

BAB II Tinjauan Pustaka

II.1. Tanaman Kopi

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang lumayan tinggi. Konsumsi kopi dunia mencapai 70% berasal dari spesies kopi arabika dan 26% berasal dari spesies kopi robusta. Kopi berasal dari Afrika, yaitu daerah pegunungan di Etopia. Namun, kopi sendiri baru dikenal oleh masyarakat dunia setelah tanaman tersebut dikembangkan di luar daerah asalnya, yaitu Yaman di bagian selatan Arab, melalui para saudagar Arab (Rahardjo, 2012).

Di Indonesia, bibit kopi arabika pertama kali ditanam pada zaman kolonial Belanda, sekitar tahun 1600-an. Pada 1711, melalui perusahaan dagang Belanda / *Vereenigde Oostindische Compagnie* (VOC), ekspor kopi pertama dikirim dari Pulau Jawa ke Benua Eropa. Sejak itu, Indonesia dikenal sebagai negara yang membudidayakan tanaman kopi secara luas, di luar Arab dan Ethiopia. Perdagangan kopi sempat dimonopoli oleh VOC sekitar 1725 sampai 1780. Pada 1920, penanaman kopi mulai dilakukan oleh perusahaan-perusahaan kecil di Indonesia. Perkembangan areal perkebunan kopi semakin pesat setelah Indonesia merdeka, yakni mencakup area luar Jawa, seperti Aceh, Lampung, Sumatera Selatan, Sumatera Barat, Sumatera Utara, dan daerah lainnya (Anggara dan Marini, 2011).

II.2. Varietas

Jenis – jenis kopi di dunia sangat banyak dan beragam. Di Indonesia sendiri jenis kopi yang umumnya masyarakat ketahui adalah kopi robusta (*Coffea robusta*) dan kopi arabika (*Coffea arabica*).



Gambar II.1. Biji kopi arabika dan robusta

[Sumber: Ciptaningsih, 2012]

II.2.1. Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

Kopi Arabika dapat tumbuh di daerah dengan ketinggian 700-1.700 mdpl, suhu 16-20 °C, dan beriklim kering tiga bulan secara berturut-turut. Walaupun berasal dari Ethiopia, Kopi Arabika menguasai sekitar 70% pasar kopi dunia dan telah dibudidayakan di berbagai negara, terutama di negara beriklim tropis atau subtropis. Kopi Arabika memiliki tinggi antara 7-12 m. Keunggulan dari Kopi Arabika antara lain bijinya berukuran besar, beraroma harum, dan cita rasanya enak. Namun kelemahannya rentan terhadap penyakit karat daun / *Hemelia Vastatrix* (HV) (Anggara dan Marini, 2011).

Ciri-ciri dari Kopi Arabika adalah sebagai berikut:

1. Beraroma wangi yang sedap menyerupai aroma perpaduan bunga dan buah;
2. Terdapat cita rasa asam yang tidak terdapat pada kopi jenis Robusta;

3. Saat disesap di mulut akan terasa kental;
4. Cita rasanya jauh lebih lembut (*mild*) dari Kopi Robusta;
5. Rasa terasa sedikit pahit (Anggara dan Marini, 2011).

II.2.2. Kopi Robusta (*coffea robusta*)

Kopi Robusta (*Coffea robusta*) adalah tanaman budidaya berbentuk pohon yang termasuk dalam famili Rubiaceae dan genus *Coffea*. Daunnya berbentuk bulat telur dengan ujung agak meruncing. Daun tumbuh berhadapan dengan batang, cabang, dan ranting-rantingnya. Permukaan atas daun mengkilat, tepi rata, pangkal tumpul, panjang 5-15 cm, lebar 4,0-6,5 cm, pertulangan menyirip, tangkai panjang 0,5-1,0 cm, dan berwarna hijau (Najiyati dan Danarti, 2012).

Kopi Robusta pertama kali ditemukan di Kongo pada 1898 dan mulai masuk ke Indonesia pada tahun 1900. Walaupun kualitas buahnya lebih rendah dari Kopi Arabika, produksinya bisa lebih tinggi dari Kopi Arabika jika dikelola secara intensif.

Ciri-ciri dari kopi Robusta adalah sebagai berikut:

1. Memiliki rasa yang lebih menyerupai cokelat dan pahit;
2. Aroma yang dihasilkan khas dan manis;
3. Warna bijinya bervariasi, tergantung dari cara pengolahannya;
4. Teksturnya lebih kasar dari Kopi Arabika (Anggara dan Marini, 2011).

II.2.3. Taksonomi

Klasifikasi kopi robusta menurut Rahardjo (2012), adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Magnoliophyta
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Asteridae
Ordo	: Rubiales
Family	: Rubiaceae
Genus	: Coffea
Species	: <i>Coffea Robusta</i>

II.3. Pengolahan Produk

Biji kopi yang sudah siap diperdagangkan adalah biji kopi kering yang sudah terlepas dari daging buah, kulit tanduk dan kulit ari. Butiran biji kopi yang demikian ini disebut kopi beras (*coffee beans*). Kopi beras kemudian akan mengalami proses *roasting*, penggilingan, pengemasan, hingga diperoleh kopi bubuk yang siap untuk dijual.

Roasting merupakan proses penyaringan biji kopi yang tergantung pada waktu dan suhu yang ditandai dengan perubahan kimiawi yang signifikan. Terjadi kehilangan berat kering terutama gas CO₂ dan produk pirolisis volatil lainnya. Kebanyakan produk pirolisis ini sangat menentukan cita rasa kopi. Berdasarkan suhu penyangraian yang digunakan kopi sangrai dibedakan atas tiga golongan yaitu : *light roast*, suhu yang digunakan 145-185 °C, *medium roast*, suhu

yang digunakan 185-195 °C dan *dark roast*, suhu yang digunakan 196-205 °C. Tahap awal *roasting* adalah membuang uap air pada suhu penyangraian 100 °C. Pada tahap pirolisis terjadi perubahan – perubahan komposisi kimia, yaitu pada suhu sekitar 180-200 °C. Proses *roasting* berlangsung 5-30 menit (Ridwansyah, 2003; Hecimovic, I., dkk., 2011).

II.4. Kandungan Kimia dan Manfaat

Kopi robusta memiliki banyak kandungan kimia pada bijinya seperti karbohidrat, senyawa nitrogen (protein, asam amino bebas, kafein, trigonelin), lemak (minyak kopi, diterpen), mineral, asam dan ester (asam klorogenat, asam kuinat). Senyawa-senyawa yang terkandung dalam biji kopi robusta ini memiliki manfaat tertentu seperti asam klorogenat, kafein, trigonelin, serat terlarut dan diterpen memiliki peran penting untuk menghasilkan aroma pada minuman kopi. Kafein memiliki efek menstimulasi sistem saraf pusat sebagai antagonis reseptor adenosine (Farah, 2012).

II.5. Beras Ketan Hitam

Beras ketan hitam (*Oryza sativa glutinosa*) merupakan salah satu dari varietas padi dan termasuk *family Gramineae*. Berbeda dengan beras yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia beras ketan mengandung kadar amilopektin yang tinggi, sehingga beras ketan lebih banyak digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan kue. Beras ketan sering digunakan sebagai bahan baku bubur, tepung kue, dan tape (Putra, 2013).

Beras ketan dibedakan menjadi dua macam, yaitu beras ketan putih dan beras ketan hitam. Perbedaan warna ini tergantung dari pigmen yang terkandung didalamnya. Beras ketan hitam mengandung pigmen antosianin yang berwarna ungu pekat (Putra, 2013).

Beras ketan hitam (*Oryza sativa glutinosa*) mempunyai warna ungu kehitaman. Dari sisi khasiat gizi ternyata pigmen beras yang berwarna hitam mempunyai khasiat paling baik dibandingkan dengan beras berwarna lainnya. Komponen bioaktif yang terdapat dalam beras ketan hitam adalah antosianin. Antosianin merupakan pigmen ungu khas yang terkandung dalam beras ketan hitam dan sejumlah studi beberapa tahun belakangan menunjukkan bahwa antosianin memiliki beraneka manfaat diantaranya sebagai antioksidan, antiinflammatory, senyawa anti mikroba, memiliki aktivitas anti-karsinogenik, memperbaiki penglihatan, menginduksi apoptosis, efek neuroprotektif, berpengaruh terhadap pembuluh darah dan platelet sehingga meminimalkan resiko jantung koroner (Meladhi, 2007).

Berdasarkan komposisi dan manfaat yang terdapat pada beras ketan hitam, maka beras ketan hitam dapat diolah dalam bentuk produk diantaranya adalah produk instan. Produk instan merupakan bahan makanan kering yang memiliki beberapa kelebihan seperti praktis dalam waktu (siap saji dalam waktu 3-6 menit), tidak butuh ruang luas untuk penyimpanan dan untuk dikonsumsi, ringan serta relatif murah.

II.6. Adulterant

Kegiatan pemalsuan pangan di Indonesia semakin banyak dilakukan khususnya untuk komoditas kopi. Pemalsuan adalah upaya perubahan tampilan makanan yang secara sengaja dilakukan dengan cara menambah atau mengganti bahan makanan dengan tujuan meningkatkan penampilan makanan untuk memperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya.

Menurut Briandet dkk., (1996), harga kopi Arabika jauh lebih tinggi dibandingkan dengan Robusta. Pemalsuan pada bahan pangan khususnya kopi dapat merugikan konsumen maupun produsen. Untuk mengidentifikasi pemalsuan dalam bentuk bubuk tidak mudah dikarenakan tampilan warna kopi yang sama sehingga memerlukan metode-metode khusus.

Salah satu proses yang banyak diaplikasi oleh masyarakat dalam membuat kopi bubuk adalah pencampuran biji kopi dengan bahan tambahan seperti beras ketan, pinang, dan jagung. Salah satu alasan yang digunakan adalah untuk menambah bobot kopi bubuk yang dihasilkan. Menurut Siswoputranto (2001), proses pencampuran kopi dengan beras ketan hitam sekitar 15-20%, campuran ini disangrai dan digiling secara bersamaan.

Penentuan keaslian *autentikasi* makanan serta deteksi pemalsuan makanan merupakan isu besar dalam bidang makanan, tidak hanya bagi para produsen, akan tetapi juga bagi konsumen dan pemerintah (Lai dkk., 1995). Deteksi pemalsuan makanan merupakan hal yang penting untuk perlindungan kesehatan konsumen (Pouli dkk., 2007),

karena ada beberapa konsumen alergi terhadap bahan pemalsu yang ditambahkan ke dalam makanan sebagaimana yang terjadi di Spanyol, yang mana beberapa orang meninggal karena kasus pemalsuan minyak zaitun (Asensio dkk., 2008). Pemalsuan makanan biasanya didorong oleh alasan ekonomi dengan tujuan untuk memperoleh keuntungan yang besar dengan cara mencampur bahan berharga tinggi dengan bahan yang bernilai rendah (Gallardo-Velázquez dkk., 2009).

II.6.1. Ekstraksi

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah bahan yang tidak larut dan senyawa aktif yang tidak larut seperti serat, karbohidrat, protein dan lain-lain (Depkes RI, 2000). Ekstrak adalah sediaan kering, kental, atau cair dibuat dengan menyari simplisia nabati atau hewani menurut cara yang cocok diluar pengaruh cahaya matahari langsung. Ekstrak kering harus mudah digerus menjadi serbuk (Ansel, 1989).

II.6.2. Metode Ekstraksi

Beberapa metode yang dapat digunakan dalam ekstraksi bahan alam (Depkes RI, 2000) antara lain:

a. Cara dingin

Maserasi, adalah proses pengestrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperature ruangan. Secara teknologi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan. Maserasi kinetik berarti dilakukan pengadukan yang kontinu. Remaserasi berarti dilakukan pengadukan pengulangan

penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan maserat pertama dan seterusnya.

b. Cara panas

Refluks, adalah ekstraksi dengan pelarut pada temperature titik didihnya, selama waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendinginan balik. Umumnya dilakukan pengulangan proses pada residu pertama sampai 3-5 kali sehingga dapat termasuk proses ekstraksi sempurna.

II.7. Fourier transform infrared Spectroscopy (FTIR)

Spektroskopi inframerah merupakan alat yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi senyawa alami maupun buatan. Bila sinar inframerah dilewatkan melalui sampel senyawa organik, maka sejumlah frekuensi akan diserap, sedangkan frekuensi yang lain diteruskan atau ditransmisikan. Persen absorbansi atau persen transmisi frekuensi menghasilkan suatu spektrum inframerah. Transisi yang terjadi didalam serapan inframerah berkaitan dengan perubahan-perubahan vibrasi dalam molekul (Sastrohamidjojo, 2001).

Menurut Hayati (2007), spektroskopi inframerah mengandung banyak serapan yang berhubungan dengan sistem vibrasi yang berinteraksi dalam suatu molekul akan memberikan puncak-puncak yang sangat karakteristik dalam spektrum. Dengan membandingkan spektrum inframerah dari dua senyawa yang diperkirakan identik maka dapat dinyatakan kedua senyawa tersebut identik atau tidak. Akan jauh lebih sulit untuk membedakan ikatan-ikatan tertentu

dalam area sidik jari daripada dalam area yang lebih ‘bersih’ yang berada dalam area dengan bilangan gelombang yang lebih besar. Hal penting dalam area sidik jari ini adalah setiap senyawa yang berbeda menghasilkan pola lembah yang berbeda-beda pada spektrum bagian ini. Dilihat dari segi aplikasi dan instrumentasi spektroskopi inframerah dibagi ke dalam tiga jenis radiasi yaitu inframerah dekat, inframerah pertengahan, dan inframerah jauh. Daerah spektroskopi inframerah dapat dilihat pada Tabel.

Tabel II.1. Daerah Spektroskopi Inframerah Sumber: Hayati (2007)

Daerah	Panjang	Bilangan
	Gelombang μm	Gelombang cm^{-1}
Dekat	0,78-2,5	12800-4000
Pertengahan	2,5-50	4000-200
Jauh	50-100	200-10

Daerah radiasi spektroskopi inframerah berkisar pada bilangan gelombang $12800\text{-}10\text{ cm}^{-1}$ atau pada panjang gelombang $0,78\text{-}100\text{ }\mu\text{m}$. Energi dalam spektroskopi inframerah dibutuhkan untuk transisi vibrasi, maka radiasi inframerah hanya terbatas pada perubahan energi setingkat molekul. Untuk tingkat molekul, perbedaan dalam keadaan vibrasi dan rotasi digunakan untuk mengadsorbsi sinar inframerah. Jadi untuk dapat mengadsorbsi, molekul harus memiliki perubahan momen dipol sebagai akibat dari vibrasi. Radiasi medan listrik yang berubah-ubah akan berinteraksi dengan molekul dan akan menyebabkan amplitudo salah satu gerakan molekul (Khopkar, 1990).

Kelebihan teknik spektroskopi FT-IR antara lain :

1. Sebagai metode analisis yang cepat karena dapat dilakukan secara langsung pada sampel tanpa adanya tahapan pemisahan terlebih dahulu.
2. Non-destruktif, dapat menganalisis multikomponen secara cepat, tidak perlu penyiapan sampel, dan gangguan dapat diminimumkan selama penentuan suatu senyawa.
3. Dapat digunakan untuk mengidentifikasi sampel dalam berbagai fase (gas, padat atau cair). Kesulitan-kesulitan yang ditemukan dalam identifikasi dengan spektroskopi FT-IR dapat ditunjang dengan data yang diperoleh dengan menggunakan metode spektroskopi yang lain (Bunaciu dkk., 2011; Harmita, 2006).

Kekurangan teknik spektroskopi FTIR adalah interpretasi secara visual dan langsung menjadi sulit akibat adanya tumpang tindih spektrum serapan dari molekul-molekul dalam sampel, sehingga untuk memudahkannya diperlukan bantuan teknik kemometrika (Gad dkk., 2012).

II.7.1. Prinsip Dasar FTIR

Spekstroskopi FTIR menggunakan Sistem optik dengan laser yang berfungsi sebagai sumber radiasi yang kemudian diinterferensikan oleh radiasi inframerah agar sinyal radiasi yang diterima oleh detektor memiliki kualitas yang baik dan bersifat utuh (Giwangkara, 2006).

Prinsip kerja FTIR berupa inframerah yang melewati celah kesampel, dimana celah tersebut berfungsi mengontrol jumlah energi yang

disampaikan kepada sampel. Kemudian beberapa inframerah diserap oleh sampel dan yang lainnya ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar infrared lolos ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke komputer (Thermo, 2001).

Panjang gelombang serapan oleh suatu ikatan bergantung pada jenis getaran ikatan antar atom. Oleh karena itu, tipe ikatan yang berlainan akan menyerap radiasi inframerah pada panjang gelombang yang berbeda (Fessenden, 1986).

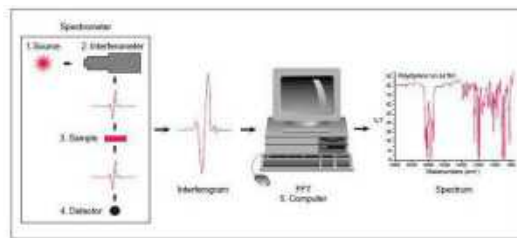
Atom-atom dalam suatu molekul tidak diam melainkan bervibrasi. Bila radiasi inframerah yang kisaran energinya sesuai dengan frekuensi vibrasi rentangan (*Stretching*) seperti *symmetrical stretching*, *asymmetrical stretching*, dan vibrasi bengkokan (*bending*) *scissoring*, *rocking*, *wagging*, dan *twisting* dari ikatan kovalen dalam kebanyakan molekul dilewatkan dalam suatu sampel, maka molekul-molekul akan menyerap energi tersebut dan terjadi transisi diantara tingkat energi vibrasi dasar dan vibrasi tereksitasi (Hendayana dkk.,1994).

II.7.2. Komponen dan Fungsi FTIR

- a. Sumber cahaya inframerah, tempat sinar datang.
- b. Interferometer, mengatur intensitas sumber sinar inframerah dengan mengubah dari posisi cermin pemantul yang memantulkan sinar dari sumber sinar ke sampel.
- c. Sampel, sinar memasuki kompartemen sampel dimana diteruskan melalui cermin dari permukaan sampel yang tergantung pada jenis analisis. Tempat sampel terbuat dari

materi seperti KBr dan NaCl yang tidak menyerap radiasi inframerah.

- d. Detektor, berfungsi mengubah sinyal radiasi inframerah menjadi sinyal listrik. Selain itu detektor dapat mendeteksi adanya perubahan panas yang terjadi karena adanya pergerakan molekul, sinar akhirnya lolos ke dektektor untuk pengukuran akhir. Fluktuasi sinar yang sampai pada detektor ini akan menghasilkan sinyal pada detektor yang disebut interferogram.
- e. Komputer, interferogram ini akan diubah menjadi spektrum inframerah dengan bantuan komputer (Tahid dkk.,1994 ; Harvey, 2000 ; George dan McIntyre, 1987).



Gambar II.2. Komponen FT-IR

Sumber : Thermonicolet Corporation, 2001.

Mekanisme yang terjadi pada alat FTIR dapat dijelaskan sebagai berikut. Sinar yang datang dari sumber sinar akan diteruskan dan kemudian 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. Sinar pantulan kedua cermin 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 yang sampai pada detektor akan berfluktuasi. Sinar akan saling menguatkan ketika kedua cermin memiliki jarak yang sama terhadap detektor dan akan saling melemah jika kedua cermin memiliki jarak yang berbeda. Fluktuasi sinar yang sampai pada detektor ini akan menghasilkan sinyal pada detektor yang disebut interferogram. Interferogram ini akan diubah menjadi spektrum inframerah dengan bantuan komputer berdasarkan operasi matematika (Tahid dkk.,1994).

Pada FTIR, Interferometer ini mengatur intensitas sumber sinar inframerah dengan mengubah dari posisi cermin pemantul yang memantulkan sinar dari sumber sinar ke contoh. Jadi, keberadaan interferometer membuat spektrometer mampu mengukur semua frekuensi optik secara serempak dengan mengatur intensitas dari semua frekuensi tunggal sebelum sinyal mencapai detektor. Hasil *scanning* interferometer yang berupa interferogram (pengaluran antara intensitas dan posisi cermin) ini tidak dapat diinterpretasikan dalam bentuk aslinya. Proses matematika transformasi fourier akan mengubah interferogram menjadi spektrum antara intensitas dan frekuensi (George dan McIntyre, 1987). Tempat sampel terbuat dari materi seperti KBr dan NaCl yang tidak menyerap radiasi inframerah (Harvey, 2000).

II.7.3. Spektrum FT-IR

Spektrum FT-IR merupakan hasil interaksi antara senyawa-senyawa kimia dalam matriks sampel yang kompleks. Spektrum FTIR sangat kaya dengan informasi struktur molekular dengan serangkaian pita serapan yang spesifik untuk masing-masing molekul sehingga dapat

digunakan untuk membedakan suatu bahan baku yang memiliki kemiripan (Sun dkk., 2010).

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

1. Daerah frekuensi gugus fungsional Terletak pada daerah radiasi $4000\text{--}1400\text{ cm}^{-1}$. Pita-pita absorpsi pada daerah ini utamanya disebabkan oleh vibrasi dua atom, sedangkan frekuensinya karakteristik terhadap massa atom yang berikatan dan konstanta gaya ikatan.
2. Daerah sidik jari (*fingerprint*) Yaitu daerah yang terletak pada $1400\text{--}400\text{ cm}^{-1}$. 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 molekul.

Spektrum sidik jari FTIR yang dihasilkan merupakan informasi data yang sangat kompleks sehingga akan menggambarkan secara menyeluruh karakteristik kimia suatu bahan. Perubahan yang terjadi pada posisi pita dan intensitasnya dalam spektrum FTIR akan berhubungan dengan perubahan komposisi kimia dalam suatu bahan. Oleh karena itu spektrum FTIR dapat digunakan untuk membedakan tumbuhan yang satu dengan yang lainnya walaupun komposisi senyawa kimianya belum diketahui secara pasti (Sun dkk., 2010).

II.7.4. Analisis Sidik Jari (*Fingerprint*)

Analisis sidik jari merupakan analisis yang dapat dimanfaatkan untuk evaluasi dan kontrol kualitas multikomponen dari tanaman obat. Komponen kimia dalam tanaman obat sangat bergantung pada musim panen, sumber tanaman, proses pengeringan, dan faktor lainnya, sehingga perlu dilakukan penentuan komponen kimia dalam tanaman obat untuk menjamin kepercayaan dalam penelitian klinis dan farmakologis, mengetahui bioaktivitas dan kemungkinan efek samping dari komponen aktif, dan untuk meningkatkan kontrol kualitas produk (Liang dkk., 2004).

Analisis ini memberikan informasi komponen kimia dalam bentuk spektrogram, kromatogram, dan grafik lainnya yang diperoleh dari teknik analitik untuk menentukan identitas, kualitas, dan keaslian tanaman obat (Borges dkk., 2007).

II.8. Analisis Data Kemometrik

II.8.1. Kemometrik

Pola spektrum inframerah yang kompleks menyebabkan interpretasi secara langsung dan visual menjadi tidak mudah. Untuk lebih memudahkannya diperlukan bantuan teknik kemometrik seperti analisis multivariat (Gad dkk., 2012).

Kemometrik merupakan suatu disiplin ilmu kimia yang menggunakan metoda matematika dan statistika yang digunakan untuk mengolah, mengevaluasi dan menginterpretasikan sejumlah besar data dan memilih desain analisis atau untuk memilih prosedur dan hasil eksperimen yang paling baik serta untuk memberikan

informasi yang relafan. Untuk memudahkan dalam interpretasi data dengan kemometrik menggunakan software komputer sehingga didapat hasil analisis yang tepat, mudah dan cepat (Otto, 2007). Teknik kombinasi spektrum FT-IR dengan metode kemometrik telah banyak digunakan, salah satunya seperti deteksi pemalsuan atau diskriminasi bahan baku pangan atau obat herbal (Liu dkk., 2008).

Metode kemometrik digunakan untuk menemukan korelasi statistika yang telah diketahui dari sampel. Dukungan kemometrik memperluas potensi spektroskopi FT-IR sebagai metode alternatif untuk menganalisis komponen tumbuhan. Penggunaan data spektrum pada kisaran tertentu dapat meningkatkan hasil analisis kemometrik (Vazquez dkk., 2000). Metode analisis ini dikembangkan dengan memanfaatkan informasi pola *fingerprint* yang bersifat khas, sebagai variabel yang mempengaruhi penampakan kimiawi sampel seperti aktivitas hayati dan konsentrasi (Wold dkk., 2001).

II.8.2. Analisis PCA (*Principal Componen Analysis*)

Metode kemometrik ini dapat menganalisis data berupa hasil derivatisasi data spektrum. Selanjutnya data spektrum yang diperoleh akan diolah dan disederhanakan oleh *Principal Component analysis* (PCA), yang selanjutnya dapat dianalisis secara kuantitatif dengan *Multiple Linear Regresion* (MLR), *Principle Component Regression* (PCR), *Partial Least Square* (PLS), dan *Artificial Neural Network* (ANN) (Miller, 2005).

Metode kemometrik yang digunakan pada analisis ini adalah PCA (*Principal Component Analysis*). PCA merupakan interpretasi data

yang dilakukan dengan reduksi data, dimana jumlah variable dalam suatu matriks dikurangi untuk menghasilkan variable baru dengan tetap mempertahankan informasi yang dimiliki oleh data. Variable baru yang dihasilkan berupa skor atau komponen utama (Rohman, 2012).

II.8.3. Validasi Metode

Validasi metode yang digunakan dalam analisis kemometrik ini adalah Principal Component Analysis (PCA) sebuah teknik statistik yang digunakan untuk periksa keterkaitan antara seperangkat variabel secara berurutan untuk mengidentifikasi struktur dasar dari variabel-variabel tersebut juga disebut analisis faktor. Pada PCA ada dua komponen yaitu statistik dan Matriks Algebra (nilai eigen dan vektor eigen adalah matriks dasar dari PCA).

A. Statistik meliputi data sebagai berikut :

1. Standar Deviasi (SD)
2. Varians, yaitu ukuran lain dari penyebaran data dalam kumpulan data. Sebenarnya hampir identik dengan standar deviasi.
3. Kovarian adalah ukuran, kovariansi selalu diukur antara 2 dimensi.
4. Kovarian matriks.

B. Matriks Algebra, bagian ini berfungsi untuk memberikan latar belakang aljabar matriks yang dibutuhkan di PCA (nilai eigen dan vector eigen).

1. Eigen vector

Eigen factors adalah komponen utama (dari komponen PCA-komponen prafipal) mencerminkan varians umum dan varians yang unik dan dapat dilihat sebagai pendekatan yang berfokus pada varian yang berusaha mereproduksi varians variabel total dengan semua komponen dan untuk mereproduksi korelas. PCA jauh lebih umum dari pada PFA, dan biasanya menggunakan "faktor" secara bergantian dengan "komponen". Komponen utama adalah kombinasi linier dari variabel asli yang dibobot oleh kontribusinya untuk menjelaskan varians dalam dimensi ortogonal tertentu.

2. Eigen Value

Eigen value disebut juga ciri khas akar, nilai eigen untuk faktor tertentu mengukur varians dalam semua variabel yang diketahui oleh faktor tersebut. Rasio nilai eigen adalah rasio faktor jelas terhadap faktor-faktor yang berkenaan dengan variabel. Jika sebuah faktor memiliki nilai rendah, maka sedikit kontribusi terhadap varians varians dan dapat diabaikan sebagai faktor yang lebih penting. Nilai eigen mengukur jumlah variasi dalam total sampel yang dicatat oleh masing-masing faktor. Nilai dasar eigen faktor dihitung sebagai jumlah pemuatan faktor kuadrat untuk semua variabel. Perhatikan bahwa nilai eigen yang terkait dengan solusi yang tidak dilepas dan diputar akan berbeda, meskipun jumlahnya akan sama (Smith, 2002).

Eigen vectors dan Eigen values

Misalkan C adalah matriks $n \times n$ dengan I sebagai matriks identitasnya. Nilai eigen dari C didefinisikan sebagai akar dari persamaan :

$$\text{Determinan } (C - \alpha I) = |C - \alpha I| = 0 \quad (1)$$

Persamaan diatas disebut persamaan polinomial karakteristik C dan memiliki n akar. Terkait dengan masing-masing nilai eigen adalah seperangkat koordinat yang menentukan arah sumbu utama yang terkait. Ini disebut sebagai vektor eigen (x) dan dihitung sebagai:

$$Cx = \alpha x \quad (2)$$

Jadi, besaran nilai eigen menggambarkan panjang dan vektor eigen menggambarkan arah sumbu utama (Gupta, dkk., 2013)

Jika terdapat suatu matriks A berukuran $n \times n$ dan vector tak nol x berukuran, $x \in \mathbb{R}^n$, maka dapat dituliskan :

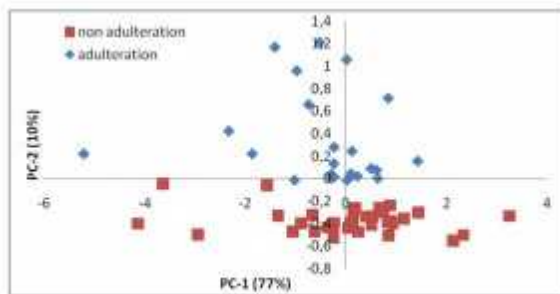
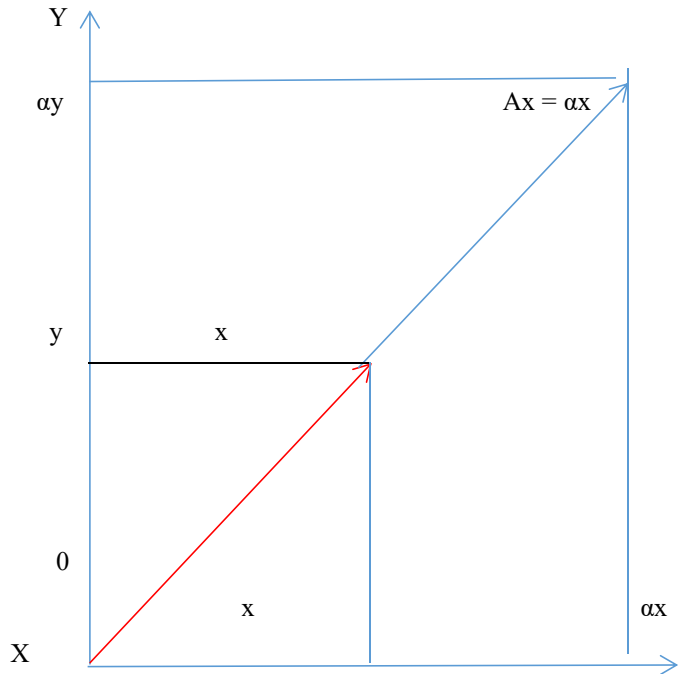
$$Ax = \alpha x \quad (3)$$

Keterangan

Ax : faktor berukuran $n \times n$

α : skala riil yang memenuhi persamaan, disebut nilai eigen (karakteristik).

x : faktor eigen



Gambar 3. Score Plot PCA 100 sampel kopi (*non-adulteration* dan *adulteration*)