

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*)

Klasifikasi ikan kakap merah menurut Saanin (1968) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia  
Filum : Chordata  
SubFilum : Vertebrata  
Kelas : Pisces  
SubKelas : Teleostei  
Ordo : Percomorphi  
SubOrdo : Percoidea  
Famili : Lutjanidae  
Genus : *Lutjanus*  
Spesies : *Lutjanus sp.*



**Gambar 1. Ikan kakap merah**

Ikan kakap merah mempunyai badan bulat pipih yang memanjang, dengan sirip di punggung, dapat mencapai panjang 20 cm, umumnya 25 sampai 100 cm, gepeng, batang sirip ekor lebar, mulut lebar, sedikit serong, dan gigi-giginya halus. Bagian punggung warnanya mendekati keabuan, putih perak bagian bawah, sirip-siripnya abu-abu gelap. Ikan kakap merah mempunyai bagian bawah penutup insang yang berduri kuat dan bagian atas

penutup insang terdapat cuping bergerigi. Ikan kakap merah termasuk ikan buas, makanannya ikan-ikan kecil dan *crustacea* (Ditjen perikanan, 1990).

Ikan kakap merah tergolong ikan demersal, selalu berkelompok dan bersembunyi di karang-karang. Ikan kakap merah hidup di perairan pantai, muara-muara sungai, teluk-teluk, dan air payau. Daerah penyebaran ikan kakap merah terutama pantai utara Jawa, sepanjang pantai Sumatera bagian timur, Kalimantan, Sulawesi Selatan, Arafuru Utara, Teluk Benggala, Pantai India, Teluk Siam, sepanjang pantai laut Cina Selatan, Philipina selatan sampai pantai Utara Australia, dan dangkalan Barat sampai Afrika Timur (Ditjen Perikanan, 1990).

Ikan kakap merah mengandung protein tinggi yaitu sebesar 18,2%. Komposisi kimia ikan kakap merah dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Komposisi kimia ikan kakap merah.**

Senyawa Kimia	Jumlah (%)
Air	80,3
Protein	18,2
Karbohidrat	0
Lemak	0,4
Abu	1,1

Sumber: Ditjen Perikanan (1990).

Menurut data Statistika Perikanan Tangkap Indonesia (DKP, 2005 dalam Setiawati, 2009), diketahui bahwa produksi ikan kakap merah dari tahun 2001-2005 cenderung meningkat dari 67.773 ton menjadi 97.044 ton. Data produksi ikan kakap merah Indonesia tahun 2001-2005 disajikan pada Tabel 2.

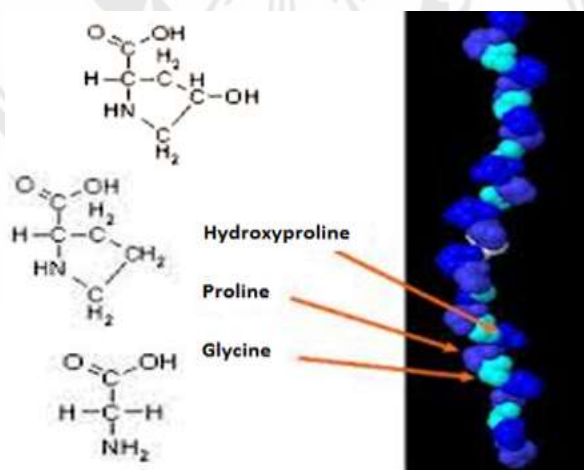
**Tabel 2. Produksi ikan kakap merah Indonesia tahun 2001-2005.**

Tahun	Jumlah (ton)
2001	67.773
2002	62.303
2003	74.233
2004	91.339
2005	97.044
Kenaikkan rata-rata 1992-2002	10,09%
Kenaikkan rata-rata 2004-2005	6,25%

Sumber: DKP (2005) dalam Setiawati (2009).

Kulit, tulang, dan gelembung renang ikan merupakan limbah yang secara komersial dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri gelatin karena bahan-bahan tersebut dihasilkan dalam jumlah banyak. Hal ini dapat memberikan keuntungan dan menambah penghasilan secara ekonomi bagi pengelola limbah industri perikanan. Tulang dan kulit ikan sangat berpotensi sebagai bahan pembuatan gelatin karena mencakup 10-20% dari berat tubuh ikan (Surono *et al.*, 1994).

## B. Kolagen



**Gambar 2. Struktur kolagen (Shoulders dan Ronald, 2010).**

Kolagen adalah protein serabut (fibril) yang mempunyai sifat fisiologis yang unik, terdapat di jaringan ikat pada kulit, tendon, tulang, kartilago, dan lain-lain (Wong, 1989). Ada juga yang mendefinisikan kolagen adalah protein serabut (fibril) yang mempunyai fungsi kurang larut,

amorf, dapat memanjang, dan berkontraksi. Pada mamalia, kolagen terdapat di kulit, tendon, tulang rawan, dan jaringan ikat. Demikian juga pada burung dan ikan, sedangkan pada avertebrata kolagen terdapat pada dinding sel (Junianto *et al.*, 2006). Komponen kolagen merupakan komponen struktural utama dari jaringan ikan putih (*white connective tissue*) yang meliputi hampir 30% dari protein pada jaringan dan organ tubuh vertebrata dan invertebrata (Haris, 2008). Protein serabut ini tidak larut dalam pelarut encer, sukar dimurnikan, susunan molekulnya terdiri dari molekul yang panjang dan tidak membentuk kristal (Winarno, 1997).

Kolagen berfungsi sebagai elemen penahan tekanan serta pengikat pada tulang hewan vertebrata (Glicksman, 1969). Kolagen murni sangat sensitif terhadap reaksi enzim dan kimia seperti alkali dapat menyebabkan kolagen mengembang dan dikonversikan menjadi gelatin. Selain itu kolagen juga larut dalam pelarut asam (Haris, 2008).

Kolagen berisi asam amino spesifik glisin, prolina, hidroksiprolina dan arginin. Asam amino ini memiliki pengaturan yang biasa di masing-masing rantai tiga sub-unit kolagen.

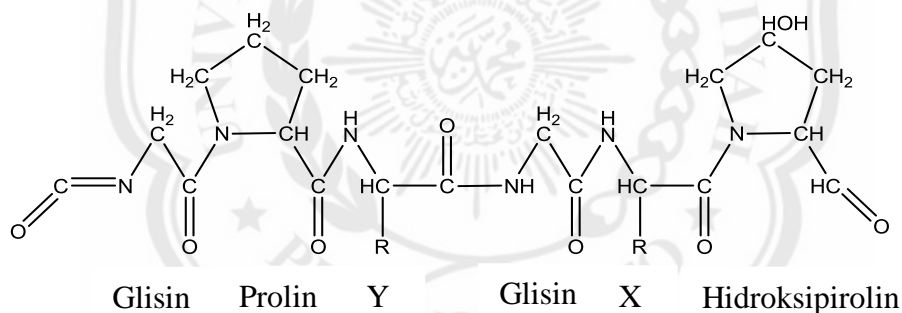
Unit struktural pembentuk kolagen adalah tropokolagen yang mempunyai struktur batang dengan BM 300.000, diameter 5Å, dan terdapat tiga rantai polipeptida yang di dalamnya bersama-sama membentuk struktur heliks yang disebut rantai  $\alpha$ . Rantai ini mengandung 1000 residu asam amino dengan komposisi yang sangat bervariasi (Bennion, 1980). Haris (2008), menambahkan dimana tiap tiga rantai polipeptida membentuk struktur heliks tersendiri, menahan bersama-sama dengan ikatan hidrogen antara grup NH dari residu glisin pada rantai yang satu dengan grup CO pada rantai lainnya. Cincin pirolidin, prolin, dan hidroksiprolin membantu membentuk rantai polipeptida dan memperkuat tripel heliks.

Molekul kolagen tersusun dari kira-kira dua puluh asam amino yang memiliki bentuk agak berbeda tergantung pada sumber bahan bakunya. Konversi kolagen yang bersifat tidak larut dalam air menjadi gelatin yang bersifat larut dalam air merupakan transformasi esensial dalam pembuatan

gelatin. Agar dapat diekstraksi, kolagen harus diberi perlakuan awal. Ekstraksi ini dapat menyebabkan pemutusan ikatan hidrogen diantara ketiga rantai tropokolagen menjadi tiga rantai bebas, dua rantai saling berikatan dan satu rantai bebas, serta tiga rantai yang masih berikatan (Poppe, 1992).

### C. Gelatin

Gelatin merupakan protein konversi bersifat larut air yang diperoleh dari hidrolisis kolagen yang bersifat tidak larut air. Tulang sapi, kulit sapi, dan kulit babi adalah bahan yang biasa digunakan untuk memperoleh gelatin (Martianingsih dan Atmaja, 2010). Menurut Halal Guide (2007), menyatakan bahwa gelatin merupakan protein dari kolagen tulang, kulit, membran, dan bagian tubuh berkolagen lainnya. Gambar 3 merupakan struktur dari gelatin.



**Gambar 3. Struktur kimia gelatin (Poppe, 1992 dalam Haris, 2008).**

Gelatin tersusun dari asam amino yang membentuk ikatan peptida. Pada Gambar 3, dapat dilihat susunan asam amino gelatin Gly-X-Y dimana X umumnya asam amino prolin dan Y umumnya asam amino hidroksiprolin. Pada gelatin tidak terdapat triptofan sehingga tidak dapat digolongkan protein lengkap (Haris, 2008).

Gelatin termasuk molekul besar. Berat molekul (BM) gelatin mencapai 90.000 sedangkan pada gelatin komersial berkisar antara 20.000-70.000 (Ward dan Court, 1977). Balian dan Bowes (1977), menyatakan bahwa berat molekul (BM) gelatin merupakan kelipatan 768 atau kelipatan

$C_{32}H_{52}O_{12}N_{10}$ . Menurut Bennion (1980), gelatin merupakan produk utama yang berasal dari kolagen dengan pemanasan yang dikombinasi dengan perlakuan asam atau alkali. Gelatin dapat diperoleh dengan cara denaturasi dari kolagen. Pemanasan kolagen secara bertahap akan menyebabkan struktur rusak dan rantai-rantainya terpisah. Berat molekul, bentuk, dan konformasi larutan kolagen sensitif terhadap perubahan temperatur yang dapat menghancurkan mikro molekulnya (Wong, 1989).

Gelatin tersusun dari asam amino yang saling terikat melalui ikatan peptida membentuk gelatin. Asam amino yang paling banyak terkandung dalam gelatin antara lain glisin (26,4%-30,5%), prolin (16,2%-18%), hidroksiprolin (13,5%), asam glutamat (11,3%-11,7%), lisin (4,1%-5,2%), arginin (8,3%-9,1%), dan alanin (8,6%-10,7%). Gelatin ikan mengandung asam amino antara lain glisin (21,8%), prolin (6,8%), hidroksiprolin (10,5%), asam glutamat (13,7%), lisin (4,5%), arginin (10,6%), dan alanin (8,5%). Gelatin adalah derivat protein dari serat kolagen yang ada pada kulit, tulang, dan tulang rawan. Susunan asam aminonya hampir mirip dengan kolagen, dimana glisin sebagai asam amino utama dan merupakan 2/3 dari seluruh asam amino yang akan menyusunnya, 1/3 asam amino yang tersisa diisi oleh prolin dan hidroksiprolin (Yustika, 2000).

Gelatin secara kimiawi diperoleh melalui rangkaian proses hidrolisis kolagen yang terkandung dalam kulit dan tulang (Abustam dan Said, 2004). Protein kolagen secara ilmiah dapat “ditangkap” untuk dikonversi menjadi gelatin. Gelatin juga mempunyai daya pembentuk gel yang cukup tinggi dan bersifat *heat reversible* artinya gel yang sudah terbentuk akan dapat larut kembali pada pemanasan.

Gelatin terbagi menjadi dua tipe berdasarkan perbedaan proses pengolahannya, yaitu tipe A dan tipe B. Dalam pembuatan gelatin tipe A, bahan baku diberi perlakuan perendaman dalam larutan asam sehingga proses ini dikenal dengan proses asam. Dalam pembuatan gelatin tipe B, perlakuan yang diberikan dengan perendaman dalam larutan basa. Proses ini disebut alkali (Utama, 1997). Perbedaan sifat antara gelatin tipe A dan tipe

B dapat dilihat pada Tabel 3, standar mutu gelatin dilihat pada Tabel 4, dan komposisi asam amino dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 3. Sifat gelatin berdasarkan cara pembuatannya.**

	Gelatin tipe A	Gelatin tipe B
Kekuatan gel (gram <i>bloom</i> )	50 – 300	50-300
Viskositas (cPs)	1,5 – 7,5	2,0 – 7,5
Kadar abu (%)	0,3 – 2,0	0,5 – 2,0
pH	3,8 – 6,0	5,0 – 7,1
Titik isoelektrik	7,0 – 9,2	4,7 - 5,4

Sumber: GMIA (2012).

**Tabel 4. Standar mutu gelatin.**

Karakteristik	Syarat
Warna	Tidak berwarna
Bau, rasa	Normal (dapat diterima konsumen)
Kadar air	Maksimum 16%
Kadar abu	Maksimum 3,25%
Logam berat	Maksimum 50 mg/kg
Arsen	Maksimum 2 mg/kg
Tembaga	Maksimum 30 mg/kg
Seng	Maksimum 100 mg/kg
Sulfit	Maksimum 1000 mg/kg

Sumber: SNI 06-3735-1995.

**Tabel 5. Komposisi Asam amino gelatin.**

Asam Amino Non-essensial	Persentase (%)	Asam Amino Essensial	Persentase (%)
Glisin	26,00 – 27,00	Arginin	8,60 – 9,30
Prolin	14,80 – 17,60	Lisin	4,10 – 5,90
Hidroksiprolin	12,60 – 14,40	Leusin	3,20 – 3,60
Asam Glutamat	10,20 – 11,70	Valin	2,50 – 2,70
Alanin	8,70 – 9,60	Phenilalanin	2,20 – 2,26
Asam aspartat	5,50 – 6,80	Threonin	1,90 – 2,20
Serin	3,20 – 3,60	Isoleusin	1,40 – 1,70
Hidroksilisin	0,76 – 1,50	Methionin	0,60 – 1,00
Tirosin	0,49 – 1,10	Histidin	0,60 – 1,00
Sistin	0,10 – 0,20	Triptofan	0,00 – 0,30

Sumber: Tourtellotte (1980).

Bahan baku yang biasanya digunakan pada proses asam adalah tulang dan kulit babi, sedangkan bahan baku yang biasa digunakan pada proses basa adalah tulang dan tulang jangat sapi. Gelatin larut dalam air, asam asetat dan pelarut alkohol, seperti gliserol, propilen glikol sorbitol, dan

manitol, tetapi tidak larut dalam alkohol, aseton, karbon tetraklorida, benzena, petroleum eter dan pelarut organik lainnya (Haris, 2008).

Gelatin larut dalam air, asam asetat, dan pelarut alkohol seperti gliserol, propilen glikol, sorbitol, dan manitol (Viro, 1992), tetapi tidak larut dalam alkohol, aseton, karbon tetraklorida, benzena, petroleum eter, dan pelarut organik lainnya. Dalam kondisi tertentu gelatin larut dalam campuran aseton-air dan alkohol-air.

Gelatin mudah larut pada suhu 71,1 °C dan cenderung membentuk gel pada suhu 48,9 °C; sedangkan pemanasan yang dilakukan untuk melarutkan gelatin sekurang-kurangnya 49 °C atau biasanya pada suhu 60-70 °C (Haris, 2008). Sifat fungsional gelatin sangat penting dalam aplikasi suatu produk. Sifat fungsional dari suatu protein (gelatin) dapat berupa kriteria berikut ini: organoleptik meliputi warna dan bau; hidrasi meliputi pengemulsian, pembuihan, dan pembentukan film; struktur meliputi kekenyalan, adhesitas, dan pembentukan adonan (Haris, 2008).

Gelatin adalah salah satu bahan yang banyak kegunaannya, baik dalam produk pangan maupun non-pangan. Manfaat dari gelatin di antaranya sebagai pembentuk busa (*whipping agent*), pengikat (*binder agent*), penstabil (*stabilizer*), pembentuk gel (*gelling agent*), perekat (*adhesive*), peningkat viskositas (*viscosity agent*), pengemulsi (*emulsifier*), *finning agent*, *crystal modifier*, dan pengental (*thickener*). Industri pangan yang memanfaatkan gelatin di antaranya pada industri susu, industri permen, es krim, margarin, dan produk jelly. Sedangkan pada industri non-pangan gelatin digunakan pada industri farmasi, fotografi, kosmetik, dan industri kertas. Gelatin juga dapat digunakan dalam bahan pembuat kapsul, pengikat tablet, dan mikroenkapsulasi dalam bidang farmasi. Gelatin dalam industri fotografi digunakan sebagai pengikat bahan peka cahaya, dan pada industri kosmetik, gelatin digunakan untuk menstabilkan emulsi pada produk-produk shampoo, penyegar dan lotion, sabun, lipstik, cat kuku, krim pelindung sinar matahari.

#### **D. Pembuatan Gelatin**

Dalam pembuatan gelatin secara umum terdapat dua macam metode perendaman yaitu perendaman menggunakan asam yang menghasilkan tipe A dan perendaman menggunakan basa yang menghasilkan tipe B. Pada proses pembuatan gelatin tipe A (melalui proses asam), bahan baku diberi perlakuan perendaman dalam larutan asam seperti asam klorida, asam sulfat, asam sulfat atau asam fosfat, sedangkan proses pembuatan gelatin tipe B (melalui proses basa), perlakuan yang diberikan adalah perendaman dalam air kapur, proses ini lebih dikenal sebagai proses alkali (Utama, 1997). Berdasarkan kekuatan ikatan kovalen silang protein dan jenis bahan yang diekstrak, maka penerapan jenis asam maupun basa organik dan metode ekstraksi lainnya seperti lama hidrolisis, pH dan suhu akan berbeda-beda (Gilsenan dan Murphy, 2000).

Menurut Ward dan Courts (1977), pembuatan gelatin secara basa kurang efektif untuk produksi gelatin, karena dalam waktu yang sama jumlah kolagen yang dihidrolisis oleh larutan basa jauh lebih sedikit daripada larutan asam. Oleh karena itu, perendaman dengan larutan basa membutuhkan waktu jauh lebih lama dibanding dengan proses asam untuk menghidrolisis kolagen.

Sedangkan menurut Karim dan Bhat (2008), pembuatan gelatin secara asam umumnya lebih sesuai untuk tulang ikan. Namun, jenis larutan asam yang digunakan dapat sangat bervariasi, baik larutan asam organik maupun anorganik. Asam mampu mengubah serat kolagen tripel heliks menjadi rantai tunggal, sedangkan larutan perendaman basa hanya mampu menghasilkan rantai ganda.

Nurilmala (2004), telah melakukan penelitian terhadap gelatin ikan dengan larutan asam klorida pada variasi konsentrasi dan suhu, kemudian diikuti dengan ekstraksi dalam air hangat dan pengeringan untuk memperoleh gelatin dalam bentuk kering. Hasil yang didapat adalah gelatin dengan rendemen terbanyak diperoleh melalui perendaman dalam asam

klorida dengan suhu 80 °C. Variasi konsentrasi serta waktu terbaik yang dapat digunakan ialah konsentrasi 5% selama 12 jam.

Pada prakteknya terdapat banyak cara untuk memproduksi gelatin walaupun prinsip yang digunakan sama. Perbedaan yang ada antara lain adalah konsentrasi asam dan basa, suhu dan waktu ekstraksi, lamanya perendaman, suhu, dan waktu pemanasan, serta bahan kimia yang digunakan.

Menurut Hinterwaldner (1997), proses pembuatan gelatin dibagi dalam tiga tahap:

1. Tahapan persiapan bahan baku antara lain penghilangan komponen non kolagen dari bahan baku.
2. Tahap konversi kolagen menjadi gelatin.
3. Tahap pemurnian gelatin dengan penyaringan dan pengeringan.

Tahapan pertama dalam pembuatan gelatin yaitu *degreasing* (tahap persiapan). Pada tahap ini dilakukan proses pencucian atau pembersihan pada tulang atau kulit. Proses pembersihan dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan atau membuang kotoran, sisa-sisa daging, sisik, dan lemak yang ada pada tulang maupun lapisan luar yang mengandung deposit-deposit lemak tinggi. Sebelumnya dapat dilakukan pemanasan dengan air mendidih selama 1-2 menit untuk memudahkan pembersihan. *Degreasing* adalah proses penghilangan lemak dari jaringan tulang yang dilakukan pada suhu optimum (antara titik cair lemak dan suhu koagulasi albumin tulang). Proses *degreasing* yang optimum adalah suhu 32-80 °C sehingga menghasilkan kelarutan lemak yang optimum (Haris, 2008).

Selanjutnya dilakukan proses demineralisasi yaitu proses penghilangan kalsium dan garam di dalam tulang, sehingga dihasilkan tulang lunak yang disebut *ossein* dimana terdapat kolagen di dalamnya. *Ossein* adalah tulang lunak yang mengandung kolagen dan protein lainnya (Hinterwaldner, 1997). Asam yang digunakan dalam proses demineralisasi adalah asam klorida dengan konsentrasi 4-7%. Asam anorganik yang digunakan adalah asam hidroklorat, klorida fosfat, dan sulfat (Haris, 2008).

Sedangkan menurut Hinterwalder (1997), proses demineralisasi ini sebaiknya dilakukan dalam wadah tahan asam selama beberapa hari sampai dua minggu.

Tahapan selanjutnya dilakukan ekstraksi dengan menggunakan air panas, dimana proses ini terjadi denaturasi, peningkatan hidrolisis dan kelarutan gelatin dengan temperatur ekstraksi yang digunakan antara 50-100 °C, sedangkan pH ekstraksi dapat bervariasi untuk tiap metode (Hinterwaldner, 1997). Sedangkan pH ekstraksi kolagen yang dilakukan dalam suasana asam pada pH (4-5) dilakukan karena pada umumnya pH tersebut merupakan titik isoelektrik dari komponen-komponen protein non kolagen, sehingga mudah terkoagulasi dan menghilang.

Hasil ekstraksi yang didapatkan dipekatkan lebih dulu sebelum dilakukan pemekatan. Pemekatan dilakukan untuk meningkatkan total solid larutan gelatin sehingga mempercepat pengeringan. Tahap ini dilakukan dengan evaporator vakum, selanjutnya dikeringkan dalam oven 40-50 °C hingga suhu 100 °C (Nurilmala, 2004).

#### **E. Spektrofotometri Inframerah Transformasi Fourier (FTIR)**

Spektroskopi inframerah merupakan teknik analisis yang cepat, tidak merusak (*non destructive*), sensitif, serta tidak melibatkan penyiapan sampel yang rumit. FTIR merupakan gabungan instrumen dispersif konvensional IR dengan komputer dan mikroprosesor. Komponen instrumen FTIR serupa dengan spektrometer UV-tampak, tetapi sumber energi, detektor, dan komponen optiknya sedikit berbeda. Perbedaan utamanya yaitu terletak pada sumber energi dan sel. Sinar inframerah mempunyai energi yang lebih rendah dari sinar ultraviolet, sehingga tebal sel yang dipukul pada spektrofotometer lebih tipis dari pada spektrofotometer lainnya (Adri, 2012).

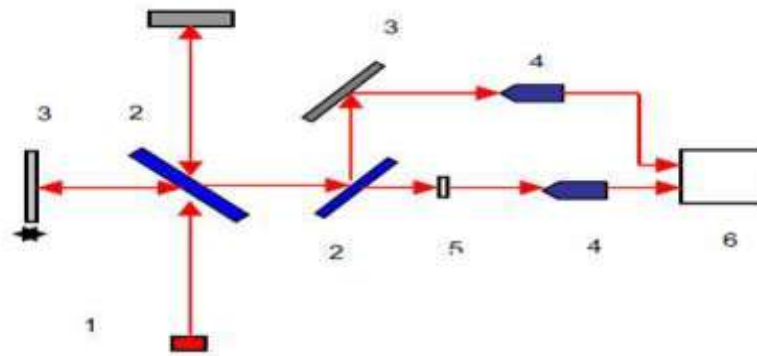
Radiasi IR yaitu terletak di antara panjang gelombang 0,78-1000  $\mu\text{m}$  atau bilangan gelombang 12800-10  $\text{cm}^{-1}$ . Spektrumnya terdiri atas radiasi inframerah dekat (12800-4000  $\text{cm}^{-1}$ ), menengah (4000-200  $\text{cm}^{-1}$ ), dan jauh

(200-10  $\text{cm}^{-1}$ ). Daerah spektrum yang sering digunakan untuk analisis kualitatif sistem organik seperti untuk berbagai keperluan praktisi analisis dalam bidang industri, bahan pertanian dan kendali mutu adalah pada 4000-670  $\text{cm}^{-1}$  atau daerah IR tengah, yang mana kebanyakan vibrasi-vibrasi dasar ditemukan pada daerah ini. Sementara itu daerah IR dekat pada umumnya digunakan untuk konfirmasi struktur kimia (Adri, 2014).

Menurut Khopkar (2002), energi radiasi IR digunakan hanya untuk transisi molekul yang melibatkan vibrasi. Efek yang ditimbulkan dari vibrasi menyebabkan perubahan momen dipol. Radiasi medan listrik yang berubah-ubah akan berinteraksi dengan molekul dan akan menyebabkan perubahan amplitudo salah satu gerakan molekul. Dampak dari interaksi tersebut menghasilkan serapan yang khas dari setiap komponen atau struktur molekul. Serapan gugus fungsional berada pada kisaran 4000-1500  $\text{cm}^{-1}$  sedangkan untuk yang spesifik antara 1500-400  $\text{cm}^{-1}$  (daerah sidik jari).

Spektroskopi FTIR terdiri dari 5 bagian utama, yaitu:

- a. Sumber sinar, yang terbuat dari filamen Nerst atau globar yang dipanaskan menggunakan listrik dengan menggunakan listrik hingga temperatur 1000-1800  $^{\circ}\text{C}$ .
- b. *Beam splitter*, berupa material transparan dengan indeks relatif, sehingga menghasilkan 50% radiasi akan direfleksikan dan 50% radiasi akan diteruskan.
- c. Interferometer, merupakan bagian utama dari FTIR yang berfungsi untuk membentuk interferogram yang akan diteruskan menuju detektor.
- d. Daerah cuplikan, dimana berkas acuan dan cuplikan masuk ke dalam daerah cuplikan dan masing-masing menembus sel acuan dan cuplikan yang bersesuaian.
- e. Detektor, alat untuk mengukur energi pancaran yang lewat akibat panas yang dihasilkan. Detektor yang biasanya digunakan adalah termokopel dan balometer.



**Keterangan:** 1) Sumber inframerah, 2) Pembagi berkas (*Beam Splitter*), 3) Kaca pemantul, 4) Sensor inframerah, 5) Sampel, dan 6) Display.

**Gambar 4.** Skema alat spektrofotometer FTIR (Strchur *et al.*, 2002).

Mekanisme yang terjadi pada alat 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 yang sampai pada detektor ini akan menghasilkan sinyal pada detektor yang terdapat di *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 (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 (Tahid, 1994).

Analisis dengan FTIR lebih cepat dan lebih sensitif daripada IR dispersif. Penggunaan interferometer Michelson mampu mengatasi kelemahan sistem dispersif dalam penggunaan energi karena pada sistem dispersif banyak energi yang terbuang akibat penggunaan model deteksi pemindaian. FTIR juga memiliki perbaikan dari segi laju koleksi sinyal, keakuratan data terkait dengan hasil pengukuran laser dari kaca bergerak, linearitas absorbans karena tidak ada penghamburan cahaya, dan penyimpanan serta mutu data melalui peningkatan resolusi atau koreksi garis dasar (Adri, 2012).

Spektrofotometri FTIR pada saat ini dapat digunakan untuk analisis kualitatif serta kuantitatif. Model analisis kuantitatif dan kuantitatif ini dikembangkan dengan memanfaatkan informasi dari pola sidik jari yang bersifat khas sebagai variabel yang mempengaruhi penampakan kimiawi seperti aktivitas biologis, konsentrasi, dan polarisabilitas, dimana spectra sidik jari ini berarti bahwa tidak ada 2 molekul suatu senyawa yang mempunyai spektrum IR yang sama, baik dari jumlah puncak, intensitas, atau frekuensi eksak untuk tiap puncak (Gandjar dan Rohman, 2012).

Interaksi antara radiasi infra merah dengan materi dapat dipahami dalam hal perubahan-perubahan dipol molekul yang berkaitan dengan vibrasi dan rotasi. Untuk memulai model dasar, suatu molekul dapat dilihat sebagai sistem massa yang dihubungkan dengan ikatan-ikatan dengan sifat seperti pegas. Dengan mengambil kasus sederhana molekul diatomik, molekul seperti ini (molekul diatomik) mempunyai 3 derajat kebebasan translasional dan 2 derajat bebas rotational. Atom-atom dalam molekul juga dapat bergerak relatif satu sama lain, karena panjang ikatan satu atom dengan atom lain dapat bervariasi. Hal ini merupakan penjelasan dari

*stretching* (uluran) dan *bending* (tekukan) yang disebut juga vibrasi (Gandjar dan Rohman, 2012).

Jenis atau bentuk yang paling sederhana dari suatu gerakan vibrasional dalam molekul yang bersifat infra merah aktif adalah gerakan uluran (*stretching*) yang melibatkan perubahan pada panjang ikatan, dan vibrasi tekukan (*bending*, biasa disingkat dengan *bend*), yang melibatkan perubahan sudut ikatan. Beberapa ikatan dapat mengalami uluran sefase (simetris) atau berlawanan (asimetris). Secara umum, vibrasi uluran asimetri terjadi pada frekuensi yang lebih tinggi (panjang gelombang lebih rendah) dibanding vibrasi uluran simetri. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi frekuensi vibrasi seperti *coupling* vibrasi, ikatan hidrogen, efek induksi, efek resonansi, efek sudut ikatan, dan efek medan (Gandjar dan Rohman, 2012).

