



**PENENTUAN ADULTERASI DAGING BABI PADA SAMPEL  
BURGER SAPI MENGGUNAKAN METODE NIR DAN  
KEMOMETRIK**

**SKRIPSI**

Oleh

**Ani Mubayinah  
NIM 112210101047**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**PENENTUAN ADULTERASI DAGING BABI PADA SAMPEL  
BURGER SAPI MENGGUNAKAN METODE 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

**Ani Mubayinah**  
**NIM 112210101047**

**FAKULTAS FARMASI**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**2015**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah Subhanahu Wata'ala yang senantiasa memberikan rahmat dan nikmat yang tak terhingga untuk hamba-Nya serta Rasulullah Shallallahu 'alayhi wasallam dan para Sahabat yang senantiasa menjadi tauladan bagi penulis agar selalu bersabar dan bersemangat dalam menuntut ilmu.
2. Orang tua penulis Bpk. Moh.Shofan dan Ibu Nur Qoidah tercinta di Ambulu, Jember.
3. Kakak tercinta Khafid Eka Perdana, Abdul Wahab Hisbullah, Isna Rahmawati dan adik tercinta Ahmad Faisal Hasan.
4. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., 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 Nia Kristiningrum, S.Farm., Apt., M.Farm. yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan saran hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Teman-teman seperjuangan Farmasi angkatan 2011, terimakasih atas dukungan dan semangat yang diberikan.
6. Para Pahlawan tanpa tanda jasa penulis di TK ABA 01 Watukebo, MIM 01 Watukebo, SDN Pabian III Sumenep, SMPN 1 Sumenep, SMAN 1 Sumenep dan Fakultas Farmasi Universitas Jember;
7. Almamater tercinta Fakultas Farmasi Universitas Jember.

**MOTTO**

“Bersemangatlah atas hal-hal yang bermanfaat bagimu, minta tolonglah kepada Allah, dan janganlah engkau lemah”

(H.R Muslim 2664)

“Ilmu tidak akan diperoleh kecuali dengan enam perkara, yaitu kecerdasan, semangat, sungguh-sungguh, berkecukupan, bersahabat (belajar) dengan guru, dan membutuhkan waktu yang lama”

(Imam Asy-Syafi’i)

“Empat perkara yang jika keempatnya ada padamu, maka tak akan berpengaruh (bagimu) apapun yang hilang dari dunia ini, yaitu: Menjaga amanah, berbicara benar, berakhlak baik, dan menjaga kehalalan makanan”

(HR. Akhmad, Thabrani, dan Baihaqi)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Ani Mubayinah

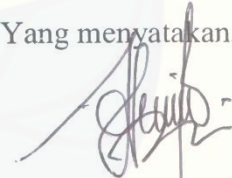
NIM : 112210101047

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penentuan Adulterasi Daging Babi pada Sampel Burger Sapi Menggunakan Metode 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, 17 November 2015

Yang menyatakan,



Ani Mubayinah

NIM. 112210101047

**SKRIPSI**

**PENENTUAN ADULTERASI DAGING BABI PADA SAMPEL  
BURGER SAPI MENGGUNAKAN METODE NIR DAN  
KEMOMETRIK**

Oleh

Ani Mubayinah  
NIM 112210101047

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Lesty W., S.Si., Apt., M.Farm.



PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penentuan Adulterasi Daging Babi Pada Sampel Burger Sapi Menggunakan Metode NIR dan Kemometrik” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Selasa, 17 November 2015

Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,



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

Lesty W., S.Si., Apt., M.Farm.

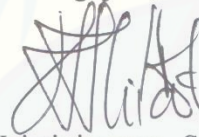
NIP 196902011994031002

NIP 197604142002122001

Tim Penguji :

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II,



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

Nia Kristiningrum, S.Farm., Apt., M.Farm.

NIP 197806092005012004

NIP 198204062006042001

Mengesahkan

Dalam Fakultas Farmasi Universitas Jember



Lesty W., S.Si., Apt., M.Farm.

NIP 197604142002122001

## RINGKASAN

**Penentuan Adulterasi Daging Babi pada Sampel Burger Sapi Menggunakan Metode Nir dan Kemometrik;** Ani Mubayinah, 112210101047; 2015; 66 halaman; Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

Burger adalah istilah produk olahan daging yang disiapkan seperti sandwich yang diapit dengan roti ditambah dengan beberapa bahan lain sehingga berpenampilan menarik dan enak. Menurut agama islam hukum penggunaan daging babi adalah haram. Sehingga bagi umat Islam perlu memperhatikan ada dan tidaknya jaminan dan kepastian hukum tentang produk pangan halal. Namun, terkadang tanda halal yang sudah ada seringkali disalahgunakan oleh pelaku usaha. Manipulasi yang sering dilakukan adalah dengan mencantumkan tanda halal, padahal belum pernah diperiksa oleh lembaga yang berkompeten dan tidak memiliki sertifikat halal, yang dalam hal ini adalah menjadi kompetensi LPPOM MUI. Untuk mendeteksi adanya kandungan daging babi dalam makanan diperlukan metode khusus yang mampu mendeteksi adanya kandungan babi. Salah satu teknologi yang cepat dan sederhana yang dapat digunakan adalah *Near infrared* (NIR) yang dikombinasikan dengan kemometrik.

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah pembuatan dan preparasi sampel daging burger simulasi yang terbuat dari daging sapi, daging babi dan campuran daging sapi-daging babi dengan rentang konsentrasi 0-100%. Sampel simulasi tersebut dibagi dalam kelompok *training set* dan *test set*. Tahap kedua adalah pengukuran dengan spektrofotometer NIR yang menghasilkan karakteristik spektrum sampel. 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 dengan model yang terpilih terhadap sampel burger sapi yang beredar di pasaran kemudian hasil prediksi dibandingkan dengan hasil metode Xematest Pork.



Karakteristik spektrum infra merah burger murni dan campuran memiliki pola serapan yang mirip dan hanya berbeda pada nilai kuantitatif absorbansi. Untuk membedakan kelompok kategori murni dan campuran, digunakan model klasifikasi kemometrik berupa LDA, SVM dan SIMCA. Model klasifikasi LDA dan SVM merupakan model klasifikasi kemometrik yang paling baik dengan kemampuan pengenalan sebesar 100% dan kemampuan prediksi sebesar 100%. Sedangkan SIMCA memiliki kemampuan pengenalan sebesar 96,83% dan kemampuan prediksi sebesar 0%. Setelah dilakukan pengaplikasian terhadap sampel daging burger sapi yang beredar di pasaran diketahui bahwa merek dagang daging burger Bernardi, Vigo, Vitalia, Kimbo, Conato, Roland Burger dan Big Burger tidak mengandung daging babi. Hasil tersebut telah sesuai dengan hasil uji menggunakan *Xematest Pork* yang menunjukkan hasil negatif (tidak mengandung daging babi).

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penentuan Adulterasi Daging Babi Pada Sampel Burger Sapi Menggunakan Metode NIR dan Kemometrik”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Farmasi Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember, Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm.
2. Bapak Prof. Drs. Bambang Kuswandi., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang penuh kesabaran memberikan bimbingan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini sehingga bisa terlaksana dengan baik
3. Ibu Yuni Retnaningtyas, S.Si., Apt., M.Si . selaku Dosen Penguji I dan ibu Nia Kristiningrum, S.Farm., Apt., M.Farm selaku Dosen Penguji II, terima kasih atas saran dan kritiknya.
4. Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa serta seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu kepada penulis.
5. Bapak Moh.Shofan, Ibu Nur Qoidah, Mas Khafid Eka Perdana, Mas Abdul Wahab Hisbullah, Mbak Asih Isna Rahmawati dan Adik Ahmad Faisal Hasan terimakasih atas doa, pengorbanan, cinta dan kasih sayangnya, selama ini.
6. Bulek Mubarakah dan keluarga Bulek Toyiybah terimakasih atas bantuan dan dukungannya selama menempuh pendidikan, serta seluruh keluarga besar Bani Rustamaji yang telah memberikan dukungannya dalam menempuh pendidikan.

7. Mbah Slamet Widodo, Om Rudi Aswanto dan seluruh keluarga besar Singo Lodoyo terimakasih atas saran, doa, dukungan dan semangatnya.
8. Saudari tercinta Fathimah Azzahrotul Maulidiyah, Dhewi Citrasari, Nurul Aini, Liyas Atika Putri, Liza fairus, Dhitya Sagita, Rahmah Pravitasari, dan Elly Febri Taufani, terimakasih atas indahnya persahabatan, keikhlasan dan cinta kasih yang diberikan selama ini.
9. Teman-teman skripsi kimia seperjuangan Dhewi Citrasari, Hilmia Lukman, Fracilia Arinda, Nurul Aini dan Maulana Fadhilil yang selalu siap memberi bantuan tenaga dan pikiran.
10. Sahabat surgaku Tassya Nur Annisa, Ardila Sekar Ayu, Elisa Eriana, Tri Pujiani, Ukhty Laila Umar, Ukhty Hida, Upit Palupi, terimakasih atas semangat dan doanya selama ini.
11. Teknisi Laboratorium Kimia Farmasi Bu Wayan dan Mbak Hani yang telah membantu dan memberi masukan.
12. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2011 ASMEF yang telah berjuang bersama-sama demi sebuah gelar Sarjana Farmasi yang akan selalu menjadi sebuah keluarga.
13. Seluruh civitas akademika dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Hanya doa yang dapat penulis panjatkan semoga segala kebaikan dan dukungan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Tuhan. Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 17 November 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG.....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN .....	viii
PRAKATA .....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR SINGKATAN.....	xix
<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>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Tinjauan Tentang Daging.....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Daging Sapi .....	5
2.1.2 Daging Babi.....	7
<b>2.2 Tinjauan Tentang Burger.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Tinjauan tentang Pemeriksaan Kehalalan terhadap Daging Babi....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Spektroskopi Inframerah atau <i>Infrared</i> (IR).....</b>	<b>12</b>
2.4.1 Tinjauan Tentang Spektroskopi <i>Near-Infrared</i> (NIR) .....	13

2.4.2 Instrumentasi Spektroskopi Near-Infrared (NIR).....	14
<b>2.5 Tinjauan Tentang Kemometrik dan Analisis Multivariat .....</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>Soft Independent Modelling of Class Analogies</i> (SIMCA) .....	19
2.5.5 <i>Support Vector Machines</i> (SVM).....	20
<b>2.6 Validasi Silang .....</b>	<b>21</b>
<b>2.7 Metode Pembandingan dengan Xematest Pork.....</b>	<b>22</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 Diagram Alur Penelitian.....</b>	<b>24</b>
<b>3.4 Pelaksanaan 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 Pengambilan Sampel.....	29
3.4.6.2 Deteksi Daging Babi dalam Sampel Burger Sapi Menggunakan Spektroskopi NIR dan Kemometrik .....	29
3.4.6.3 Metode Pembandingan dengan <i>Xematest Pork</i> .....	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 Daging Burger Sapi dan Campuran.....	31



4.1.2 Spektrum <i>Training Set</i> .....	33
4.1.3 Spektrum <i>Test Set</i> .....	35
<b>4.2 Pembentukan dan Pemilihan Model Klasifikasi</b> .....	<b>36</b>
4.2.1 Pembentukan Model Klasifikasi Kemometrik .....	36
4.2.2 Evaluasi Model Klasifikasi dengan <i>Test Set</i> .....	40
4.2.3 Pemilihan Model Klasifikasi Terbaik .....	41
<b>4.3 Aplikasi pada Sampel Daging Burger Sapi yang Beredar Di Pasaran</b> .....	<b>42</b>
4.3.1 Pengambilan Sampel Yang Beredar di Pasaran .....	42
4.3.2 Deteksi Daging Babi dalam Sampel Daging Burger Sapi Menggunakan Spektroskopi NIR dan Kemometrik .....	43
4.3.3 Metode Perbandingan dengan Metode Xematest Pork .....	44
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	<b>47</b>
5.1 Kesimpulan .....	47
5.2 Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

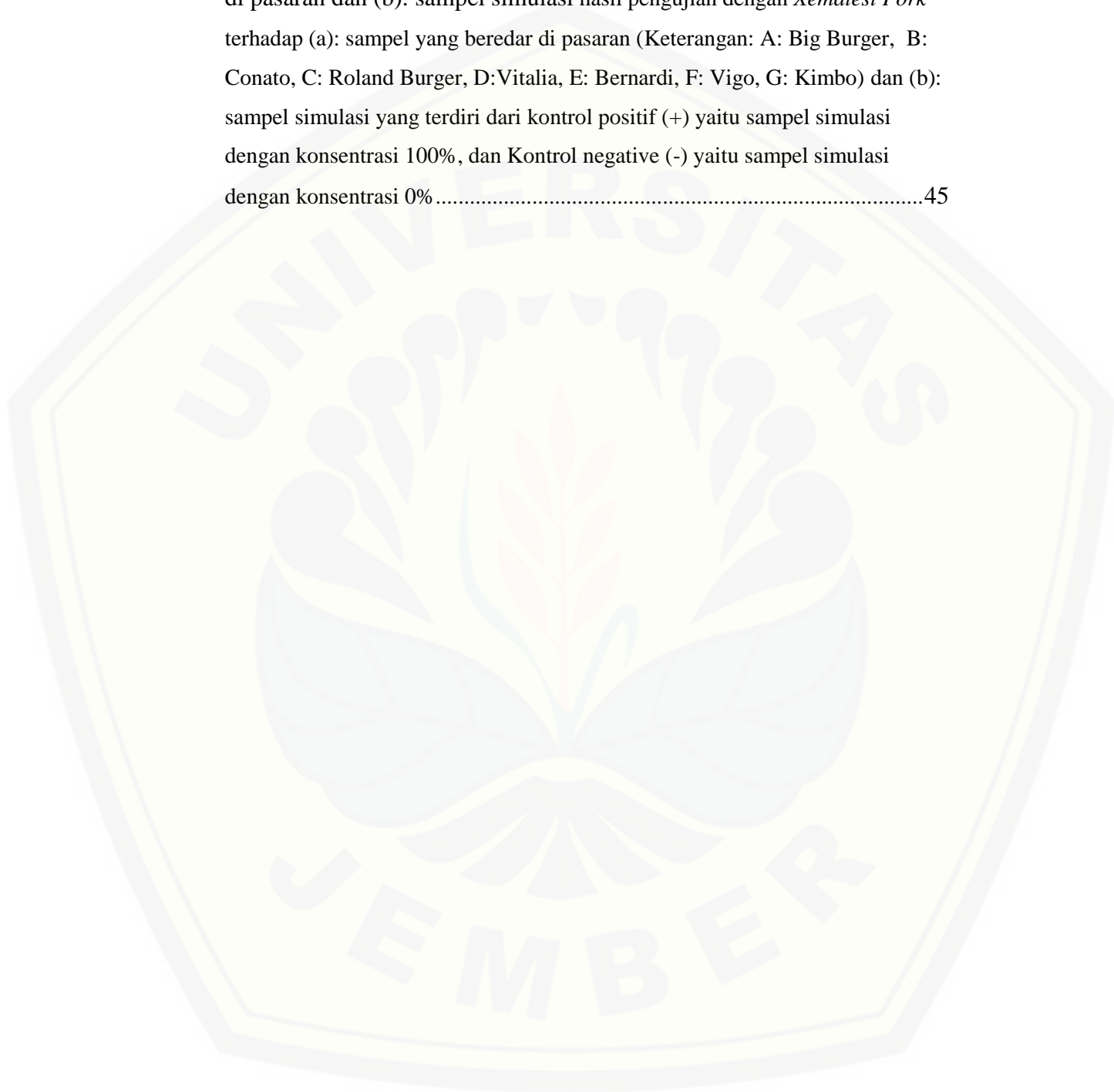
**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Komposisi kimia daging rendah lemak dari berbagai spesies (%).....	5
2.2 Komposisi kimia daging sapi .....	7
2.3 Komposisi kima daging babi .....	8
2.4 Daerah spektrum inframerah .....	12
3.1 Komposisi dan kategori daging burger (dari total daging $\pm$ 25 g) untuk <i>training set</i> .....	26
3.2 Komposisi dan kategori daging burger (dari total daging $\pm$ 25 g) untuk <i>test set</i> .....	27
4.1 Hasil klasifikasi model LDA dan SVM terhadap <i>test set</i> .....	40
4.2 Nilai kemampuan pengenalan dan prediksi model klasifikasi LDA dan SVM .....	41
4.3 Daftar merek daging burger sapi yang beredar di Jember.....	42
4.4 Hasil prediksi LDA dan SVM terhadap sampel daging burger sapi yang beredar di pasaran.....	43
4.5. Perbandingan hasil prediksi NIR-Kemometrik dan <i>Xematest Pork</i> .....	46

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Daging Sapi .....	6
2.2 Daging babi .....	7
2.3 Burger .....	8
2.4 Spektrum elektromagnetik.....	13
2.5. Prinsip kerja spektroskopi NIR.....	15
2.6. Pita absorpsi pada daerah NIR .....	16
2.7 Prinsip PCA.....	19
3.1 Diagram Alur Penelitian.....	24
3.2 Pembacaan Hasil Xematest .....	30
4.1 Spektra sampel daging burger sapi dan campuran dengan konsentrasi 0%, 50% dan 100% .....	32
4.2 Spektrum <i>training set</i> yang terdiri dari burger sapi murni (blangko1,blangko 2, blangko 3, dan 0%) dan burger campuran dengan konsentrasi daging babi 1%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, dan 100% (komposisi 88% daging, 3% terigu, 9% tepung panir).....	34
4.3 Spektrum blangko <i>training set</i> (komposisi Blangko 1:80% daging sapi, 5% terigu,15% tepung panir; Blangko 2: 70% daging sapi, 7,5% terigu, 22,5% tepung panir; Blangko 3: 75% daging sapi, 6,77% terigu, 18,23% tepung panir) .....	35
4.4 Spektrum <i>test set</i> yang terdiri dari burger sapi murni dan campuran dengan konsentrasi daging babi 0%, 3%, 7%, 13%, 17%, 28%, 35%, 45%, 55%, 65%, 75% dan 100% (komposisi 88% daging, 3% terigu, 9% tepung panir) .....	36
4.5 Pemetaan model klasifikasi LDA .....	37
4.6 Pemetaan model klasifikasi SVM.....	38
4.7 Pemetaan <i>plot coomans</i> pada model SIMCA.....	39

4.8 Hasil pengujian dengan *Xematest Pork* terhadap (a): sampel yang beredar di pasaran dan (b): sampel simulasi hasil pengujian dengan *Xematest Pork* terhadap (a): sampel yang beredar di pasaran (Keterangan: A: Big Burger, B: Conato, C: Roland Burger, D: Vitalia, E: Bernardi, F: Vigo, G: Kimbo) dan (b): sampel simulasi yang terdiri dari kontrol positif (+) yaitu sampel simulasi dengan konsentrasi 100%, dan Kontrol negative (-) yaitu sampel simulasi dengan konsentrasi 0% .....45

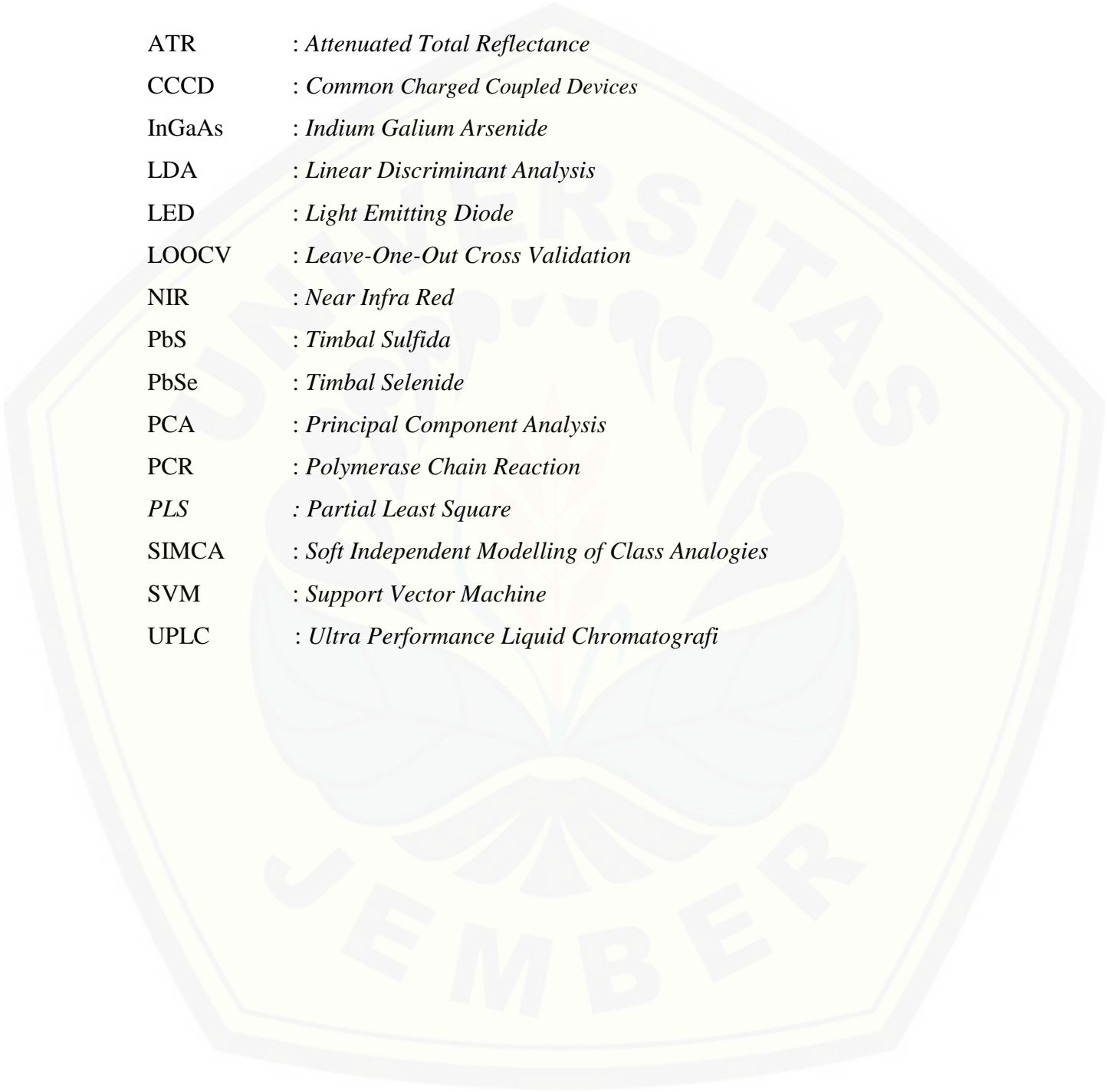


DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Alat dan Bahan yang Digunakan .....	52
A.1 Spektrofotometer NIR .....	52
A.2 Contoh Sampel Daging Burger .....	52
A.3 Perangkat Xematest Pork .....	52
B. Data Spektrum Inframerah yang Dihasilkan .....	53
B.1 Spektrum <i>Training Set</i> .....	53
B.2 Spektrum <i>Test Set</i> .....	53
C. Data Kemometrik dan Perhitungan Kemampuan Pengenalan dan Kemampuan Prediksi.....	54
C.1 Model LDA .....	54
C.2 Model SVM.....	57
C.3 Model SIMCA.....	59
D. Aplikasi Sampel yang Beredar di Pasaran .....	60
D.1 Hasil Pengujian Sampel dengan Model LDA .....	60
D.2 Hasil Pengujian Sampel dengan Model SVM .....	61
E. Tabel Pita Absorpsi pada Daerah NIR .....	62
E.1 Tabel 1 .....	62
E.2 Tabel 2 .....	64



**DAFTAR SINGKATAN**



ATR	: <i>Attenuated Total Reflectance</i>
CCCD	: <i>Common Charged Coupled Devices</i>
InGaAs	: <i>Indium Galium Arsenide</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>
PbS	: <i>Timbal Sulfida</i>
PbSe	: <i>Timbal Selenide</i>
PCA	: <i>Principal Component Analysis</i>
PCR	: <i>Polymerase Chain Reaction</i>
PLS	: <i>Partial Least Square</i>
SIMCA	: <i>Soft Independent Modelling of Class Analogies</i>
SVM	: <i>Support Vector Machine</i>
UPLC	: <i>Ultra Performance Liquid Chromatografi</i>

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Daging merupakan bagian dari tubuh hewan ternak yang memiliki kandungan gizi yang lengkap dan banyak digemari oleh masyarakat. Daging sendiri biasanya dimasak atau diolah menjadi suatu makanan sebelum dimakan. Salah satunya adalah dengan mengolahnya menjadi produk makanan cepat saji yaitu burger. Burger adalah istilah produk olahan daging yang disiapkan seperti sandwich yang diapit dengan roti ditambah dengan beberapa bahan lain sehingga berpenampilan menarik dan rasanya enak. Selain roti dan daging burger yang diolah dari daging giling yang berbentuk pipih dan bulat, bahan yang bisa menjadi bagian burger adalah selada, timun, tomat, bawang, keju, mayonais, dan kecap (LPPOM MUI, 2011).

Kemajuan sains dan teknologi telah merubah gaya hidup masyarakat Indonesia menjadi lebih modern dan cenderung menyukai makanan yang bersifat praktis dan cepat saji. Namun di sisi lain juga melahirkan masalah tersendiri khususnya bagi umat Islam, yakni dalam hal ada dan tidaknya jaminan dan kepastian hukum tentang produk pangan halal. Terkadang tanda halal yang sudah ada pun sering disalahgunakan oleh pelaku usaha, demi untuk menarik minat konsumen. Manipulasi yang sering dilakukan adalah dengan mencantumkan tanda halal, padahal belum pernah diperiksa oleh lembaga yang berkompeten dan tidak memiliki sertifikat halal, yang dalam hal ini adalah menjadi kompetensi Lembaga Pengawasan Pangan, Obat-obatan, Kosmetika dan Minuman Majelis Ulama Indonesia (Bahruddin, 2010).

Pada bulan Mei 2013 lalu telah ditemukan burger berlabel halal yang mengandung daging babi pada katering seluruh sekolah di Leicester. Dari penelusuran yang dilakukan dewan kota, diketahui DNA daging yang disuplai produsen daging asal *Doncaster Paragon Quality Food* tersebut mengandung babi. Temuan itu sangat mengejutkan komunitas muslim setempat. Karena, sedari awal

dewan kota sudah memastikan pengadaan katering untuk setiap sekolah sudah dilabeli halal. Nyatanya temuan tersebut membuat komunitas muslim mempertanyakan pengawasan dari proses penyajian makanan yang dilakukan (Republika, 2013).

Menurut agama islam hukum penggunaan daging babi adalah haram. Hal itu sesuai dengan firman Allah yang berbunyi: *Telah diharamkan atas kamu sekalian bangkai, darah, daging babi dan binatang yang disembelih tidak atas nama Allah, yang tercekik, yang dipukul, yang jatuh, yang ditanduk dan yang diterkam binatang buas, kecuali yang sempat kamu menyembelinya, dan (diharamkan pula bagimu) yang disembelih untuk berhala.* (Q.S. Al-Ma'idah : 3).

Bahan pangan yang dikonsumsi hendaknya memperhatikan aspek nutrisi dan keamanannya seperti yang tertuang dalam QS Al Baqarah : 168 dan QS Al-Maidah : 88 bahwa makanan yang dikonsumsi hendaklah makanan yang halal dan baik. Halal diartikan sebagai segala sesuatu yang diperbolehkan menurut ajaran Islam. Pangan halal adalah pangan yang tidak mengandung unsur atau bahan yang haram atau dilarang untuk dikonsumsi umat Islam, baik yang menyangkut bahan baku pangan, bahan tambahan pangan, bahan bantu dan bahan penolong lainnya yang pengelolaannya dilakukan sesuai dengan ketentuan hukum agama Islam (Adisaswito, 2008). Sedangkan pengertian haram adalah sesuatu yang dilarang atau segala sesuatu yang diperintahkan oleh syarak untuk meninggalkannya dan bagi yang melanggarnya akan mendapatkan sanksi hukum (Bahrudin, 2010).

Penentuan adanya campuran daging babi dalam suatu makanan atau bahan makanan memerlukan metode khusus yang mampu mendeteksi adanya kandungan daging babi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya ada beberapa metode yang telah digunakan untuk identifikasi daging babi atau lemak babi dalam makanan. Beberapa metode analisis tersebut, antara lain UPLC dengan *Marker Myoglobin* (Giaretta *et al.*, 2013), *Polymerase Chain Reaction* (Ali *et al.*, 2011), dan *Nanobiophrobe* (Ali *et al.*, 2011). Metode-metode tersebut memerlukan banyak tenaga dan waktu sehingga diperlukan teknik analisis yang cepat dan mudah.

*Near Infrared* (NIR) merupakan teknik yang bersifat non-destruktif dan tidak membutuhkan preparasi sampel yang rumit. Selain itu keuntungannya adalah dapat menganalisis dengan kecepatan tinggi, tidak menimbulkan polusi, penggunaan preparat yang sederhana dan tidak memerlukan bahan kimia. Spektroskopi NIR merupakan alat penting yang seringkali digunakan dalam analisis senyawa organik. *Near Infra Red* (NIR) memiliki wilayah spektrum elektromagnetik memanjang dari 780-2500 nm (atau 12800-4000  $\text{cm}^{-1}$ ). NIR memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi sampel yang relatif murni dengan cepat atau untuk mengidentifikasi matriks pada bahan dengan komposisi yang kompleks, seperti tablet dan dapat digunakan untuk sampel padat maupun cair (Moffat *et al.*, 2005).

Kalibrasi multivariat adalah salah satu teknik yang telah membuat dampak yang signifikan di semua bidang kimia, terutama analisis campuran dengan spektroskopi. Metode statistik multivariat sangat berguna untuk pengolahan spektrum IR. Keuntungan yang besar dari metode statistik multivariat adalah kemampuannya untuk mengekstrak informasi yang diperlukan spektral dari spektrum IR dan mengeksplorasi informasi spektral ini untuk aplikasi kualitatif dan kuantitatif. Beberapa analisis multivariat yang paling sering digunakan dalam analisis data spektroskopi dan elektrokimia adalah *Principal Component Analysis* (PCA), *Partial Least Squares* (PLS), *Linear Discriminant Analysis* (LDA), *Soft Independent Modelling of Class Analogies* (SIMCA), dan *Support Vector Machines* (SVM). Berdasarkan uraian di atas penulis ingin melakukan penelitian tentang “Penentuan Adulterasi Daging Babi Pada Sampel Burger Sapi Menggunakan Metode NIR dan Kemometrik”.



### 1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimanakah karakteristik spektrum burger murni (daging sapi) dan burger campuran (daging sapi dan babi) menggunakan metode NIR?
- b. Bagaimana model klasifikasi kemometrik LDA, SIMCA, dan SVM dalam menentukan burger murni (daging sapi) dan burger campuran (daging sapi dan babi)?
- c. Apakah metode NIR dan model klasifikasi kemometrik tersebut dapat diaplikasikan untuk mendeteksi kandungan daging babi dalam sampel burger sapi yang beredar di pasaran?

### 1.3 Tujuan

- a. Mengidentifikasi karakteristik spektrum burger murni (daging sapi) dan burger campuran (daging sapi dan babi) menggunakan metode NIR
- b. Mengetahui model klasifikasi kemometrik LDA, SIMCA, dan SVM dalam menentukan burger murni (daging sapi) dan burger campuran (daging sapi dan babi)
- c. Menentukan apakah metode NIR dan model klasifikasi kemometrik dapat diaplikasikan untuk mendeteksi kandungan daging babi dalam sampel burger sapi yang beredar dipasaran.

### 1.4 Manfaat

- a. Dapat memberikan metode yang sederhana, cepat dan mudah untuk mendeteksi adanya daging babi dalam produk olahan burger sapi,
- b. Pelaksanaan penelitian ini dapat menambah pengetahuan di bidang analisis sediaan makanan, mengasah kreativitas dan keahlian penulis dalam bidang analisis farmasi.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Tentang Daging

Menurut Soeparno (2005), daging didefinisikan sebagai semua jaringan hewan dan semua produk hasil pengolahan jaringan-jaringan tersebut yang sesuai untuk dimakan serta tidak menimbulkan gangguan kesehatan bagi yang memakannya. Definisi lain daging adalah semua jaringan hewan dan produk olahannya yang sesuai dan digunakan sebagai makanan. Daging terdiri dari empat jaringan utama yaitu jaringan otot, jaringan ikat, jaringan epitel dan jaringan saraf (Nurwantoro dan Mulyani, 2003).

Daging terdiri dari air, protein, asam amino, mineral, lemak, asam lemak, vitamin dan komponen bioaktif lainnya serta sedikit karbohidrat. Daging merupakan sumber protein yang sangat baik yang mengandung asam amino penting dan tinggi kandungan vitamin dan mineral. Berdasarkan FAO 2007, kelebihan pangan yang berasal dari daging dengan pangan vegetarian adalah tingginya kandungan vitamin B12 dan zat besi (Riasari, 2014). Komposisi kimia daging rendah lemak dari berbagai spesies dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi kimia daging rendah lemak dari berbagai spesies (%)

Spesies	Air	Protein	Lemak	Abu
Sapi	70-75	20-22	4-8	1
Ayam	73,7	20-23	4,7	1
Domba	73	20	5-6	1,6
Babi	68-70	19-20	9-11	1,4

(Sumber: Nurwantoro dan Mulyani, 2003)

#### 2.1.1 Daging Sapi

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), karkas adalah bagian dari tubuh sapi sehat yang telah disembelih secara halal yang telah dikuliti, dikeluarkan jeroan, dipisahkan kepala dan kaki mulai dari tarsus/karpus ke bawah, organ reproduksi dan

ambing, ekor serta lemak yang berlebih. Sedangkan daging adalah bagian dari otot skeletal dari karkas sapi yang aman, layak dan lazim dikonsumsi oleh manusia, dapat berupa daging segar, daging segar dingin, atau daging beku. Daging segar adalah daging yang belum diolah dan atau tidak ditambahkan dengan bahan apapun (SNI, 2008).

Daging sapi merupakan salah satu sumber protein hewani yang paling disukai oleh konsumen karena lezat rasanya. Secara umum, komposisi daging terdiri atas air, lemak, protein, mineral dan karbohidrat. Kandungan gizi yang lengkap dan keanekaragaman produk olahannya menjadikan daging sebagai bahan pangan yang hampir tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, namun demikian kualitas daging yang beredar di masyarakat seringkali tidak terjamin dengan baik. Bagian terpenting yang menjadi acuan konsumen dalam pemilihan daging adalah sifat fisik (Prasetyo *et al.*, 2013).



Gambar 2.1. Daging sapi (Sumber: [www.fokusjabar.com](http://www.fokusjabar.com))

Komposisi kimia daging bervariasi antar spesies, bangsa, atau individu ternak. Komposisi kimia tersebut dipengaruhi oleh faktor genetika dan lingkungan termasuk di dalamnya adalah faktor nutrisi (Nurwantoro dan Mulyani, 2003). Komposisi kimia daging sapi dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi kimia daging sapi

Komposisi	Jumlah
Air	66.0%
Protein	18.8%
Lemak	14.0%
Ga	11.0 (mg/gram)
P	170.0 (mg/gram)
Besi (Fe)	2.8 (mg/gram)
Vitamin A	30.0 (SI)
Vitamin B	0.08 (mg/gram)

(Sumber: Afifah, 2010)

### 2.1.2 Daging Babi

Daging babi merupakan makanan yang umum di nusantara. Daging babi merupakan sumber energi yang tinggi yang sangat kaya akan vitamin B6, B12, tiamin, niasin, riboflavin, dan *pantothenic acid*. Selain itu daging babi juga mengandung mineral yang tinggi. Daging babi juga baik untuk kulit, mata, sistem saraf, dan tulang (Aida dalam Santoso, 2014).



Gambar 2.2. Daging babi (Sumber: [www.eramuslim.com](http://www.eramuslim.com))

Babi memiliki kuantitas lemak yang lebih banyak daripada sapi. Lemak babi sering digunakan dalam industri makanan dikarenakan memiliki jaringan struktur dan komposisi yang sesuai, serta tidak memiliki rasa dan bau. Lemak dari jaringan subkutan babi adalah yang paling sering digunakan (Riasari, 2014). Komposisi kimia daging babi dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Komposisi kimia daging babi

Komposisi	Jumlah
Air	42.0%
Protein	11.9%
Lemak	45.0%
Ga	7.0 (mg/gram)
P	117.0 (mg/gram)
Besi (Fe)	11.8 (mg/gram)
Vitamin A	-
Vitamin B	0.58 (mg/gram)

(Sumber: Afifah, 2010)

## 2.2 Tinjauan Tentang Burger

Burger adalah istilah produk olahan daging yang disiapkan seperti sandwich yang diapit dengan roti ditambah dengan beberapa bahan lain sehingga berpenampilan menarik dan enak. Selain roti dan daging, bahan yang bisa menjadi bagian burger adalah selada, timun, tomat, bawang, keju, mayonnaise, dan kecap (LPPOM MUI, 2011).



Gambar 2.3. Burger (Sumber: LPPOM MUI, 2011)

Menurut Astawan (2008), burger merupakan produk olahan daging giling segar yang komposisi utamanya adalah daging, umumnya mencapai 80 persen. Nama burger sendiri berasal dari hamburger, sebuah produk daging babi yang berasal dari Kota Hamburg di Jerman. Saat ini, istilah burger telah digunakan secara meluas pada produk-produk daging selain babi. Jika terbuat dari sapi, dinamakan *beef burger* dan jika dari ayam dinamakan *chicken burger*.



Bahan baku yang diperlukan dalam pembuatan burger adalah daging giling atau daging cacah yang dibumbui, bahan pengikat, bahan pengisi, dan aneka bumbu. Syarat mutu daging burger yang baik adalah lemak sapi yang ditambahkan tidak boleh lebih dari 30% serta air, bahan pengikat, dan bahan pengisi. Bahan pengisi dan bahan pengikat adalah bahan-bahan bukan daging yang ditambahkan dalam produk dengan tujuan untuk meningkatkan stabilitas, menurunkan penyusutan sewaktu pemasakan, memperbaiki sifat irisan, mengikat air, membentuk tekstur, dan memberikan warna yang khas. Bahan pengisi yang umum digunakan adalah tepung terigu, tapioka, dan sagu. Bumbu merupakan substansi tumbuhan aromatik yang berfungsi sebagai penyedap, memberikan karakteristik warna dan tekstur, serta berperan pula sebagai antioksidan (Astawan, 2008).

### **2.3 Tinjauan tentang Pemeriksaan Kehalalan terhadap Daging Babi**

Setiap produsen harus memenuhi kebutuhan dan hak konsumen, termasuk konsumen muslim. Memproduksi produk halal adalah bagian dari tanggung jawab perusahaan kepada konsumen muslim. Di Indonesia, untuk memberikan keyakinan kepada konsumen bahwa produk yang dikonsumsi adalah halal, maka perusahaan perlu memiliki Sertifikat Halal MUI. Pada kasus makanan, kebanyakan makanan termasuk halal kecuali secara khusus disebutkan dalam Al-Qur'an atau Hadits. Halal adalah segala sesuatu yang diperbolehkan menurut ajaran Islam. Sedangkan 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 ini (LPPOM MUI, 2008).

Bagi umat Islam, mengkonsumsi pangan dan produk halal lainnya bukan hanya sekedar untuk memenuhi kebutuhan fisik akan tetapi terdapat tujuan lain yang lebih utama yaitu ibadah dan bukti ketaatan kepada Allah SWT dengan cara menegakkan ajaran Islam. Al-Qur'an dan Al-Hadist sebagai sumber hukum umat Islam telah jelas dan terang menetapkan bahwa ada pangan dan produk lainnya yang



halal dikonsumsi dan digunakan, dan sebaliknya ada pangan dan produk lainnya yang haram dikonsumsi dan digunakan, serta bahan pangan dan produk lainnya hasil olahan rekayasa genetik yang dapat menimbulkan keraguan mengenai halal-haramnya (Adisaswito, 2008).

Halal dan haram berdasarkan Al-Qur'an terdapat dalam ayat berikut:

1. Al-Baqarah 168 : “ Hai sekalian umat manusia makanlah dari apa yang ada di bumi ini secara halal dan baik. Dan janganlah kalian ikuti langkah-langkah syetan. Sesungguhnya ia adalah musuh yang nyata bagi kalian”.
2. Al-Baqarah 172-173 : “Hai orang-orang yang beriman, makanlah di antara rezeki yang baik-baik yang Kami berikan kepada kalian dan bersyukurlah kepada Allah, jika benar-benar kepada-Nya kalian menyembah. Sesungguhnya Allah hanya mengharamkan bagi kalian bangkai, darah, daging babi dan binatang yang disembelih atas nama selain Allah. Barang siapa dalam keadaan terpaksa, sedangkan ia tidak berkehendak dan tidak melampaui batas, maka tidaklah berdosa. Sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Pengasih”.
3. Al-Anam 145 : “Katakanlah, saya tidak mendapat pada apa yang diwahyukan kepadaku sesuatu yang diharamkan bagi yang memakannya, kecuali bangkai, darah yang tercurah, daging babi karena ia kotor atau binatang yang disembelih dengan atas nama selain Allah. Barangsiapa dalam keadaan terpaksa sedangkan ia tidak menginginkannya dan tidak melampaui batas, maka tidaklah berdosa. Sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Pengasih”.
4. Al-Maidah 3 : “Diharamkan bagi kalian bangkai, darah, daging babi hewan yang disembelih dengan atas nama selain Allah, yang tercekik, yang dipukul, yang jatuh, yang ditanduk, dan yang diterkam binatang buas kecuali yang kalian sempat menyembelihnya. Dan diharamkan pula bagi kalian binatang yang disembelih di sisi berhala”.
5. Al-A'raf 157 : “Dia menghalalkan kepada mereka segala yang baik dan mengharamkan kepada mereka segala yang kotor”.

Dengan demikian halal haram bukanlah persoalan sederhana yang dapat diabaikan, melainkan masalah yang amat penting dan mendapat perhatian besar dalam ajaran agama Islam. Karena masalah ini tidak hanya menyangkut hubungan antar sesama manusia, tetapi juga hubungan manusia dengan Allah. Seorang muslim tidak dibenarkan mengkonsumsi sesuatu makanan sebelum ia tahu benar akan kehalalannya. Mengkonsumsi yang haram atau yang belum diketahui kehalalannya akan berakibat buruk, baik di dunia maupun di akhirat. Jadi masalah ini mengandung dimensi duniawi dan sekaligus ukhrawi (Adisaswito, 2008).

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, 2000).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya ada beberapa metode yang telah digunakan untuk identifikasi daging babi atau lemak babi dalam makanan. Beberapa metode analisis tersebut, antara lain UPLC dengan *marker Myoglobin* (Giaretta *et al.*, 2013), *Polymerase Chain Reaction* (Ali *et al.*, 2011), dan *Nanobiophrobe* (Ali *et al.*, 2011). Kromatografi Cair Kinerja Ultra/*Ultra Performance Liquid Chromatography* (UPLC) menggunakan mioglobin (Mb) sebagai penanda (*marker*). Dimana dalam preparasi sampel harus dilakukan isolasi mioglobin yang ditemukan dalam tulang dan otot hewan yang akan diuji (Giaretta *et al.*, 2013). Sedangkan pada teknik *nanobiophrobe* menggunakan nanobioprobe spesifik untuk menentukan adanya kandungan babi dalam formulasi burger. Metode ini relatif lebih murah dari *real-time PCR* dan dapat diterapkan untuk menganalisis sampel heterogen. Teknik PCR membutuhkan akurasi yang besar dalam preparasi sampel, karena risiko kontaminasi jauh lebih tinggi. Selain itu metode PCR memiliki kemungkinan untuk tidak dapat bekerja karena adanya kerusakan template DNA

menjadi fragmen yang lebih kecil lagi (Ali *et al.*, 2011). Metode-metode tersebut membutuhkan preparasi yang relatif rumit serta memerlukan banyak tenaga dan waktu sehingga diperlukan tehnik analisis yang lebih cepat dan lebih mudah. *Near Infrared* (NIR) merupakan teknik yang digunakan bersifat non-destruktif dan tidak membutuhkan preparasi sampel yang rumit. Selain itu keuntungannya adalah dapat menganalisis dengan kecepatan tinggi, tidak menimbulkan polusi, penggunaan preparat yang sederhana dan tidak memerlukan bahan kimia.

#### 2.4 Spektroskopi Inframerah atau *Infrared* (IR)

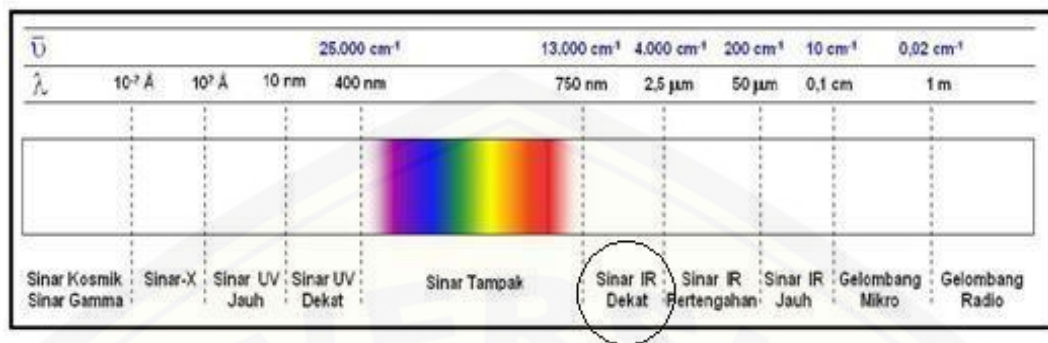
Dilihat dari segi aplikasi dan instrumentasi, spektrum inframerah dibagi ke dalam tiga jenis radiasi, yaitu inframerah dekat, inframerah pertengahan, dan inframerah jauh. Daerah radiasi IR berkisar pada bilangan gelombang  $1288-10\text{ cm}^{-1}$ , atau panjang gelombang  $0,78-1000\ \mu\text{m}$  yang terbagi dalam daerah IR dekat ( $12800-4000\text{ cm}^{-1}$ ,  $0,78-2,5\ \mu\text{m}$ ) daerah IR tengah ( $4000-200\text{ cm}^{-1}$ ,  $2,5-50\ \mu\text{m}$ ) dan daerah IR jauh  $10$  ( $200-10\text{ cm}^{-1}$ ,  $50-1000\ \mu\text{m}$ ) (Khopkar, 2010). Daerah spektrum inframerah ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Daerah spektrum inframerah

Daerah	Panjang gelombang ( $\lambda$ ) Mm	Bilangan gelombang ( $\nu$ ) $\text{cm}^{-1}$	Frekuensi (f) Hz
Dekat	0.78-2.5	12800-4000	$3.8 \times 10^{14} - 1.2 \times 10^{14}$
Pertengahan	2.5-50	4000-200	$1.2 \times 10^{14} - 6.0 \times 10^{12}$
Jauh	50-1000	200-10	$6.0 \times 10^{14} - 3.0 \times 10^{11}$

(Sumber: Khopkar, 2010)

Gelombang elektromagnetik meliputi frekuensi maupun panjang gelombang yang sangat lebar. Wilayah frekuensi dan panjang gelombang ini sering disebut sebagai spektrum elektromagnetik. Daerah spektrum elektromagnetik ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Spektrum elektromagenik (Sumber: Giwangkara dalam Sari, 2012)

Pada Gambar 2.4 dapat dilihat bahwa spektrum elektromagnetik semakin ke kanan, maka akan semakin besar panjang gelombangnya. Sedangkan untuk frekuensi, semakin ke kiri maka akan semakin besar frekuensinya. Dalam spektroskopi inframerah panjang gelombang dan bilangan gelombang adalah nilai yang digunakan untuk menunjukkan posisi dalam spektrum serapan. Panjang gelombang biasanya diukur dalam mikron atau mikro meter ( $\mu\text{m}$ ), sedangkan bilangan gelombang menunjukkan jumlah gelombang per cm (Sari, 2012).

#### 2.4.1 Tinjauan Tentang Spektroskopi *Near-Infrared* (NIR)

Prosedur analitis spektroskopi inframerah dekat (NIR) telah menjadi teknologi yang tersebar luas untuk analisis kualitatif dan kuantitatif dalam kimia, industri farmasi dan makanan karena cepat, sederhana, murah dan non-destruktif dengan persiapan sampel yang mudah. Selain itu, absorptivitas air di wilayah NIR relatif rendah, sehingga membuat metode spektrometri ini yang sangat cocok untuk analisis sampel yang mengandung proporsi air yang tinggi seperti makanan. Semua sifat ini membuat spektroskopi NIR sangat cocok dan banyak digunakan sebagai teknik analisis laboratorium untuk makanan dan kontrol kualitas (Azzouz *et al.*, 2003)

Inframerah Dekat atau *Near Infra Red* (NIR) memiliki wilayah spektrum elektromagnetik memanjang dari sekitar 780-2500 nm ( $12800\text{-}4000 \text{ cm}^{-1}$ ). Inframerah dekat adalah bagian dari spektrum yang berada di antara ujung spektrum merah tampak (*red end visible spectrum*) dan permulaan spektrum inframerah tengah atau



*Middle Infrared* (Moffat *et al.*, 2005). Instrumen ini 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. Keuntungan dari metode NIR yaitu metode ini cepat, dapat dipercaya, dan memberikan hasil yang tepat, persiapan sampel minimal, memungkinkan untuk menentukan konsentrasi komponen yang berbeda secara bersamaan dan murah (Benito *et al.*, 2008).

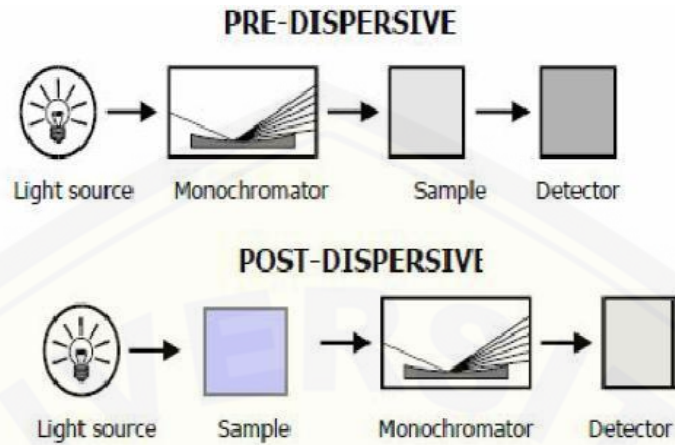
#### 2.4.2 Instrumentasi spektroskopi *Near Infrared* (NIR)

Semua sistem spektroskopi memiliki komponen dasar yang sama. Bagian yang berbeda adalah sumber cahaya, perangkat pemilihan panjang gelombang, optik sampel antarmuka dan detektor. Perangkat pemilihan panjang gelombang dapat ditempatkan di depan atau di belakang sampel. Spektrometer NIR umumnya terdiri dari sumber cahaya, monokromator, tempat sampel, dan detector yang memungkinkan untuk pengukuran transmitansi atau reflektansi (Moffat *et al.*, 2005). Pada Gambar 2.5 dijelaskan peralatan yang digunakan pada instrumen spektrofotometer NIR.

##### a. Sumber Cahaya

Sumber cahaya yang paling penting dari spektroskopi NIR yaitu *Light Emitting Diode* (LED) yang terdiri dari Gallium arsenide sebagai semikonduktor untuk emisi cahaya inframerah dekat yang memancarkan radiasi pada panjang gelombang tertentu. Lampu tungsten (lampu pijar) juga digunakan sebagai sumber cahaya yang menghasilkan panas hingga 1100k. Keuntungan dari sumber cahaya ini murah, mudah didapat (Kumar *et al.*, 2011).





Gambar 2.5. Prinsip kerja spektroskopi NIR (Kumar *et al.*, 2011)

#### b. Monokromator

Sebagian besar aplikasi membutuhkan pemilih panjang gelombang. Dalam beberapa aplikasi ada yang membutuhkan pengukuran respon pada banyak panjang gelombang. LED memancarkan radiasi pada panjang gelombang tertentu, tetapi energi yang dipancarkan relatif luas. LED dikombinasikan dengan filter yang digunakan sebagai pemilih panjang gelombang dan ini sangat efisien, murah dan ideal (Kumar *et al.*, 2011). Spektrometer yang merekam spektra NIR pada umumnya berdasarkan desain filter, grating dan interferometer (Moffat *et al.*, 2005).

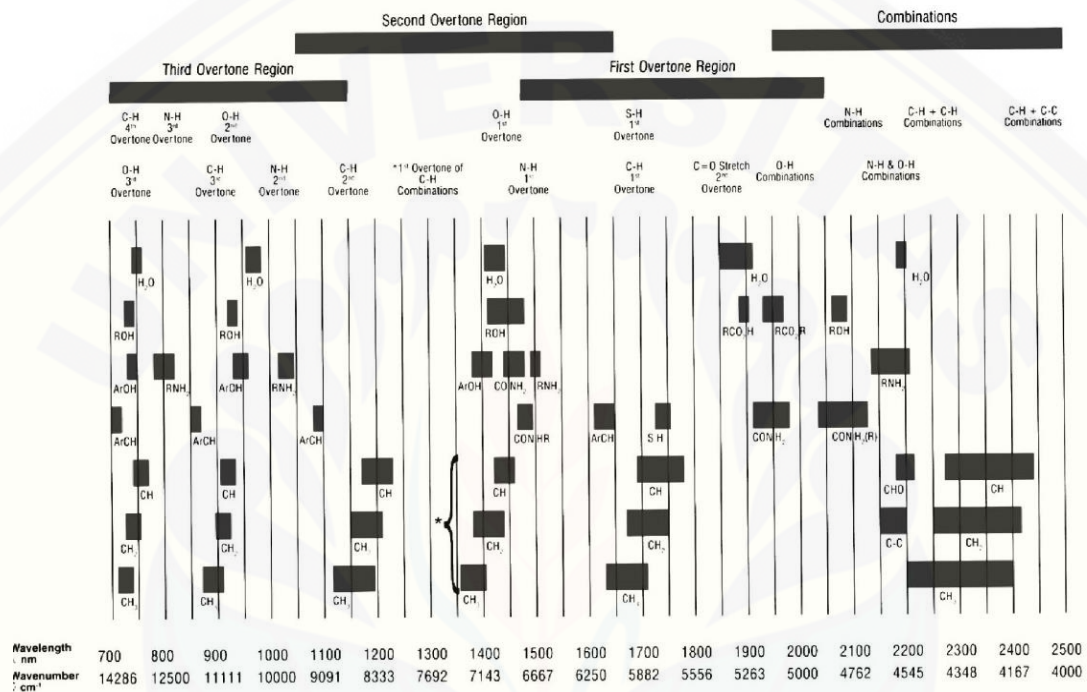
#### c. Sample Holder Cells

Sel pemegang sampel terdiri dari kuarsa atau kaca untuk melakukan transmisi dengan cairan. Desain dan ukuran sel bervariasi tergantung pada desain instrumen. Sebagai contoh, beberapa instrumen menggunakan wadah sampel bulat untuk sampel padat dan butiran kering (Kumar *et al.*, 2011).

#### d. Detektor

Detektor yang biasa digunakan pada spektrometer NIR adalah detektor *Timbal sulfida* (PbS), detektor *Timbal selenide* (PbSe), *Silicon*, *Indium antimonide*, InGaAs, dan *Common Charged Coupled Devices* (CCD) (Kumar *et al.*, 2011). Saat ini, instrumen dikontrol oleh computer, yang mampu mengukur spektra dalam hitungan detik dan

disimpan ke file computer (Moffat *et al.*, 2005). Untuk membaca hasil spektrum NIR dapat dilihat gambar pita absorpsi pada daerah NIR, seperti pada Gambar 2.6. dan untuk penjelasan yang lebih jelas dapat dilihat pada Tabel pita absorpsi pada daerah NIR (pada lampiran E).



Gambar 2.6. Pita absorpsi pada daerah NIR (Matejka, Tanpa Tahun).

## 2.5 Tinjauan Tentang Kemometrik dan Analisis Multivariat

Kemometrik merupakan aplikasi metode matematik sebagai solusi untuk semua tipe permasalahan kimia (Miller dan Miller, 2010). Kemometrik juga dapat didefinisikan sebagai disiplin ilmu kimia yang menggunakan metode statistik dan matematika untuk mendesain atau memilih prosedur dan eksperimen yang optimal, dan memberikan informasi kimia yang maksimum dengan analisis data kimia (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).

Kalibrasi multivariat adalah salah satu teknik yang telah membuat dampak yang signifikan di semua bidang kimia, terutama analisis campuran dengan spektroskopi. Metode statistik multivariat sangat berguna untuk pengolahan spektrum IR. Keuntungan yang besar dari metode statistik multivariat adalah kemampuannya untuk mengekstrak informasi yang diperlukan spektral dari IR spektrum dan mengeksplorasi informasi spektral ini untuk aplikasi kualitatif atau kuantitatif. Beberapa analisis multivariat yang paling sering digunakan adalah *Partial Least Square (PLS)*, *Linear Discriminant Analysis (LDA)*, *Principal Component Analysis (PCA)*, *Soft Independent Modelling of Class Analogies (SIMCA)*, dan *Support Vector Machines (SVM)* (Ritz *et al.*, 2011).

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

Regresi PLS merupakan sebuah teknik analisis multivariate yang sangat canggih, oleh sebab itu penggunaannya meningkat pada spektroskopi inframerah kuantitatif. Ketika sebuah spektrum sampel yang tidak diketahui dianalisis, PLS mampu merekonstruksi spektrum dari spektra pemuat dalam memprediksi konsentrasi sampel yang tidak diketahui. Penggunaan PLS dapat memberikan perbaikan yang signifikan dalam ketelitian relatif pada metode-metode yang hanya menggunakan sebuah nilai batas frekuensi (Pare dalam Assifa, 2013).

Beberapa pengukuran spektrum diperoleh dari sampel kalibrasi. Pengukuran ini biasanya diperoleh dari spektrum pemantulan setiap sampel pada sejumlah panjang gelombang. *Partial Least Square Regression (PLSR)* saat ini lebih sering digunakan dalam metode kalibrasi multivariat untuk Analisis menggunakan NIR.

Untuk menghilangkan variasi sistematis yang tidak terkait dengan konsentrasi analit, spektrum NIR harus diproses dengan tepat (Azzouz *et al.*, 2003).

### 2.5.2 *Linear Discriminant 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). Pada prakteknya, tidak ada perbedaan yang signifikan antara model *DA* dan *SIMCA* (Brereton, 2007). Awal dari *LDA* adalah menentukan fungsi diskriminan linier (Miller dan Miller, 2010).

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. Cara ini cenderung memberikan over optimistik karena 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. Cara ketiga adalah dengan menggunakan validasi silang dengan metode *leave-one-out cross validation (LOOCV)* dimana satu objek dihilangkan dan fungsi diskriminan linier diperiksa apakah objek yang telah dihilangkan dapat diklasifikasikan dengan benar atau tidak (Miller dan Miller, 2010).

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

*PCA* adalah salah satu analisis multivariat yang umum digunakan secara luas untuk spektroskopi inframerah. Spektrum IR terdiri dari banyak titik yang terhubung oleh garis; setiap titik di Spektrum IR didefinisikan oleh bilangan gelombang dan



intensitas (misalnya absorbansi). Dalam PCA, masing-masing spektrum diwakili oleh titik dalam ruang multidimensi, sedangkan jumlah dimensi sesuai dengan jumlah titik dalam spektrum (dengan kata lain jumlah variabel). Karena multispace ini sangat sulit dipahami, PCA memperkenalkan sistem koordinat baru sebagai kombinasi linear dari koordinat yang lama. Sebagian besar varians (informasi dari spektrum IR) terkonsentrasi hanya beberapa koordinat baru - disebut principal komponen. Hal ini dapat dinyatakan sebagai dekomposisi matriks data (D) menjadi dua matriks lainnya: nilai matriks (P) dan loading matrix (T) (Ritz *et al.*, 2011).

Banyaknya komponen yang bisa diekstrak dari matriks data awal adalah sebanyak variabel yang ada. Prinsip PCA dapat dilihat pada Gambar 2.6. Matriks data awal (D) didekomposisi menjadi dua matriks lain, yaitu matriks *score* (P) dan matriks *loading* (T). Matriks D menggambarkan jumlah sampel (n) dan intensitas bilangan gelombang spektrum IR (m). Matriks P menggambarkan jumlah sampel (n) dan komponen utama (a) serta menjelaskan variasi dalam sampel. Sedangkan matriks T menggambarkan intensitas (m) dan komponen utama (a) serta menjelaskan pengaruh variabel terhadap komponen utama (Ritz *et al.*, 2011). Ilustrasi prinsi dari PCA dapat dilihat pada Gambar 2.7.

$$\begin{array}{c}
 \mathbf{m} \\
 \boxed{\mathbf{D}} \\
 \mathbf{n}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \mathbf{a} \\
 \boxed{\mathbf{P}} \\
 \mathbf{n}
 \end{array}
 \times
 \begin{array}{c}
 \mathbf{m} \\
 \boxed{\mathbf{T}} \\
 \mathbf{a}
 \end{array}$$

Gambar 2.7 Prinsip PCA (Ritz *et al.*, 2011)

#### 2.5.4 *Soft Independent Modelling of Class Analogies* (SIMCA)

Metode SIMCA pertama kali dikemukakan pada awal tahun 1970. SIMCA sering digunakan sebagai teknik pengenalan terawasi. 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. Sedangkan kemampuan pemodelan mengukur pengaruh variabel terhadap 19 model yang diberikan. Alat yang berguna untuk interpretasi hasil SIMCA adalah plot Coomans yang dapat menunjukkan diskriminasi dua kategori (Berrueta *et al.*, 2007)

#### 2.5.5 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).

## 2.6 Validasi Silang

Metode validasi silang (*cross validation*) adalah metode untuk menguji validitas model regresi dengan menggunakan data uji di luar data yang digunakan dalam *fitting* regresi (Pranowo *et al.*, 2006). 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.

Satu putaran *cross-validation* melibatkan partisi sampel data ke dalam himpunan bagian komplementer, lalu melakukan analisis terhadap satu subset (disebut *training set*), dan memvalidasi analisis terhadap subset lain (disebut set validasi atau *test set*). Untuk mengurangi variabilitas, beberapa putaran validasi silang dapat dilakukan dengan menggunakan partisi yang berbeda, dan hasil validasi adalah rata-rata selama putaran.

Ada 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-sub sampel. Dari sebanyak k-sub sampel, sebuah subsampel tunggal dipertahankan sebagai validasi data untuk pengujian model, dan sisanya k-1 sub

sampel 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 pada Bulan April 2015 sampai Oktober 2015.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

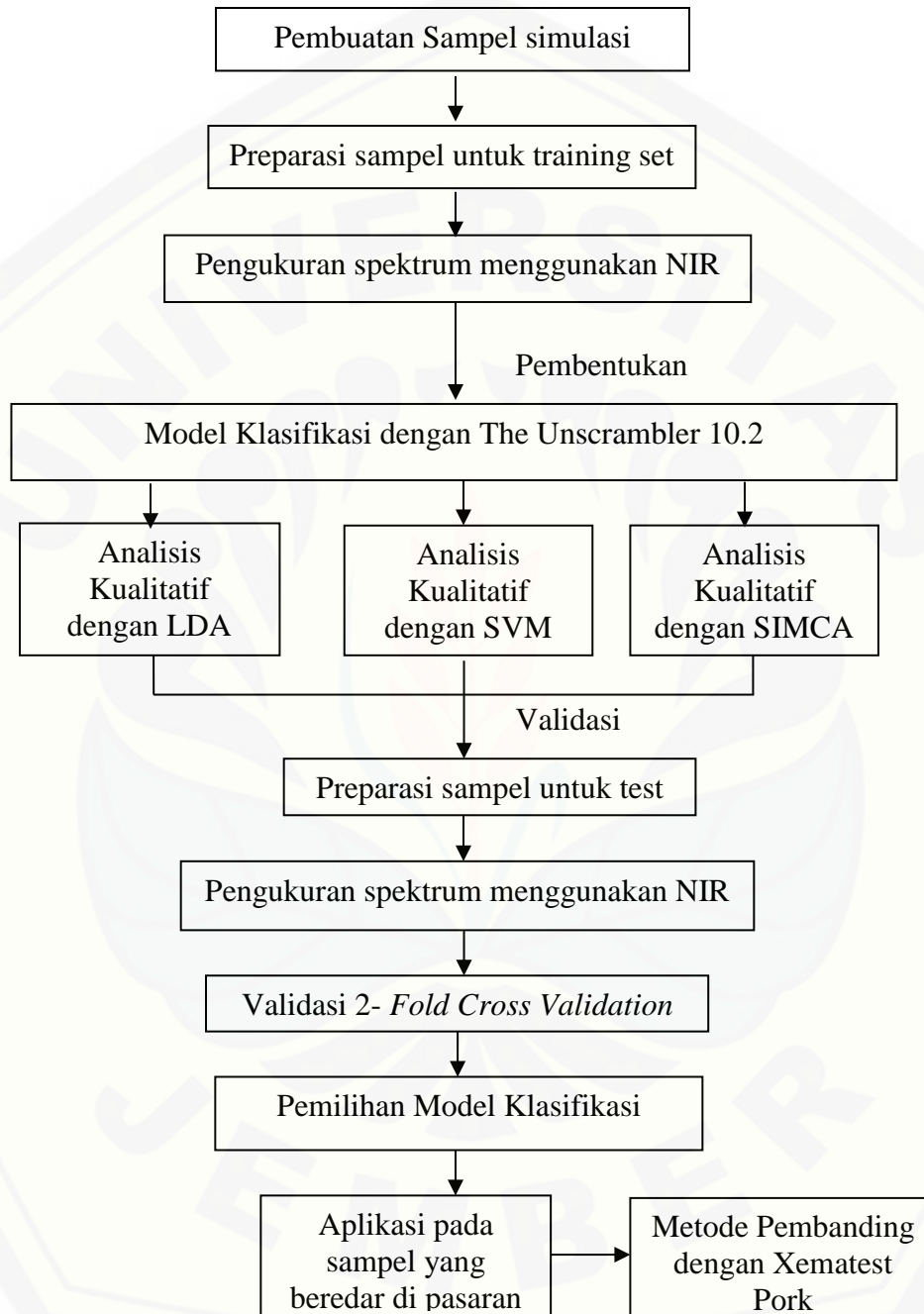
#### 3.2.1. Bahan

Sampel burger simulasi (terdiri dari: daging sapi, daging babi, tepung terigu, tepung panir, garam, bawang merah, bawang bombay, bawang putih, lada, biji pala, gula pasir, telur); sampel burger yang beredar di pasaran; stript Xematest Pork Product number X.366.2

#### 3.2.2 Alat

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

### 3.3 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1. Skema Diagram Alur Penelitian



### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Pembuatan Sampel Simulasi

Sampel burger simulasi dibuat dengan konsentrasi sesuai dengan konsentrasi yang telah ditetapkan. Nilai konsentrasi dibuat berdasarkan jumlah daging babi yang dicampurkan ke dalam adonan burger. Sampel simulasi tersebut terbagi menjadi dua kelompok yaitu *training set* dan *test set* yang kemudian digunakan untuk pembentukan model klasifikasi kemometrik dan pengkategorian sampel.

Pembuatan burger simulasi dilakukan dalam beberapa langkah. Langkah pertama yang dilakukan adalah daging dicuci bersih lalu digiling dengan *blender* hingga halus. Selanjutnya menumis bumbu yang telah dihaluskan, lalu dicampurkan bersama daging halus, tepung terigu, tepung panir dan telur. Adonan tersebut kemudian didinginkan dalam lemari pendingin. Setelah itu adonan langsung dipanggang. Sampel burger simulasi yang disiapkan berupa burger murni sapi, burger murni babi dan burger campuran. Burger campuran mengandung daging babi dan daging sapi dimana daging babi ditambahkan untuk menggantikan daging sapi. Sampel burger simulasi dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

##### a. *Training Set*

Preparasi pada sampel simulasi *training set* pada penelitian ini dilakukan dengan membuat 12 sampel simulasi campuran daging babi dan daging sapi dengan konsentrasi 1%-80% dengan menambahkan konsentrasi 0% sebagai daging sapi dan 100% sebagai daging babi serta tiga blangko dengan konsentrasi 0% dengan komposisi bahan tambahan yang bervariasi. Komposisi dari sampel burger simulasi yang digunakan untuk *training set* terdiri atas 88% daging (daging sapi/daging babi/daging sapi dan babi), 3% tepung terigu dan 9% tepung panir. Sedangkan pada blangko 1 terdiri dari 80% daging sapi, 5% terigu, 15% tepung panir; blangko 2 terdiri dari 70% daging sapi, 7.5% terigu, 22.5% tepung panir; dan blangko 3 yang terdiri dari 75% daging sapi, 6.77% terigu, 18.23% tepung panir. Konsentrasi *training set* dibuat sesuai dengan Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komposisi dan kategori burger (dari total daging  $\pm$  25 g) untuk *training set*

Daging Sapi (gram)	Daging Babi (gram)	Konsentrasi daging babi dalam total daging (b/b)	Kategori
25,0003 <sup>a)</sup>	0	0%	Murni
25,0043 <sup>b)</sup>	0	0%	Murni
25,0043 <sup>c)</sup>	0	0%	Murni
25,0032 <sup>d)</sup>	0	0%	Murni
24,7519 <sup>a)</sup>	0,2501	1,000%	Campuran
23,7508 <sup>a)</sup>	1,2519	5,007%	Campuran
22,5010 <sup>a)</sup>	2,5014	10,005%	Campuran
21,2522 <sup>a)</sup>	3,7513	15,003%	Campuran
20,0040 <sup>a)</sup>	5,0020	20,003%	Campuran
18,7500 <sup>a)</sup>	6,2511	25,003%	Campuran
17,5117 <sup>a)</sup>	7,5057	30,002%	Campuran
15,0057 <sup>a)</sup>	10,0051	40,003%	Campuran
12,5026 <sup>a)</sup>	12,5044	50,003%	Campuran
10,0031 <sup>a)</sup>	15,0052	60,001%	Campuran
7,5021 <sup>a)</sup>	17,5042	69,999%	Campuran
5,0019 <sup>a)</sup>	20,0038	80,001%	Campuran
0	25,0055 <sup>a)</sup>	100%	Campuran

Keterangan : a) burger (88% daging, 3% terigu, 9% tepung panir)

b) burger sapi (80% daging sapi, 5% terigu, 15% tepung panir)

c) burger sapi (70% daging sapi, 7.5% terigu, 22.5% tepung panir)

d) burger sapi (75% daging sapi, 6.77% terigu, 18.23% tepung panir)

#### b. Test Set

Test set ini dibuat dengan preparasi sampel simulasi yang terdiri dari campuran daging babi dan daging sapi pada konsentrasi yang berada dalam set kalibrasi. Komposisi dari sampel burger simulasi yang digunakan untuk *test set* terdiri atas 88% daging (daging sapi/daging babi/daging sapi dan babi), 3% tepung terigu dan 9% tepung panir. Konsentrasi campuran yang dibuat sesuai dengan Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Komposisi dan kategori burger (dari total daging  $\pm$  25 g) untuk *test set*

Daging Sapi (gram) <sup>(a)</sup>	Daging Babi (gram)	Konsentrasi daging babi dalam total daging (b/b)	Kategori
25,0300	0	0%	Murni
24,2531	0,7517	3,006%	Campuran
23,2561	1,7525	7,007%	Campuran
21,7520	3,2509	13,002%	Campuran
20,7521	4,2523	17,006%	Campuran
18,0059	7,0044	28,006%	Campuran
16,2528	8,7530	35,003%	Campuran
13,7520	11,2531	45,003%	Campuran
11,2515	13,7519	55,000%	Campuran
8,7520	16,2552	65,002%	Campuran
6,2500	18,7545	75,004%	Campuran
0	25,0025	100%	Campuran

Keterangan : a) burger (88% daging, 3% terigu, 9% tepung panir)

#### 3.4.2 Preparasi Sampel

Burger sapi maupun campuran yang telah dibuat dapat langsung digunakan atau diuji. Burger yang akan diuji diambil sedikit sesuai keperluan lalu dihancurkan/dihaluskan lalu diletakkan pada plat sampel hingga terisi penuh dan permukaan rata (sejajar dengan permukaan plat) kemudian diletakan pada tempat sampel dan diuji.

#### 3.4.3 Pengukuran Pantulan Spektrum Infra merah 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 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 pada NIR Spektrofotometer menggunakan filter dengan panjang gelombang 1400-2000 nm dengan selang pengambilan data 5 nm sehingga akan memperoleh data pantulan sejumlah 120 titik.

#### 3.4.4 Analisis Data Spektrum dengan Kemometrik

Pada analisis kemometrik menggunakan software *The Unscrambler X 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

Metode validasi model klasifikasi yang dipakai adalah *2-Fold Cross-Validation*. 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 spektrum yang kemudian diolah dengan perangkat lunak *The Unscrambler* versi X 10.2.

### 3.4.6 Aplikasi Sampel yang Beredar di Pasaran

#### 3.4.6.1. Pengambilan Sampel

Langkah awal dalam proses pengambilan sampel adalah survei. Sebelum dilakukan pengambilan sampel, terlebih dahulu dilakukan survei dan pendataan merek burger sapi yang beredar di salah satu supermarket yaitu Matahari dan beberapa restaurant yang menjual burger sapi. Hasil pendataan merek Burger dikelompokkan menjadi dua, yaitu produk yang berlabel halal dan tidak berlabel halal. Sampling dilakukan terhadap kedua kelompok produk burger sapi dilakukan dengan metode sampling purposif.

#### 3.4.6.2. Deteksi Daging Babi dalam Sampel Burger Sapi Menggunakan Spektroskopi NIR dan Kemometrik

Sampel yang terpilih *discan* menggunakan spektrofotometer NIR seperti pada *training set* dan *test set*. 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 Pembandingan dengan *Xematest Pork*

Keberanan hasil aplikasi NIR dan kemometrik terhadap sampel burger sapi yang beredar di pasaran dapat diketahui dengan melibatkan metode pembandingan yang telah tervalidasi. Pada penelitian ini, metode pembandingan yang digunakan adalah *Xematest Pork*. Pengujian dengan metode *Xematest Pork* dilakukan dengan menggunakan test strip yang direndam ke dalam larutan sampel.

Sebelumnya sampel harus dibawa ke dalam rentang suhu spesimen ruangan 15–35°C. Untuk pengujian material padat, prosedur yang telah ditetapkan adalah menggunakan alat yang tajam untuk memotong sepotong kecil sampel (0.1 - 0,5