

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. ANJING

Anjing merupakan hewan pemangsa, anjing diklasifikasikan ke dalam jenis karnivora. Anjing memiliki gigi yang tajam dan rahang yang kuat untuk menyerang, menggigit dan mencabik-cabik musuh. Taksonomi hewan anjing sebagai berikut :

Kerajaan : Animalia
Filium : Chordata
Kelas : Mammalia
Ordo : Carnivora
Famili : Canides
Genus : Canis
Spesies : *C. familiaris*



Gambar 1. *C. familiaris*

Daging anjing diyakini oleh sebagian orang dapat digunakan sebagai jamu atau obat tradisional untuk penyakit kulit (gatal-gatal), selain itu daging anjing juga dapat digunakan untuk menurunkan tekanan darah tinggi dan menyembuhkan penyakit arteriosklerosis, karena kandungan lemaknya yaitu asam lemak tak jenuh yang banyak terdapat pada daging anjing. karakter daging anjing yaitu panas, asin dan sedikit asam. Daging anjing mengandung protein yang berkualitas tinggi, ketika daging anjing direbus maka seratnya akan menjadi longgar (ensiklopedia medis china, 1578).

Tabel 1. Nilai kandungan gizi pada daging anjing

Kandungan gizi	Satuan	Daging anjing (mentah)
Energi	cal	26,2
Air	%	60,1
Protein	gram	19,0
Plemak	gram	20,2
Gula	gram	0,1
Serat	gram	0
Abu	mg	800
Calsium	mg	9
Fosfor	mg	168
Besi	mg	2,8
Sodium	mg	72
Pottasium	mg	270
Vitamin		
A (retinol)	µg	12
B-caroteine	µg	
B1	mg	0,12
B2	mg	0,18
Niacin	mg	1,9
C	mg	3
Kolesterol	mg	44,4

Tabel 2. Kandungan kolesterol pada Hewan

Daging	Kolesterol (mg)
Tulang sapi	2,247,5
Kuning telur	1,280,7
Paru babi	438,6
Gurita kecil	120,1
Flatfish	93,7
Tuna	82,4
Daging bebek	77,6
Ayam	72,6
Babi	65,2
Sirloin sapi	64,2
Ikan kembung	63,7
Pork back meat	55,3
Susu bubuk	46,7
Daging anjing	44,4

Didalam Islam mengkonsumsi daging anjing hukumnya haram walaupun disembelih dengan cara yang syar'i. Hal ini berlandaskan bahwa pertama anjing merupakan hewan buas (assiba') yang memiliki taring untuk memangsa. Nabi bersabda "*Semua yang memiliki taring dan hewan buas, maka memakannya adalah haram*" (HR. Muslim 1993). Kedua adanya larangan memanfaatkan hasil penjualan anjing, mahar (hasil) pelacuran dan upah dukun (HR. Al Bukhary (4/442). Jika harganya terlarang maka

dagingnya pun haram. Sebagaimana sabda Rosullulah, “Sesungguhnya Allah SWT ketika mengharamkan kepada suatu kaum memakan sesuatu, maka (Allah) haramkan harganya atas mereka” (HR. Ahmad dalam Musnadnya (1/247)).

Selain diharamkan untuk dikonsumsi didalam agama Islam, daging anjing juga memiliki kandungan yang berbahaya bagi kesehatan. Biasanya daging anjing yang diperoleh berasal dari jalanan sehingga tidak diketahui penyakit dan vaksinnnya, selain rabies, mengkonsumsi daging anjing yang tidak terdeteksi latar belakangnya bisa menyebabkan kolera dan trikinelosis (WHO,2008).

Pencampuran daging anjing dengan daging halal mahal merupakan suatu penipuan untuk mencari suatu keuntungan tambahan. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Rohman, 2014) bahwa daging anjing dalam bakso dapat di deteksi dengan menggunakan PCR dengan target *cytochrome B* spesifik pada panjang amplikom 100 bp. Selain bakso telah dilakukan penelitian oleh (Ali, 2013) mengenai kandungan daging anjing dalam sosis dengan menggunakan PCR di Malaysia.

B. SAPI

Sapi merupakan hewan ternak anggota suku *bovidae* dan anak suku *bovinae*. Sapi dipelihara terutama untuk dimanfaatkan susu dan dagingnya sebagai pangan manusia. Sebagian besar peternakan sapi domestik di Indonesia didominasi oleh *Bos taurus* atau *Bos indicus* (zebu), yang keduanya merupakan keturunan dari *Bos primigenius* (Mohamad dkk., 2012). Sapi banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk tujuan konsumsi, terutama yang paing banyak dimanfaatkan adalah bagian daging dan susu sapi. Daging sapi mengandung air (75%), protein (22,3%), lemak (1,8%), abu (1,2%), dan energi sebesar 116 kilojoule (per 100 gram daging) (FAO, 2014).

Taksonomi sapi sebagai berikut :

Kerajaan : Animalia

Filum : Chordata

Kelas : Mammalia

Ordo : Artiodactyla

Famili : Bovidae

Upafamili : Bovinae

Genus : Bos

Spesies : *Bos taurus* / *Bos indicus* (Zebu)

(Integrated Taxonomic Information System, 2014)



Gambar 2. *Bos taurus*

Daging sapi merupakan salah satu bahan pangan yang penting dalam memenuhi kebutuhan gizi manusia. Selain mutu protein hewannya yang tinggi, pada daging sapi terdapat kandungan asam amino esensial yang seimbang. Keunggulan protein daging dibandingkan protein nabati adalah protein hewani lebih mudah dicerna oleh tubuh (Astawan, 2004).

Daging sapi mempunyai karakteristik tertentu dibanding dengan daging lainnya dagingnya berwarna merah agak pucat, berserat halus dan sedikit lemak. Daging sapi merupakan daging yang paling sering digunakan dalam pembuatan bakso. Harga daging sapi yang relatif lebih mahal memicu adanya pemalsuan daging sapi dengan daging lain seperti anjing dan babi. Hal inilah yang mendasari perlu adanya analisis makanan untuk menghindari adanya pemalsuan makanan yang berbahan dasar olahan daging seperti bakso. (Hermanto, 2008) berhasil melakukan analisis perbedaan profil dan karakteristik lemak hewani (ayam, sapi, dan babi) secara *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

Tabel 3. Komposisi asam lemak pada lemak sapi (Hermanto dkk. 2008)

Asam lemak	Presentase 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 terdeteks

C. BAKSO

Definisi bakso menurut SNI 01-3818-1995 adalah produk makanan berbentuk bulatan atau lain, yang diperoleh dari campuran daging ternak (kadar tidak kurang dari 50%) dan pati atau serealiala dengan atau tanpa penambahan makanan yang diizinkan. Pembuatan bakso sendiri didominasi oleh daging sapi, kemudian ditambah dengan berbagai bumbu-bumbuan seperti garam dapur, dan tepung tapioka (Purnomo dan Rahardian, 2008). Berdasarkan jenis daging yang digunakan sebagai bahan untuk membuat bakso, maka dikenal berbagai jenis bakso seperti bakso sapi, ayam, ikan, babi.

Di beberapa daerah banyak produsen bakso yang sengaja menggunakan atau mencampurkan daging haram kedalam produk olahannya seperti daging babi. Selain daging babi ada kemungkinan daging haram lain yang digunakan dalam pembuatan bakso seperti daging anjing.

Di negara-negara tertentu telah dilaporkan penggunaan daging anjing dalam pembuatan bakso seperti di negara Vietnam, Korea Selatan dan China (Bartlett & Clifton, 2003; Podbrescek, 2009).

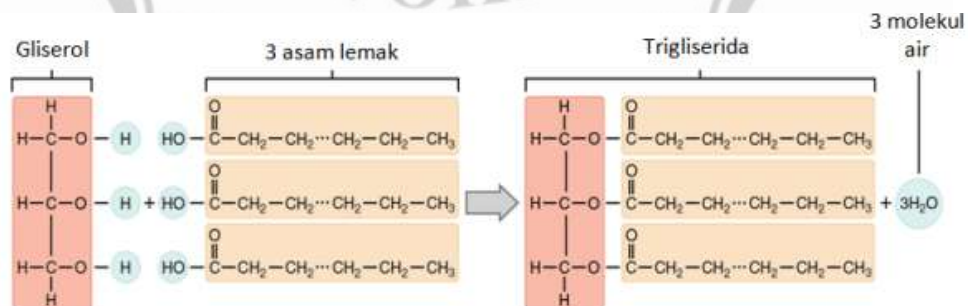


Gambar 3. Bakso (Purnomo dan Rahardian, 2008)

D. LEMAK

Lemak termasuk golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat dalam alam serta tidak larut dalam air namun larut dalam pelarut organik seperti eter, heksan, kloroform dan benzen (Sudarmaji, 1989). Kebanyakan lemak tersusun atas asam lemak jenuh, lemak berwujud padat pada kondisi suhu kamar.

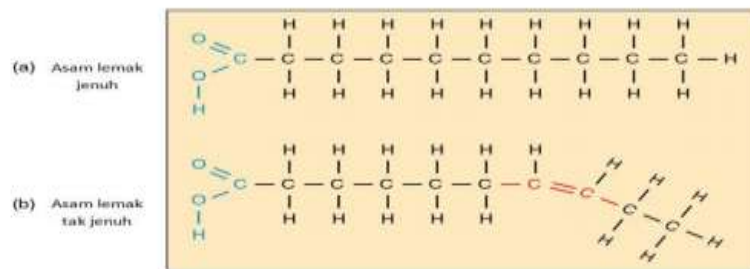
Lipid terdiri dari berbagai senyawa kimia, termasuk monogliserida, digliserida, trigliserida, fosfatida, serebrosid, sterol, terpen, alkohol lemak dan asam lemak, namun komponen penyusunnya paling besar adalah trigliserida yaitu mencapai 95% (Gunstone, 2002; Lobb dan Chow, 2007). Trigliserida atau triasilgliserol 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, 1989)



Gambar 4. Reaksi pembentukan Trigliserida (anatomy dan phsicology 2013)

Perbedaan antara lemak satu dengan yang lainnya terdapat pada komponen asam lemak penyusunnya, urutan asam lemak, serta tingkat kejenuhan dari asam lemak (Rohman, 2012). Hal inilah yang mendasari

penelitian untuk mendeteksi adanya daging anjing dalam bakso sapi, karena profil spektra FTIR akan bersifat spesifik pada suatu sampel (Guillen dan Cabo, 1997). Asam lemak terdiri dari unsur-unsur, seperti karbon, hidrogen, dan oksigen, yang diatur sebagai rantai karbon kerangka linear dari panjang variabel dengan gugus karboksil di salah satu ujung. Asam lemak yang pada rantai hidrokarbonnya terdapat ikatan rangkap disebut asam lemak tidak jenuh, dan apabila tidak terdapat ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya disebut dengan asam lemak jenuh (Lobb dan Chow, 2007).



Gambar 5. Perbedaan struktur asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh (Lobb dan Chow, 2007)

E. Ekstraksi Lemak dan Minyak

Ekstraksi adalah salah satu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak. Adapun cara ekstraksi ini bermacam-macam yaitu *rendering* (*dry rendering* dan *wet rendering*), *mecanical expression* dan *solvent extraction* (Ketaren, 2008).

1. Rendering

Rendering merupakan suatu cara ekstraksi minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak dengan kadar air yang tinggi (Ketaren, 2008). Pada teknik ini digunakan panas yang bertujuan untuk menggumpalkan protein pada dinding sel dan memecahkan dinding sel tersebut sehingga mudah ditembus oleh minyak atau lemak yang terkandung didalamnya. Berdasarkan proses pengerjaannya rendering terbagi menjadi dua, yaitu :

a. *Wet rendering*

Wet rendering adalah proses rendering dengan penambahan sejumlah air selama berlangsungnya proses tersebut. Cara ini dikerjakan dengan ketel terbuka atau tertutup pada suhu tinggi serta tekanan 3-4 atm. Penggunaan suhu rendah dalam proses ini jika diinginkan aroma yang netral dari minyak atau lemak.

b. *Dry rendering*

Dry rendering adalah salah satu cara rendering tanpa penambahan air selama proses berlangsung. Proses ini dilakukan dalam ketel terbuka dan dilengkapi dengan penyekat uap serta alat pengaduk (agigator). Sampel dimasukan ke dalam ketel tanpa penambahan air kemudian dipanaskan sambil diaduk. Pemanasan dilakukan pada suhu 105 – 110⁰C (Apriani, 2008).

2. Pengepresan Mekanis

Pengepresan mekanis merupakan suatu cara memisahkan minyak dari bahan yang berkadar minyak tinggi (30-70%), terutama digunakan untuk bahan yang berasal dari biji-bijian. Pada pengepresan mekanis ini diperlukan perlakuan pendahuluan sebelum minyak atau lemak dipisahkan dari bijinya, perlakuan tersebut antara lain perajangan, penggilingan, dan tempering atau pemasakan. Dua cara umum dalam pengepresan mekanis, yaitu :

a. Pengepresan hidraulik (*Hydraulic Pressing*)

Pada metode ini bahan yang mengandung minyak atau lemak diberi tekanan sebesar 136 atm. Jumlah minyak atau lemak yang diperoleh bergantung pada tekanan yang digunakan, lamanya tekanan yang diberikan, dan kandungan minyak atau lemak dalam sampel.

b. Pengepresan beruling (*Expeller Pressing*)

Metode ini memerlukan perlakuan khusus pada bahan yang mengandung minyak atau lemak, yaitu proses pemasakan dilakukan pada suhu 115,5⁰C dengan tekanan sekitar 15-20 atm. Kadar air yang

masih terdapat dalam minyak atau lemak yang dihasilkan melalui metode ini sebesar 2,5-3,5%, sedangkan pada ampas masih terdapat minyak atau lemak sebesar 4-5% (Apriani, 2008).

3. Ekstraksi dengan pelarut

Ekstraksi minyak atau lemak suatu bahan dapat dilakukan dengan menggunakan metode Sokhletasi dan alatnya disebut ekstraktor Soxhlet. Ekstraksi dengan pelarut merupakan cara ekstraksi yang efisien, karena pelarut yang digunakan dapat diperoleh kembali. Dalam penentuan kadar lemak atau minyak, bahan yang diuji harus cukup kering, karena jika masih basah selain memperlambat proses ekstraksi, air dapat turun ke dalam labu dan mempengaruhi dalam perhitungan.

Pemilihan pelarut yang digunakan dalam proses pengambilan minyak secara ekstraksi harus memenuhi syarat-syarat tertentu yaitu:

a. Bersifat selektif

Pelarut harus dapat melarutkan semua zat dengan cepat dan sempurna serta sesedikit mungkin melarutkan bahan seperti lilin, pigmen, dan senyawa albumin.

b. Mempunyai titik didih yang cukup rendah

Hal ini supaya pelarut mudah dapat diuapkan tanpa menggunakan suhu tinggi, namun titik didih pelarut tidak boleh terlalu rendah karena akan mengakibatkan kehilangan akibat pelarutan.

c. Bersifat inert

Artinya pelarut tidak bereaksi dengan komponen minyak.

d. Murah dan mudah didapatkan

Pelarut yang baik untuk ekstraksi adalah pelarut yang memenuhi syarat-syarat diatas. namun tidak ada pelarut yang benar-benar ideal. Jenis bahan pelarut yang ideal dan banyak digunakan adalah : petroleum eter yang merupakan minyak hasil penyulingan dengan titik didih 30-70⁰ C bersifat stabil dan mudah menguap maka sangat baik untuk proses ekstraksi, tetapi mempunyai kelemahan yaitu kehilangan pelarut yang cukup banyak selama proses berlangsung (Irawan, 2010).

F. Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FTIR)

Spektroskopi inframerah adalah salah satu teknik spektroskopi yang paling umum digunakan oleh kimia organik dan anorganik. Spektroskopi IR memungkinkan untuk digunakan dalam deteksi suatu sampel karena spectra tersebut dapat dimanfaatkan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif (Hof., 2003). Tujuan utama analisis spektroskopi inframerah adalah menentukan gugus-gugus fungsi molekul (Mulja & Suharman, 1995). Saat ini perkembangan transformasi *fourier*, spektroskopi FTIR digunakan secara luas dalam bidang farmasi, makanan, lingkungan dan sebagainya (Che Man dkk., 2010).

Daerah radiasi IR berkisar yaitu pada bilangan gelombang 1288-10 cm^{-1} , atau panjang gelombang 0,78-1000. Umumnya daerah radiasi IR terbagi dalam daerah IR dekat ($12800\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$), daerah IR tengah ($4000\text{-}200\text{ cm}^{-1}$), dan IR jauh ($200\text{-}10\text{ cm}^{-1}$). Daerah yang paling banyak digunakan untuk berbagai keperluan praktis adalah $4000\text{-}690\text{ cm}^{-1}$. Daerah ini disebut dengan IR tengah (Douglas, 1998).

Menurut Stuart (2004), spektra IR dapat dibagi dalam tiga daerah utama, yaitu IR jauh ($<400\text{ cm}^{-1}$), IR tengah ($4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$) dan IR dekat ($13000\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$). Dari ketiga daerah itu, IR tengah merupakan daerah yang paling banyak digunakan untuk analisis karena semua molekul mempunyai absorbansi karakteristik dan vibrasi molekul utama dalam daerah ini (Davis dan Mauer, 2010).

Spektroskopi inframerah tengah merupakan metode yang didasarkan pada interaksi radiasi inframerah dengan sampel. Radiasi Inframerah dilewatkan melewati sampel, panjang gelombang spesifik diserap karena ikatan kimia pada material (*contracting*), dan pembengkokan (*bending*). Gugus fungsi yang ada dalam suatu molekul cenderung menyerap radiasi inframerah pada kisaran bilangan gelombang yang sama terlepas dari struktur lain dalam molekul. Puncak spektrum juga diturunkan dari absorpsi perubahan energi vibrasi pada daerah inframerah. Jadi, ada hubungan antara posisi pita inframerah dan struktur kimia dalam molekul (Davis dan Mauer, 2010).

Daerah spektrum inframerah dapat dibagi menjadi dua yaitu (Mudasir dan Candra, 2008):

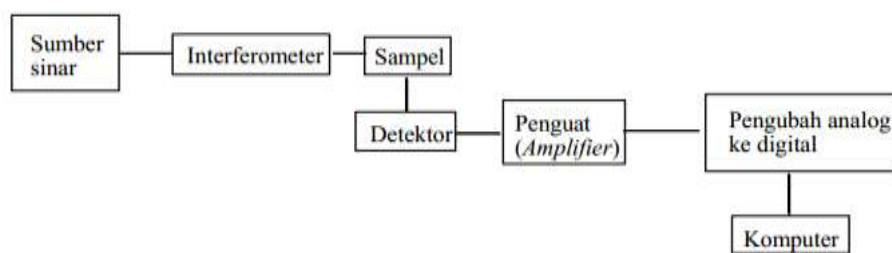
1. Daerah frekuensi gugus fungsional

Terletak pada daerah radiasi $4000-1400\text{ cm}^{-1}$. Bagian dari spektrum ini menunjukkan absorpsi yang timbul karena ikatan dan gugus. Kebanyakan puncak absorpsi dalam daerah spektrum ini dengan mudah dikenal berasal dari gugus fungsional yang khas.

2. Daerah sidik jari (*Fingerprint*)

Yaitu daerah yang terletak pada $1400-400\text{ cm}^{-1}$. Pita-pita absorpsi pada daerah ini berhubungan dengan vibrasi molekul secara keseluruhan. Setiap atom dalam molekul akan saling mempengaruhi sehingga dihasilkan pita-pita absorpsi yang khas untuk setiap model.

Komponen dasar spektrofotometer FTIR adalah sumber sinar, interferometer, sampel, detektor penguat (*amplifier*), pengubah analog ke digital, dan komputer. Radiasi muncul dari sumber sinar yang dilewatkan melalui interferometer ke sampel yang akan dideteksi sebelum mencapai detektor. Setelah terjadi amplifikasi sinyal, data dikonversi ke dalam bentuk digitalnya, kemudian ditransfer ke komputer untuk transformasi *Fourier* (Stuart, 2004).



Gambar 6. Instrumentasi FTIR (Stuart, 2004)

Mekanisme yang terjadi pada 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 ini kemudian dipantulkan oleh dua cermin yaitu 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 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 sampai pada detektor ini akan menghasilkan sinyal pada detektor yang terdapat pada interferometer (Prastika, 2015).

Interferometer berfungsi untuk mengatur intensitas sumber sinar inframerah dengan mengubah dari posisi cermin pemantul yang memantulkan sinar dari sumber sinar ke sampel. Interferometer (*Michelson Interferometer*) menggunakan *beam splitter* untuk membelah sinar radiasi dari sumber inframerah menjadi dua bagian, yaitu bagian pertama dipantulkan pada cermin yang tetap dan bagian lainnya ditransmisikan ke cermin yang bergerak. Dengan adanya interferometer ini menjadikan spektrometer dapat mengukur semua frekuensi tunggal sebelum sinyal mencapai detektor. Hasil scanning dari interferometer ini berupa interferogram. Kemudian *interferogram* akan diubah menjadi spektrum antara intensitas dan frekuensi dengan bantuan komputer berdasarkan operasi matematika (Prastika, 2015).

Spektroskopi FTIR menyediakan pilihan efektivitas yang lebih tinggi. Teknik ini cepat dan non destruktif, sensitif, dan bebas pada preparasi sampel. Selain itu teknik ini ramah lingkungan karena menggunakan reagen kimia dan pelarut yang relatif sedikit pada prosesnya (Blanco, M., 2007). Pada penelitian sebelumnya menunjukkan potensi dari spektroskopi FTIR sebagai metode untuk analisis lemak babi terutama pada produk makanan seperti roti dan coklat (Che Man *et al.*, 2005). Saat ini dengan perkembangan transformasi fourier spektroskopi FTIR digunakan luas dalam bidang farmasi, makanan, lingkungan, dan sebagainya (Che Man *et al.*, 2010). Teknik ini juga digunakan untuk analisis daging babi dalam bakso (Rohman dkk., 2011) dan untuk membedakan gelatin sapi dan gelatin babi (Hashim dkk., 2010).

Salah satu pengembangan yang menarik dari spektrofotometer FTIR adalah adanya teknik reflektan yang sederhana, yaitu sistem *Attenuated Total*

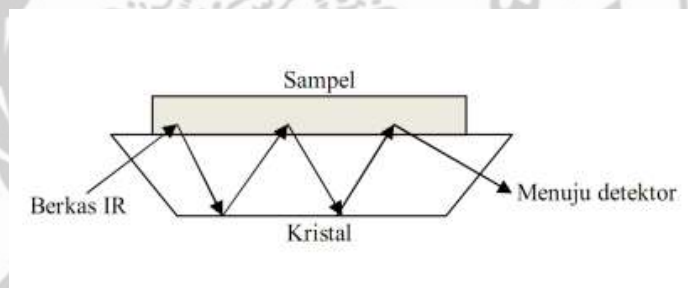
Reflectance (ATR). ATR merupakan teknik yang baik dan tangguh untuk sampling IR. ATR berguna untuk sampling permukaan bahan yang halus, dimana bahan tersebut sangat tebal atau buram untuk pengukuran IR dengan transmisi. Teknik ATR bersifat nondestruktif, preparasi sampel sedikit dan tidak memerlukan preparasi sampel, dan cepat. ATR dapat mengukur padatan (seperti kertas, kaca, keju, daging, serbuk dan bahan yang warna gelap) dan cairan termasuk larutan non-aqueous (seperti minyak dan pasta), polimer dan bahan organik lain (Sun, 2008).

Pada penggunaan ATR, sampel akan bersentuhan dengan kristal dengan indeks refraksi yang tinggi. Kristal ATR dapat terbuat dari *Zinc Selenide* (ZnSe), *Germanium* (Ge) atau berlian dimana dapat mengabsorpsi energi pada tingkat yang rendah dan sebagian besar kristal tersebut memiliki batasan pH. Kontak antara sampel dan kristal ATR harus baik agar data yang dihasilkan bersifat akurat. Sistem ATR mengukur perubahan yang terjadi pada berkas IR yang direfleksikan secara keseluruhan saat berkas bersentuhan dengan sampel (Sun, 2008).

Radiasi berasal dari *beam-splitter* akan mengalami refleksi beberapa kali di dalam permukaan kristal. Berkas menembus fraksi panjang gelombang di luar permukaan yang terefleksi. Ketika sampel mengabsorpsi berkas secara selektif, berkas akan kehilangan energi pada panjang gelombang tersebut. Berkas reflektan yang dihasilkan, diukur dan dibentuk sebagai fungsi panjang gelombang oleh spektrofotometer dan mempengaruhi ketinggian pada karakteristik spektrum absorbansi sampel (Stuart, 2004). Teknik penanganan sampel pada spektroskopi inframerah antara lain yakni transmitan dan pantulan. Mekanisme teknik transmitan adalah radiasi inframerah yang dilewatkan pada sampel kemudian mendeteksinya, namun teknik ini memiliki kekurangan karena dibatasi oleh ketebalan sampel yaitu yang sesuai adalah 1-20 μg dan preparasi sampel membutuhkan waktu yang lama. Teknik pantulan atau *reflectance* ini sinar inframerah kembali dipantulkan pada sampel yang dianalisis. Keuntungan teknik ini adalah preparasi sampel cepat, mudah, tidak dipengaruhi oleh ketebalan sampel dan non-destruksi (Smith, 1996).

Berdasarkan tipe pantulan dari sampel, maka teknik penanganan sampel dibagi menjadi *specular reflectane*, *diffused reflectane*, dan *Attenuated Total Reflectane* (ATR). Teknik ATR merupakan teknik yang paling sering digunakan.

Prinsip ATR (gambar 8) yaitu dimana sampel ditetaskan pada kristal ZnSe yang terdapat pada spektroskopi FTIR, sinar inframerah akan melewati medium dengan indeks bias yang tinggi ke medium indeks bias rendah yaitu dari kristal ZnSe menuju sampel. Sebagian sinar akan dipantulkan kembali ke sampel pada sudut tertentu sebagian besar gelombang sinar dipantulkankan kembali yang disebut dengan *total internal reflection*. Pada kondisi ini sebagian kecil energi akan terlepas dari kristal dan berpindah melewati bagian bawah kristal dalam bentuk gelombang. Dengan adanya pelepasan energi ini akan menyebabkan intensitas sinar yang dipantulkan menjadi berkurang disebut dengan kondisi ATR (*Attenuated Total Reflectane*)



Gambar 7. Prinsip ATR

G. KEMOMETRIK

Analisis kemometrik merupakan disiplin ilmu kimia yang menggunakan matematika dan metode statistik untuk memproses, mengevaluasi, dan menginterpretasi sejumlah besar data dari analisis kimia. Kemometrik menyediakan teknik untuk mengurangi data berukuran besar yang diperoleh dari instrumen seperti spektrofotometer (Vermuza, 2002).

Kalibrasi multivariat merupakan salah satu bentuk analisis kemometrik yang dapat digunakan untuk menentukan campuran dari beberapa senyawa (Diaz *et al.*, 1997). Kelebihan metode ini adalah dapat menganalisis data yang besar dan mempunyai variasi sifat yang banyak.

Dalam analisis data spektroskopi FTIR, kalibrasi multivariat yang dapat digunakan salah satunya adalah PLS (*Partial Least Square*) yang digunakan untuk analisis kuantitatif dengan membuat kalibrasi dan PCA (*Principle Component Analysis*) sebagai analisis kualitatif dengan prinsip mencari komponen utama yang merupakan kombinasi linier peubah asli.

1. PLS (*Partial Least Square*)

Analisis kuantitatif data spektroskopi dan elektrokimia telah banyak menggunakan teknik kalibrasi multivariat, salah satunya yaitu PLS (*Partial Least square*). PLS menggunakan kombinasi linier dari variabel prediksi dari pada variabel aslinya. Variabel yang memiliki korelasi tinggi dengan variabel respon diberi bobot lebih karena akan lebih efektif dalam perkiraan. Dengan cara ini kombinasi linier dari variabel prediksi dipilih dan sangat berhubungan dengan variabel prediksi (Miller & Miller, 2005).

Inti dari PLS adalah untuk menghitung nilai matriks X dan Y untuk membuat model regresi antara nilai-nilai tersebut. Kelebihan dari PLS dibanding dengan regresi berganda adalah dalam mengatasi masalah kolineritas data, peubah penjelas (X) yang banyak, dan juga dapat secara simultan memodelkan beberapa respon peubah (Y) (Wold, 1995). Kelebihan utama PLS adalah kemampuannya untuk membangun korelasi antara spektra FTIR dengan analit, meskipun tidak terlihat adanya perbedaan yang teramati secara visual dalam spektra FTIR (Che Man, 2005).

2. PCA (*Principle Component Analysis*)

PCA merupakan teknik yang digunakan untuk mengurangi jumlah peubah dalam suatu matrik data. Prinsip PCA yaitu mencari komponen utama yang merupakan kombinasi linier dari peubah asli. Komponen-komponen utama yang dipilih sedemikian rupa sehingga komponen utama pertama memiliki variasi terbesar dalam set data, sedangkan komponen utama kedua tegak lurus terhadap komponen utama pertama dan memiliki variasi terbesar berikutnya (Miller & Miller, 2005).

Kedua komponen utama pertama ini pada umumnya digunakan sebagai bidang proyeksi untuk pemeriksaan visual data multivariat. Jika jumlah varian dari komponen utama satu (PC1) dan (PC2) lebih besar dari 70% maka score plot memperlihatkan visualisasi dua dimensi yang baik.

Penelitian yang telah dilakukan menggunakan PCA untuk membedakan rambut dari kelompok ras yang berbeda, sehingga hasil analisis PCA dapat digunakan untuk membedakan antar spesies, jenis kelamin, dan antara anak-anak dengan orang dewasa (Miller & Miller, 2005).

