapat pula makanan halal. Makanan dikatakan halal apabila :

- a. Bukan terdiri dari atau mengandung bagian atau benda dari binatang yang dilarang oleh ajaran Islam untuk memakannya atau yang tidak disembelih menurut syariat Islam.
- b. Tidak mengandung sesuatu yang digolongkan sebagai najis menurut syariat Islam.
- c. Tidak mengandung bahan penolong atau bahan tambahan yang diharamkan menurut syariat Islam.
- d. Tidak disiapkan atau diproses menggunakan bahan-bahan atau peralatan yang tidak terbebas dari najis menurut hukum syariah
- e. Dalam proses, menyimpan dan menghidangkan tidak bersentuhan atau berdekatan dengan makanan yang atidak memenuhi persyaratan sebagai mana di atas atau benda yang dihukumkan sebagai najis menurut syariat Islam.

Makanan yang baik juga merupakan makanan yang halal, makanan yang baik merupakan makanan atau pangan yang berguna bagi tubuh manusia, sehat, mengandung gizi dan aman mengkonsumsinya (Siradjuddin, 2013). Perintah memakan makanan yang halal dan haram terdapat dalam Al- qur'an, yaitu:

*“Hai manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat dibumi... “*  
(Q.S Al-Baqarah: 168).

Kebanyakan ulama sepakat menyatakan bahwa semua bagian babi yang dapat dimakan haram, sehingga baik dagingnya, lemaknya, tulangnya, termasuk produk-produk yang mengandung bahan tersebut. Serta semua bahan yang dibuat dengan menggunakan bahan-bahan tersebut sebagai salah satu bahan bakunya. Hal ini misalnya tersirat dalam Keputusan Fatwa MUI bulan september 1994 tentang keharaman memanfaatkan babi dan seluruh unsur-unsurnya (Majelis Ulama Indonesia, 2008).

Babi merupakan tempat tumbuh yang baik bagi mikroorganisme karena daging babi mengandung air dan protein yang tinggi serta kondisi pH yang netral. Jenis mikroorganisme yang sering mencemari dan tumbuh dengan baik pada daging babi adalah jenis bakteri. Daging babi dapat tercemar bakteri sebelum, pada saat dan setelah pemotongan. Beberapa bakteri yang ditemukan pada daging babi antara lain *Coliform*, *Salmonella* sp. dan *Staphylococcus aureus* (Semadi *et al.*, 2008).

### 2.3 Nugget

*Nugget* merupakan salah satu pangan olahan dari daging dan merupakan jenis makanan cepat saji yang populer di seluruh belahan dunia. Nugget adalah suatu bentuk olahan daging yang diberi bumbu, dicampur dengan bahan pengikat kemudian dicetak menjadi bentuk tertentu dan dilumuri dengan tepung roti (*coating*) kemudian digoreng (Yuanita dan Silitonga, 2014). Produk nugget dapat dibuat dari daging sapi, ayam dan ikan dan lain-lain, tetapi yang populer dimasyarakat adalah nugget ayam yang dibuat dari daging ayam (Widyastuti *et al.*, 2010). Menurut Badan Standarisasi Nasional (2014) yang termuat dalam SNI 01- 6683-2014, nugget ayam didefinisikan sebagai produk olahan ayam yang dibuat dari campuran daging ayam dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain, dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan pangan yang diijinkan, dicetak (kukus cetak atau beku cetak), diberi bahan pelapis, dengan atau tanpa digoreng atau dibekukan. Nugget ayam dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Nugget Ayam (Fjb.kaskus.co.id)

Nugget daging ayam diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Nugget daging ayam

Nugget daging ayam merupakan nugget dengan kandungan daging ayam minimal 35%.

b. Nugget daging ayam kombinasi

Nugget daging ayam kombinasi merupakan nugget dengan kandungan daging ayam minimal 23% (BSN, 2014).

Pembuatan nugget mencakup lima tahap, yaitu penggilingan yang disertai oleh pencampuran bumbu, es dan bahan tambahan, pengukusan dan pencetakan, pelapisan perekat tepung dan pelumuran tepung roti, penggorengan awal (*pre-frying*) dan pembekuan. Nugget dibuat dari daging ayam (65%) dengan penambahan pati (20%) dan bumbu-bumbu seperti garam, bawang putih, merica dan air (15%) (Bintoro, 2008). Persyaratan mutu nugget ayam ditampilkan dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 : Persyaratan Mutu Nugget Ayam

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			Nugget Daging Ayam	Nugget Daging Ayam Kombinasi
1	Keadaan			
1.1	Rasa	-	Normal	Normal
1.2	Bau	-	Normal	Normal
1.3	Tekstur	-	Normal	Normal
2	Benda asing	-	Tidak boleh ada	Tidak boleh ada
3	Kadar air	% (b/b)	Maks. 50	Maks. 60
4	Protein (N x 6,25)	% (b/b)	Min. 12	Min. 9
5	Lemak	% (b/b)	Maks. 20	Maks. 20
6	Karbohidrat	% (b/b)	Maks. 20	Maks. 25
7	Kalsium (Ca)	mg/100g	Maks. 30/50*	Maks. 50
8	Cemaran logam			
8.1	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,1	Maks. 0,1
8.2	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 1.0	Maks. 1,0
8.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40	Maks. 40
8.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03	Maks. 0,03
9	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,5	Maks. 0,5
10	Cemaran mikroba			
10.1	Angka lempeng total	Koloni/g	Maks. $1 \times 10^5$	Maks. $1 \times 10^5$
10.2	Koliform	AMP/g	Maks. 10	Maks. 10
10.3	<i>Escherichia coli</i>	AMP/g	< 3	< 3
10.4	<i>Salmonella</i> sp.	-	Negatif/ 25g	Negatif/ 25g
10.5	<i>Staphylococcus aureus</i>	Koloni/g	Maks. $1 \times 10^2$	Maks. $1 \times 10^2$
10.6	<i>Clostridium perfringens</i>	Koloni/g	Maks. $1 \times 10^2$	Maks. $1 \times 10^2$
CATATAN *berlaku untuk nugget ayam dengan penambahan keju atau susu				

Sumber : Badan Standarisasi Nasional 2014



## 2.4 Spektroskopi Inframerah Dekat (NIR)

Teknologi spektroskopi *near infrared* (NIR) merupakan salah satu teknologi yang dapat menggantikan metode konvensional dan telah sukses diaplikasikan pada produk pertanian, farmasi, petrokimia dan lingkungan (Andasuryani *et al.*, 2014). Teknologi infra merah dekat (*near infrared*, NIR) dikembangkan sebagai salah satu metode yang non destruktif, dapat menganalisis dengan kecepatan tinggi, tidak menimbulkan polusi, penggunaan preparat contoh yang sederhana dan tidak memerlukan bahan kimia. NIR Spektroskopi menggunakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 780 nm - 2500 nm atau jumlah gelombang per cm  $12.800\text{ cm}^{-1}$  hingga  $4000\text{ cm}^{-1}$  (Schwanninger *et al.*, 2011).

Prinsip teori spektroskopi NIR adalah bekerja berdasarkan adanya vibrasi molekul yang berkorespondensi dengan panjang gelombang yang terdapat pada daerah IR dekat pada spektrum elektromagnetik. Vibrasi inilah yang dimanfaatkan dan diterjemahkan untuk mengetahui karakteristik kandungan kimia dari bahan (Karlinsari *et al.*, 2012). Hasil analisis dengan menggunakan spektroskopi NIR biasanya berupa signal kromatogram yang merupakan hubungan intensitas IR terhadap panjang gelombang. Untuk identifikasi pola spektrum sampel akan dibandingkan dengan pola spektrum standar (Samson *et al.*, 2013).

NIR umumnya dipilih karena cepat, biayanya rendah dan bersifat nondestruktif terhadap sampel yang dianalisis. Keunggulan dari gelombang inframerah dekat (*near infrared*) dalam analisis, khususnya pada bahan makanan adalah tercapainya gabungan antara kecepatan, tingkat ketepatan, dan kemudahan dari cara yang dilakukan (Samson *et al.*, 2013).

### 2.4.1 Analisis kualitatif dan kuantitatif oleh Spektroskopi Inframerah Dekat (NIR)

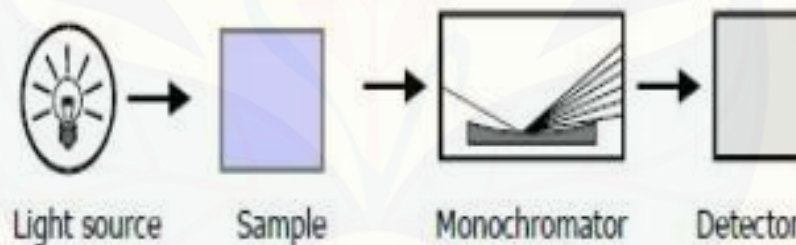
Tes kualitatif NIR dimaksudkan baik untuk mengkonfirmasi kualitas atau sumber bahan, yang pada gilirannya menunjukkan kesesuaian untuk penggunaan yang dimaksudkan, atau untuk membedakan antara bahan yang tidak dapat dibedakan

dengan menggunakan tes identifikasi sederhana. Analisis kualitatif berarti pengklasifikasian sampel disesuaikan dengan spektrum NIR mereka. Identifikasi NIR didasarkan pada metode pengenalan pola. Penerapan metodologi pengenalan pola sangat penting dalam bidang kimia, biologi, dan ilmu pangan (Roggo *et al.*, 2007).

Setelah klasifikasi sampel telah dicapai, instrumen NIR selanjutnya dapat berguna untuk mengetahui lebih lanjut perbedaan dari masing-masing sampel dengan lebih luas dan tepat. Oleh karena itu, pengembangan model kuantitatif diperlukan. Analisis kuantitatif dengan NIR erat kaitannya dengan metode regresi (kemometrik) yang digunakan untuk membangun model (Roggo *et al.*, 2007).

#### 2.4.2 Instrumentasi Spektroskopi Inframerah Dekat (NIR)

Sebuah spektrometer NIR umumnya terdiri dari sumber cahaya, monokromator, tempat sampel, dan detektor yang memungkinkan untuk pengukuran transmitansi atau reflektansi. Instrumentasi spektroskopi NIR dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Konfigurasi NIR Spektrofotometer (Burns, 2001)

Berikut ini adalah instrumentasi dari NIR:

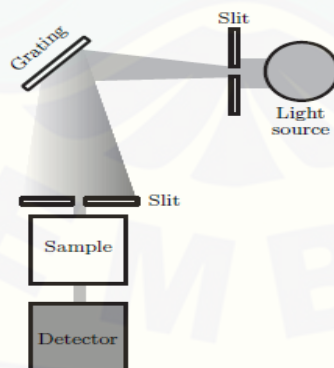
a. Sumber cahaya

Sumber cahaya biasanya lampu halogen tungsten (Reich, 2005). Lampu ini memiliki spektrum kontinyu yang mencakup seluruh daerah NIR. Selain itu, lampu ini murah dan kuat. Alternatif dari penggunaan lampu halogen tungsten adalah *light*

*emitting diode* (LED). LED memiliki lebar pita spektrum terbatas sekitar 30-50 (Abrahamson, 2005).

b. Penyeleksi panjang gelombang (monokromator)

Menurut Abrahamsson (2005), pemilihan panjang gelombang pada NIR dilakukan berdasarkan sistem dispersif. Pada sistem dispersif, kebanyakan cahaya polikromatik dari sumber cahaya terbagi menjadi beberapa panjang gelombang melalui sebuah kisi. Dispersi panjang gelombang yang dicapai dari kisi tersebut berdasarkan pada jumlah alur yang menyala. Untuk mendapatkan resolusi tinggi dengan kisi yang sangat dispersif, yaitu kisi dengan banyak alur per satuan panjang, maka harus menggunakan kombinasi dengan jalan masuk yang berupa celah sempit. Celah sempit yang mengarah ke difraksi cahaya besar yang berarti bahwa sebagian besar kisi-kisi akan diterangi. Jarak yang jauh antara celah dan kisi-kisi juga akan menyebabkan penerangan yang luas dari kisi-kisi, dan oleh karena itu sejumlah besar alur diterangi. Faktor-faktor ini menimbulkan penukaran antara sinyal intensitas dan resolusi. Di wilayah NIR, di mana ciri absorpsi yang lebar, resolusi kisi yang rendah, dengan resolusi antara 1-5 nm biasanya memberikan hasil terbaik. Skematis sistem dispersif dalam pengukuran transmittan dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Gambar Skematis Sistem Dispersif dalam Pengukuran Transmittan (Abrahamsson, 2005).

c. Detektor

Menurut Reich (2005), pemilihan detektor yang digunakan terutama bergantung pada kisaran panjang gelombang yang akan diukur. Adapun jenis detektor yang digunakan pada NIR meliputi :

1. Silikon memiliki keuntungan cepat, kebisingan rendah, kecil dan sangat sensitif pada daerah tampak sampai 1100 nm.
2. Timbal Sulfida (PbS) bersifat lebih lambat, tetapi sangat populer karena mereka sensitif pada 1100-2500 nm, memberikan rasio *signal-to-noise* yang baik.
3. Indium Gallium Arsenide (InGaAs) berharga paling mahal namun sensitif dalam kisaran 800-1700 nm.

## 2.5 Analisis kemometrik dengan *The Unscrambler*

Spektra NIR dapat menjadi kompleks karena seringkali pita spektra yang dihasilkan memunculkan puncak yang tumpang tindih sehingga penentuan pita spektra tunggalnya menjadi sulit (Karlinasari *et al.*, 2012). Untuk melakukan analisis NIR secara kualitatif atau kuantitatif, diperlukan metode-metode statistik yaitu kemometrika (Reich, 2005). Kemometrik adalah disiplin ilmu kimia yang menggunakan matematika, statistik dan logika formal yang digunakan untuk merancang atau memilih prosedur eksperimental yang optimal serta untuk memberikan informasi kimia maksimum yang relevan dengan menganalisis data kimia (Hopke, 2003).

Metode kemometrik sering diaplikasikan pada kondisi dimana tidak ada teori yang cukup untuk menyelesaikan atau mendeskripsikan masalah. Beberapa contoh masalah kimia yang berkembang adalah pengenalan struktur kimia dari data spektrum (klasifikasi spektrum), analisis kuantitatif senyawa dalam campuran yang kompleks (kalibrasi multivariat), penentuan keaslian sampel dan prediksi sifat atau aktivitas

senyawa kimia atau material teknologi (hubungan kuantitatif sifat atau struktur aktivitas) (Varmuza, 2001).

Tersedia perangkat lunak statistik yang unggul dengan kapasitas memori dan kecepatan komputer cukup untuk bekerja dengan kelompok data yang besar, dan *word processor* dapat membantu dalam menghasilkan laporan analisis. Kemajuan proses kalkulasi diberikan oleh beberapa perangkat lunak statistik. Salah satu perangkat lunak tersebut adalah *The Unscrambler*. *The Unscrambler* merupakan perangkat lunak yang spesifik dan baik untuk berbagai tipe analisis multivariat. Versi terbaru perangkat lunak ini diterbitkan dengan penambahan atau perbaikan fasilitas (Miller dan Miller, 2010).

Tujuan utama *The Unscrambler* adalah untuk membantu dalam menganalisis data multivariat dan membentuk desain eksperimen. Salah satu permasalahan yang dapat ditangani oleh *The Unscrambler* adalah pengklasifikasian sampel yang belum diketahui (*unknown samples*) kedalam berbagai kategori. Klasifikasi bertujuan untuk menemukan sampel baru yang serupa dengan pengkategorian sampel yang telah digunakan untuk membuat model. Jika sampel baru sesuai dengan model yang telah dibuat, maka dapat diketahui kategori sampel tersebut (Camo, 2005).

Kemometrik merupakan salah satu bentuk analisis kalibrasi multivariat. Teknik kalibrasi multivariat ini antara lain berupa Proyeksi struktur laten (*Partial Least Square*, PLS), Analisis diskriminan (*Discriminant Analysis*, DA), analisis komponen utama (*Principal Component Analysis*, PCA), *Support Vector Machines* (SVM), dan *Soft Independent Modelling of Class Analogies* (SIMCA).

### 2.5.1 *Partial Least Square* (PLS)

PLS merupakan salah satu teknik kalibrasi multivariat yang sangat luas digunakan dalam analisis kuantitatif data spektroskopi dan elektrokimia (Abdollahi *et al.*, 2003). Model kalibrasi dengan menggunakan PLS dapat digunakan untuk memprediksi komposisi suatu bahan, menggantikan metode konvensional yang membutuhkan waktu lama di laboratorium (Evi *et al.*, 2012). PLS lebih umum

digunakan dalam kalibrasi multivariat karena mutu model kalibrasi yang dihasilkan dan kemudahan penerapannya. Regresi PLS merupakan sebuah teknik analisis multivariat yang sangat canggih, oleh sebab itu penggunaannya meningkat pada spektroskopi inframerah kuantitatif. Ketika sebuah spektrum dari sampel yang tidak diketahui dianalisis, PLS mencoba untuk merekonstruksi spektrum dari spektra pemuat dalam memprediksi konsentrasi sampel yang tidak diketahui (Pare dalam Assifa, 2014).

### 2.5.2 *LinearDiscriminant Analysis (LDA)*

Pendekatan *DA* berbeda dengan pendekatan *SIMCA*, dimana *DA* menganggap bahwa sampel harus menjadi bagian dari salah satu kategori yang dianalisis. *DA* secara luas digunakan dalam permasalahan yang melibatkan hanya dua kategori (Camo, 2005).

Keberhasilan *LDA* dalam pengkategorian objek dapat diuji dengan beberapa cara. Cara yang paling sederhana adalah dengan menggunakan model klasifikasi yang telah dibuat untuk mengklasifikasikan objek dan menentukan apakah hasil pengklasifikasian tersebut benar atau tidak. Objek yang diklasifikasi merupakan bagian dari set data yang digunakan untuk membentuk model. Metode yang lebih baik adalah dengan membagi data asli menjadi dua kelompok yang dipilih secara randomisasi. Kelompok pertama disebut *training set* dan digunakan untuk menentukan fungsi diskriminan linier. Objek pada kelompok kedua disebut *test set* dan digunakan untuk mengevaluasi kinerja fungsi diskriminan linier dan keberhasilan *LDA* dapat diketahui (Miller dan Miller, 2010).

### 2.5.3 *Principal Component Analysis (PCA)*

*PCA* secara umum dikenal sebagai teknik interpretasi multivariat. *PCA* adalah teknik untuk menentukan komponen utama yang merupakan kombinasi linier dari

variable asli. PCA digunakan sebagai alat statistik melalui penggunaan komponen-komponen yang diturunkan dalam sebuah model regresi untuk memprediksi variabel respon yang tidak teramati menggunakan komponen utama. Komponen utama bertujuan untuk menjelaskan sebanyak mungkin keragaman data dengan kombinasi linier yang ditemukan yang saling bebas satu sama lain dan didalam arah keragaman paling besar. Tiap-tiap komponen utama merupakan kombinasi linier dari semua variabel. Komponen utama pertama menjelaskan variasi terbesar dari data diikuti dengan komponen utama kedua dan seterusnya (Varmuza, 2001).

Komponen-komponen utama ini dipilih sedemikian rupa sehingga  $PC_1$  memiliki variasi terbesar dalam set data, sedangkan  $PC_2$  tegak lurus terhadap komponen utama pertama dan memiliki variasi terbesar berikutnya (Miller dan Miller, 2010). Kedua komponen utama ini pada umumnya digunakan sebagai bidang proyeksi untuk pemeriksaan visual data multivariat. Jika jumlah varian dari  $PC_1$  dan  $PC_2$  lebih besar dari 70%, maka *score plot* memperlihatkan visualisasi dua dimensi yang baik (Varmuza, 2001).

#### 2.5.4 Support Vector Machines (SVM)

SVM merupakan pendekatan baru untuk klasifikasi dimana telah dikemukakan pada awal tahun 1990. SVM disebut sebagai metode pembatas. SVM tidak membentuk model kategori tetapi membentuk pembatas antara dua kategori. SVM diterapkan sebagai pengklasifikasian dua kategori, dimana SVM akan membedakan antara dua kategori tersebut (Brereton, 2007). SVM akan membentuk *Optimal Separating Hyperplane* (OSH) dalam membatasi dua kategori. OSH ini didefinisikan sebagai sesuatu yang dapat memberikan jarak pembatas secara maksimal terhadap dua kategori (*margin*). Objek atau sampel yang berada pada garis tepi OSH disebut *support vector* (Stanimirova *et al.*, 2010).

### 2.5.5 *Soft Independent Modelling of Class Analogies (SIMCA)*.

SIMCA merupakan salah satu metode klasifikasi yang terdapat dalam *The Unscrambler*. Model SIMCA dibentuk berdasarkan pembuatan model PCA dalam *training set*. Sampel yang tidak diketahui kemudian dibandingkan dalam model SIMCA dan pengkategorian dinilai berdasarkan analogi pada sampel percobaan (Camo, 2005). SIMCA digunakan untuk pengkategorian objek kedalam lebih dari satu kategori secara simultan (Brereton, 2007).

SIMCA menentukan jarak kategori, kemampuan pemodelan dan diskriminasi. Jarak kategori dapat dihitung sebagai jarak geometrik dari model komponen komponen utama. Pendekatan lain menganggap bahwa tiap kategori dibatasi dengan jarak wilayah yang mewakili persentase tingkat kepercayaan (biasanya 95%). Kemampuan diskriminasi mengukur seberapa baik variabel membedakan antara dua kategori (Berrueta *et al.*, 2007).

## 2.6 Validasi silang

Validasi silang cross-validasi banyak digunakan dalam metode kemometrik untuk menentukan jumlah optimum komponen (Brereton, 2007). Validasi silang merupakan teknik untuk menilai suatu hasil analisis statistik seberapa jauh dapat diimplementasikan ke dalam set data independen. Hal ini terutama digunakan untuk tujuan prediksi, yaitu untuk memperkirakan seberapa akurat model prediksi yang dibuat untuk dapat diimplementasikan. Beberapa tipe dan cara validasi silang yaitu (a) Leave-one-out, (b) K-fold cross validation, dan (c) 2-fold cross-validation. Penjelasan dari masing-masing tipe tersebut adalah sebagai berikut:

### a. *Leave-one-out*

Seperti diketahui dari namanya, *leave one out cross validation (LOOCV)* yang berarti meninggalkan satu untuk validasi silang, yaitu dengan melibatkan sampel pengamatan tunggal dari sampel asli digunakan sebagai validasi data, dan sampel pengamatan yang tersisa digunakan sebagai *training set*. Hal ini dilakukan



berulang pada setiap observasi dalam sampel yang digunakan sekaligus sebagai data validasi. LOOCV akan menjadi sama dengan *k-fold*, bila jumlah k-lipatannya sama dengan jumlah sampel asli pengamatan.

b. *K-fold cross validation*

Di dalam validasi silang k-fold, seluruh sampel asli dibagi secara acak ke dalam k-subsampel. Dari sebanyak k-subsampel, sebuah subsampel tunggal dipertahankan sebagai validasi data untuk pengujian model, dan sisanya k-1 subsampel digunakan sebagai *training set*. Proses validasi silang yang kemudian berulang k-kali (lipatan), dengan masing-masing k-subsampel digunakan tepat satu kali sebagai validasi data. Hasil k-kali dari lipatan kemudian didapat rata-rata (atau dikombinasi) untuk menghasilkan estimasi tunggal. Keuntungan dari metode ini adalah seluruh sampel pengamatan digunakan secara acak dan berulang sebagai data pelatihan dan validasi.

c. *2-Fold Cross-Validation*

Tipe ini merupakan variasi *k-fold cross-validation* yang paling sederhana. Pada pelaksanaannya, metode ini biasanya dilakukan dengan membagi data sampel menjadi dua bagian yang sama yaitu *training set* yang digunakan untuk membuat model, sedangkan bagian yang lain untuk *test set* yang berfungsi untuk memvalidasi model yang telah terbentuk.

## **2.7 Metode Pembanding dengan *XemaTest Pork***

Xematest Pork adalah suatu tes menggunakan imunokromatografi yang digunakan untuk penentuan kualitatif darah babi dan lemak babi dalam makanan, kosmetik, sediaan farmasi, dan bahan produksi lainnya. Konsumsi dan penanganan bahan yang berasal dari babi sangat dilarang oleh agama Islam. Selain itu, bagian tubuh yang lain dari babi juga dapat digunakan untuk pemalsuan pada bahan makanan dan produk kosmetik.

Penggunaan test strip ini didasarkan pada prinsip tes imunokromatografi dan dapat digunakan untuk penentuan kualitatif atau semi-kuantitatif antigen babi yang spesifik-serum albumin babi. Protein ini merupakan konstituen utama yang terdapat dalam serum babi dan secara luas ditemukan di semua jaringan tubuh, termasuk lemak subkutan (lemak babi). Dalam metode imunokromatografi (aliran lateral), target anti gen terikat dengan kuat dengan antibodi spesifik yang melekat pada garis uji dan memiliki warna yang berasal dari mikropartikel. Dua senyawa ini akan saling mengikat dan hasil ini akan ditunjukkan dalam pembentukan kompleks imun terlihat sebagai garis berwarna (Xema, Tanpa Tahun).

## BAB 3.METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Jember pada bulan Maret sampai Oktober 2015.

### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

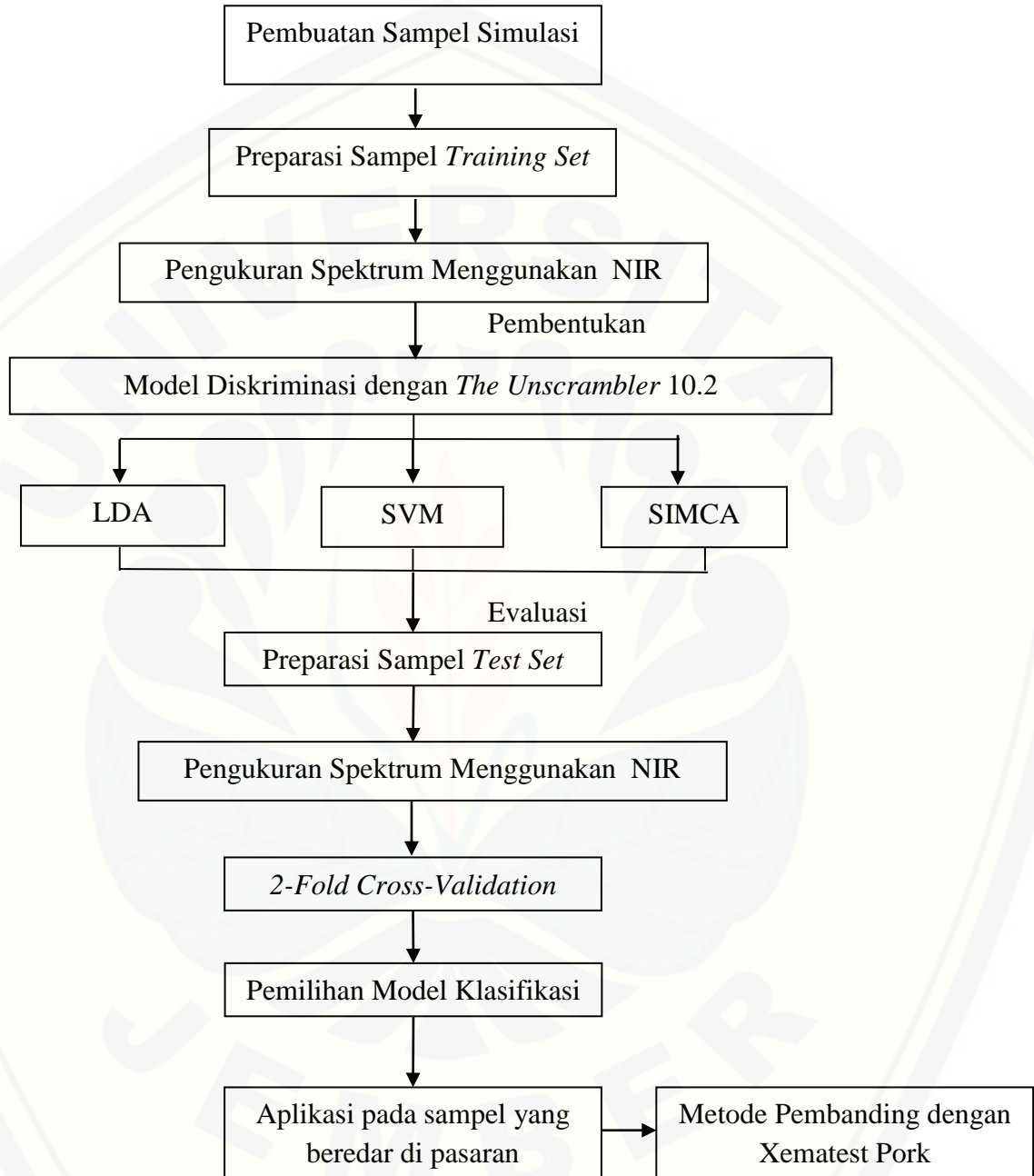
#### 3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: sampel nugget simulasi (terdiri dari: daging ayam, daging babi, roti tawar, tepung panir, garam, bawang putih, telur); sampel nugget di pasaran.

#### 3.2.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah; perangkat spektrofotometer infra merah dekat (*Brimrose corporation luminar 3070*); perangkat lunak *BRIMROSE*; perangkat lunak *The Unscrambler X 10.2*; stript *Xematest Pork Product number X.366.2*; timbangan analitik; lemari es; *blender*.

### 3.3 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Pembuatan Sampel Simulasi

Daging dicuci bersih dan digiling dengan *blender*. Pembuatan nugget dilakukan dengan mencampurkan daging, telur, roti tawar, bawang putih, dan garam. Adonan tersebut kemudian dikukus lalu dilumuri tepung panir dan digoreng. Sampel nugget simulasi yang disiapkan berupa nugget murni ayam, nugget murni babi, dan nugget campuran. Nugget campuran mengandung daging babi dan daging ayam dimana daging babi ditambahkan untuk menggantikan daging ayam. Sampel nugget simulasi dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

##### a. *Training set*

*Training set* terdiri dari objek/sampel yang diketahui pengkategoriannya dan digunakan untuk membentuk model klasifikasi kemometrik (Berrueta *et al*, 2007). Preparasi training set pada penelitian ini dilakukan dengan membuat 14 konsentrasi yang terdiri dari campuran nugget daging ayam dan daging babi pada konsentrasi 1% - 80% dengan menambahkan konsentrasi 0% sebagai nugget daging ayam tanpa campuran daging babi dan 100% menunjukkan nugget daging babi. Konsentrasi campuran yang dibuat sesuai dengan Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Konsentrasi *Training Set*

Daging Babi (gram)	Daging Ayam (gram)	Konsentrasi Daging Babi (%) b/b	Kategori
0	25,0005 <sup>a</sup>	0%	Murni
0	25,0022 <sup>b</sup>	Blangko 1	Murni
0	25,0008 <sup>c</sup>	Blangko 2	Murni
0	25,0016 <sup>d</sup>	Blangko 3	Murni
0,2503	24,7506 <sup>a</sup>	1,0012%	Campuran
1,2502	23,7501 <sup>a</sup>	5,0020%	Campuran
2,5020	22,5040 <sup>a</sup>	10,0080%	Campuran
3,7504	21,2503 <sup>a</sup>	15,0016%	Campuran
5,0210	20,0302 <sup>a</sup>	20,0840%	Campuran
6,2504	18,7501 <sup>a</sup>	25,0016%	Campuran
7,5030	17,5020 <sup>a</sup>	30,0120%	Campuran
10,0112	15,0607 <sup>a</sup>	40,0448%	Campuran
12,5003	12,5090 <sup>a</sup>	50,0012%	Campuran
15,0031	10,0305 <sup>a</sup>	60,0124%	Campuran
17,5021	7,5017 <sup>a</sup>	70,0084%	Campuran
20,0000	5,0210 <sup>a</sup>	80,0000%	Campuran
25,0230	0 <sup>a</sup>	100%	Campuran

Keterangan : 0%<sup>a</sup> = daging ayam 96,15%, roti tawar 3,85%  
 Blangko 1<sup>b</sup> = daging ayam 80%, roti tawar 20%  
 Blangko 2<sup>c</sup> = daging ayam 75%, roti tawar 15%  
 Blangko 3<sup>d</sup> = daging ayam 70%, roti tawar 30%

#### b. *Test set*

*Test set* juga terdiri dari objek/sampel yang diketahui pengkategorianya namun digunakan untuk mengevaluasi reliabilitas model yang telah dibentuk oleh *training set* (Berrueta *et al.*, 2007). *Test set* dibuat dengan preparasi 12 sampel yang terdiri dari nugget daging ayam, nugget campuran dan nugget daging babi pada konsentrasi yang berada didalam *training set*. Konsentrasi campuran yang dibuat sesuai dengan Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Konsentrasi *Test Set*

Daging Babi (gram)	Daging Ayam (gram)	Konsentrasi Daging Babi (%) b/b	Kategori
0	25,0113	0%	Murni
0,7503	24,2501	3,0012%	Campuran
1,7503	23,2505	7,0012%	Campuran
3,2501	21,7506	13,0004%	Campuran
4,2505	20,7502	17,0020%	Campuran
7,0005	18,013	28,0020%	Campuran
8,7503	16,2504	35,0012%	Campuran
11,2501	13,7507	45,0004%	Campuran
13,7505	11,2502	55,0020%	Campuran
16,2504	8,7501	65,0016%	Campuran
18,7501	6,2505	75,004%	Campuran
25,0113	0	100%	Campuran

#### 3.4.2 Preparasi Sampel

Nugget ayam yang sudah terbentuk dipotong secukupnya dan diambil bagian dalamnya kemudian dihancurkan. Nugget yang telah dihancurkan kemudian diletakkan pada tempat sampel dan diuji.

#### 3.4.3 Pengukuran Pantulan Spektrum Inframerah Dekat

Sebelum dilakukan pengukuran, alat dipanaskan selama 30 menit. Pada alat diatur celah masuk pada *monochromator* sebesar 500 pm, penguat sebesar 200, waktu tanggap (respons) adalah Smooth (1 ms) dan intensitas cahaya sebesar 14 volt. Sampel yang ingin diukur diletakkan pada tempat contoh yang terdapat pada unit *Integrating Sphere*. Cahaya dari lampu halogen akan melewati beberapa rangkaian alat dan difilter sesuai dengan yang ditentukan, Setelah cahaya mengenai sampel maka pantulan cahaya infra merah dekat akan ditangkap oleh sensor dan masuk ke proses digitasi. Pantulan (R) didapatkan dari perbandingan intensitas pantulan (volt) dengan intensitas pantulan standar (Volt). Pengukuran pada NIR Spektrofotometer menggunakan filter dengan panjang gelombang 1400-2000 nm dengan selang pengambilan data 5 nm sehingga akan memperoleh data pantulan sejumlah 360 titik.

#### 3.4.4 Analisis Data Spektrum dengan Kemometrik

Pada analisis kemometrik menggunakan software *The UnscramblerX 10.2* dilakukan pemilihan model klasifikasi didasarkan pada kemampuan pengenalan (*recognition ability*) dan kemampuan prediksi yang terbaik. Kemampuan pengenalan didefinisikan sebagai persentase kebenaran klasifikasi model terhadap sampel *training set* sedangkan kemampuan prediksi didefinisikan sebagai persentase kebenaran klasifikasi model terhadap sampel *test set* (Berrueta *et al*, 2007).

Metode yang digunakan untuk membuat model klasifikasi adalah *Linear Discriminant Analysis (LDA)*, *Soft Independent Modelling of Class Analogies (SIMCA)*, dan *Support Vector Machines (SVM)*. Data absorbansi yang diperoleh kemudian diklasifikasikan dimana sampel yang mengandung daging babi ditandai sebagai ‘campuran’ sedangkan sampel yang tidak mengandung daging 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.

#### 3.4.5 Validasi Model Klasifikasi Kemometrik

##### a. *2-Fold Cross-Validation (Test Set)*

Set validasi ini dibuat dengan preparasi 12 sampel simulasi dengan rentang konsentrasi 0-100% . Penetapan data NIR dilakukan dengan scanning sampel test set hingga menghasilkan data spectrum yang kemudian diolah dengan perangkat lunak *the unscramble versi x 10.2*.



### 3.4.6 Aplikasi Sampel yang Beredar di Pasaran

#### 3.4.6.1. Pengambilan Sampel

Langkah awal dalam proses sampling adalah survei. Survei dilakukan di salah satu pasar tradisional di jember yaitu pasar tanjung. Survei dilakukan dengan mendata merek nugget ayam. Setelah itu, hasil pendataan dikelompokkan menjadi dua, yaitu produk nugget ayam yang berlabel halal dan tidak berlabel halal.

#### 3.4.6.2. Deteksi Daging Babi dalam Sampel Nugget Ayam Menggunakan Spektroskopi NIR dan Kemometrik

Sampel yang terpilih *discan* menggunakan spektrofotometer NIR seperti pada *training set* dan *test set*. Sebelum dilakukan pengukuran, alat dipanaskan selama 30 menit. Pada alat diatur celah masuk pada *monochromator* sebesar 500 pm, penguat sebesar 200, waktu tanggap (*respons*) adalah Smooth (1 ms) dan intensitas cahaya sebesar 14 volt. Sampel yang akan diukur dicetak sesuai ukuran lubang tempat sampel lalu diletakkan pada tempat contoh yang terdapat pada unit *Integrating Sphere*. Cahaya dari lampu halogen akan melewati beberapa rangkaian alat dan difilter sesuai dengan yang ditentukan, Setelah cahaya mengenai sampel maka pantulan cahaya infra merah dekat akan ditangkap oleh sensor dan masuk ke proses digitasi. Pantulan (R) didapatkan dari perbandingan intensitas pantulan (volt) dengan intensitas pantulan standar (Volt). Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali scan dengan jumlah replikasi 3 kali. Hasil data spektrum diprediksi menggunakan model klasifikasi yang telah dipilih.

#### 3.4.6.3. Metode Pembanding dengan Xematest Pork

Kebenaran hasil aplikasi NIR dan kemometrik terhadap sampel nugget ayam yang beredar di pasaran dapat diketahui dengan melibatkan metode pembanding yang telah tervalidasi. Pada penelitian ini, metode pembanding yang digunakan adalah Xematest Pork. Pengujian dengan metode Xematest Pork dilakukan dengan