

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tumbuhan Ketumbar (*Coriandrum sativum L.*)

Tumbuhan ketumbar (*Coriandrum sativum Linn*) dari daerah sekitar Pegunungan Kaukasuss pada Timur Tengah dan Laut Tengah. *fructus coriandri* merupakan nama Biji ketumbar yang dikeringkan disana. Di Indonesia tumbuhan ketumbar disebut dengan ketumbar (Jawa dan Gayo), katuncar (Sunda), katumbare (Bugis dan Makassar), ketumba (Aceh), katumba (Nusa Tenggara), katombar (Madura), katumba (Padang), dan hatumbar (Medan) (Handipoentyani dan Wahyuni, 2004).

Tempat budidaya ketumbar berada pada dataran tinggi dan juga berada pada dataran rendah dengan ketinggian mencapai hingga 2.000 m di atas permukaan laut. Setelah berumur tiga bulan tumbuhan ketumbar baru diperpanjang, lalu dikeringkan, dan bijinya ketumbar yang memiliki warna coklat dipisahkan dari tumbuhannya. Umumnya ketumbar diperlukan untuk bumbu rumah tangga, oleh karena itu hasil panennya dijual di pasar tradisional. (Hadipoentyanii dan Wahyuni, 2004; Astawan, 2009).

Di Indonesia Tumbuhan ketumbar masih tidak terlalu banyak yang menanamnya, biasanya para petani membudidayakannya dengan sistem tumpangsari pada lahan pekarangan, dan masih langka dengan monokultur. Biji ketumbar diproduksi sebanyak 1.500 ton/tahun dan nilai tersebut merupakan yang paling tinggi tercatat. Daerah dengan budidaya yang cocok dan telah diproduksi adalah Cipanas, sebagian daerah di Sumatera Barat, Boyolali, Cibodas, Salatiga, Jember, dan Temanggung (Astawan, 2009).

2.1.1 Taksonomi dan Morfologi Tumbuhan Ketumbar

Tumbuhan ketumbar merupakan tumbuhan yang hidup tergantung pada musim, tumbuhan ketumbar memiliki panjang hingga satu meter, ketumbar memiliki akar dengan tipe akar bercabang, akarnya memiliki warna putih, dan tunjang bulat. Ketumbar memiliki batang yang ada lubangnya, tekstur kayunya lunak, dan memiliki percabangan dikotom yang beralur dan berwarna hijau.. Daunnya menyirip,majemuk, berselundang dengan tepi hijau keputihan.Ketumbar memiliki tangkai yang ukurannya berkisar 5-10 cm. Bijinya berwarna kuning kecokelatan dan berbentuk bulat. Pada buah Buah ketumbar memiliki bentuk yang bulat, saat buanya masih berumur muda

bukunya memiliki warna hijau, tetapi saat umur buah ketumbar mencapai usia tua, buah ketumbar memiliki warna kuning yang kecokelatan. (Hadipoentyani dan Wahyuni, 2004; Astawan, 2009).



Gambar 2.1. Morfologi Tumbuhan Ketumbar

Sumber : USDA, 2010

Taksonomi tanaman ketumbar diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Sub kingdom	: Trachebionta
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Sub kelas	: Rosidae
Ordo	: Apiales
Famili	: Apiaceae
Genus	: Coriandrum
Spesies	: <i>Coriandrum sativum</i>

(Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 2004)

2.1.2 Biji Ketumbar

2.1.2.1 Kandungan Gizi dan Khasiat

Kandungan yang bermanfaat pada tanaman ketumbar sangatlah banyak, salah satunya pada biji ketumbar yang terkandung vitamin, mineral dan minyak atsiri. Biji ketumbar mengandung berbagai Mineral yang dapat dimanfaatkan bagi tubuh manusia yaitu fosfor, magnesium, kalsium, besi dan potassium. Salah satu mineral yang terkandung dalam biji ketumbar yang memiliki manfaat baik bagi tubuh adalah kalsium, kalisum ini

sangan berguna dalam menjaga agar tekanan darah tetap berada pada nilai normalnya selain itu juga berperan sebagai mineral di dalam tulang. Biji ketumbar juga mengandung magnesium yang merupakan berfungsi dalam memetabolisme potassium serta kalsium, dan magnesium juga dapat meningkatkan kinerja enzim untuk memetabolisme energi. Terdapat juga kandungan fosfor yang membantu tulang dalam proses pertumbuhannya dan pembentukannya. Selain itu fosfor dapat membantu untuk tetap menstabilkan keseimbangan basa dan asam di dalam badan manusia, selanjutnya biji ketumbar juga mengandung potassium yang menolong keseimbangan cairan elektrolit didalam badan. Kemudian biji ketumbar juga mengandung mineral besi yang bermanfaat untuk proses pembentukan hemoglobin mioglobin otot dan sel darah merah (Astawan, 2009).

Vitamin C dan B banyak terdapat didalam biji ketumbar, antioksidan merupakan manfaat dari vitamin C, antioksidan membantu dalam pencegahan dan menuurnkan resiko bahaya karena diakibatkan oleh radikal bebas, dimana bisa memperburuk system metabolisme tubuh yang diakibatkan oleh senyawa radikal bebas. Salah satu jenis vitamin B dimanfaatkan oleh tubuh didalam melakukan metabolisme adalah niasin, sangat berperan dalam memetabolisme karbohidrat, lemak dan protein yang diubah sebgaaai bentuk energi yang dapat dimanfaatkan tubuh. Biji ketumbar yang mengadung vitamin serta mineral dapat menaikkan kesegaran tubuh dan sebagai stimulan. (Astawan, 2009).

Biji ketumbar dimanfaatkan masyarakat untuk obat tradisional seperti karminatif, stimulan, antispasmodik, anti-rematik dan diuretik (Khare CP, 2007). Manfaat lain biji ketumbar yaitu sebagai antioksidan, anti bakteri dan antijamur (Shalini dan Mohanty, 2013). Selain itu juga memiliki aktivitas antidiabetes secara invivo (Sogara, dkk.,2014).

Minyak atsiri pada biji ketumbar mengandung flavonoid dan fenol. Flavonoid bermanfaat sebagai antioksidan dan antibakteri (Wangensteen et al., 2004), yaitu dapat membantu kinerja imunitas tubuh dikarenakan leukosit dapat memakan zat asing didalam tubuh. Biji ketumbar memiliki beberapa senyawa flavonoid yaitu asam ferulat, kuersetin, asam proto katekuatt rutin, asam vanilatt dan koumarat. Flavonol dan asam sinamat adalah derivate dari senyawa tersebut (Astawan,2009)

Tabel 2.1. Komposisi Nutrien Per 100 gram Biji Ketumbar

Komposisi	Jumlah	Satuan
Energi Metabolis	298	Kkal
Kadar air	11,2	%
Protein	12,37	%
Lemak	17,77	%
Serat	41,9	%
Kalsium	0,709	%
Fosfor	0,409	%
Magnesium	0,330	%
Sodium	0,035	%
Potassium	1,267	%
Besi	0,016	%
Minyak Atsiri	1	%
Niasin	2,13	mg
Riboflavin	0,29	mg
Asam Folat	0,1	mg
Vitamin C	21	mg

Sumber : USDA, 2010

2.1.2.2 Kultivar Biji Ketumbar

Kultivar bisa diartikan seperti sekumpulan tanaman terpilih untuk satu atau beberapa karakteristik khusus serta bisa terlihat perbedaanya dengan jelas dari jenis yang lain, dan karakteristik khusus nya tetap dipertahankan jika dengan cara tertentu diperbanyak, dengan cara aseksual ataupun seksual. Ada karakter yang dapat menjadi pembeda, dimanfaatkan untuk pengelompokan ketumbar yaitu (1) ketinggian tanaman, periode vegetatif, karakter daun dan percabangan (2) ekogeografi, dan (3) ukuran buah. (De Guzman and Siemonsma 1999; Diederichsen 1996). Ketumbar bisa dikelompokan menjadi dua kelompok dilihat dari ukuran buahnya , yaitu *Coriandrum sativum var. Microcarpum* DC bijinya berdiameter 1,5-3 mm, *Coriandrum sativum var. vulgare* Alert memiliki diameter biji 3-6 mm dan (Purseglove *et al.* 1981).

Ketumbar biasanya juga dibedakan menjadi 3 kelompok, yaitu kelompok *Coriandrum sativum var. sativum* dengan ciri ukuran yang buah besar, *Coriandum sativum var. micocarpum* yang ukuran buahnya kecil, dan *Coriandum sativum var.indicum* yang mempunyai bentuk buah yang lonjong. beberapa tipe ketumbar, seperti tipe Eropa, Kaukasia, Afrika Utara, India, Omanic, Siria, Asia Tengah, Ethiopia,dan Bhutanic berdasarkan ekogeografi. (De Guzman and Siemonsma 1999)

Dari penelitian yang berkaitan dengan pembahasan yaitu Hadipoentyani dan Wahyuni (2004), kultivar ketumbar dibagi 4 berdasarkan morfologinya :

Kelompok I yaitu Kultivar introduksi yang berasal dari Jepang. punya batang berwarna ungu muda, umur berbunga, daun berwarna hijau terang,

Kelompok II yaitu kultivar yang berasal dari wilayah Padanglawas, Sungaitarap, Sumatera Barat, Irak, Madiun, Sungayang, Mesir dan Thailand. Kultivar Thailand dan juga Mesir memiliki biji yang bulat.

Kultivar kelompok III yaitu yang berasal dari Jember dan Cipanas. dari morfologi, umumnya kultivar Cipanas punya sifat tersendiri, khususnya dicirikan oleh ukuran buah yang bulat dan kecil. kultivar Jember punya kesamaan dengan Kultivar Cipanas dalam hal tanaman pendek dan bentuk buah.

Terlihat pada tabel II.2 bahwa semakin kecil angka yang menunjukkan kultivar di baris dan kolom tersebut memiliki kemiripan/kesamaan semakin besar. Berdasarkan analisis jarak rata-rata hubungan terhadap kekerabatan (*average taxonomic distance*), kultivar ketumbar punya tingkat ketidaksamaan tertinggi adalah kultivar asal Cipanas dengan Temanggung.

Tabel 2.2. Ketidaksamaan Karakter 13 Kultivar Ketumbar Berdasarkan Sifat Morfologi Tanaman

	KP	CP	JB	MD	TG	SY	SB	PL	ST	MS	TL	IK	JP
KP	0.0000												
CP	1.8792	0.0000											
JB	1.7604	1.2037	0.0000										
MD	1.1058	13855	1.4058	0.0000									
TG	1.0871	1.9955	1.7325	1.3944	0.0000								
SY	1.4189	1.3450	1.3043	1.1888	1.4067	0.0000							
SB	1.8191	1.2906	1.1049	1.2281	1.7697	1.0073	0.0000						
PL	1.5033	1.5621	1.2024	1.3577	1.3670	1.2498	1.4934	0.0000					
ST	1.7229	1.4870	1.2403	1.4997	1.7662	1.1619	1.3642	1.0322	0.0000				
MS	1.5022	1.5823	1.4457	1.0844	1.3056	0.9970	1.1955	1.1702	1.3812	0.0000			
TL	1.2371	1.7298	1.4133	1.2088	1.1776	1.0989	1.5186	1.0263	1.3343	0.8342	0.0000		
IK	1.5355	1.7340	1.5705	1.2717	1.2252	1.2080	13687	1.0845	1.2677	0.8739	1.1382	0.0000	
JP	1.9216	1.6896	1.5969	1.4606	1.9544	1.4632	1.725	1.6099	1.6099	1.3121	1.5288	1.4525	0.0000

Ket : KP = Kadipekso, CP= Cipanas, JB=Jember, MD= Medan, TG= Temanggung, SY=Sungayang, SB= Sumbar, PL=Padang Lawas, ST= Sungai Tarap, MS= Mesir, TL=Thailand, IK=Irak, JP=Jepang

Sumber: Hadipoentyani dan Wahyuni, 2004

2.2 Adulterasi Bahan Baku

Adulterasi pada dasarnya merupakan pemalsuan produk ataupun pencampuran dengan menambahkan bahan atau senyawa yang berbahaya, kemudians menggunakan bahan-bahan yang mirip dengan bahan baku asli untuk menambah volume bahan baku sehingga memperbesar keuntungan (Cornet, 2006). Tabel di bawah ini menunjukkan bahan baku yang di adulterasi.

Tabel 2.3. Inventori Adulterasi Pangan dari Jenis Adulterasi dan Kategori Informasi

Komoditas Pangan	Jumlah	Persentase	Jenis Adulterasi	Kategori Informasi
Serealia	4	1,52 %	D,E,G,I	Pi
Umbi-umbian	1	0,38 %	J	Pi
Ikan	18	6,82 %	A,B,C,E,F,G,H	Pi,I,Pa
Daging	1	0,38 %	D	Pi
Susu dan produk telur	31	11,74 %	A,B,C,D,E,F,G,H,I	Pi,I,Pa
Sayur-sayuran	2	0,76 %	I	Pi
Kacang-kacangan	14	5,30 %	C,E,I	Pi,Pa
Buah-buahan	41	15,53 %	A,B,C,D,E,F,G	Pi,I,Pa
Minyak dan lemak	12	4,55 %	A,C,D,F,G,J	Pi,I,Pa
Bahan minuman	23	8,71 %	C,D,F,G,H,J	Pi,I,Pa
Bumbu-bumbuan	74	28,03 %	B,C,D,G,J	Pi,Pa
Konsumsi lainnya	16	6,06 %	A,C,D,F,G	Pi,I,Pa
Makanan jadi	20	7,58 %	C,D,E,F,G,H	Pi,I,Pa
Minuman beralkohol	7	2,65 %	A,C,J	Pi,I,Pa

Keterangan :

Jumlah : Hasil di Tabel II.3 berasal dari 145 sumber

Jenis Adulterasi : A = Ditambahkan dengan air; B = Ditambahkan bahan busuk, C = Ditambahkan bahan kimia yang berbahaya; D = Subtitusi dengan menggunakan bahan yang lebih murah; E = Kontaminasi alami (logam berat, histamin, mikotoksin); F = Kontaminasi dengan mikroorganisme (jamur & bakteri); G = Kontaminasi menggunakan Kotoran dan Serangga; H = Kontaminasi dengan kimiawi (pestisida); I = Modifikasi genetik; J = Mutu produk (unsur pokok) tidak memenuhi standar.

Kategori Informasi : Pi (Penelitian); I (Insiden); Pa (Pengawasan)

Tabel di atas memberikan gambaran adulterasi yang terbanyak terdapat pada bumbu dapur (antara lain : terasi dan garam) yaitu dari banyaknya kasus yang terjadi mencapai

28,03%. Adulterasi ini menyebabkan mutu produk tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan. (Asyanti,2005). Adulterasi secara tidak langsung sudah menipu para konsumen dikarenakan mereka terkecoh dengan produk yang telah dipasarkan tidak sesuai dengan apa yang diinginkan. (Cornet,2006)

2.2.1 Taksonomi dan Morfologi Jagung

Morfologi dari tanaman jagung adalah biji jagung biasanya dikenal sebagai kernel yang umumnya terdiri dari 3 (tiga) bagian yaitu endosperm, embrio dan juga dinding sel; daun akan menutupi hampir seluruh batang jagung dan terbentuk dari pelepas daun, batangnya Beruas dengan jumlah 10-40 ruas, sistem akar tanaman jagung terdiri atas akar-akar udara, koronal dan juga seminal, bunganya terdiri atas bunga jantan dan betina, dan lokasinya terpisah. Bunga betina berada di tongkol jagung kemudian bunga jantan tedapat di malai bunga (di ujung tanaman). (Bellfield,dkk 2008)



Gambar 2.2. Tanaman Jagung

Sumber dari: Puslitbang Tanaman Pangan, 2007

Taksonomi pada tanaman jagung diklasifikasikan seperti berikut ini:

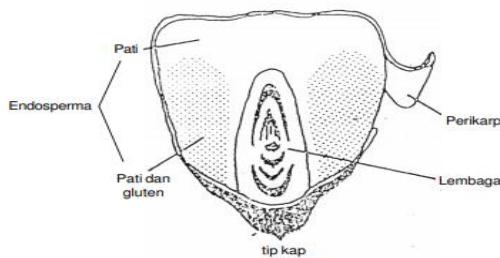
Kingdom	:	Plantae
Divisio	:	Spermatophyta
Sub divisio	:	Angiospermae
Class	:	Monocotyledoneae
Ordo	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Genus	:	Zea
Spesies	:	Zea mays L.

Sumber berasal: Puslitbang Tanaman Pangan, 2007.

2.2.2 Struktur Biji Jagung

Biji jagung yang telah matang terdiri atas empat bagian utama, Secara struktur yaitu lembaga, tip kap, perikarp, dan endosperm (Gambar 3). Perikarp merupakan lapisan yang membungkus biji kemudian berubah cepat ketika proses pembentukan biji. Selnya kecil dan tipis ketika kariopsis masih muda, namun seiring dengan bertambahnya umur biji, sel-sel itu berkembang.

Bagian terbesar pada biji jagung adalah endosperm, meliputi kurang lebih 85%, hampir seluruh terdiri atas bagian yang keras (*horny endosperm*) dan karbohidrat dari bagian yang lunak (*floury endosperm*). Lembaga terdiri atas radikel, skutelum dan plumula, kurang lebih 10% dan perikarp 5%. lapisan luar biji merupakan perikarp yang dilapisi oleh lapisan aleuron dan testa. Pada lapisan aleuron terdapat sekitar 10% protein. (Puslitbang Tanaman Pangan,2007).



Gambar 2.3. Struktur Biji Jagung

Sumber berasal : Puslitbang Tanaman Pangan, 2007

2.2.3 Adulteran Biji Jagung

Dari sumber berita kriminal yang beredar, ada beberapa produsen rempah-rempah instan yang merekayasa produknya dengan bahan baku yang murah dan tidak layak untuk dikonsumsi, seperti yang dikutip pada website radarcirebon.com, polisi mendapati produksi ketumbar oplosan, ketumbar itu dicampurkan dengan jagung yang kering, lalu digiling sampai halus kemudian dikemas dengan ukuran setengah kg hingga satu kg. Para produsen biasanya memanfaatkan biji jagung dengan harga jauh lebih murah dibandingkan dengan biji ketumbar, dengan tujuan untuk memperbanyak produksi dan menghasilkan keuntungan yang jauh lebih besar. Tetapi hal tersebut akan merugikan konsumen karena bisa menurunkan kualitas dari produk ketumbar ataupun yang dibeli.

2.3 Metode Analisis

2.3.1 Ekstraksi

Ekstrak adalah sediaan pekat yang didapatkan dengan cara mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati ataupun simplisia hewani menggunakan pelarut yang tepat, kemudian hampir semua pelarut diuapkan dan serbuk yang masih ada diperlakukan sama sampai memenuhi baku yang sudah ditetapkan (FI edisi IV, 1995). Pelarut digunakan seperti, air, eter atau campuran etanol dan air. Ekstraksi simplisia biasanya dilakukan dengan cara maserasi, perkolasai atau penyeduhan dengan air mendidih (FI edisi III, 1979).

Maserasi satu diantara metode yang digunakan dalam ekstraksi. Dan merupakan cara ekstraksi yang paling sederhana. Bahan simplisa dihaluskan sesuai dengan syarat farmakope yang biasanya dipotong kecil ataupun menjadi serbuk kasar yang nantinya dicampurkan dengan bahan pengekstrasi. Lalu simpan rendamen pada tempat jauh dari sinar matahari langsung agar reaksi yang dikatalisis cahaya atau perubahan warna lalu dikocok kembali. Setelah maserasi selesai, maka bahan yang diekstraksi pada bagian dalam sel dengan yang masuk kedalam cairan sudah tercapai keseimbangan maka proses difusi segera berakhir. Rendaman yang sudah dikocok berulang bisa menghasilkan keseimbangan konsentrasi bahan ekstraktif yang cepat di dalam cairan. turunnya perpindahan bahan aktif disebabkan oleh keadaan diam simplisia yang direndam ketika proses maserasi. (Voigt, 1995).

Kelebihan menggunakan metode ini yaitu peralatan yang digunakan sederhana dan dapat dilakukan dengan mudah, digunakan untuk senyawa yang tahan panas maupun yang tidak tahan panas. Sedangkan kerugiannya yaitu dalam mengekstraksi sampel dibutuhkan waktu yang lama, kemudian menggunakan cairan penyari, bahan yang mempunyai tekstur keras seperti benzoin, lilin dan tiraks tidak bisa menggunakan metode ini (Cahyono dkk.,2010).

2.3.2 Analisis *Fingerprint*

Fingerprint bisa menimbulkan sifat analit tertentu pada bahan baku produk jadi dan produk setengah jadi setelah diolah dengan tepat dan diperoleh dengan teknik analisis tertentu. Penelitian *fingerprint* dari obat herbal merupakan penelitian komprehensif dan interdisipliner karena didasarkan pada komposisi kimia dari produk herbal. (Yongyu, 2011).

Analisis sidik jari (*fingerprint analysis*) merupakan analisis yang secara luas telah diterima model evaluasi kualitas jamu, perbedaan tradisi, kondisi suatu negara, pola pikir menyebabkan penelitian dan metode fingerprinting menjadi beragam di berbagai negara. Contohnya ilmuwan Jepang menerima rebusan dari resep yang terdiri dari irisan simplisia trueborn sebagai ekstraksi standar, dan sidik jari yang diperoleh dari ekstraksi standar diambil untuk standar analisis sidik jari.

FDA (*Food and Drug Administration*) mulai menerima analisis *fingerprint*, sebab analisis *fingerprint* bisa digunakan untuk pengendalian kualitas zat produk obat herbal. Perancis, India, Inggris, Jerman, dan WHO juga telah menggunakan analisa *fingerprint* untuk kualitas tanaman obat agar dievaluasi. Produsen di Cina diwajibkan oleh *Food and Drug Administration* (SFDA) negara Cina untuk standarisasi bahan baku yang terbuat dari pengobatan tradisional Cina, dengan menggunakan metode sidik jari kromatografi (Yongyu, 2011).

Fingerprinting umumnya dibedakan menjadi *fingerprint* pola biologi dan kimia. *fingerprint* kimia dimanfaatkan pada tanaman herbal untuk menganalisis kandungan kimia, terdiri dari spektral *fingerprint* dan *fingerprint* kromatografi. spektrum sidik jari seperti UV, IR, MS, X-ray dan lainnya. Sedangkan *fingerprint* kromatografi terdiri dari Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT), Kromatografi Lapis Tipis (KLT), Elektroforesis Kapiler (EK), Kromatografi Gas (KG).

Fingerprint biologis mengacu kepada genomik sidik jari, karena setiap individu memiliki komposisi genteik yang unik, mengidentifikasi produk herbal dengan metode DNA jarang dipengaruhi keadaan fisiologis, usia, penyimpanan, faktor lingkungan, jenis pengolahan, juga waktu panen. Sidik jari genom telah digunakan secara luas untuk diferensiasi individu tanaman, genus, analisis homogenitas, dan deteksi adulteran (Yongyu, 2011).

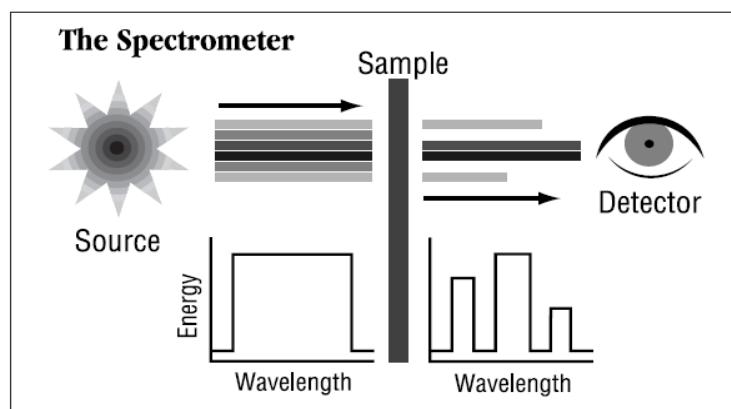
2.3.3 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

FTIR atau spektroskopi inframerah, inframerah memiliki radiasi yang ditularkan melalui sampel. Tidak semua radiasi inframerah diabsorpsi oleh sampel sebagianya lagi ditransmisikan. Menghasilkan dua molekul penyerapan dan transmisi yang

mewakili spektrum, menghasilkan sidik jari molekuler dari sampel, *fingerprint* merupakan struktur yang unik, sehingga antar sampel yang berbeda menghasilkan spektrum infra merah yang berbeda pula, yang bermanfaat pada berbagai jenis analisis. Bahan yang tidak diketahui dapat diidentifikasi dengan FTIR, FTIR juga bisa menentukan jumlah komponen dalam campuran dan bisa menentukan konsistensi atau kualitas sampel, (Thermo, 2001).

2.3.3.1 Prinsip Kerja FTIR

Prinsip kerja FTIR yaitu celah sampel dilewati oleh infrared, terjadi pengkontrolan jumlah energy yang masuk ke sampel karena adanya celah pada sampel. Tidak semua infrared yang mengenai sampel diabsorpsi oleh sampel, tetapi ada yang di transmisikan, yang mengakibatkan sinar infrared dapat menuju detector, sehingga diperoleh sinyal yang akan diproses pada computer, dan akan menghasilkan suatu spektrum yang dapat kita lihat. Sistem optik adalah suatu system yang digunakan didalam Spektroskopi FTIR dimana radiasi infarred menginterferensikan sumber radiasi dari laser pada system optic (Thermo, 2001).



Gambar 2.4. Skematik Prinsip Kerja FTIR

Sumber: Thermo, 2001

2.3.3.2 Instrumen FTIR

a. Sumber

Sumber black body yang bersinar menghasilkan sinar infrared, terjadi pengkontrolan jumlah energy oleh sinar infrared yang melewati celah, jumlah energy yang dikontrol melewati sampel dan menuju detector.

b. Sampel

Sinar masuk ke kompartemen sampel di mana terjadi pantulan atau transmisi saat sinar melewati sampel, tergantung pada jenis analisis yang dicapai. Sinar yang diserap oleh sampel memiliki karakteristik yang khas.

c. Interferometer

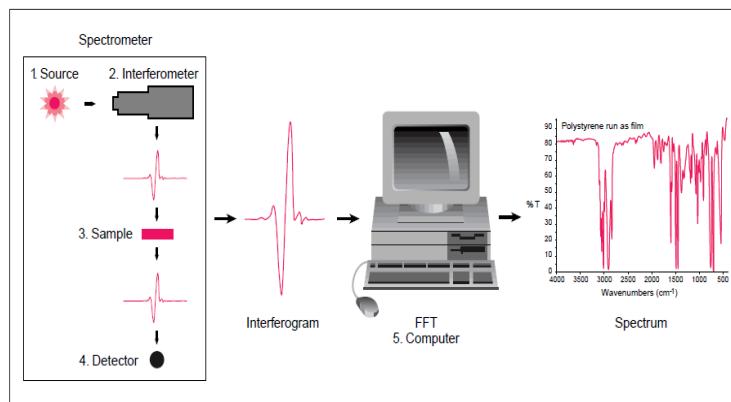
Pengkodean spektral mengambil tempat saat sinar memasuki interferometer. Interferometer menghasilkan sinyal interferogram .

d. Detektor

Sinar akhirnya lolos ke detektor untuk pengukuran terakhir. Detektor yang digunakan secara khusus dirancang untuk mengukur sinyal interferogram khusus (Thermo,2001)

e. Komputer

Komputer akan menerima sinyal dari detector, komputer menjadi wadah berlangsungnya Fourier transformation. Selanjutnya akan ditampilkan spektrum dilayar komputer yang dapat dilihat dan diamati oleh manusia.



Gambar 2.5. Instrumen FTIR

Sumber: Thermo, 2001

2.3.3.3 Pembagian Daerah Spektra Infra Merah

- Gugus fungsional memiliki bilangan gelombang pada rentang $4000\text{--}1400\text{ cm}^{-1}$. Vibrasi dua atom menyebabkan pita-pita absorpsi pada daerah ini, massa atom dapat terikat dengan konstanta gaya ikatan yang memiliki frekuensi yang karakteristik.
- Sidik jari (*fingerprint*) terletak pada bilangan gelombang $1400\text{--}400\text{ cm}^{-1}$.getaran molekul memiliki keterikatan dengan pita-pita absorpsi pada daerah ini. Didalam

molekul terdapat atom-atom yang saling berpengaruh, dan akan menghasilkan pita-pita absorpsi yang karakteristik (Mudasir dan Candra, 2008)

Spektrum inframerah yang dihasilkan memiliki karakteristik yang khas, karena adanya sistem vibrasi yang akan berhubungan dengan suatu molekul sehingga memberikan puncak yang khas. Puncak yang khas tersebut merupakan molekul sidik jari yang terletak pada daerah yang mengalami jumlah vibrasi yang cukup besar yang sulit untuk dipahami.

Suatu senyawa dapat dikatakan identik apabila perbandingan spektrum infrared nya memiliki puncak dan absorbansi yang sama, tetapi pada daerah fingerprint akan sulit untuk melakukan interpretasi data secara pengelitan mata, akan lebih mudah membandingkan antara spektrum pada daerah gugus fungsional, akan tetapi pada daerah fingerprint merupakan daerah yang menampilkan puncak-puncak yang khas dalam setiap senyawa yang dianalisis. (Hayati, 2007).

2.3.3.4 Keunggulan FTIR

- a. Preparasi sampelnya mudah dan cepat, dapat langsung dianalisis, dan tidak perlu persiapan sampel yang khusus.
- b. Tidak destruktif, komponen yang banyak dapat dianalisis serta dapat meminimalkan hal-hal yang dapat mengganggu.
- c. Bisa untuk menganalisis sampel dengan berbagai bentuk (gas, padat atau cair). Jika dalam mengidentifikasi dengan FTIR terdapat kendala-kendala maka dapat dibantu dengan menggunakan spektroskopi lainnya (Bunaciukkk., 2011; Harmita, 2006).

Keunggulan FTIR dalam deteksi adulteran :

- a. FTIR adalah metode analisis yang simple, cepat dan non-destruktif, dengan FTIR semua sifat dan komponen kimia pada sampel bisa ditampilkan dan diamati (Umar,dkk.,2016).
- b. FTIR memenuhi kriteria analisis yang efisien seperti cepat, murah dan mudah digunakan. (Bunaciukkk.,2011).
- c. Dapat menjadi pilihan untuk mendeteksi adulteran dengan menggunakan analisis *fingerprint* FTIR dengan kemometrik. Metode analisis ini sering digunakan dalam

mengidentifikasi mengautentikasi tanaman obat dengan bertujuan untuk pengelompokan asal geografis, membedakan tumbuhan yang berkerabat dekat dan deteksi bahan pemalsu (Umar dkk., 2016)

2.3.4 Kemometrik

Kemometrik adalah disiplin ilmiah antara kimia yang berorientasi pengukuran dan statistik terapan. Kimia analitik adalah disiplin yang paling penting di mana chemometrics memainkan peran penting (Adams, 1990). Kemometrik menggunakan metode matematika dan statistik untuk memilih prosedur yang optimal dalam percobaan dan untuk menyediakan informasi kimia dengan menganalisis data kimia (Willet, 1987)

Kalibration multivariat adalah satu dari jenis kemometrik, bisa dimanfaatkan untuk menetapkan campuran dari berbagai senyawa. Metode ini memiliki kelebihan yaitu mempunyai variasi sifat yang banyak dan bisa menganalisis data yang besar. Dalam analisis FTIR, kalibration multivariat,yaitu PLS (*Partial Least Square*) dapat digunakan untuk menganalisis kuantitatif dengan memuat kalibration dan PCA (*Principle Component Analysis*) sebagai analisis kualitatif dengan prinsip mencari komponen utama yang merupakan kombinasi linear variabel asli (Ratnasari, 2016).

2.3.4.1 PLS (*Partial Least Square*)

PLS (*Partial Least Square*) adalah satu dari beberapa teknik *kalibration multivariate* berfungsi untuk menganalisis secara kuantitatif suatu data spektroskopi dan elektrokimia. PLS memakai kolaborasi linier, dari variabel prediksi dibandingkan variabel aslinya. Bobot lebih dapat diberikan pada variable yang mempunyai tingkat korelasi yang tinggi dengan variable respon, hal ini akan menguntungkan karena akan memberikan perkiraan yang efektif. Dengan cara ini kombinasi linier dari variabel prediksi dipilih dan sangat berhubungan dengan variabel prediksi.

PLS akan mengkalkulasi nilai matriks X dan Y dalam pembuatan model regresi antar nilai-nilai tersebut. PLS memiliki kelebihan dibandingkan dengan terhadap regresi berganda yaitu dapat mengatasi kolinearitas data, variable penjelas (X) yang banyak serta bisa berkesinambungan dalam memodelkan beberapa respon variable (Y). Kelebihan utama PLS adalah dapat ditegakkannya keterkaitan antara analit dengan spektrum FTIR,

walaupun dalam spektrum FTIR,tidak teramati perbedaan secara visual (Miller dan Miller, 2005).

2.3.4.2 PCA (*Principal Component Analysis*)

Ide utama dari analisis komponen utama atau PCA yaitu dengan pengurangan dimensi dari 1 set data yang tersusun dari banyaknya variable yang saling terkait, dengan tetap menjaga variasi pada sekumpulan data. Hal ini dicapai dengan mengubah ke set variabel baru, komponen utama (PC) yang tidak berkorelasi, dan menjaga sebagian besar variasi seluruh variable asli (Jolliffe, 2002)

PCA memiliki prinsip yaitu mendapatkan *principal component* yang memiliki kombinasi linier terhadap variable aslinya. *First Main component* merupakan suatu komponen yang didalamnya terkandung kumpulan variasi terbanyak dalam suatu data, llau untuk *second main component* akan tegak lurus terhadap *First Main component*, komponen utama kedua ini akan memiliki variasi terbesar kedua setelah komponen utama pertama. Saat nilai *First Main component* dan *second main component* lebih dari 70 % artinya nilai scores plot menampilkan gambaran dua dimensi yang baik. (Miller dan Miller, 2005).

Tujuan PCA (*Principal Component Analysis*) yaitu memilih informasi yang paling khas dan bervariasi dari tabel data, memadatkan ukuran dari sekelompok data dengan menyimpan informasi penting,menganalisis struktur pengamatan dan variabel serta menyederhanakan deskripsi dari kumpulan data (Abdi dan Williams, 2010).