

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tikus

Tikus adalah hewan yang termasuk ke dalam suku Muridae. Tikus merupakan salah satu hewan rodensia yang dikenal sebagai hama tanaman pertanian, perusak barang, dan hewan pengganggu di perumahan (Rahmania, 2014).

Tikus sawah (*Rattus argentiventer* Rob & Kloss) dikenal sebagai hama penting di Indonesia (Nugroho *et al.*, 2009). Tikus sawah merupakan penyebab kerusakan terbesar tanaman padi di setiap musim tanam dan menjadi salah satu hama utama padi. Tikus sawah (*Rattus argentiventer*) memiliki panjang kepala-badan 130-230 mm. Ekor biasanya lebih pendek daripada panjang kepala-badan yaitu 110-160 mm. Tubuh bagian atas (*dorsal*) berwarna coklat kekuningan dengan bercak-bercak hitam di rambut. Tubuh bagian bawah (*ventral*) berwarna putih keabu-abuan. Warna pada permukaan atas kaki sama dengan warna badan sedangkan bagian bawah (*karpal*) berwarna coklat tua. Ekor berwarna coklat tua. Tikus betina mempunyai 12 puting susu : 1 pasang pada *pektoral*, 2 pasang pada *postaxial*, 1 pasang pada *karpal*, dan 2 pasang pada *ingunal*. Bentuk tubuh silindris dengan berat badan 90-230 g (rata-rata 120 g). Bentuk moncong relatif tumpul (kerucut teropong). Ciri khas lainnya adalah terdapat rumbai/surai jingga di depan telinga tikus muda (Murakami *et al.*, 1992 dan Anggara *et al.*, 2008). Tikus sawah mudah ditemukan di sebagian besar Asia Tenggara. Tikus sawah biasa hidup di lubang-lubang tanah pada sawah dan ladang (Payne *et al.*, 1985).

Daging tikus mempunyai karakteristik berwarna merah dan mempunyai serat lebih banyak. Keberadaan daging tikus dalam olahan makanan seperti bakso, tidak dapat dikenali dengan mudah secara kasat mata. Hal ini yang memicu adanya kemungkinan pemalsuan makanan dengan menggunakan daging tikus (Rahmania, 2014).

B. Sapi

Sapi digolongkan sebagai hewan mamalia atau hewan yang menyusui. Sapi merupakan hewan ternak anggota suku bovidae dan anak suku boviniae. Sapi juga merupakan hewan ternak yang paling berperan dalam memenuhi kebutuhan sumber protein hewani yaitu sebagai penghasil daging dan sebagai penghasil air susu. Sebagian besar peternakan sapi domestik di Indonesia didominasi oleh *Bos taurus* atau *Bos indicus* (zebu), yang keduanya merupakan keturunan dari *Bos primigenius* (Mohamad *et al.*, 2012).

Harga daging sapi yang tergolong mahal memicu adanya substitusi daging sapi dengan daging lain pada olahan makanan. Hal inilah yang mendasari perlu adanya analisis makanan untuk menghindari pemalsuan makanan (Rahmania, 2014). Penelitian yang dilakukan Hermanto *et al* (2008) berhasil melakukan analisis perbedaan profil dan karakteristik lemak hewani (ayam, sapi, dan babi) secara spektrofotometri inframerah *Fourier transform* (FTIR). Tabel I menunjukkan komposisi asam lemak yang terkandung pada lemak sapi.

Lemak dalam jaringan hewan dominan terdapat dalam jaringan adiposa dan tulang sumsum. Jaringan otot, jaringan syaraf dan kelenjar mengandung lemak dalam jumlah relatif kecil dan lebih banyak mengandung lipid kompleks dan kolesterol (Ketaren, 1986). Pada sapi lemak cenderung lebih banyak disimpan pada ginjal dan bagian rongga. Jumlah lemak sapi akan bertambah selama terjadi proses pertumbuhan. Jumlah lemak yang berlebihan akan menurunkan jumlah daging yang dihasilkan.

Minyak yang diperoleh dari hasil ekstraksi lemak abdomen sapi dinamakan tallow. Tallow merupakan lemak yang dihasilkan oleh industri pengolahan daging sebagai hasil samping. Tallow berwujud padat pada suhu kamar dan cair pada suhu 64° C. Tallow dapat diperoleh dengan cara memanaskan lemak sapi, kerbau dan jenis hewan lainnya. Tallow diklasifikasikan oleh American Institute of Meat Packers (AIMP) berdasarkan parameter warna, titer (temperatur solidifikasi dari asam lemak), persen *Free Fatty Acid* (FFA) dan *Moisture Insoluble and Unsaponifiable* (MUI).

Kandungan FFA pada bahan baku mengindikasikan tingkat hidrolisis atau pemutusan rantai trigliserida. Jumlah FFA dari tallow berkisar antara 0,75-7,0%. *Titer point* tallow umumnya di atas 40° C. Kandungan utama dari tallow yaitu asam oleat 40-45%, asam palmitat 24-37%, asam stearat 14-19%, asam miristat 2-8%, asam linoleat 3-4% dan asam laurat 0,2% (Djarmiko dan Wijaya, 1973).

Tabel I. Komposisi asam lemak pada lemak sapi (Hermanto, *et al.*, 2008)

Asam lemak	Persentase asam lemak (%)
Asam Kaprilat C8:0	Td
Asam Kaprat C10:0	Td
Asam Laurat C12:0	0,34
Asam Miristat C14:0	4,36
Asam Palmitoleat C16:1	1,40
Asam Palmitat C16:0	29,40
Asam Margarat C17:0	1,74
Asam Linoleat C18:2	1,17
Asam Oleat C18:1	20,53
Asam Stearat C18:0	31,26
Asam Arakidonat C20:4	Td
Asam Eikosenat C20:1	Td
Asam Arakat C20:0	0,33

*td : tidak terdeteksi

C. Bakso

Bakso merupakan suatu produk makanan berbentuk bulatan yang dibuat dari bahan pokok daging dengan ditambah bumbu dan bahan kimia tertentu sehingga menghasilkan struktur bakso yang kenyal, padat, bulat dan berisi. Beberapa produsen bakso juga menambahkan cita rasa makan tertentu agar bakso semakin lezat.

Berbagai jenis daging yang dapat digunakan dalam proses pembuatan bakso adalah daging sapi, ikan dan ayam. Di Indonesia bakso sapi merupakan bakso yang sangat populer. Harga bakso sapi yang lebih mahal dibandingkan dengan bakso jenis lain dikarenakan harga daging sapi yang cukup tinggi. Hal ini membuat beberapa pedagang nakal berusaha menekan harga produksi dengan cara mencampurkan daging sapi dengan daging yang harganya lebih murah. Salah satu daging yang dapat digunakan dalam campuran bakso sapi yaitu daging tikus. Adanya pemalsuan ini tentu sangat

merugikan konsumen, terutama bagi konsumen muslim. Selain masalah agama yang mengharamkan mengonsumsi produk makanan yang mengandung tikus, bagi kebanyakan orang tikus diidentifikasi sebagai hewan yang jorok dan kotor, selain itu tikus juga dapat menularkan berbagai macam penyakit. Berdasarkan hal inilah maka perlu dilakukan penjaminan keaslian bakso, untuk menjamin bahwa bakso yang dijual sesuai dengan label yang tertera.

D. Lemak dan Minyak

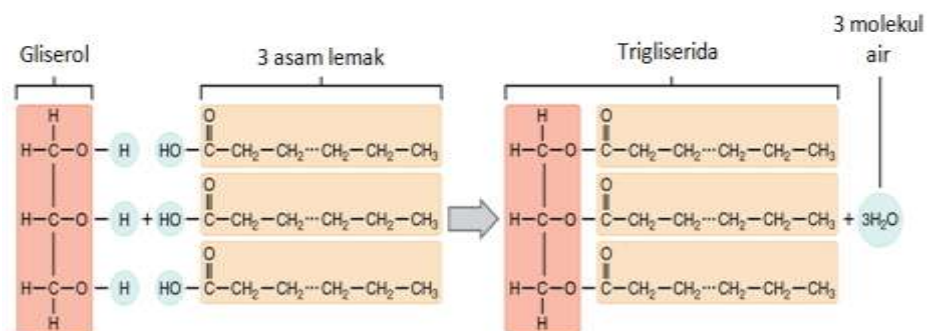
1. Pengertian Lemak dan Minyak

Lemak dan minyak adalah salah satu kelompok yang termasuk pada golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar, misalnya dietil eter ($C_2H_5OC_2H_5$), kloroform ($CHCl_3$), benzena dan hidrokarbon lainnya. Lemak dan minyak dapat larut dalam pelarut yang disebutkan di atas karena lemak dan minyak mempunyai polaritas yang sama dengan pelarut tersebut (Herlina dan Ginting, 2002). Lemak dan minyak adalah trigliserida, atau triasilgliserol, kedua istilah ini berarti “triestera (dari) gliserol.”

Perbedaan antara suatu lemak dan suatu minyak bersifat sebarang pada temperatur kamar lemak berbentuk padat dan minyak bersifat cair. Sebagian besar gliserida pada hewan adalah berupa lemak, sedangkan gliserida dalam tumbuhan cenderung berupa minyak, karena itu biasa terdengar ungkapan lemak hewani (lemak babi, lemak sapi) dan minyak nabati (minyak jagung, minyak bunga matahari) (Fessenden dan Fessenden, 1986). Menurut Winarno (1992), lemak merupakan bahan padat yang memiliki kandungan asam lemak jenuh yang tinggi dan tidak memiliki ikatan rangkap sehingga mempunyai titik lebur yang lebih tinggi, sedangkan minyak adalah suatu bahan cair yang memiliki kandungan asam lemak tidak jenuh tinggi dan memiliki satu atau lebih

ikatan rangkap diantara atom-atom karbonya sehingga mempunyai titik lebur yang lebih rendah.

Perbedaan antara lemak satu dengan yang lainnya terdapat pada komponen asam lemak penyusunnya, urutan asam lemak, serta tingkat kejenuhan dari asam lemak (Rohman, 2012). Hampir semua asam lemak yang terdapat dalam alam mempunyai jumlah atom karbon yang genap karena asam ini dibiointesis dari gugus asetil berkarbon-dua dalam asetil koenzime A. Rantai hidrokarbon dalam suatu asam lemak dapat bersifat jenuh atau dapat pula mengandung ikatan-ikatan rangkap (tak jenuh) (Fessenden dan Fesenden, 1986).



Gambar 1. Reaksi Pembentukan Trigliserida (diadaptasi dari CNX Anatomy and Physiology, 2013)

Trigliserida atau triasilgliserol merupakan gugus triester dari gliserol. Trigliserida terbentuk dari proses kondensasi gliserol dan tiga molekul asam lemak yang nantinya akan membentuk satu molekul trigliserida dan tiga molekul air (Sudarmadji *et al.*, 1989). Proses pembentukan lemak dalam tanaman terdiri dari 3 tahap, yaitu 1) sintesa gliserol, 2) sintesa asam lemak dan 3) kondensasi gliserol dan asam lemak sehingga membentuk lemak.

2. Sifat Fisika Kimia Lemak dan Minyak

Minyak dan lemak meskipun serupa dalam struktur kimianya, tetapi menunjukkan keseragaman yang besar dalam sifat-sifat fisiknya (Gaman dan Sherrington, 1994), yakni:

a. Kelarutan

Lemak dan minyak tidak larut air. Hal ini disebabkan karena adanya asam lemak berantai karbon panjang dan tidak adanya gugus-gugus polar.

b. Pengaruh Panas

Jika lemak dipanaskan, maka akan terjadi perubahan-perubahan nyata pada tiga titik suhu, yaitu:

1) Titik Cair

Lemak menjadi mencair jika dipanaskan, hal ini terjadi karena lemak adalah campuran trigliserida yang tidak mempunyai titik cair yang jelas tetapi akan mencair pada suatu rentangan suhu. Lemak umumnya mencair pada suhu antara 30° C dan 40° C.

2) Titik Asap

Jika lemak atau minyak dipanaskan hingga suhu tertentu, lemak akan mulai mengalami dekomposisi dan menghasilkan kabut berwarna biru atau menghasilkan asap dengan bau karakteristik yang menuuk. Kebanyakan lemak dan minyak mulai berasap pada suhu di atas 200° C. Minyak nabati umumnya memiliki titik asap lebih tinggi daripada lemak hewani.

3) Titik Nyala

Jika lemak dipanaskan hingga suhu yang cukup tinggi, maka lemak akan menyala.

c. Plastisitas

Lemak bersifat plastis terhadap suhu tertentu, lunak dan dapat dioleskan. Plastisitas lemak disebabkan karena lemak merupakan campuran trigliserida yang masing-masing mempunyai titik cair sendiri-sendiri. Hal ini berarti bahwa pada suhu tertentu, sebagian lemak akan mencair dan sebagian lagi dalam bentuk kristal padat.

d. Ketengikan

Ketengikan merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan rusaknya lemak dan minyak. Terdapat dua reaksi yang berperan pada proses ketengikan, yaitu:

1) Reaksi Oksidasi

Oksidasi terjadi karena hasil reaksi antara trigliserida tidak jenuh dan oksigen dari udara. Molekul oksigen bergabung pada ikatan ganda molekul trigliserida dan dapat terbentuk berbagai senyawa yang menimbulkan rasa tengik yang tidak sedap. Reaksi ini dipercepat dengan adanya panas, cahaya dan logam-logam dalam konsentrasi kecil.

2) Reaksi Hidrolisis

Enzim lipase akan menghidrolisis lemak, memecah menjadi gliserol dan asam lemak. Pada lemak dan minyak dapat terkandung lipase secara alami. Enzim ini dapat dihasilkan oleh mikroorganisme yang terdapat dalam makanan berlemak. Ketengikan hidrolitik dapat terjadi jika lemak atau minyak lemak dipanaskan dalam keadaan air, misalnya pada penggorengan bahan makanan yang lembab.

E. Ekstraksi Lemak dan Minyak

Ekstraksi adalah pemisahan suatu zat dari campurannya dengan menggunakan pelarut. Ekstraksi lemak adalah suatu cara untuk mendapatkan lemak dari bahan yang mengandung minyak atau lemak dengan menggunakan pelarut. Metode ekstraksi bermacam - macam yaitu rendering, pengukusan (*infuse*), pengepresan mekanik (*Mechanical Expression*), ekstraksi pelarut (*Solvent extraction*) (Ketaren, 1986).

1. Ekstraksi dengan Pelarut

Metode ekstraksi pelarut (*solvent extraction*) dilakukan dengan melarutkan minyak dalam pelarut minyak atau lemak. Dalam cara ini

dihasilkan bungkil dengan kadar minyak yang rendah yaitu sekitar 1% atau lebih rendah. Pelarut minyak atau lemak yang sering digunakan adalah eter, gasoline, karbon disulfida, karbon tetraklorida, benzene, dan n-heksana (Ketaren, 1986). Pemilihan bahan pelarut yang paling sesuai untuk ekstraksi lemak adalah dengan menentukan derajat polaritasnya. Pada dasarnya suatu bahan akan mudah larut dalam pelarut yang polaritasnya sama.

2. *Rendering*

Rendering merupakan suatu cara ekstraksi minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak dengan kadar air tinggi dengan menggunakan panas. Cara ini sering dipakai untuk mengekstrak lemak atau minyak hewan yang dilakukan dengan pemanasan jaringan. Penggunaan panas dalam proses ini merupakan suatu hal yang spesifik, yaitu bertujuan untuk menggumpalkan protein yang terdapat pada dinding sel bahan dan untuk memecahkan dinding sel tersebut sehingga mudah ditembus oleh minyak atau lemak yang terkandung didalamnya. Metode *rendering* dibedakan menjadi dua yaitu *wet rendering* dan *dry rendering* (Winarno, 1980).

Wet rendering adalah proses *rendering* dengan penambahan sejumlah air selama berlangsungnya proses tersebut. Cara ini dikerjakan pada ketel yang terbuka atau tertutup dengan menggunakan temperatur yang tinggi serta tekanan 40 sampai 60 pound tekanan uap (40-60 psi). Penggunaan temperatur rendah pada *wet rendering* dilakukan jika diinginkan flavor netral dari minyak atau lemak. Bahan yang akan diekstraksi ditempatkan pada ketel yang diperlengkapi dengan alat pangaduk kemudian air ditambahkan dan campuran dipanaskan perlahan-lahan sampai suhu 180°C sambil diaduk. Minyak yang terekstraksi akan naik keatas akan naik keatas dan kemudian dipisahkan. Proses *wet rendering* dengan menggunakan temperatur rendah kurang begitu populer, sedangkan proses *wet rendering* dengan mempergunakan temperatur yang tinggi disertai dengan tekanan uap air, dipergunakan untuk menghasilkan

minyak atau lemak dalam jumlah yang besar. Peralatan yang digunakan adalah *autoclave* atau digester. Dalam metode ini air dan bahan yang akan diekstraksi dimasukkan kedalam digester dengan tekanan uap air sekitar 40 sampai 60 pound selama 4-6 jam. Pada proses ini suhu yang digunakan harus diatas titik didih air. Karena pemanasan bahan, minyak atau lemak akan terpisah atau mengapung pada permukaan air. Dengan demikian minyak atau lemak dapat dipisahkan (Ketaren, 1986; Qaishum *et al*, 2011).

Dry rendering adalah proses rendering tanpa penambahan air selama proses berlangsung. *Dry rendering* dilakukan didalam oven vakum. Bahan yang diperkirakan mengandung minyak atau lemak dimasukkan kedalam oven tanpa penambahan air. Pemanasan dilakukan pada suhu 220°F sampai 230°F (105°C- 110°C). Pemanasan ini menyebabkan minyak yang berada pada bahan yang mengandung minyak keluar dari pori pori bahan (Ketaren, 1986; Qaishum *et al.*, 2011).

3. Pengepresan Mekanik

Pengepresan mekanik (*Mechanical Expression*) merupakan suatu cara ekstraksi minyak atau lemak. Dimana diperlukan perlakuan pendahuluan sebelum minyak atau lemak dipisahkan. Perlakuan tersebut mencakup pembuatan serpih, perajangan dan penggilingan serta tempering atau pemasakan (ketaren, 1986).

Dua cara yang umum dalam pengepresan mekanis, yaitu : pengepresan hidraulik (*hydraulic pressing*) dan pengepresan berulir (*expeller pressing*) (Ketaren,1986).

a. Pengepresan Hidraulik (*hydraulic pressing*)

Pada cara pengepresan hidraulik (*hydraulic pressing*) bahan dipres dengan tekanan 2000 pound/inch² (140,6 kg/cm² = 136 atm). Banyaknya minyak atau lemak yang didapat tergantung dari lamanya pengepresan, tekanan yang dipergunakan, serta kandungan minyak dalam bahan dasar (Ketaren, 1986).

b. Pengepresan Berulir (*expeller pressing*)

Pengepresan berulir (*expeller pressing*) memerlukan perlakuan pendahuluan yang terdiri dari proses pemasakan. Proses pemasakan berlangsung pada temperatur 240°F (115,5°C) dengan tekanan sekitar 15-20 kg/cm². Kadar lemak atau lemak yang dihasilkan sekitar 2,5-3,5 % (Ketaren, 1986).

F. Spektrofotometri Inframerah Transformasi Fourier (FTIR)

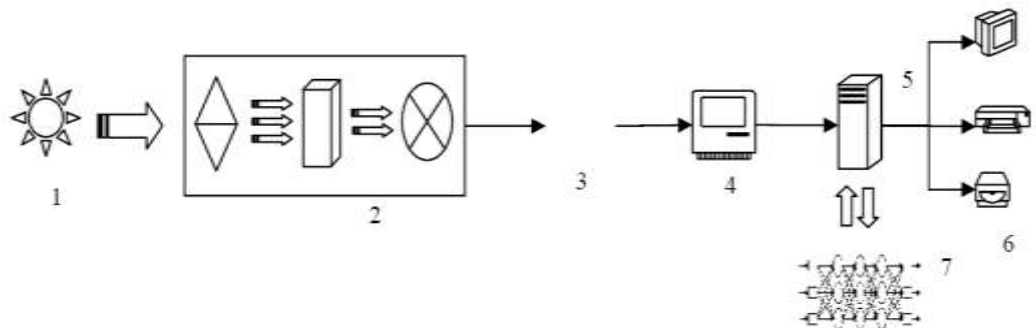
Spektroskopi inframerah disebut juga sebagai spektroskopi vibrasi, adalah metode standar farmasi dan kimia analitik, memberikan gambar getaran senyawa atom (Rakesh *et al.*, 2014). Spektroskopi inframerah merupakan teknik analisis yang cepat, sensitif, tidak merusak (*non destructive*), serta tidak memerlukan preparasi sampel yang rumit. Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red (FTIR) mempunyai sistem optik yang sama dengan ultraviolet atau sinar tampak. Perbedaan utama yaitu terletak pada sumber energi dan sel. Sinar inframerah mempunyai energi yang lebih rendah dari sinar ultraviolet, sehingga tebal sel yang dipakai pada spektrofotometer lebih tipis daripada spektrofotometer lainnya. Spektrum FTIR dapat digunakan sebagai alat potensial yang memungkinkan seseorang untuk membuat diferensiasi pertama di antara lemak dan minyak karena kemampuan sebagai teknik sidik jari (Rohman *et al.*, 2012). Saat ini dengan perkembangan transformasi *Fourier*, spektroskopi FTIR digunakan secara luas dalam bidang farmasi, makanan, lingkungan dan sebagainya (Che Man *et al.*, 2010).

Spektroskopi inframerah terdiri atas 5 bagian utama, yakni:

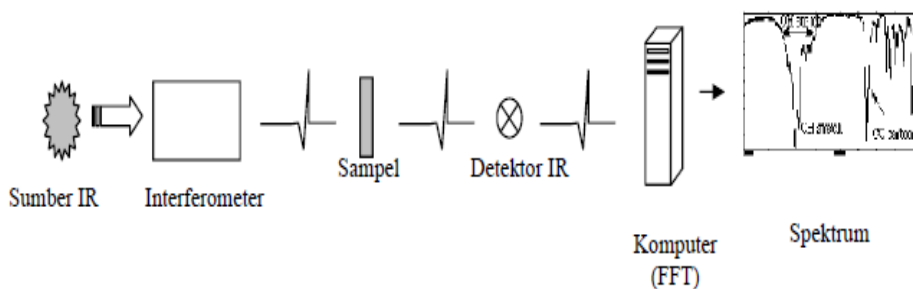
1. Sumber sinar, terbuat dari filamen Nerst atau globar yang dipanaskan dengan menggunakan listrik sampai temperatur 1000°-1800° C
2. Beam Splitter, berupa material transparan dengan indeks relatif, menghasilkan 50% radiasi yang akan diteruskan dan 50% radiasi akan direfleksikan.

3. Interferometer, bagian utama dari FTIR dimana fungsinya untuk membentuk interferogram yang akan diteruskan ke detektor.
4. Daerah cuplikan, berkas acuan dan cuplikan masuk ke dalam daerah cuplikan dan masing-masing menembus sel acuan dan cuplikan yang bersesuaian.
5. Detektor, alat yang digunakan untuk mengukur energi pancaran yang lewat akibat adanya panas yang dihasilkan. Dua jenis detektor yang biasa digunakan adalah termokopel dan balometer.

Sistem peralatan spektroskopi FTIR ditampilkan pada Gambar 2, sedangkan proses perubahan sinyal pada sistem peralatan spektroskopi FTIR ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 2. Sistem peralatan spektroskopi FTIR dengan: 1) Sumber cahaya inframerah, 2) Spektrometer, terdiri dari iinterferometer, sampel dan detektor, 3) Penguat dan Analog to Digital Converter (ADC) 0804, 4) Port printer, 5) Komputer, 6) Periferal Input/Output (I/O), yaitu monitor, printer, disk drive/ hard disk, 7) Program jaringan syaraf tiruan (Suseno dan Firdausi, 2008)



Gambar 3. Proses perubahan sinyal pada sistem peralatan spektroskopi FTIR (Suseno dan Firdausi, 2008)

Mekanisme yang terjadi pada spektroskopi FTIR yaitu sinar datang dari sumber sinar yang kemudian diteruskan, lalu akan dipecah oleh pemecah sinar menjadi dua bagian sinar yang saling tegak lurus. Sinar tersebut kemudian dipantulkan oleh dua cermin yakni cermin diam dan cermin bergerak. Kemudian sinar hasil pantulan dari kedua cermin tersebut akan dipantulkan kembali menuju pemecah sinar untuk saling berinteraksi. Dari pemecah sinar, sebagian sinar akan diarahkan menuju cuplikan dan sebagian diarahkan menuju sumber. Gerakan cermin yang maju mundur akan menyebabkan sinar pada detektor berfluktuasi. Sinar akan saling menguatkan ketika kedua cermin memiliki jarak yang berbeda. Fluktuasi sinar yang sampai pada detektor akan menghasilkan sinyal pada detektor yang terdapat pada *interferometer* (Tahid, 1994)

Interferometer berfungsi untuk mengatur intensitas sumber sinar inframerah dengan mengubah dari posisi cermin pemantul yang memantulkan sinar dari sumber sinar ke sampel. Interferometer dengan *beam splitter* digunakan untuk membelah sinar radiasi dari sumber inframerah menjadi dua bagian, yaitu bagian yang dipantulkan pada cermin yang tetap dan bagian yang ditransmisikan ke cermin yang bergerak. Adanya interferometer menjadikan spektrometer ini dapat mengukur semua frekuensi tunggal sebelum sinyal mencapai detektor. Hasil scanning berupa interferogram.

Selanjutnya interferogram akan diubah menjadi spektrum antara intensitas dan frekuensi dengan bantuan komputer berdasarkan operasi matematika.

Pada spektroskopi inframerah, molekul-molekul dieksitasikan ke energi yang lebih tinggi pada saat molekul-molekul ini menyerap radiasi inframerah (IR). Absorpsi radiasi IR merupakan suatu proses kuantifikasi, yang berarti bahwa hanya frekuensi (energi) tertentu dari radiasi IR yang dapat diserap oleh suatu molekul. Absorpsi radiasi IR bersesuaian dengan perubahan energi yang berkisar antara 2-10 kkal/mol. Radiasi kisaran energi ini dapat menyebabkan regangan dan uluran suatu ikatan dalam kebanyakan ikatan kovalen molekul (Pavia *et al.*, 2001). Berdasarkan jurnal yang ditulis oleh

Rakesh *et al* (2014), sinar infra merah dibagi atas tiga daerah (Tabel 3), yakni:

Tabel 2. Daerah Spektra IR (Rakesh *et al.*, 2014)

Daerah	Panjang Gelombang (μm)	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Frekuensi, Hz	Aplikasi
Dekat	0,78 – 2,5	12800 – 4000	$3,8 \times 10^{14} - 1,2 \times 10^{14}$	Analisis kuantitatif
Pertengahan	2,5 – 50	4000 – 200	$1,2 \times 10^{14} - 6 \times 10^{12}$	Identifikasi gugus fungsional, analisis kuantitatif, deteksi senyawa pengganggu.
Jauh	50 – 100	200 – 10	$6 \times 10^{12} - 3 \times 10^{11}$	Analisis struktur molekul
Kebanyakan digunakan	2,5 – 15	4000 – 670	$1,2 \times 10^{14} - 2 \times 10^{13}$	Sebagian besar analisis kuantitatif

Dari tabel 2, dapat diketahui bahwa daerah panjang gelombang yang digunakan pada alat spektrofotometer infra merah adalah pada daerah infra merah pertengahan, yaitu pada panjang gelombang 2,5 – 50 μm atau pada bilangan gelombang 4.000 – 200 cm^{-1} .

Spektrum IR merupakan spektrum yang bersifat : (1) spesifik terhadap suatu molekul; (2) sidik jari; (3) kuantitatif, yang mana intensitas puncak berkorelasi dengan konsentrasi; (4) non destruktif, sehingga masih memungkinkan untuk dilakukan analisis lebih lanjut; (5) bersifat universal dalam pengambilan sampelnya (Rohman, 2014).

G. Kemometrik

Kemometrika adalah cabang ilmu pengetahuan yang mengaplikasikan ilmu statistika dan matematika untuk mengelola data kimia. Kemometrika digunakan sebagai teknik untuk mengurangi data yang berukuran besar dari instrumen seperti spektrofotometer. Kemometrika dalam spektroskopi

berfungsi untuk meningkatkan kualitas data. Beberapa jenis kemometrik yang sering digunakan, salah satunya yaitu metode kemometrika yang terkait dengan pengelompokan. Ada dua macam pengelompokan dalam kemometrika, yaitu : (1) Pengelompokan yang disupervisi, seperti analisis diskriminan; dan (2) pengelompokan yang tidak disupervisi, seperti analisis komponen utama (PCA).

1. *Principal component analysis* (PCA)

Principal component analysis (PCA) merupakan metode analisis untuk membangun model multivariat linier pada data yang kompleks. Pengembangan metode ini dilakukan dengan menggunakan vektor basis ortogonal, atau yang biasa disebut dengan komponen utama (*principal component*). Tujuan utama PCA yaitu untuk mengeliminasi komponen utama yang terkait dengan *noise*, sehingga dapat meminimalkan efek dari kesalahan pengukuran. Komponen utama merupakan komponen yang dapat mengekstrak informasi sebanyak-banyaknya dari suatu data. *First principal component* (PC1) digunakan untuk menunjukkan variasi terbanyak dalam suatu kelompok data. Sementara *second principal component* (PC2) menunjukkan variasi terbesar kedua dari serangkaian variable, begitu seterusnya (Miller dan Miller, 2005).

PCA pada dasarnya adalah teknik reduksi data multivariat, ketika antar variabel terjadi korelasi (Miller dan Miller, 2005). PCA memudahkan dalam visualisasi pengelompokan data, evaluasi awalan kesamaan antar kelompok dan menemukan faktor dibalik pola yang teramati melalui korelas dengan sarana faktor kimia atau fisika-kimia.

Pada tahun 2011, Che Man *et al.*, telah membuktikan bahwa dengan menggunakan teknik PCA dapat dibedakan dan diklasifikasikan antara lemak babi dengan lemak yang lainnya. Dengan metode yang sama, diharapkan PCA mampu mengklasifikasikan antara lemak tikus dengan lemak sapi berdasarkan komponen utamanya.

2. *Partial least square (PLS)*

Partial least square (PLS) merupakan salah satu cabang dari metode kemometrika yang menggunakan regresi. Salah satu teknik kalibrasi multivariat ini sangat luas digunakan dalam analisis kuantitatif data spektroskopi dan elektrokimia. Dalam spektroskopi FTIR, PLS sering digunakan untuk mengekstrak informasi dari spektra yang kompleks, mengandung puncak-puncak yang tumpang tindih, adanya pengotor serta adanya *noise* dari instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data.

Metode *Partial least square (PLS)* digunakan untuk memperkirakan serangkaian variable tak bebas (repon) dari variable bebas (*predictor*) yang jumlahnya sangat banyak, memiliki struktur sistematis linier, dengan atau tanpa data yang hilang, dan memiliki kolinieritas yang tinggi (Miller dan Miller, 2005). Metode PLS memperhitungkan kesalahan perkiraan konsentrasi dan kesalahan spektra. Kesalahan perkiraan konsentrasi berasal dari kesalahan pada saat preparasi sampel, seperti kesalahan penimbangan dan pengenceran sampel (Brereton, 2003).

Regresi PLS dihitung dengan algoritma kuadrat terkecil yang menghubungkan antara dua matriks, data dan spektra pada matriks X dan nilai acuan pada matriks Y. Metode PLS sering digunakan dalam spektroskopi FTIR untuk mengekstrak informasi dari spektra yang kompleks yang mengandung puncak-puncak yang tumpang tindih, adanya pengganggu, serta adanya derau (*noise*) dari instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data (Syahariza *et al.*, 2005).

Kalibrasi PLS dievaluasi menggunakan *root mean square error of calibration (RMSEC)*, *root mean square error of prediction (RMSEP)* dan koefisien determinasi (R^2). Model PLS kemudian diuji silangkan dengan menggunakan teknik "*leave-one-out*".