



**PENENTUAN ADULTERASI DAGING BABI PADA SOSIS
AYAM MENGGUNAKAN METODE SPEKTROFOTOMETRI
NEAR INFRARED DAN KEMOMETRIK**

SKRIPSI

Oleh:

LUKMAN FAKHRUDI ARIANSYAH

NIM 112210101087

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2016



**PENENTUAN ADULTERASI DAGING BABI PADA SOSIS AYAM
MENGUNAKAN METODE SPEKTROFOTOMETRI NEAR INFRARED
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:

**LUKMAN FAKHRUDI ARIANSYAH
NIM 112210101087**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

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. Kakak-kakak dan Saudara-saudara yang telah memberikan doanya;
4. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Pak Dwi Koko Pratoko, S.Farm., M.Farm., Apt. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan perhatian hingga terselesaikannya skripsi ini Ibu Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm., Apt. dan Ibu Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm., Apt. 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 Klakah 1 Lumajang, SMPN 1 Sukodono Lumajang, SMK Farmasi Jember dan Fakultas Farmasi Universitas Jember;
7. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTO

“Hidup adalah kegelapan jika tanpa hasrat dan keinginan. Dan semua hasrat – keinginan adalah buta, jika tidak disertai pengetahuan. Dan pengetahuan adalah hampa jika tidak diikuti pelajaran. Dan setiap pelajaran akan sia-sia jika tidak disertai cinta”

(Kahlil Gibran)

“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 : Lukman Fakhruddin Ariansyah

NIM : 112210101087

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penentuan Adulterasi Daging Babi pada Sosis Ayam Menggunakan Metode Spektrofotometri Near Infrared dan Kemometri” 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, 5 Desember 2016

Yang menyatakan,

(Lukman Fakhruddin A)

NIM. 112210101087

SKRIPSI

**PENENTUAN ADULTERASI DAGING BABI PADA SOSIS AYAM
MENGUNAKAN METODE SPEKTROFOTOMETRI NEAR INFRARED
DAN KEMOMETRIK**

Oleh

LUKMAN FAKHRUDI ARIANSYAH

NIM 112210101087

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Dwi Koko Pratoko, S.Farm., Apt., M.Farm.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penentuan Adulturasi Daging Babi pada Sosis Ayam Menggunakan Metode Spektrofotometri Near Infrared dan Kemometrik” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Kamis, 19-Desember-2016

Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

Dwi Koko P., S.Farm., Apt., M.Farm.

NIP 196902011994031002

NIP 198504282009121004

Tim Penguji :

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

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

Indah Purnama S, S.Farm., Apt., M.Farm

NIP 198204062006042001

NIP 198304282008122004

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember

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

NIP 197604142002122001

RINGKASAN

Penentuan Adulturasi Daging Babi pada Sosis Ayam Menggunakan NIR dan Kemometrik; LUKMAN FAKHRUDI ARIANSYAH, 112210101087; 2012; 59 halaman; Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

Sosis merupakan salah satu produk daging giling atau daging cincang yang diberi bumbu-bumbu dan dimasukkan dalam selongsong atau *casing* menjadi bentuk silindris (Zurriyati, 2011). Produk sosis dapat dibuat dari daging sapi, ayam, ikan dan lain-lain, tetapi yang populer di masyarakat adalah *chicken sosis* yang dibuat dari daging ayam (Widyastuti *et al.*, 2010), namun untuk memperoleh keuntungan lebih besar, produsen mencampur daging babi ke dalam sosis 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 sosis ayam menggunakan metode NIR dan kemometrik.

Penelitian dilakukan dalam empat tahap secara berurutan. Tahap pertama adalah pembuatan dan preparasi sampel sosis ayam simulasi dimana sosis 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 sosis murni ayam, satu sosis murni babi, dan 12 sosis campuran) dan *test set* (terdiri dari satu sosis murni ayam, satu sosis murni babi, dan lima sosis 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, SIMCA,

dan PLS dengan *The Unscrambler X 10.2*. Tahap keempat adalah pengaplikasian metode NIR dan model yang terpilih terhadap sampel sosis ayam yang beredar di pasaran kemudian hasil prediksi dibandingkan dengan hasil metode Xematest Pork.

Karakteristik spektrum infra merah sosis murni ayam dan sosis 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, SIMCA, dan PLS pada set data dan model klasifikasi LDA dan PLS 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 sosis ayam yang beredar di pasaran diketahui bahwa merek dagang sosis ayam Magnuzz, So Nice, Kimbo Siap makan, Kimbo siap masak, Farmhouse, dan Champ serta sosis babi dengan merk dagang GreatWall.

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 Yanuar Widyo dan Khoirul Dwi yang saya sayangi yang selalu mendukung saya;
3. Keluarga besar saya yang juga turut memberi dukungan dan motivasi;
4. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Dwi Koko Pratoko, S.Farm., Apt., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan perhatian hingga terselesaikannya skripsi ini Ibu Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm., Apt. dan Ibu Indah Purnama Sary, S.Farm., M.Farm., Apt. yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan saran hingga terselesaikannya skripsi ini;
5. Teman dekat saya, Zahrotul Hikmah yang selalu mendukung, mendampingi dan mengingatkan saya;
6. Para sahabat Pratama Putra, Maulina Hari, Bayu Irsan, Fendi Arifin, Icha Evita, Maulana Fadli, Tante Dewi, Om Agustinus yang saling memberikan dukungan, doa dan perhatian tidak cukup untuk diungkapkan dalam lembar ini;
7. 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;
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, 5 Desember 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Daging	5
2.1.1 Daging Ayam	6
2.1.2 Daging Babi	7
2.2 Sosis	8
2.3 Verifikasi Kehalalan Terhadap Daging Babi	9
2.4 Spektroskopi Infra merah atau Infrared (IR).....	11
2.4.1 Prinsip Kerja dan Instrumentasi Spektrofotometri <i>Near-Infrared</i> (NIR)	12

2.4.2 Analisis Kualitatif dan Kuantitatif oleh Spektrofotometri <i>Near-Infrared</i> (NIR).....	14
2.4.3 Verifikasi Kehalalan Menggunakan NIR.....	15
2.5 Analisis Kemometrik dengan The Unscrambler	16
2.6.1 <i>Partial Least Square</i> (PLS).....	17
2.6.2 <i>Linear Discriminant Analysis</i> (LDA).....	17
2.6.3 <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	18
2.6.4 <i>Soft Independent Modelling of Class Analogies</i> (SIMCA)	19
2.6.5 <i>Support Vector Machines</i> (SVM).....	19
2.6 Validasi Silang	20
2.7 Metode Pembandingan dengan Xematest Pork	21
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2 Bahan dan Alat	22
3.3 Alur Penelitian.....	23
3.4 Prosedur Penelitian.....	24
3.4.1 Pembuatan Sampel Simulasi	24
3.4.2 Preparasi Sampel	25
3.4.3 Pengukuran Pantulan Spektrum Infra Merah Dekat	26
3.4.4 Analisis Data Spektrum dengan Kemometrik.....	26
3.4.5 Aplikasi Sampel yang Beredar di Pasaran	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Karakteristik Spektrum Inframerah	30
4.1.1 Karakteristik Sosis Sapi dan Campuran.....	30
4.1.2 <i>Training Set</i>	32
4.2.2 <i>Test Set</i>	33
4.2 Pembentukan dan Pemilihan Model Klasifikasi	34
4.2.1 Pembentukan Model Klasifikasi dengan <i>PLS</i>	34

4.2.2 Pembentukan Model Klasifikasi dengan <i>LDA</i>	36
4.2.3 Evaluasi Model Klasifikasi dengan <i>Test Set</i>	39
4.2.4 Pemilihan Model Klasifikasi Terbaik	39
4.3 Aplikasi pada Sampel Sosis ayam yang Beredar	
Di Pasaran	40
4.3.1 Pengambilan sampel	40
4.3.2 Deteksi Daging Babi dalam Sampel Sosis ayam Menggunakan Spektroskopi NIR dan Kemometrik	41
4.3.3 Metode Perbandingan dengan Metode Xematest Pork	43
BAB 5. PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	51

DAFTAR TABEL

2.1 Komposisi kimia daging rendah lemak dari berbagai spesies.....	6
3.1 Konsentrasi <i>Training Set</i>	24
3.2 Konsentrasi <i>Test Set</i>	25
4.1 Hasil klasifikasi model LDA dan SVM terhadap <i>test set</i>	39
4.2 Nilai kemampuan pengenalan dan prediksi model klasifikasi LDA, SVM, dan SIMCA	40
4.3 Daftar merek sosis ayam yang beredar di pasaran.....	41
4.4 Prediksi LDA terhadap sampel yang beredar di pasaran.....	42
4.5 Kesamaan hasil analisis NIR-Kemometrik dan Xematest Pork	43

DAFTAR GAMBAR

2.1 Daging	5
2.2 Daging Ayam	6
2.3 Daging Babi.....	7
2.4 Sosis	8
2.5 Prinsip kerja spektrofotometri NIR	13
2.6 Gambar skematis sistem dispersif dalam pengukuran transmitan	14
3.1 Bagan Alur Penelitian	23
3.2 Pembacaan Hasil Xematest Pork.....	29
4.1 Spektrum Sosis Murni Ayam (0%), Sosis Campuran Daging Ayam dan Babi (50%) dan Sosis Murni Babi (100%)	31
4.2 Spektrum IR Training Set	32
4.3 Spektrum blangko <i>training set</i>	33
4.4 Spektrum IR Test Set	34
4.5 Data PLS model <i>training set</i>	35
4.6 Data Pengujian Model menggunakan <i>Test set</i>	36
4.7 Grafik Hasil Pemetaan Training Set	38
4.8 Prediksi model PLS sampel pasaran	42
4.9 Hasil Analisis dengan Xematest Pork.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN	51
A.1 Spektrofotometer NIR	51
A.2 Perangkat Xematest Pork	51
B. DATA SPEKTRUM INFRAMERAH YANG DIHASILKAN	52
B.1 Spektrum <i>Training Set</i>	52
B.2 Spektrum <i>Test Set</i>	52
C. DATA KEMOMETRIK DAN PERHITUNGAN KEMAMPUAN PENGENALAN DAN KEMAMPUAN PREDIKSI	53
C.1 Model LDA dan PLS	53
Tabel Prediksi LDA Training Set	54
Tabel prediksi SIMCA Training set	55
Tabel prediksi SVM Training set	56
Tabel Prediksi LDA Training Set	57
Model PLS Training Set dan Test Set	58
C.3 Model LDA Dan PLS Pada Sampel Di Pasaran	59
D. PITA ABSORBSI PADA DAERAH NEAR INFRA RED	60

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). Selain faktor keamanan pangan, faktor kehalalan suatu produk pangan juga harus menjadi perhatian masyarakat muslim (BPOM RI, 2007). Menurut agama Islam hukum penggunaan daging babi adalah haram. Hal itu sesuai dengan firman Allah: *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 menyembelihnya, dan (diharamkan pula bagimu) yang disembelih untuk berhala.* (Q.S. Al-Ma'idah : 3).

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 yang mengandung nilai gizi tinggi adalah daging. Daging merupakan salah satu hasil ternak sumber protein hewani yang bermutu tinggi dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan asam-asam amino esensial tubuh (Susilo, 2007). Daging adalah bahan pangan yang bernilai gizi tinggi karena 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 sosis.

Sosis berasal dari bahasa latin "*salsus*" yang berarti digarami atau secara harfiah adalah daging yang disiapkan melalui penggaraman. Pembuatan sosis bertujuan untuk mengawetkan daging segar yang tidak dikonsumsi dengan segera. Sosis merupakan salah satu produk daging giling atau daging cincang yang diberi bumbu-

bumbu dan dimasukkan dalam selongsong atau *casing* menjadi bentuk silindris (Zurriyati, 2011).

Kemajuan sains dan teknologi telah merubah gaya hidup masyarakat Indonesia menjadi lebih modern dan cenderung menyukai makanan yang bersifat praktis dan cepat saji. 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 (LPPOM MUI) (Bahruddin, 2010). Pada Mei 2015 lalu ditemukan sosis babi yang berlabel halal beredar disupermarket Skotlandia (Republika, 2015). Di Indonesia sendiri pada Desember 2014 lalu ditemukan kasus pencampuran sosis dengan daging babi yang beredar dipasaran, berdasarkan penelusuran yang dilakukan terdapat sosis yang beredar dipasaran terbukti mengandung daging babi (Reportaseinvestigasi, 2014).

Temuan kasus beredarnya sosis berlabel halal yang mengandung daging babi maka diperlukan analisis yang dapat mendeteksi adanya daging babi yang terkandung dalam makanan. 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 yang ada dalam makanan. Beberapa metode analisis tersebut, antara lain UPLC dengan *Marker Myoglobin* (Giaretta *et al*, 2013), *Polymerase Chain Reaction*, *Nanobiosensor* (Ali *et al*, 2011), dan Xematest Pork (Xema, Tanpa tahun). Metode-metode tersebut memerlukan banyak tenaga, mahal, dan waktu yang relatif lama sehingga diperlukan tehnik analisis yang cepat dan mudah.

Spektrofotometri inframerah 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 Marghani, 2001). Teknologi inframerah dekat (*near infrared*, NIR) dikembangkan sebagai salah satu metode yang nondestruktif, dapat menganalisis dengan kecepatan tinggi, tidak menimbulkan polusi, penggunaan preparat contoh yang sederhana dan tidak memerlukan bahan kimia. Spektrofotometri NIR menggunakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 780 nm sampai 2500 nm atau jumlah gelombang per cm 12.800 cm^{-1} hingga 4000 cm^{-1} (Schwanninger *et al*, 2011). Spektrofotometri 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).

Dalam metode ini juga dikombinasikan dengan kemometrik. Kalibrasi multivariat adalah salah satu teknik yang telah membuat dampak yang signifikan di semua bidang kimia, terutama analisis campuran dengan spektrofotometri. Metode statistik multivariat sangat berguna untuk pengolahan spektrum IR. Keuntungan yang besar dari metode statistik multivariat adalah kemampuannya untuk mengekstrak informasi dari spektra IR dan mengeksplorasi informasi spektra ini untuk aplikasi kualitatif dan kuantitatif. Analisis kemometrik secara kuantitatif dapat menggunakan *Partial Least Square* (PLS), sampel dianalisis berdasarkan konsentrasi. Untuk analisis kualitatif digunakan *Linear Discriminant Analysis* (LDA), dimana sampel akan diklasifikasikan berdasarkan kategorinya. Beberapa teknik ini merupakan kalibrasi multivariat yang bisa digunakan untuk penentuan multikomponen. Berdasarkan uraian diatas maka penelitian tentang “Penentuan Adulterasi Daging Babi Pada Sampel Sosis Ayam Menggunakan Metode spektrofotometri NIR dan Kemometrik” sangat penting untuk dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Apakah metode NIR dan kemometrik dapat digunakan untuk membedakan sosis daging ayam dan sosis campuran (daging ayam dan babi)?
- b. Bagaimanakah perbedaan spektra NIR sosis ayam murni (daging ayam) dan sosis campuran (daging ayam dan babi)?
- c. Bagaimanakah aplikasi kemometrik untuk membedakan sosis ayam murni dan sosis campuran (daging ayam dan babi) pada spektra NIR tersebut?
- d. Apakah metode NIR dan kemometrik tersebut dapat diaplikasikan untuk mendeteksi sosis ayam dan sosis mengandung babi pada sampel yang beredar di pasaran sebagai verifikasi kehalalan?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Mengidentifikasi metode NIR dan kemometrik yang digunakan untuk membedakan sosis ayam dan sosis campuran (daging ayam dan babi).
- b. Mengidentifikasi perbedaan spektra NIR pada sosis ayam murni (daging ayam) dan sosis campuran (daging ayam dan babi).
- c. Mengetahui apakah metode kemometrik dapat digunakan untuk membedakan sosis ayam murni dan sosis campuran (daging ayam dan babi) pada spektra NIR
- d. Mengaplikasikan metode NIR dan kemometrik untuk mendeteksi sampel sosis daging ayam dan sosis yang mengandung babi pada sampel sosis yang beredar di pasaran sebagai verifikasi kehalalan.

1.4 Manfaat

- a. Memberikan metode sederhana, cepat, dan mudah untuk mendeteksi adanya daging babi dalam produk makanan olahan daging khususnya sosis ayam,
- b. Bagi masyarakat, metode ini dapat memberikan informasi kemurnian sosis ayam yang beredar dipasaran

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daging

Daging merupakan jaringan dari hewan dan dapat diolah sehingga dapat dikonsumsi, tanpa mengganggu kesehatan tubuh. Kebanyakan daging ternak yang dijumpai untuk digunakan sebagai bahan makanan yaitu ayam. Daging memiliki kandungan gizi yang sangat lengkap. Selain protein yang tinggi, daging memiliki banyak nutrisi yang baik bagi kesehatan karena adanya asam amino esensial yang lengkap dan seimbang, air, karbohidrat, dan komponen anorganik (Dwiatmaja, 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 dan otot tersebut sudah mengalami perubahan biokimia dan biofisik, 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). Beberapa macam daging dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Daging (Sumber: www.abcresep.com)

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).

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 Ayam

Ayam adalah hewan unggas yang paling umum di seluruh dunia, dan telah ditenakkan dan dikonsumsi sudah selama ribuan tahun lalu (Disnak kalsel, 2010). Daging ayam banyak digunakan sebagai bahan makanan, bahkan sekarang banyak dijumpai makanan cepat saji yang selalu menyediakan daging ayam (Dwiatmaja, 2012). 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 *et al*, 2014). Daging ayam dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Daging ayam (Sumber: www.Aisyiyah.or.id)

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, prolifik, efisien dalam mengkonversi pakan menjadi daging dan mempunyai daging dengan persentase karkas yang tinggi (Siagian, 2004). Daging babi dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Daging babi (Sumber: www.gumilang.me.com)

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% kalsium dan 0,21% P (Rompis *et al*, 2014). 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).

2.2 Sosis

Sosis merupakan olahan daging yang pada akhir-akhir ini banyak digemari dan dikonsumsi oleh seluruh lapisan masyarakat khususnya anak-anak. Sosis dibuat dari daging yang telah dicincang kemudian dihaluskan, diberi bumbu, dimasukkan ke dalam selongsong berbentuk bulat panjang simetris. Bahan selongsong adalah usus hewan maupun pembungkus buatan (casing). Produk sosis ada dua yaitu bentuk segar dan setelah dimasak rebus. Perebusan pada temperatur dan jangka waktu yang berbeda akan menghasilkan perbedaan kualitas daging baik kualitas fisik, kimia maupun organoleptik (Susanto *et al*, 2014). Sosis dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Sosis (Sumber: www.gatoko.com)

Sosis ayam merupakan produk sosis yang berasal dari olahan daging ayam. Menurut SNI 01-3020-1995 sosis adalah produk makanan yang diperoleh dari campuran daging halus (mengandung daging tidak kurang dari 75%) dengan tepung atau pati dengan atau tanpa penambahan bumbu-bumbu dan bahan tambahan makanan lain yang diizinkan dan dimasukkan ke dalam selongsong sosis (BSN, 1995). Komposisi sosis berdasarkan pengujian rutin pada tahun 1960 menunjukkan rata-rata kandungan sosis ikan sebagai berikut: kadar air 67-68%, protein 14-16%, dan lemak

5-6%. Sosis yang baik harus mengandung protein minimal 13%, lemak maksimal 25%, dan karbohidrat maksimal 8% (BSN, 1995).

2.3 Verifikasi 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 *et al*, 2009). Pada tanggal 16 November 2012 Presiden RI telah mengesahkan berlakunya UU No.18 Tahun 2012 tentang 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, pengaturan terhadap pangan produk rekayasa genetik dan iradiasi 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).

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 bagimu (memakan) bangkai, darah, daging babi, (daging hewan) yang disembelih atas nama selain Allah, yang tercekik, yang terpukul, yang jatuh, yang ditanduk, dan diterkam binatang buas, kecuali yang sempat kamu menyembelinya, dan (diharamkan bagimu) yang disembelih untuk berhala. Dan (diharamkan juga) mengundi nasib dengan anak panah, (mengundi nasib dengan anak panah itu) adalah kefasikan. Pada hari ini orang-orang kafir telah putus asa untuk (mengalahkan) agamamu, sebab itu janganlah kamu takut kepada mereka dan takutlah kepada-Ku. Pada hari ini telah Kusempurnakan untuk kamu agamamu, dan telah Kucukupkan kepadamu nikmat-Ku, dan telah Ku-ridhai Islam itu jadi agama bagimu.

Maka barang siapa terpaksa karena kelaparan tanpa sengaja berbuat dosa, sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Penyayang”.

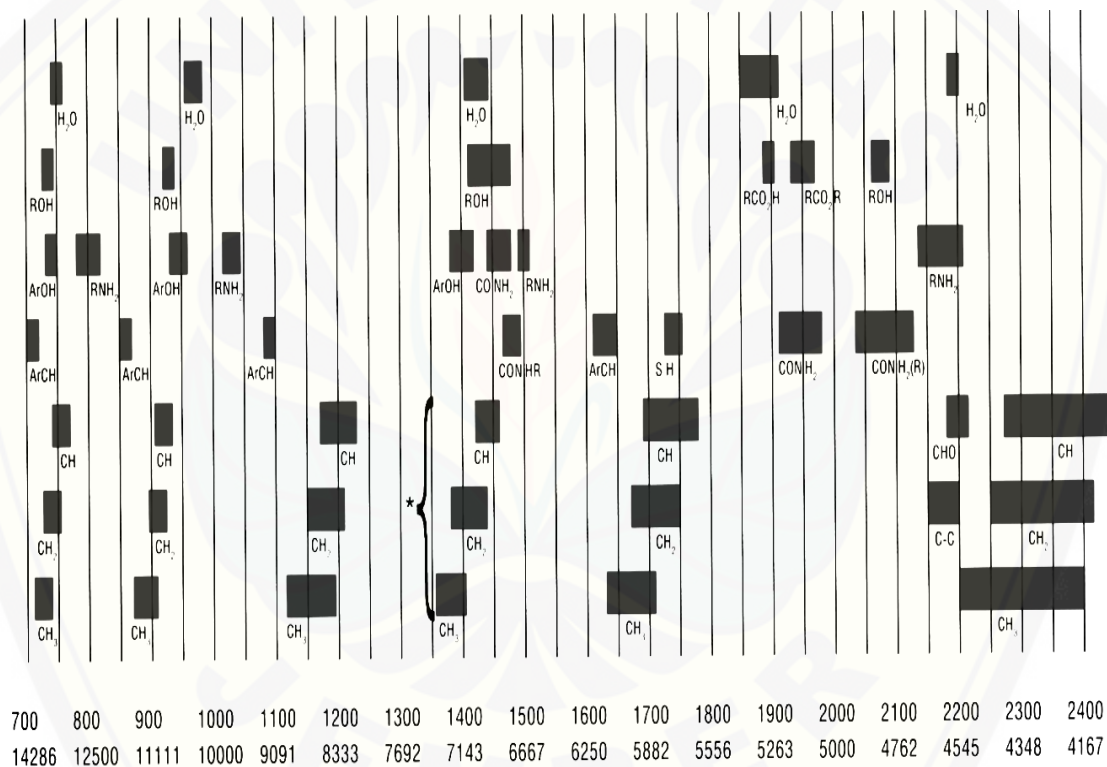
Kebanyakan ulama sepakat menyatakan bahwa semua bagian babi yang dapat dimakan haram, sehingga baik dagingnya, lemaknya, tulangnya, termasuk produk-produk yang mengandung bahan tersebut. Serta semua bahan yang dibuat dengan menggunakan bahan-bahan tersebut sebagai salah satu bahan bakunya. Hal ini misalnya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

Daging babi merupakan tempat tumbuh yang baik bagi mikroorganisme karena daging babi mengandung air dan protein yang tinggi serta kondisi pH yang netral. Mikroorganisme yang sering mencemari dan tumbuh dengan baik pada daging babi adalah jenis bakteri. Daging babi tercemar bakteri sebelum, pada saat dan setelah pemotongan. Beberapa bakteri ditemukan pada daging babi antara lain *Coliform*, *Salmonella* sp. dan *Staphylococcus aureus* (Semadi *et al*, 2008). Beberapa metode analisis yang telah digunakan untuk analisis daging babi atau lemak babi, seperti *e-nose* GC-MS, spektrofotometri FTIR, ELISA, dan *Gold Nanoparticle*. Metode tersebut memerlukan waktu dan biaya yang banyak, sehingga perlu adanya suatu teknik analisis yang cepat dan *reliable* terhadap analisis daging babi (Wardani *et al*, 2015). Metode antibodi poliklonal dengan metode *dot blot* sudah dikembangkan untuk perangkat diagnostik terhadap antigen babi, namun metode ini belum dapat membedakan secara spesifik daging babi dan daging lain (Syamsuri *et al*, 2013). Selain itu metode berbasis DNA yaitu PCR telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi kandungan daging babi dalam bakso (Rohman *et al*, 2012)

2.4 Spektrofotometri Inframerah Dekat (NIR)

Teknologi spektrofotometri *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 inframerah 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 Spektrofotometri menggunakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 780 nm - 2500 nm atau jumlah gelombang per cm 12.800 cm^{-1} hingga 4000 cm^{-1} (Schwanninger *et al*, 2011). 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).

2.4.1 Prinsip Kerja dan Instrumentasi Spektrofotometri *Near-Infrared* (NIR)

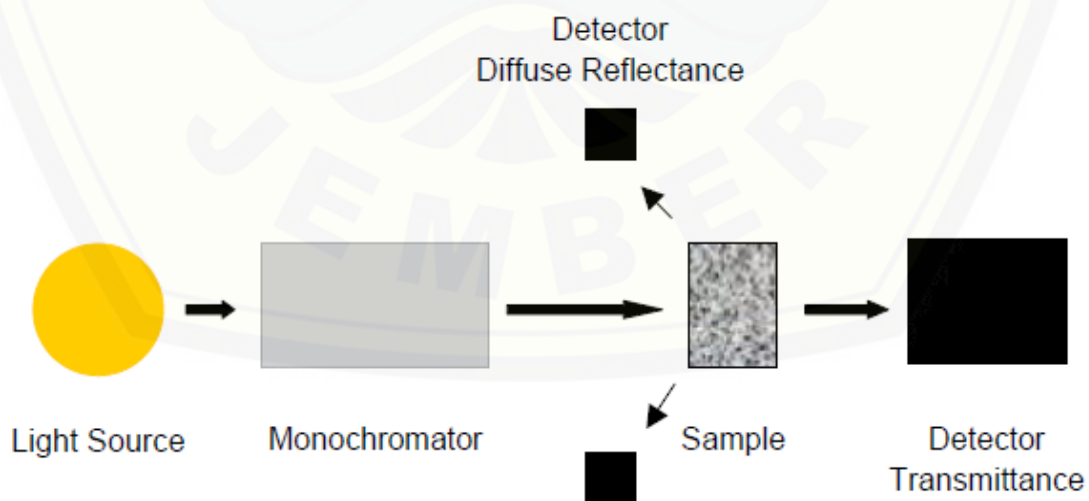
Spektra NIR akan membaca senyawa kimia baik organik maupun anorganik yang memiliki pola serapan yang khas dan berbeda antara satu dengan lainnya pada setiap daerah panjang gelombang inframerah yang diberikan. Prinsip teori spektrofotometri *Near-Infrared* adalah bekerja berdasarkan adanya vibrasi molekul

yang berkorespondensi dengan daerah 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 spektrofotometri 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).

Ukuran partikel sampel memiliki efek signifikan pada spektrum NIR. Jika ukuran partikel berubah menyebabkan perubahan dalam jumlah radiasi yang tersebar oleh sampel. Ketika ukuran partikel besar, arah radiasi tidak berubah sesering pada partikel kecil, jadi lebih banyak radiasi yang diserap. Sehingga menghasilkan absorbansi lebih tinggi, dan dengan demikian memiliki efek aditif pada spektrum (Jorgensen, 2000).

Sebuah spektrometer NIR umumnya terdiri dari sumber cahaya, monokromator, tempat sampel, dan detektor yang memungkinkan untuk pengukuran transmitansi atau reflektansi (Kumar *et al*, 2011). Prinsip kerja spektrofotometri NIR dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5. Prinsip kerja spektrofotometri NIR (Reich., 2005)

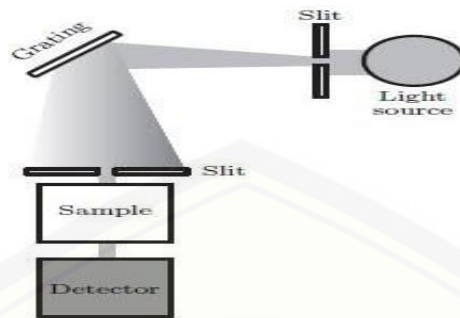
Berikut ini adalah instrumentasi dari NIR:

a. Sumber Cahaya

Sumber cahaya yang paling penting dari spektrofotometri 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).

b. Penyeleksi panjang gelombang (monokromator)

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, seperti pada Gambar 2.6. 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 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 (Abrahamsson, 2005).



Gambar 2.6 Gambar skematis sistem dispersif dalam pengukuran transmittan (Abrahamsson, 2005).

a. Detektor

Pemilihan detektor yang digunakan terutama bergantung pada kisaran panjang gelombang yang akan diukur. Adapun jenis detektor yang digunakan pada NIR adalah Silikon yang memiliki keuntungan cepat, kebisingan rendah, kecil dan sangat sensitif pada daerah tampak sampai 1100 nm. Selain itu digunakan Timbal Sulfida (PbS) bersifat lebih lambat, tetapi sangat populer karena mereka sensitif pada 1100-2500 nm, memberikan rasio *signal-to-noise* yang baik. Indium Gallium Arsenide (InGaAs) berharga paling mahal namun sensitif dalam kisaran 800-1700 nm (Reich, 2005).

2.4.2 Analisis Kualitatif dan Kuantitatif oleh Spektrofotometri *Near-Infrared* (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 menggunakan tes identifikasi sederhana. 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 3 hal, yaitu : metode regresi (kemometrik) yang digunakan untuk membangun model, aplikasi dalam lingkungan farmasi dan aspek praktis yang perlu dibangun untuk sebuah analisis kuantitatif dengan NIR, seperti pemilihan sampel dan indikator statistik (Roggo *et al*, 2007).

2.4.3 Verifikasi Kehalalan Menggunakan NIR

NIR umumnya dipilih karena cepat, biayanya rendah dan bersifat nondestruktif terhadap sampel yang dianalisis. Di satu sisi, pentingnya instrumen NIR kini semakin meningkat berkat kemajuan instrumen dan adanya pengembangan serat optik yang memudahkan pengukuran. Di sisi lain NIR semakin dipilih karena meningkatnya kemajuan sistem komputer dan pengembangan metode matematika baru yang dapat digunakan dalam pengolahan (Roggo *et al*, 2007). Spektrofotometri 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 Marghani, 2001). Teknologi inframerah dekat (*near infrared*, NIR) dikembangkan sebagai salah satu metode yang nondestruktif, dapat menganalisis dengan kecepatan tinggi, tidak menimbulkan polusi, penggunaan preparat contoh yang sederhana dan tidak memerlukan bahan kimia. NIR Spektrofotometri menggunakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 780 nm - 2500 nm atau jumlah gelombang per cm 12.800 cm^{-1} hingga 4000 cm^{-1} (Schwanninger *et al*, 2011). NIR telah digunakan dalam menganalisa daging babi atau lemak babi yang ada dalam produk makanan olahan seperti bakso, nugget, burger, dan abon.

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).

Metode kemometrik sering diaplikasikan pada kondisi dimana tidak ada teori yang cukup untuk menyelesaikan atau mendeskripsikan masalah. Pada permasalahan tersebut digunakan banyak variabel (multivariat) untuk menjelaskan atau memecahkan masalah, selanjutnya terdapat hubungan tersembunyi antara data yang tersedia dan informasi yang dihasilkan dan tujuan kemometrik adalah untuk menemukan hubungan tersebut. 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 (analisis klaster dan klasifikasi) 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).

Salah satu bentuk kemometrik adalah 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)

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 spektrofotometri 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, 2013).

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).

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 PC1 memiliki variasi terbesar dalam set data, sedangkan PC2 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 PC1 dan PC2 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. Alat yang berguna untuk interpretasi hasil SIMCA adalah plot Coomans yang dapat menunjukkan diskriminasi 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). 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.

Ada beberapa tipe dan cara validasi silang yaitu (a) *Leave-one-out*, (b) *K-fold cross validation*, dan (c) *2-fold cross-validation*.

2.6.1 *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.

2.6.2 *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.

2.6.3 *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. 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 dimulai pada bulan April 2016 sampai selesai.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

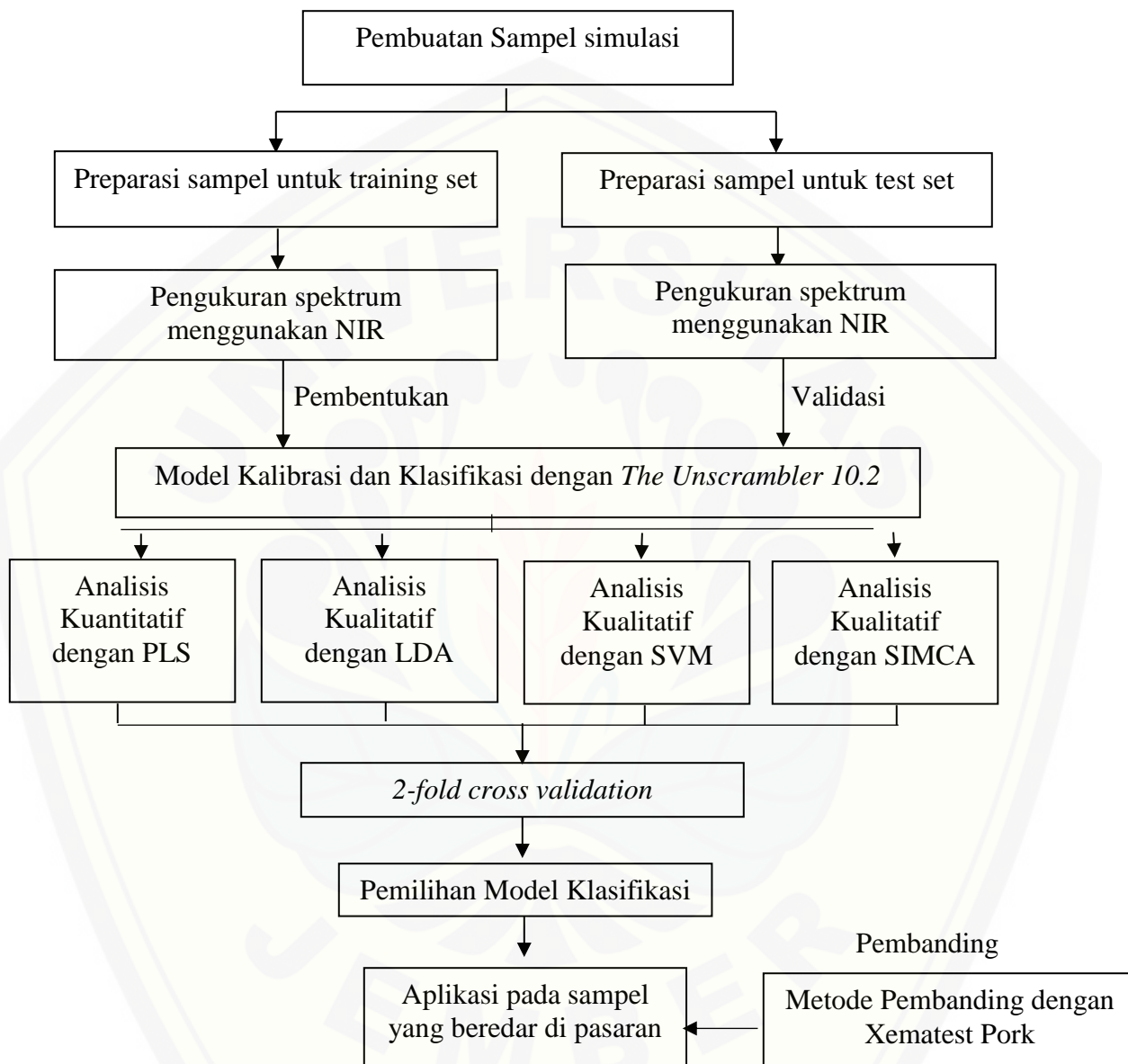
3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Sampel Sosis simulasi yang terdiri dari blanko (tepung tapioka, garam, bawang putih, es batu, air), sampel sosis ayam (daging ayam, tepung tapioka, garam, bawang putih, es batu, air), sampel sosis babi (daging babi, tepung tapioka, garam, bawang putih, es batu, air), dan sampel sosis campuran (daging ayam, daging babi, tepung tapioka, garam, bawang putih, es batu, air); sampel sosis 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*, baskom, alat pemanas, perangkat spektrofotometer inframerah dekat (*Brimrose corporation luminar 3070*), perangkat lunak BRIMROSE, perangkat lunak *The Unscrambler X 10.2*.

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 sosis dilakukan dengan mencampurkan daging, tepung tapioka dan bahan lainnya. Sampel sosis simulasi yang disiapkan berupa sosis murni ayam, sosis murni babi dan sosis campuran. Sosis campuran mengandung daging babi dan daging ayam dimana daging babi ditambah kan untuk menggantikan daging ayam. Sampel sosis simulasi dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

a. *Training set*

Training set terdiri dari objek/sampel yang diketahui pengkategorianya dan digunakan untuk membentuk model klasifikasi kemometrik (Berrueta *et al*, 2007). Preparasi *training set* pada penelitian ini dilakukan dengan membuat 14 campuran sosis daging ayam dan daging babi pada konsentrasi 1% - 90% dengan menambahkan konsentrasi 0% sebagai sosis daging ayam murni tanpa campuran daging babi dan 100% menunjukkan sosis daging babi.

Tabel 3.1 Konsentrasi *Training Set*

Daging Babi (gram)	Daging Ayam (gram)	Konsentrasi Daging Babi (%) b/b	Kategori
0	20,0005 ^a	0%	Murni
0	20,0022 ^b	Blangko 1	Murni
0	20,0008 ^c	Blangko 2	Murni
0	20,0003 ^d	Blangko 3	Murni
0,2501	24,7519 ^a	1,0012%	Campuran
1,2519	23,7508 ^a	5,007%	Campuran
2,5014	22,5010 ^a	10,005%	Campuran
3,7513	21,2522 ^a	15,003%	Campuran
5,0020	20,0040 ^a	20,003%	Campuran
7,5057	17,5117 ^a	30,002%	Campuran
10,0052	15,0057 ^a	40 003%	Campuran
12,5044	12,5026 ^a	50,003%	Campuran
15,0052	10,0031 ^a	60,001%	Campuran
17,5042	7,5021 ^a	69,999%	Campuran
20,0038	5,0019 ^a	80,001%	Campuran
22,5061	2,5002 ^a	90,024%	Campuran
25,0055	0 ^a	100%	Campuran

Keterangan : 0%^a = daging ayam 75%
 Blangko 1^b = daging ayam 80%
 Blangko 2^c = daging ayam 75%
 Blangko 3^d = daging ayam 70%

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 7 sampel yang terdiri dari campuran sosis daging ayam dan daging babi pada konsentrasi yang berada didalam *training set*.

Tabel 3.2 Konsentrasi *Test Set*

Daging Babi (gram)	Daging Ayam (gram)	Konsentrasi Daging Babi (%) b/b	Kategori
0	25,0030	0%	Murni
1,7525	23,2561	7,0012%	Campuran
6,2508	18,7554	25,0012%	Campuran
11,2504	13,7503	45,0004%	Campuran
12,5021	12,5008	50,0020%	Campuran
18,7512	6,2504	75,0020%	Campuran
25,0018	0	100,0012%	Campuran

3.4.2 Preparasi Sampel

Sosis ayam maupun campuran yang telah dibuat dapat langsung digunakan atau diuji. Sosis 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 Spektrum NIR

Sebelum dilakukan pengukuran, alat dipanaskan selama 30 menit. Pada alat diatur celah masuk pada *monochromator* sebesar 500 pm, penguat sebesar 200, waktu tanggap (respon) 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 inframerah 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 200 titik.

3.4.4 Pembentukan dan Validasi Model Kalibrasi dan klasifikasi

Pada analisis kemometrik menggunakan software *The Unscrambler X10.2* dilakukan pemilihan model klasifikasi didasarkan pada kemampuan pengenalan (*recognition ability*) dan kemampuan prediksi yang terbaik. Kemampuan pengenalan didefinisikan sebagai persentase kebenaran klasifikasi terhadap sampel *training set* sedangkan kemampuan prediksi didefinisikan sebagai persentase kebenaran klasifikasi model terhadap sampel *test set* (Berrueta *et al*, 2007).

Pemilihan set data spektrum sebagai model kalibrasi harus memenuhi kriteria dari nilai R^2 , RMSEC (*Root Mean Standart Error Of Calibration*), RMSECV (*Root Mean Square Error Cross Validation*) untuk analisis secara kuantitatif dan % akurasi untuk analisis kualitatif.

Analisis kalibrasi multivariat yang digunakan untuk analisis kuantitatif adalah metode PLS. Analisis tersebut menggunakan bantuan piranti lunak *The Unscrambler X 10.2 (Camo Software)*. Data absorbansi dari spektrum NIR yang diperoleh dari training set kemudian dianalisis dengan metode PLS dimana untuk membentuk sebuah model kalibrasi, nilai absorbansi ditandai dengan predictor (variable x) dan konsentrasi ditandai dengan respon (variabel y). Pemilihan set

data spektrum didasarkan pada kemampuan prediksi yang terbaik jika nilai korelasi R² semakin besar dan nilai galat RMSEC dan RMSECV terbaik apabila nilai semakin kecil. Model kalibrasi yang terpilih kemudian divalidasi menggunakan set validasi (*test set*). Validasi silang yang dilakukan yaitu *2-Fold Cross-Validation* dimana parameter yang diamati sebagai evaluasi untuk set validasi dari model tersebut adalah nilai R² prediksi.

Metode yang digunakan untuk membuat model klasifikasi adalah *Linear Discriminant Analysis (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 Aplikasi Sampel yang Beredar di Pasaran

3.4.5.1. Sampling

Langkah awal dalam proses sampling adalah survei. Survei dilakukan di pasar tradisional yaitu pasar tanjung dan beberapa supermarket yang berada di daerah Jember. Sampling dilakukan terhadap kedua kelompok produk sosis ayam dengan metode sampling purposive. Survei dilakukan dengan mendata 3 merk sosis ayam siap makan (instan), 3 merk sosis mentah, dan 1 merk sosis babi. Setelah itu, hasil pendataan dikelompokkan menjadi dua, yaitu produk sosis ayam yang berlabel halal dan tidak berlabel halal.

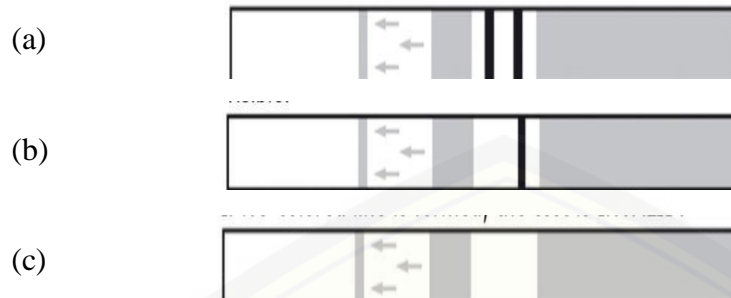
3.4.5.2. Deteksi Daging Babi dalam Sampel Sosis Ayam Menggunakan Spektroskopi NIR dan Kemometrik

Sampel yang terpilih *discan* menggunakan spektrofotometer NIR seperti pada Subbab 3.4.3. Hasil data spektrum diprediksi menggunakan model klasifikasi yang telah dipilih.

3.4.5.3. Metode Perbandingan dengan *Xematest Pork*

Kebenaran hasil aplikasi NIR dan kemometrik terhadap sampel sosis ayam yang beredar di pasaran dapat diketahui dengan melibatkan metode perbandingan yang telah tervalidasi. Pada penelitian ini, metode perbandingan 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 gram) dan diletakkan didalam tabung reaksi. Lalu tuangkan 2-2,5 ml air hangat ke dalam tabung. Tutup tabung dengan rapat dan kocok tabung dengan kuat selama 15-30 detik. Letakkan tabung di atas meja. Lapisan atas cairan yang tersedia untuk pengujian. Spesimen yang diencerkan dapat disimpan pada dalam freezer pada suhu 2-8°C selama 5 hari. Sedangkan untuk sampel cair, misalnya minuman atau bahan padat yang dicairkan harus diencerkan setidaknya 2 kali jumlah sampel menggunakan air hangat. Setelah preparasi sampel selesai, dilakukan pengujian menggunakan *Xematest Pork*. Strip uji dicelupkan ke lapisan atas bagian cair dari sampel dan diamati dari arah dan kedalaman yang benar selama 5-10 detik untuk memastikan perendaman. Strip uji diletakkan ke permukaan horisontal yang bersih selama 5-10 menit. Pembacaan hasil *xematest pork* dapat dilihat pada Gambar 3.2

Baca hasil tes pada gambar



Gambar 3.2 Pembacaan Hasil *Xematest* (Xema, tanpa tahun)

Keterangan :

- (a) muncul 2 garis pada strip tes menunjukkan positif mengandung bayi
- (b) muncul 1 garis pada strip tes menunjukkan negatif mengandung bayi
- (c) tidak ada garis pada strip tes menunjukkan hasil tidak valid

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Model klasifikasi kemometrik berupa PLS dan LDA dapat membedakan spektrum infra merah sampel simulasi sosis murni dan sosis campuran dalam set data berupa bentuk pemetaan dan tabel prediksi
2. Karakteristik spektrum inframerah sosis ayam murni dan sosis ayam campuran (daging ayam dan babi) memiliki pola serapan yang mirip dan hanya berbeda pada intensitas atau nilai kuantitatif transmitan,
3. Hasil klasifikasi kemometrik berupa % pengenalan dan % prediksi yang diperoleh dari set data yang digunakan berturut-turut yaitu LDA 100% dan 100%; SVM 92,85% dan 85,71%; dan % pengenalan SIMCA 92,85% dan 85,71%; serta hasil klasifikasi dengan PLS menunjukkan nilai R² sebesar 0,9406 dan 0,9908
4. Metode NIR dan kemometrik dapat diaplikasikan untuk mendeteksi daging babi dalam sosis ayam yang beredar dipasaran, dimana sampel sosis ayam berlabel halal yang beredar di pasaran dengan merek dagang berupa Magnuzz, So Nice, Kimbo, Kimbo Mentah, Champ, dan FarmHouse tidak mengandung daging babi.

5.2 Saran

Penelitian tentang “Penentuan Adulturasi Daging Babi pada Sosis Ayam Menggunakan Metode Spektrofotometri Near Infrared dan Kemometrik” masih memerlukan penambahan data yang bervariasi pada *training set* agar dapat digunakan pada metode klasifikasi kemometrik yang lebih banyak, serta dapat digunakan dapat diaplikasikan dalam sampel sosis yang beredar dipasaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrahamsson, C. 2005. *Time-Resolved Spectroscopy for Pharmaceutical Applications*. Sweden : Department of Physics Lund Institute of Technology.
- Ali, M.E., Mustafa, S., Hashim, U., Man, Y.B.C., & Foo, K.L. 2012. Nanobioprobe for the determination of pork adulteration in burger formulations. *Journal of Nanomaterials*. Vol 2012:Article ID 832387: 1-7
- Al-Qur'an & Terjemahannya. *Surat Al-Baqarah ayat 168,172 & 173; Surat Al-Maidah ayat3; Surat Al-A'raf ayat157*. PT Syaamil Cipta Media: Bdanung
- danasuryani., Purwanto, Y.A., Budiastara, I.W & Syamsu, K. 2014. Prediction Of Catechin Content in Gambier (*Uncaria gambir* Roxb.) Using NIR Pectroscopy. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 24 (1): 43-52.
- Assifa, P.2013. Analisis Minyak Babi Pada Krim Pelembap Wajah Yang Mengandung Minyak Zaitun Dengan Menggunakan Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR). *Skripsi*. Jakarta : UIN.
- Badan Stdanardisasi Nasional. 2014. *SNI (Stdanar Nasional Indonesia)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bahrudin, M. 2010. Problem Sertifikasi Halal Produk Pangan Hewani. *ASAS*, Vol.2, No.1, Januari 2010
- Berrueta, L. A., Alonso-Salces, R. M., & Héberger, K. 2007. Supervised pattern recognition in food analysis. *Journal of Chromatography A*, 1158(1) : 196-214.
- BPOM RI. 2007. Keamanan Pangan. *Badan Pengawas Obat & Makanan*. 11/VI
- Brereton, R. G. 2007. *Applied Chemometrics for Scientists*. London: Wiley.
- Burlian, P. 2014. Reformulasi Yudiris Pengaturan Produk Pangan Halal Bagi Konsumen Muslim Di Indonesia. *Ahkam*, 14(1) : 43-52.
- Camo, 2005. *The Unscrambler Methods*. <http://www.camo.com/downloads/U9.6%20pdf%20manual/The%20Unscrambler%20Methods.pdf>. (27 Agustus 2016)

- Che Man, Y.B., & Mirghani, M.E.S. 2001. Detection of lard mixed with body fats of chicken, lamb, and cow by fourier transform infrared spectroscopy. *Journal of American oil chemists' Society*, Vol.78: 753-761
- Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Selatan. 2014. *Kdanungan Gizi & manfaat daging Ayam bagi kesehatan*. <http://disnak.kalselprov.go.id/2014/07/31/kdanungan-gizi-dan-manfaat-daging-ayam-bagi-kesehatan.html>. (27 Agustus 2016)
- Direktorat Kesehatan Masyarakat Veteriner & Pasca Panen. 2014. *Produk Daging Beku & Thawing yang Aman*. http://kesmavet.ditjennak.pertanian.go.id/index.php/berita/tulisan_ilmiah_populer/79-produk-daging-beku-dan-thawing-yang-aman. (27 Agustus 2016)
- Dwiatmaja, A.W., & Rakhmadi, F.A. 2012. *Karakteristik Resistansi Daging Ayam Tiren & Daging Ayam Normal*. Program Studi Fisika Fakultas Sains & Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
- Evi, M. R., Rhardjo, B., Sutiarmo, L & Hardjoko, A. 2012. Pendekatan Multivariat Untuk Pengukuran Kualitas Tomat (*Lycopersicon esculentum*) Berdasarkan Parameter Warna. *AGRITECH*, 32(1) : 79-86.
- Fibriana, F., Widiarti, T. & Retnoningsih, A. 2010. Deteksi Kdanungan Daging Babi pada Bakso yang Dijajakan di Pusat Kota Salatiga Menggunakan Teknik *Polymerase Chain Reaction*. *Biosaintifi*, 2(1) : 10-17.
- Giaretta, N., Giuseppe, A.M.A.D., Lippert, M., Parente, P., & Maro, A.D. 2013. Myoglobin as marker in meat adulteration: A UPLC method for determining the presence of pork meat in raw beef burger. *Food Chemistry*, 141 (2013) 1814–1820
- Gustiani, E. 2009. Pengendalian cemaran mikroba pada bahan pangan asal ternak (daging & susu) mulai dari peternakan sampai dihidangkan. *J. Litbang Pertanian*, 28(3): 96-100.
- Hermanto, S & Meutia, C. D. K.. 2009. *Perbedaan Profil Protein Produk Olahan (Sosis) Daging Babi & Sapi Hasil Analisa SDS-PAGE*. Program Studi Kimia FST UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Karlinasari, L., Sabed, M., Wistara, N. J., Purwanto, Y. A & Wijayanto, H. 2012. Karakteristik Spektra Absorbansi NIR (*Near Infra Red*) Kayu *Acacia mangium* WILLD. Pada 3 Umur Berbeda. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 6 (1): 45-52.

- Kumar, D.S., Aenugu, H.P.R., Srisudharion, Phatiban, N., Ghosh, S.S., & Banji, D. 2011. Near infra red spectroscopy overview. *International Journal of ChemTech Research CODEN(USA): IJCRGG* ISSN : 0974-4290 Vol. 3, No.2, pp 825-836,
- Miller, J.N. & Miller, J.N. 2010. *Statistics & Chemometrics for Analytical Chemistry. Sixth Edition*. Harlow: Pearson Education.
- MUI. 2008. *Pdantuan Umum Sistem Jaminan Halal LPPOM-MUI*. Jakarta: Majelis Ulama Indonesia
- Nurwantoro., & Mulyani S. 2003. *Buku Ajar Dasar Teknologi Hasil Ternak*. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro Semarang.
- Pranowo, H.D., Tahir, Iqmal & Widatmoko, A. 2006. Quantitative relationship of electronic structure & inhibition activity of curcumin analogs on ethox yresorufin o-dealkylation (EROD) reaction. *Indo. J. Chem.*, 2007, 7 (1), 78 - 82
- Reich, G. 2005. Near-infrared spectroscopy & imaging: basic principles & pharmaceutical applications. *Advanced drug delivery reviews*, 57(8): 1109-1143.
- Reportase investigasi. 2014. Reportase Investigasi Eps Sosis & Nugel Celeng Part 1. jakarta : Ttv. https://www.youtube.com/watch?v=F_vsl7uNnxk (27 Agustus 2016)
- Republika, 2015. Sosis Daging Babi di Skotlandia Berlabel Halal. http://internasional.republika.co.id/berita/internasional/global/15/05/18/noi_bbu-astaga-sosis-daging-babi-di-skotlandia-ini-berlabel-halal.(27 Agustus 2016)
- Roggo, Y., Chalus, P., Lema-Martinez, C., Edmond, A & Jent, N. 2007. A Review of Near Infrared Spectroscopy & Chemometrics in Pharmaceuticals Technologies. *Journal of Pharmaceutical & Biomedical Analysis*, 44: 683-700.
- Rohman, A., Sismindari., Erwanto , Y & Che Man, Y. B. 2011. Analysis of pork adulteration in beef meatball using Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. *Meat Science*, 88 : 91–95.

- Rompis, J.E.G., & Komansilan, S. 2014. Efektifitas Cara Pemasakan Terhadap Karakteristik Fisik Masakan Daging Babi Hutan. *Jurnal zootek*, Vol 34 No 2: 65 – 70
- Rosyidi, D., Susilo, A & Muhbianto, R. 2009. Effects of Shrimp Meal Fermented with *Aspergillus niger* On Physical Quality of Broiler Meat. *Jurnal Ilmu & Teknologi Hasil Ternak*, 4(1):1-10.
- Samson, E., Semangun, H & Rondonuwu, F.S. 2013. Analisis Kandungan Karotenoid Ekstrak Kasar Buah Pisang Tongkat Langit (*Musa troglodytarum*) Dengan Menggunakan Spektroskopi NIR (Near Infrared). *Traditional Medicine Journal*, 18(1) : 17-21.
- Sari, D.P. 2012. Pendugaan Komposisi Kimia Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Ip-3p Dengan Metode *Near Infrared* (NIR). *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Schwanninger M, Rodrigues & Fackler, K.J.C. 2011. A Review of Band Assignments in Near Infrared Spectra of Wood & Wood Components. *J.Near Infrared Spectroscopy*, 19: 287-308.
- Semadi, N.A., Dauh, I.B.D & Nimade, NIS. 2008. Tingkat Cemaran Bakteri *Coliform*, *Salmonella* sp. dan *staphylococcus aureus* Pada Daging Babi. *Agrotekno*, 15(2) : 51-55.
- Siagian, P.H., Priyanto, R & Sembiring, R. 2004. Kualitas Daging Babi dengan Pemberian Zeolit & Tepung Darah Sebagai Sumber Protein dalam Ransum. *Media Peternakan*, 27(1) : 1-11.
- Siradjuddin, A. 2013. Regulasi Makanan Halal Di Indonesia. *Tapis*, 8(01) : 102-122.
- Stanimirova, I., Ustun, B., Cajka, T., Riddlelova, K., Hajslova, J., Buydens, L. M.C & Walczak, B. 2010. Tracing the Geographical Origin of Honeys Using the GCxGC-MS & Pattern Recognition Techniques. *Food Chemistry*, 118:171-176.
- Susanto, E., & Wardoyo. 2014. Pengaruh Substitusi Daging Babi Terhadap Karakteristik Asam Lemak Sosis. *Jurnal Ternak*, Vol 5 No 2 Th.2014
- Susilo, A. 2007. Physical Characteristics Meat of Various Pig Breed. *Jurnal Ilmu & Teknologi Hasil Ternak*, Vol. 2 No. 2: 42-51.

- Syamsuri, A., & Wardani, A.K. 2013. Studi Antibodi Poliklonal Anti-Gelatin Babi Dengan Dot Blot & Potensinya Sebagai Perangkat Deteksi Gelatin Babi. *Jurnal Pangan & Agroindustri*, Vol. 1 No.1 p.36-45
- Varmuza, K. 2001. Applied chemometrics: from chemical data to relevant information. *1st Convergence on Chemistry. Kairo, Mesir.*
- Wardani, A.K., & Sari, E.P.K. 2015. Molecular Determination Of Pork Contamination In Beef Meatballs In Malang Traditional Market Using PCR Method (Polymerase Chain Reaction). *Jurnal Pangan & Agroindustri* Vol. 3 No 4 p.1294-1301
- Xema, Tanpa Tahun. *Instruction for Use: A Solid-phase Enzyme Immunoassay for the Quantitative Determination of Pork in Human Food.* Rusia: Xema Corporation.
- Yanti, H., Hidayati & Elfawati. 2008. Kualitas Daging Sapi dengan Kemasan Plastik PE (Polyethylen) & Plastik PP (Polypropylen) Di Pasar Arengka Kota Pekanbaru. *Jurnal Peternakan*, 5(1) : 22 – 27
- Yuanita, I & Silitonga, L. 2014. Sifat Kimia & Palatabilitas Nugget Ayam Menggunakan Jenis & Konsentrasi Bahan Pengisi yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 3(1): 1-5.
- Zurriyati, Y. 2011. Palatabilitas Bakso & Sosis Sapi Asal Daging Segar, Daging Beku & Produk Komersial. *Jurnal Peternakan*, Vol 8 No 2 September 2011 (49 - 57)

LAMPIRAN

A. ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN

A.1 Spektrofotometer NIR

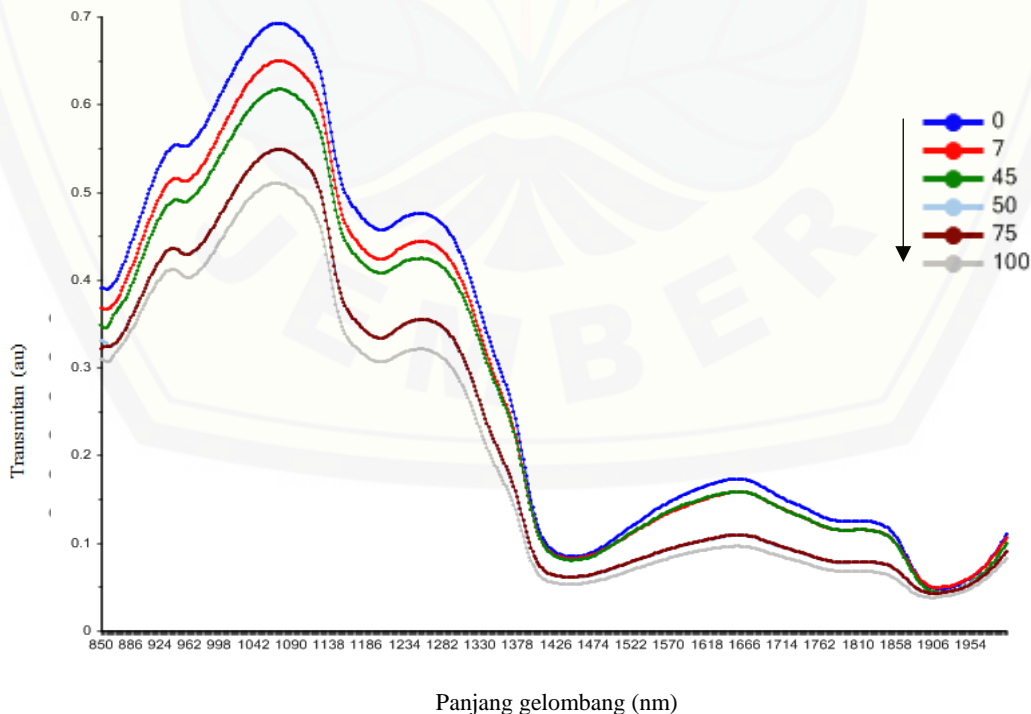
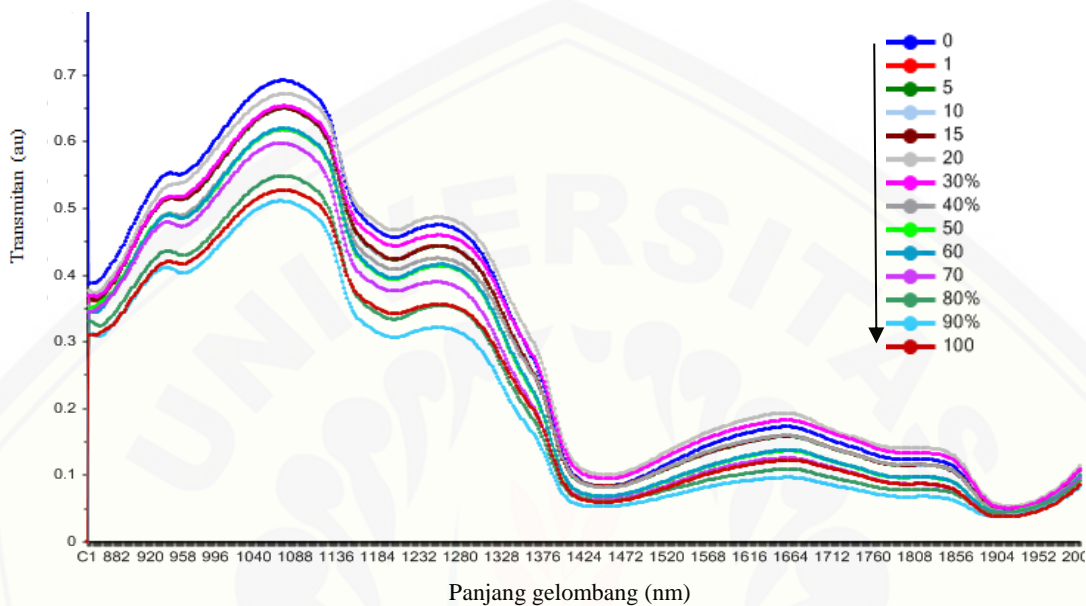


A.2 Perangkat Xematest Pork



B. DATA SPEKTRUM INFRAMERAH YANG DIHASILKAN

B.1 Spektrum *training set*



C. DATA KEMOMETRIK DAN PERHITUNGAN KEMAMPUAN PENGENALAN DAN KEMAMPUAN PREDIKSI

Kemampuan pengenalan = % pengenalan

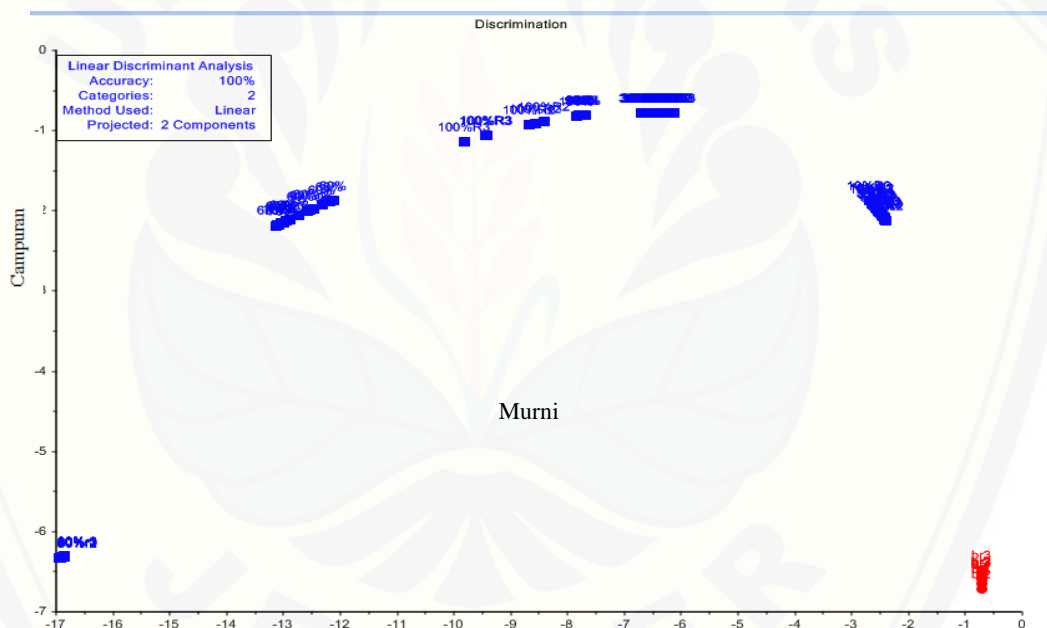
$$= \frac{\Sigma \text{ sampel } \textit{training set} \text{ yang diprediksi dengan benar}}{\Sigma \text{ total sampel } \textit{training set} \text{ yang digunakan}} \times 100\%$$

Kemampuan prediksi = % prediksi

$$= \frac{\Sigma \text{ sampel } \textit{test set} \text{ yang diprediksi dengan benar}}{\Sigma \text{ total sampel } \textit{test set} \text{ yang digunakan}} \times 100\%$$

C.1 Model LDA dan PLS *Training Set* dan *Test Set*

1. LDA *training set*



Tabel Prediksi Sampel *Training Set* beserta Perhitungan Kemampuan Pengenalan *Training set*

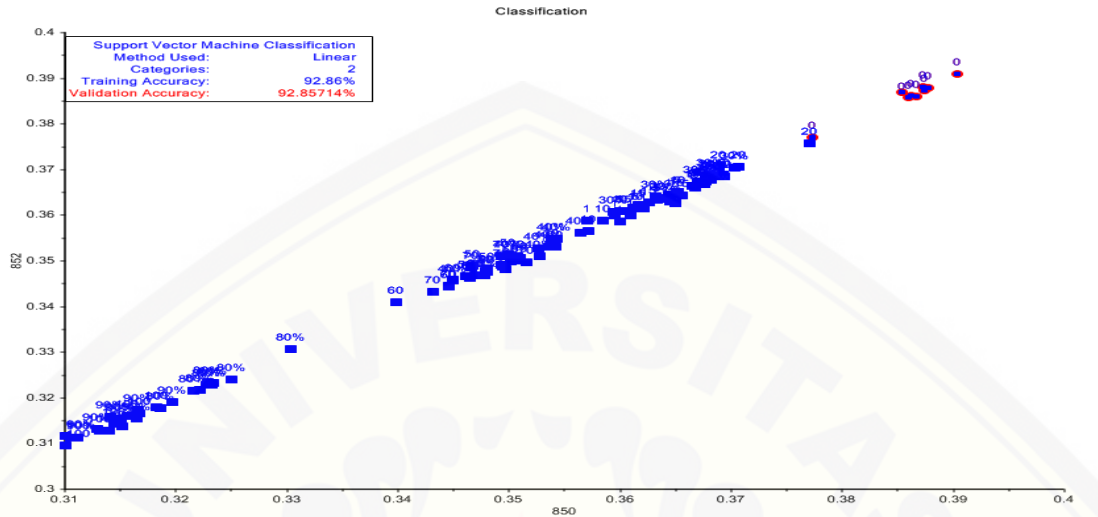
Training set (LDA)

Prediction		MURNI	CAMPURAN	Predicted										
		1	2	3										
					10%R3	35	-2.6694	-1.8780	CAMPURAN	40%r2	69	-6.2159	-0.7833	CAMPURAN
br1	1	-0.6934	-6.5061	MURNI	10%R3	36	-2.6687	-1.8795	CAMPURAN	40%r3	70	-6.1127	-0.7864	CAMPURAN
br1	2	-0.6932	-6.6021	MURNI	15%	37	-6.1197	-0.7851	CAMPURAN	40%r3	71	-6.1135	-0.7862	CAMPURAN
br1	3	-0.6934	-6.6527	MURNI	15%	38	-6.1695	-0.7840	CAMPURAN	40%r3	72	-6.2672	-0.7828	CAMPURAN
br2	4	-0.6941	-6.7268	MURNI	15%	39	-6.1796	-0.7813	CAMPURAN	50	73	-6.4562	-0.7831	CAMPURAN
br2	5	-0.6931	-6.5805	MURNI	15%R2	40	-6.1986	-0.7812	CAMPURAN	50	74	-6.5792	-0.7852	CAMPURAN
br2	6	-0.6932	-6.5599	MURNI	15%R2	41	-6.1677	-0.7835	CAMPURAN	50	75	-6.6885	-0.7876	CAMPURAN
br3	7	-0.6932	-6.5757	MURNI	15%R2	42	-6.2159	-0.7833	CAMPURAN	50r2	76	-6.6027	-0.7861	CAMPURAN
br3	8	-0.6937	-6.4802	MURNI	15%R3	43	-6.1127	-0.7864	CAMPURAN	50r2	77	-6.6359	-0.7864	CAMPURAN
br3	9	-0.6932	-6.5550	MURNI	15%R3	44	-6.1135	-0.7862	CAMPURAN	50r2	78	-6.6327	-0.7864	CAMPURAN
1%	10	-2.4068	-2.0949	CAMPURAN	15%R3	45	-6.2672	-0.7828	CAMPURAN	50r3	79	-6.6727	-0.7877	CAMPURAN
1%	11	-2.3842	-2.1306	CAMPURAN	20%	46	-6.2831	-0.7817	CAMPURAN	50r3	80	-6.6834	-0.7875	CAMPURAN
1%	12	-2.4049	-2.1115	CAMPURAN	20%	47	-6.3796	-0.7834	CAMPURAN	50r3	81	-6.6379	-0.7871	CAMPURAN
1%R2	13	-2.4391	-2.0794	CAMPURAN	20%	48	-6.4331	-0.7833	CAMPURAN	60%	82	-12.1663	-1.8912	CAMPURAN
1%R2	14	-2.4128	-2.1041	CAMPURAN	20%R2	49	-6.4484	-0.7820	CAMPURAN	60%	83	-12.1051	-1.8734	CAMPURAN
1%R2	15	-2.3924	-2.1243	CAMPURAN	20%R2	50	-6.4138	-0.7836	CAMPURAN	60%	84	-12.3029	-1.9325	CAMPURAN
1%R3	16	-2.4508	-2.0679	CAMPURAN	20%R2	51	-6.4441	-0.7842	CAMPURAN	60%r2	85	-12.4658	-1.9854	CAMPURAN
1%R3	17	-2.4080	-2.1085	CAMPURAN	20%R3	52	-6.3977	-0.7842	CAMPURAN	60%r2	86	-12.5635	-2.0109	CAMPURAN
1%R3	18	-2.4520	-2.0669	CAMPURAN	20%R3	53	-6.4603	-0.7836	CAMPURAN	60%r2	87	-12.5262	-2.0014	CAMPURAN
5%	19	-2.4177	-2.0985	CAMPURAN	20%R3	54	-6.4815	-0.7835	CAMPURAN	60%r3	88	-12.8852	-2.1161	CAMPURAN
5%	20	-2.5143	-2.0077	CAMPURAN	30%	55	-6.4544	-0.7833	CAMPURAN	60%r3	89	-12.9496	-2.1355	CAMPURAN
5%	21	-2.4874	-2.0334	CAMPURAN	30%	56	-6.4562	-0.7831	CAMPURAN	60%r3	90	-13.0880	-2.1821	CAMPURAN
5%R2	22	-2.5090	-2.0162	CAMPURAN	30%	57	-6.5792	-0.7852	CAMPURAN	70	91	-12.7121	-2.0613	CAMPURAN
5%R2	23	-2.5678	-1.9631	CAMPURAN	30%R2	58	-6.6027	-0.7861	CAMPURAN	70	92	-12.8852	-2.1161	CAMPURAN
5%R2	24	-2.5451	-1.9814	CAMPURAN	30%R2	59	-6.6359	-0.7864	CAMPURAN	70	93	-13.1230	-2.1894	CAMPURAN
5%R3	25	-2.5252	-2.0018	CAMPURAN	30%R2	60	-6.6327	-0.7864	CAMPURAN	70r2	94	-12.9496	-2.1355	CAMPURAN
5%R3	26	-2.5575	-1.9699	CAMPURAN	30%R3	61	-6.6727	-0.7877	CAMPURAN	70r2	95	-13.0356	-2.1611	CAMPURAN
5%R3	27	-2.5481	-1.9804	CAMPURAN	30%R3	62	-6.6834	-0.7875	CAMPURAN	70r2	96	-13.0189	-2.1591	CAMPURAN
10%	28	-2.6012	-1.9330	CAMPURAN	30%R3	63	-6.6379	-0.7871	CAMPURAN	70r3	97	-13.0952	-2.1835	CAMPURAN
10%	29	-2.6200	-1.9180	CAMPURAN	40%	64	-6.1197	-0.7851	CAMPURAN	70r3	98	-12.9943	-2.1504	CAMPURAN
10%	30	-2.5881	-1.9449	CAMPURAN	40%	65	-6.1695	-0.7840	CAMPURAN	80%	99	-13.0693	-2.1767	CAMPURAN
10%R2	31	-2.6257	-1.9118	CAMPURAN	40%	66	-6.1796	-0.7813	CAMPURAN	80%	100	-16.8986	-6.3276	CAMPURAN
10%R2	32	-2.6362	-1.9070	CAMPURAN	40%r2	67	-6.1986	-0.7812	CAMPURAN	80%	101	-16.8777	-6.3224	CAMPURAN
10%R2	33	-2.6387	-1.9028	CAMPURAN	40%r2	68	-6.1677	-0.7835	CAMPURAN	80%	102	-16.8430	-6.3137	CAMPURAN
10%R3	34	-2.6239	-1.9152	CAMPURAN										
80%r2	103	-16.9195	-6.3380	CAMPURAN										
80%r2	104	-16.8690	-6.3230	CAMPURAN										
80%r2	105	-16.9356	-6.3374	CAMPURAN										
80%r3	106	-16.8490	-6.3178	CAMPURAN										
80%r3	107	-16.8444	-6.3131	CAMPURAN										
80%r3	108	-16.8442	-6.3181	CAMPURAN										
90	109	-16.9291	-6.3399	CAMPURAN										
90	110	-7.7183	-0.8096	CAMPURAN										
90	111	-7.7025	-0.8086	CAMPURAN										
90r2	112	-7.6798	-0.8070	CAMPURAN										
90r2	113	-7.7836	-0.8167	CAMPURAN										
90r2	114	-7.7724	-0.8151	CAMPURAN										
90r3	115	-7.7326	-0.8117	CAMPURAN										
90r3	116	-7.7767	-0.8157	CAMPURAN										
90r3	117	-7.7901	-0.8181	CAMPURAN										
100%	118	-7.7183	-0.8096	CAMPURAN										
100%	119	-7.7025	-0.8086	CAMPURAN										
100%	120	-7.8397	-0.8234	CAMPURAN										
100%R2	121	-8.3938	-0.8916	CAMPURAN										
100%R2	122	-8.5578	-0.9157	CAMPURAN										
100%R2	123	-8.6634	-0.9297	CAMPURAN										
100%R3	124	-9.4047	-1.0606	CAMPURAN										
100%R3	125	-9.4268	-1.0652	CAMPURAN										
100%R3	126	-9.7986	-1.1387	CAMPURAN										

$$\% \text{ pengenalan} = \frac{\Sigma \text{ sampel yang diprediksi dengan benar}}{\Sigma \text{ total sampel yang digunakan}} \times 100\%$$

$$= \frac{126}{126} \times 100\% = 100\%$$

3. SVM



Prediction	1	Prediction	1	Prediction	1	80%	103	campuran
0	1	campuran	10	35	campuran	40%	69	campuran
0	2	campuran	10	36	campuran	40%	70	campuran
0	3	campuran	15	37	campuran	40%	71	campuran
0	4	campuran	15	38	campuran	40%	72	campuran
0	5	campuran	15	39	campuran	50	73	campuran
0	6	campuran	15	40	campuran	50	74	campuran
0	7	campuran	15	41	campuran	50	75	campuran
0	8	campuran	15	42	campuran	50	76	campuran
0	9	campuran	15	43	campuran	50	77	campuran
1	10	campuran	15	44	campuran	50	78	campuran
1	11	campuran	15	45	campuran	50	79	campuran
1	12	campuran	20	46	campuran	50	80	campuran
1	13	campuran	20	47	campuran	50	81	campuran
1	14	campuran	20	48	campuran	60	82	campuran
1	15	campuran	20	49	campuran	60	83	campuran
1	16	campuran	20	50	campuran	60	84	campuran
1	17	campuran	20	51	campuran	60	85	campuran
1	18	campuran	20	52	campuran	60	86	campuran
5	19	campuran	20	53	campuran	60	87	campuran
5	20	campuran	20	54	campuran	60	88	campuran
5	21	campuran	30%	55	campuran	60	89	campuran
5	22	campuran	30%	56	campuran	60	90	campuran
5	23	campuran	30%	57	campuran	70	91	campuran
5	24	campuran	30%	58	campuran	70	92	campuran
5	25	campuran	30%	59	campuran	70	93	campuran
5	26	campuran	30%	60	campuran	70	94	campuran
5	27	campuran	30%	61	campuran	70	95	campuran
10	28	campuran	30%	62	campuran	70	96	campuran
10	29	campuran	30%	63	campuran	70	97	campuran
10	30	campuran	40%	64	campuran	70	98	campuran
10	31	campuran	40%	65	campuran	70	99	campuran
10	32	campuran	40%	66	campuran	80%	100	campuran
10	33	campuran	40%	67	campuran	80%	101	campuran
10	34	campuran	40%	68	campuran	80%	102	campuran

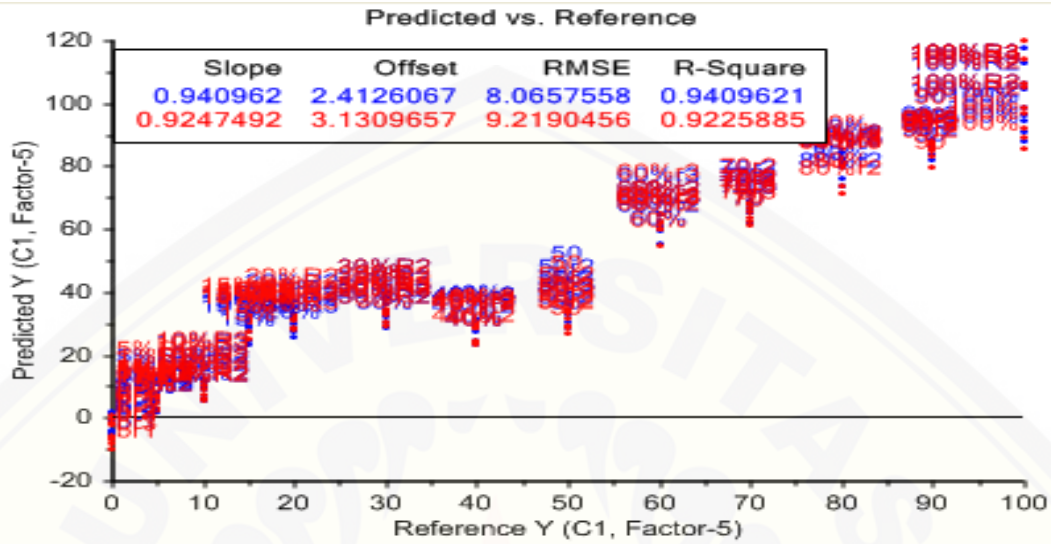
$$\begin{aligned}
 \% \text{ pengenalan} &= \frac{\Sigma \text{ sampel yang diprediksi dengan benar}}{\Sigma \text{ total sampel yang digunakan}} \times 100\% \\
 &= \frac{117}{126} \times 100\% = 92,85\%
 \end{aligned}$$

4. Test set LDA

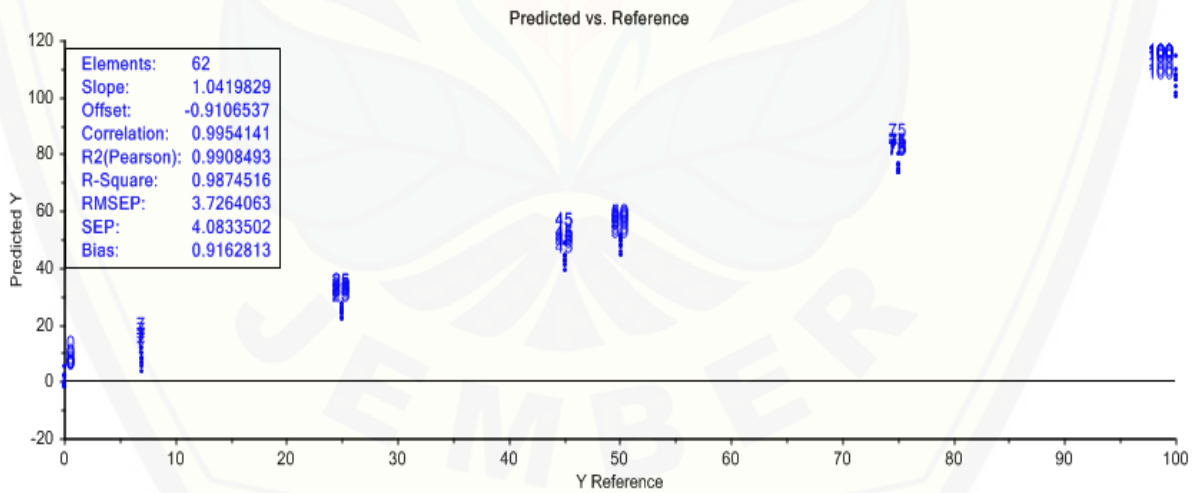
Prediction		MURNI	CAMPURAN	Predicted					
		1	2	3					
0	1	-0.6931	-4.1662	MURNI	45	35	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN
0	2	-0.6931	-4.1662	MURNI	45	36	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN
0	3	-0.6931	-4.1662	MURNI	50	37	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN
0	4	-0.6931	-4.1662	MURNI	50	38	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN
0	5	-0.6931	-4.1662	MURNI	50	39	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN
0	6	-0.6931	-4.1662	MURNI	50	40	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN
0	7	-0.6931	-4.1662	MURNI	50	41	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN
0	8	-0.6931	-4.1662	MURNI	50	42	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN
0	9	-0.6931	-4.1662	MURNI	50	43	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN
7	10	-1.6666	-1.4623	CAMPURAN	50	44	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN
7	11	-1.6666	-1.4623	CAMPURAN	50	45	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN
7	12	-1.6666	-1.4623	CAMPURAN	75	46	-5.9928	-0.8854	CAMPURAN
7	13	-1.6666	-1.4623	CAMPURAN	75	47	-5.9928	-0.8854	CAMPURAN
7	14	-1.6666	-1.4623	CAMPURAN	75	48	-5.9928	-0.8854	CAMPURAN
7	15	-1.6666	-1.4623	CAMPURAN	75	49	-5.9928	-0.8854	CAMPURAN
7	16	-1.6666	-1.4623	CAMPURAN	75	50	-5.9928	-0.8854	CAMPURAN
7	17	-1.6666	-1.4623	CAMPURAN	75	51	-5.9928	-0.8854	CAMPURAN
7	18	-1.6666	-1.4623	CAMPURAN	75	52	-5.9928	-0.8854	CAMPURAN
25	19	-2.4236	-0.9936	CAMPURAN	75	53	-5.9928	-0.8854	CAMPURAN
25	20	-2.4236	-0.9936	CAMPURAN	75	54	-5.9928	-0.8854	CAMPURAN
25	21	-2.4236	-0.9936	CAMPURAN	100	55	-11.5088	-2.7241	CAMPURAN
25	22	-2.4236	-0.9936	CAMPURAN	100	56	-11.5088	-2.7241	CAMPURAN
25	23	-2.4236	-0.9936	CAMPURAN	100	57	-11.5088	-2.7241	CAMPURAN
25	24	-2.4236	-0.9936	CAMPURAN	100	58	-11.5088	-2.7241	CAMPURAN
25	25	-2.4236	-0.9936	CAMPURAN	100	59	-11.5088	-2.7241	CAMPURAN
25	26	-2.4236	-0.9936	CAMPURAN	100	60	-11.5088	-2.7241	CAMPURAN
25	27	-2.4236	-0.9936	CAMPURAN	100	61	-11.5088	-2.7241	CAMPURAN
45	28	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN	100	62	-11.5088	-2.7241	CAMPURAN
45	29	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN	100	63	-11.5088	-2.7241	CAMPURAN
45	30	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN					
45	31	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN					
45	32	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN					
45	33	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN					
45	34	-3.3970	-0.7412	CAMPURAN					

$$\begin{aligned}
 \% \text{ prediksi} &= \frac{\Sigma \text{ sampel yang diprediksi dengan benar}}{\Sigma \text{ total sampel yang digunakan}} \times 100\% \\
 &= \frac{63}{63} \times 100\% = 100\%
 \end{aligned}$$

5. PLS Training Set



6. PLS Test Set



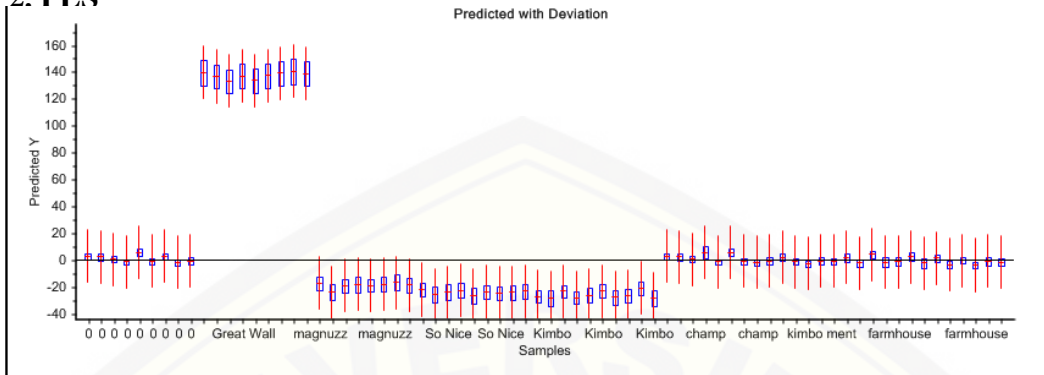
C.2 Model LDA Dan PLS Pada Sampel di Pasaran

1. LDA

Classified_sa		MURNI	CAMPURAN	Class					
		1	2	3					
					So Nice	35	-0.6932	-1.7291	MURNI
					So Nice	36	-0.6932	-1.7294	MURNI
					Kimbo menta	37	-0.6932	-1.7288	MURNI
					Kimbo menta	38	-0.6932	-1.7294	MURNI
					Kimbo menta	39	-0.6932	-1.7292	MURNI
					Kimbo menta	40	-0.6932	-1.7292	MURNI
					Kimbo menta	41	-0.6932	-1.7290	MURNI
					Kimbo menta	42	-0.6932	-1.7294	MURNI
					Kimbo menta	43	-0.6932	-1.7290	MURNI
					Kimbo menta	44	-0.6932	-1.7294	MURNI
					Kimbo menta	45	-0.6932	-1.7292	MURNI
					Kimbo	46	-0.6932	-1.7294	MURNI
					Kimbo	47	-0.6932	-1.7295	MURNI
					Kimbo	48	-0.6932	-1.7295	MURNI
					Kimbo	49	-0.6932	-1.7292	MURNI
					Kimbo	50	-0.6932	-1.7295	MURNI
					Kimbo	51	-0.6932	-1.7294	MURNI
					Kimbo	52	-0.6932	-1.7293	MURNI
					Kimbo	53	-0.6932	-1.7296	MURNI
					Kimbo	54	-0.6932	-1.7296	MURNI
					Great Wall	55	-0.6932	-1.7287	CAMPURAN
					Great Wall	56	-0.6932	-1.7287	CAMPURAN
					Great Wall	57	-0.6932	-1.7287	CAMPURAN
					Great Wall	58	-0.6932	-1.7285	CAMPURAN
					Great Wall	59	-0.6932	-1.7289	CAMPURAN
					Great Wall	60	-0.6932	-1.7285	CAMPURAN
					Great Wall	61	-0.6932	-1.7289	CAMPURAN
					Great Wall	62	-0.6932	-1.7287	CAMPURAN
					Great Wall	63	-0.6932	-1.7286	CAMPURAN

$$\begin{aligned} \% \text{ prediksi} &= \frac{\Sigma \text{ sampel yang diprediksi dengan benar}}{\Sigma \text{ total sampel yang digunakan}} \times 100\% \\ &= \frac{63}{63} \times 100\% = 100\% \end{aligned}$$

2. PLS



	Predicted	Deviation	Reference		Predicted	Deviation	Reference		Predicted	Deviation	Reference
0	2.7560	2.2808	0.0000	So Nice	-24.6688	5.1424	0.0000	kimbo mentah	-2.8643	2.4042	0.0000
0	1.9999	2.6433	0.0000	So Nice	-24.3528	5.4292	0.0000	kimbo mentah	-1.0479	2.7531	0.0000
0	0.3234	2.4330	0.0000	So Nice	-23.5929	5.1451	0.0000	kimbo mentah	-0.8944	2.2307	0.0000
0	-1.6760	2.0809	0.0000	So Nice	-27.2698	4.8293	0.0000	kimbo mentah	1.5898	3.0337	0.0000
0	5.4415	2.8110	0.0000	Kimbo	-28.4586	5.7906	0.0000	kimbo mentah	-2.2997	2.7745	0.0000
0	-0.9120	2.2600	0.0000	Kimbo	-23.4221	4.6498	0.0000	kimbo mentah	3.8644	2.9610	0.0000
0	2.7560	2.2808	0.0000	Kimbo	-28.2686	4.8460	0.0000	kimbo mentah	-2.0634	3.6482	0.0000
0	-1.8228	2.3569	0.0000	Kimbo	-26.5698	5.4137	0.0000	farmhouse	-1.4380	2.9083	0.0000
0	-0.9021	3.0698	0.0000	Kimbo	-23.4060	5.0088	0.0000	farmhouse	2.2654	3.1365	0.0000
Great Wall	139.1417	9.3135	100.0000	Kimbo	-27.9626	5.4871	0.0000	farmhouse	-2.5837	3.4570	0.0000
Great Wall	136.3083	8.5862	100.0000	Kimbo	-26.8861	5.1444	0.0000	farmhouse	1.1448	2.9179	0.0000
Great Wall	132.8543	8.8577	100.0000	Kimbo	-21.2320	5.2583	0.0000	farmhouse	-3.7097	2.6080	0.0000
Great Wall	136.6672	8.7676	100.0000	Kimbo	-28.8631	5.9503	0.0000	farmhouse	-0.5680	2.5097	0.0000
Great Wall	133.2789	8.9129	100.0000	champ	2.7560	2.2808	0.0000	farmhouse	-4.0497	2.6301	0.0000
Great Wall	136.9726	8.9096	100.0000	champ	1.9999	2.6433	0.0000	farmhouse	-0.9249	3.1358	0.0000
Great Wall	138.6962	9.1760	100.0000	champ	0.3234	2.4330	0.0000	farmhouse	-1.8214	2.8887	0.0000
Great Wall	138.6962	9.1760	100.0000	champ	0.3234	2.4330	0.0000				
Great Wall	140.3061	9.5242	100.0000	champ	5.4435	4.4416	0.0000				
Great Wall	138.2522	9.1708	100.0000	champ	-1.6760	2.0809	0.0000				
magnuzz	-17.6030	4.8572	0.0000	champ	5.4416	2.8110	0.0000				
magnuzz	-24.1838	6.1584	0.0000	champ	-0.9120	2.2600	0.0000				
magnuzz	-19.3676	4.9393	0.0000	champ	-1.8227	2.3569	0.0000				
magnuzz	-18.2693	5.8681	0.0000	champ	-0.9022	3.0698	0.0000				
magnuzz	-19.0897	4.7061	0.0000	kimbo mentah	1.5484	2.7663	0.0000				
magnuzz	-18.4818	5.4562	0.0000	kimbo mentah	-1.6436	2.3152	0.0000				
magnuzz	-16.9190	5.7129	0.0000	kimbo mentah	-2.8643	2.4042	0.0000				
magnuzz	-18.9203	5.3859	0.0000	kimbo mentah	-1.0479	2.7531	0.0000				
magnuzz	-22.2383	4.8917	0.0000	kimbo mentah	-0.8944	2.2307	0.0000				
So Nice	-26.0961	5.7063	0.0000	kimbo mentah	1.5898	3.0337	0.0000				
So Nice	-24.2471	6.1802	0.0000	kimbo mentah	-2.2997	2.7745	0.0000				
So Nice	-22.7734	5.6598	0.0000	kimbo mentah	3.8644	2.9610	0.0000				
So Nice	-26.7895	5.6653	0.0000	kimbo mentah	-2.0634	3.6482	0.0000				

D. PITA ABSORBSI PADA DAERAH NEAR INFRA RED

Tabel 1

Panjang Gelombang (nm)	Vibrasi Ikatan	Struktur
1143	C-H overtone kedua	Aromatik
1160	Peregangan C=O pada overtone keempat	C=O
1170	C-H overtone kedua	HC=CH
1195	C-H overtone kedua	CH ₃
1215	C-H overtone kedua	CH ₂
1225	C-H overtone kedua	CH
1360	Kombinasi C-H	CH ₃
1395	Kombinasi C-H	CH ₂
1410	O-H overtone pertama	ROH oil
1415	Kombinasi C-H	CH ₂
1417	Kombinasi C-H	Aromatic
1420	O-H overtone pertama	ArOH
1440	Kombinasi C-H	CH ₂
1446	Kombinasi C-H	Aromatic
1450	Peregangan O-H pada overtone pertama	Starch H ₂ O
1450	Peregangan C=O pada overtone ketiga	C=O
1460	Peregangan Sym N-H pada overtone pertama	Urea
1463	Peregangan N-H pada overtone pertama	CONH ₂
1471	Peregangan N-H pada overtone pertama	CONHR
1483	Peregangan N-H pada overtone pertama	CONH ₂
1490	Peregangan N-H pada overtone pertama	CONHR
1490	Peregangan O-H pada overtone pertama	Selulosa
1490	Peregangan Sym N-H pada overtone pertama	urea
1492	Peregangan N-H pada overtone pertama	ArNH ₂
1500	Peregangan N-H ada overtone pertama	NH
1510	Peregangan N-H pada overtone pertama	Protein
1520	Peregangan N-H pada overtone pertama	Urea
1530	Peregangan N-H pada overtone pertama	RNH ₂
1540	Peregangan O-H pada overtone pertama	Starch
1570	Peregangan N-H pada overtone pertama	CONH
1620	Peregangan C-H pada overtone pertama	=CH ₂
1685	Peregangan C-H pada overtone pertama	Aromatic
1695	Peregangan C-H pada overtone pertama	CH ₃
1705	Peregangan C-H pada overtone pertama	CH ₃
1725	Peregangan C-H pada overtone pertama	CH ₂
1740	Peregangan S-H pada overtone pertama	--SH
1765	Peregangan C-H pada overtone pertama	CH ₂
1780	Peregangan C-H pada overtone pertama	Selulosa
1780	Kombinasi peregangan C—H /deformasi HOH	Selulosa
1790	Kombinasi peregangan O—H	H ₂ O
1820	Kombinasi peregangan O—H/ peregangan C—O pada overtone kedua	Selulosa
1860	Peregangan C—Cl pada overtone keenam	C-Cl
1900	Peregangan C=O pada overtone kedua	--CO ₂ H
1908	Peregangan O-H pada overtone pertama	P-OH
1920	Peregangan C=O pada overtone kedua	CONH

Panjang Gelombang (nm)	Vibrasi Ikatan	Struktur
1930	Kombinasi peregangan O—H/deformasi HOH	Starch
1940	Ikatan O—H pada overtone kedua	H ₂ O
1950	Peregangan C=O pada overtone kedua	--CO ₂ R
1960	Kombinasi peregangan O—H/ikatan O—H	Starch
1980	Kombinasi peregangan Asym N—H/amida Iib	CONH ₂
1990	Kombinasi peregangan N—H/ikatan N—H	Urea
2030	Peregangan C=O pada overtone kedua	Urea
2055	Kombinasi peregangan sym N—H/amida Ib	Protein
2060	Peregangan N--H pada overtone kedua atau ikatan N--H	Protein
2070	Deformasi N—H overtone	Urea
2070	Kombinasi O—H	Oil
2090	Kombinasi O—H	OH
2100	Kombinasi ikatan O—H/peregangan C—O	Starch
2170	Kombinasi peregangan Asym C—H/deformasi C—H	HC==CH
2180	Ikatan N—H pada overtone kedua	Protein
	Kombinasi peregangan C—H/peregangan C=O	
	Kombinasi peregangan C=O/amida IIIb	
2200	Kombinasi peregangan C—H/peregangan C=O	-CHO
2270	Kombinasi peregangan O—H/peregangan C—O	Selulosa
2280	Peregangan C—H/deformasi CH ₂	Starch
2300	Peregangan C--H pada overtone kedua	Protein
2310	Ikatan C—H pada overtone kedua	Oil
2322	Kombinasi peregangan C—H/deformasi CH ₂	Starch
2330	Kombinasi peregangan C—H/deformasi CH ₂	Starch
2335	Peregangan C—H/deformasi C—H	Selulosa
2352	Ikatan CH ₂ overtone kedua	Selulosa
2380	Kombinasi peregangan C—H/peregangan C—C	Oil
2470	Kombinasi C—H	CH ₂
2470	Peregangan sym C—N—C overtone pertama	Protein
2488	Kombinasi peregangan C—H/peregangan C—C	Selulosa
2500	Peregangan C—H /peregangan C—C dan C—O—C	Starch
2530	Peregangan Asym C—N—C pada overtone pertama	Protein

(Sumber: Kumar, 2011)

E.2 Tabel 2

Panjang gelombang (nm)	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Ikatan Kimia	Produk
1000	10000	O-H str.second overtone	ArOH
1015	9852	2x C-H str.+3x C-H def.	CH ₃
1020	9804	2x N-H str.+2x amide I N-H str.second overtone	protein ArNH ₂
1030	9709		RNH ₂
1037	9643		oil
1053	9497	2x C-H str.+2x C-H def.+ (CH ₂)n	CH ₂
1060	9434	N-H str.second overtone	RNH ₂
1080	9259	2x C-H str.	benzene
1097	9116	+2x C-C str.	cyclopropane

1143	8749		aromatic
1152	8681		CH ₃
1170	8547		HC=CH
1195	8368	C-H str.second overtone	CH ₃
1215	8230		CH ₂
1225	8163		CH
1360	7353		CH ₃
1395	7168	2x C-H str.+ C-H def.	CH ₂
1410	7092	O-H str.first overtone	ROH
1415	7067		CH ₂
1417	7057	2x C-H str + C-H def.	aromatic
1420	7042		ArOH
1430	6993	O-H str.first overtone	sucrose, starch
1440	6944		CH
1446	6916	2x C-H str.+ C-H def.	aromatic
1450	6897	O-H str.first overtone	starch, H ₂ O
1460	6849		CONH ₂
1471	6798	N-H str.first overtone	CONHR
1480	6757	O-H str.first overtone (intramol.H-bond)	glucose
1483	6743		CONH ₂
		N-H str.first overtone	CONHR
1490	6711	N-H str.first overtone (intramol.H-bond)	CONH ₂
		O-H str.first overtone (intramol.H-bond)	cellulose
1492	6702		ArNH ₂
1500	6667	N-H str.first overtone	NH
1510	6623		Protein
1520	6579	O-H str.first overtone N-H str.first overtone (intramol.H-bond)	CONH ₂ ROH
1528	6545	O-H str.first overtone (intramol.H-bond)	starch
Panjang gelombang (nm)	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Ikatan Kimia	Produk
1530	6536	N-H str.first overtone	RNH ₂
1533	6523	C-H str.first overtone	CH
1540	6494	O-H str.first overtone (intramol.H-bond)	starch
1570	6369	N-H str.first overtone	CONH
1580	6329	O-H str.first overtone (intermol.H-bond)	starch, glucose
1620	6173		CH ₂
1645	6079		R-CH-CH
1660	6024		cis-RCH=CHR
1685	5935		aromatic
1695	5900		CH ₃
1705	5865		CH ₃
1725	5797		CH ₂
1740	5747		SH
1765	5666	C-H str.first overtone	CH ₂

1780	5618		cellulose
1820	5495	O-H str.+2x C-O str.	cellulose
		O-H str.+2x C-O str.	starch
1900	5263	C=O str.second overtone O-H str.first	-CO ₂ H
1908	5241	overtone	POH
1920	5208	C=O str.second overtone	CONH
1940	5155	O-H str.+ O-H def. C=O str.second	H ₂ O
1950	5128	overtone	-CO ₂ R
			CONH ₂
			protein
1960	5102		starch
1980	5051		CONH ₂ ,CONR
2000	5000	N-H asym.str.+ amide II 2x O-H def.+ C-	CONH ₂
2030	4926	O def. N-H sym.str.+amide II C=O	protein
2050	4878	str.second overtone N-H sym.str.+ amide	CONH ₂
2080	4808	II N-H asym.str.+ amide II O-H str.+ O-	ROH, sucrose, starch
2100	4762	H def. 2x O-H def.+ 2x C-O str	Starch
2110	4739	N-H sym.str.+ amide III N-H str.+ C=O	CONH ₂ , CONHR
2132	4690	str.	amino acid
2140	4673	=C-H str.+ C=C str.	HC=CH
2150	4651		CONH ₂
2160	4630	2x amide I+ amide III	CONHR
2180	4587		protein
2190	4566	CH ₂ asym.str.+ C= str.	HC=CH
2200	4545	C-H str.+ C=O str.	-CHO
2242	4460	N-H str.+ NH ₃ + def.	amino acid
2252	4440	O-H str.+ O-H def.	starch
2276	4394	O-H str.+ C-C str.	starch
2280	4383	C-H str.+ C-H def.	CH ₃
2294	4359	N-H str.+ C=O str.	amino acid
2310	4329	N-H str.+ C-H def.	CH ₂
2323	4305	C-H str.+ C-H def.	CH ₂
2336	4281		cellulose
Panjang gelombang (nm)	Bilangan gelombang (cm-1)	Ikatan Kimia	Produk
2347	4261	CH ₂ sym.str.+ =CH ₂ def.	HC=CHCH ₂
2352	4252	C-H def.second overtone	cellulose
2380	4202	O-H def.second overtone	ROH
2461	4063	C-H str.+ C-C str.	starch

(Sumber: Sari,2012)

