

## Aplikasi NIRS dan *Principal Component Analysis* (PCA) untuk Mendeteksi Daerah Asal Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

(*NIRS and Principal Component Analysis (PCA) Application for Rapid Classification of Arabica Coffee Beans (Coffea arabica)*)

**Syahrul Ramadhan, Agus Arip Munawar, Diswandi Nurba**

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

**Abstrak.** Kopi merupakan *spesies* tanaman berbentuk pohon yang termasuk dalam famili *Rubiaceae* dan genus *Coffea*, tumbuh tegak, bercabang dan bila dibiarkan dapat tumbuh mencapai tinggi 12 meter. Pendeteksian mutu pangan yang cepat dan efisien dapat diwujudkan melalui pengembangan teknologi *Near Infrared Reflectance Spectroscopy* (NIRS). Sebanyak 54 sampel biji kopi diambil dari 6 Provinsi yang berbeda, yaitu: Aceh, Bali, Bengkulu, Nusa Tenggara Barat, Jawa Barat dan Jawa Timur. Pengamatan meliputi *Principal Component Analysis* (PCA) sebagai metode klasifikasi dan *Pretreatment Multiplicative Scatter Correction* (MSC) sebagai metode koreksi spektrum. Hasil pengujian menunjukkan bahwa PCA hanya mampu mengklasifikasikan biji kopi dari Provinsi Aceh dan Provinsi Jawa Timur, sedangkan dengan penambahan *Pretreatment MSC* mampu mengklasifikasikan biji kopi dari Provinsi Aceh dan Provinsi Bali dengan tingkat keberhasilan 100%.

**Kata kunci :** Kopi, *Near Infrared Reflectance Spectroscopy* (NIRS), *Principal Component Analysis* (PCA), *Multiplicative Scatter Correction* (MSC).

**Abstract.** Coffee is belong to family *Rubiaceae* and the genus *Coffea*, grow upright, branched, and can grow up to 12 meters high. The detection of food quality quickly and efficiently can be realized through the development of *Near Infrared Reflectance Spectroscopy* (NIRS) technology. A total of 54 Coffee bean samples were taken from 6 different province, namely: Aceh, Bali, Bengkulu, West Nusa Tenggara, West Java and East Java. Data analysis included *Principal Component Analysis* (PCA) were used to classify coffee based on geographic origin. *Multiplicative Scatter Correction* (MSC) method was used as spectra correction. The results shows that PCA is able to classify coffee beans from the Aceh and East Java province, while the addition of *MSC Pretreatment* able to classify the coffee beans from the province of Aceh and Bali province with 100% success rate.

**Keywords:** Coffee, *Near Infrared Reflectance Spectroscopy* (NIRS), *Principal Component Analysis* (PCA), *Multiplicative Scatter Correction* (MSC).

## PENDAHULUAN

Kopi merupakan *spesies* tanaman berbentuk pohon yang termasuk dalam famili *Rubiaceae* dan genus *Coffea*, tumbuh tegak, bercabang dan bila dibiarkan dapat tumbuh mencapai tinggi 12 meter. Daunnya bulat telur dengan ujung agak meruncing, daun tumbuh berhadapan pada batang, cabang dan ranting-rantingnya. Tanaman kopi umumnya akan mulai berbunga setelah berumur sekitar 2 tahun. Mula-mula bunga ini keluar dari ketiak daun yang terletak pada batang utama atau cabang reproduksi. Bunga yang keluar dari kedua tempat tersebut biasanya tidak berkembang menjadi buah (Soedibyo, 1998).

Pendeteksian mutu pangan yang cepat dan efisien dapat diwujudkan melalui pengembangan teknologi *Near Infrared Reflectance Spectroscopy* (NIRS). NIRS telah menjadi salah satu metode non-destruktif yang paling menjanjikan dan dapat digunakan untuk analisis dalam berbagai bidang, termasuk di bidang pertanian. Keuntungan yang dapat diraih adalah persiapan sederhana untuk sampel, proses deteksi cepat, dan ramah lingkungan karena tidak ada bahan kimia yang digunakan. Lebih penting lagi, NIRS memiliki kemampuan potensial untuk menentukan beberapa parameter mutu secara bersamaan. Melalui pengembangan ilmu komputer dan *chemometric*, kemampuan aplikasi teknik NIRS menjadi lebih populer dan

menarik banyak perhatian para peneliti dalam bidang pangan. Komponen dengan prosentase konsentrasi 0,1% dapat dideteksi dan dievaluasi menggunakan NIRS (Cen dan He 2007; Munawar 2014).

Area NIR terbagi dalam dua gelombang yaitu gelombang jarak pendek (SW-NIR) dan gelombang NIR biasa pada jarak 1300 nm. Area NIR dengan gelombang jarak pendek biasanya didasari dengan tingkat getaran tinggi yang dihasilkan selama alat tersebut dijalankan sedangkan gelombang terakhir mempunyai satu atau dua getaran. Intensitas resapan akan berkurang saat getarannya meningkat. Sehingga, NIR gelombang jarak pendek (SW-NIR) biasanya hanya digunakan untuk menganalisa perpindahan (transmisi) panjang jarak jangkanya. Sedangkan NIR biasa, digunakan untuk menentukan analisa pemantulan (refleksi) gelombangnya (Cen dan He, 2007).

Menurut Munawar (2008), ketika sebuah sinar yang berasal dari sebuah sumber jatuh mengenai obyek akan memberi respon berupa pantulan, serapan dan terusan. Respon pantulan (*reflectance*) dapat berupa pantulan langsung (*diffuse reflectance*) yang mana sinar diserap terlebih dahulu dan kemudian dipantulkan. Respon serapan (*absorbance*) merupakan fenomena dimana seluruh sinar pada panjang gelombang tertentu sepenuhnya diserap oleh bahan, dan respon terusan (*transmittance*) merupakan respon dimana sinar pada panjang gelombang tertentu menembus bahan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi dan Energi Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala.

### Alat dan Bahan

FT-IR IPTEK T-1516 untuk pengukuran Spektrum, CAMO The *Unscramber software*<sup>®</sup> X version 10.1 untuk mengolah data, Pretreatment menggunakan metode MSC (*Multiplicative Scatter Correction*), dan klasifikasi data menggunakan metode PCA (*Principal Component Analysis*).

Sampel yang digunakan adalah biji kopi arabika yang berasal dari enam Provinsi, yaitu: Provinsi Aceh, Provinsi Jawa Barat, Provinsi Jawa Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat, Provinsi Bali dan Provinsi Bengkulu.

### Metode Penelitian

Sampel biji kopi ditimbang sebanyak 10 gr dan dimasukkan kedalam cawan petri dengan jumlah sampel sebanyak 54 sampel yang terdiri dari 10 sampel yang berasal dari Aceh, 8 sampel yang berasal dari Bali, 8 sampel yang berasal dari Bengkulu, 10 sampel yang berasal dari Nusa Tenggara Barat, 10 sampel yang berasal dari Jawa Barat dan 8 sampel yang berasal dari Jawa Timur.

### Akuisisi spektrum biji kopi berbasis NIRS

Pada proses ini biji kopi dimasukkan kedalam wadah yang kemudian di akuisisi dengan sinar NIRS 32 scan dengan rentang panjang gelombang yang digunakan 1000 - 2500 nm. Hasil komponen ini berupa spektrum kopi yang nantinya akan diolah.

### Outlier Removal pada Spektrum

Pada proses ini spektrum akan diprojsikan dengan menggunakan metode PCA dan metode Hotelling  $T^2$  ellipse. Hotelling  $T^2$  merupakan generalisasi dari distribusi- $t$ . Diketahui sampel berdistribusi normal yang terdiri dari  $q$  karakteristik kualitas, dengan  $m$

menggambarkan banyaknya sampel, dan masing – masing sampel berukuran  $n$ , rata-rata (*mean*) dan variansi (*variance*) (Montgomery, 2001).

### Perbaikan Spektrum

Proses ini bertujuan untuk menghaluskan gelombang spektrum dengan menggunakan metode *Multiplicative Scatter Correction* (MSC). Metode MSC merupakan salah satu pendekatan untuk mengurangi amplification (multiplicative, scattering), dan offset (additive, chemical) efek NIR spektrum. MSC memutar setiap spektrum sehingga menemukan kecocokan semirip mungkin dengan spektrum standar yang mungkin sering menjadi mean spektrum.

### Klasifikasi dengan PCA

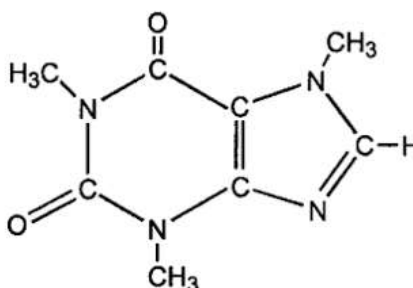
Metode ini digunakan untuk menghindari kasus multikolinearitas. Dalam analisis multivariabel. PCA dapat dijadikan dasar untuk melakukan analisis faktor sehingga dapat digunakan untuk mendapatkan variabel baru dalam jumlah yang lebih sedikit (Iriawan dan Astuti 2006). Prinsip dasar PCA adalah mendeskripsikan variasi suatu set data menjadi sebuah set data baru yang terdiri atas variabel-variabel baru yang tidak berkorelasi satu sama lain. Variabel-variabel tersebut merupakan kombinasi linier dari variabel asal yang diturunkan dalam arah menurun sehingga beberapa komponen pertama mengandung sebanyak mungkin variasi data asal. Dengan demikian, beberapa komponen utama dapat digunakan untuk mempresentasikan data asal tanpa kehilangan informasi yang sangat berguna. Klasifikasi ini bertujuan untuk membedakan asal dari biji kopi tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah biji kopi yang berasal dari beberapa Provinsi di Indonesia (Aceh, Bali, Bengkulu, Nusa Tenggara Barat, Jawa Barat, Jawa Timur). Selanjutnya setiap sampel biji kopi ditimbang sebanyak 10 gr dan dimasukkan kedalam cawan petri dengan jumlah sampel sebanyak 54 sampel yang terdiri dari 10 sampel yang berasal dari Aceh, 8 sampel yang berasal dari Bali, 8 sampel yang berasal dari Bengkulu, 10 sampel yang berasal dari Nusa Tenggara Barat, 10 sampel yang berasal dari Jawa Barat dan 8 sampel yang berasal dari Jawa Timur.

### Zat Kandungan dalam Biji Kopi

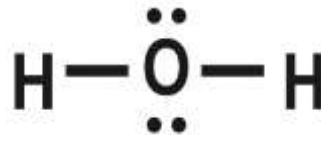
Kopi memiliki senyawa yang membuat kopi memiliki cita rasa dan aroma yang disukai oleh masyarakat. Kafein itu sendiri terkandung didalam biji kopi arabika sebesar 0,94-1,59 % (Clifford, 1985). Rumus bangun kafein dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Rantai kimia Kafein (Clarke and Macrae, 1989).

Kadar air dalam biji kopi diketahui dengan persentase sebesar 11-13 % bk dalam biji kopi arabika (Clifford, 1985). Dimana kadar air masuk kedalam kelompok ikatan atom seperti

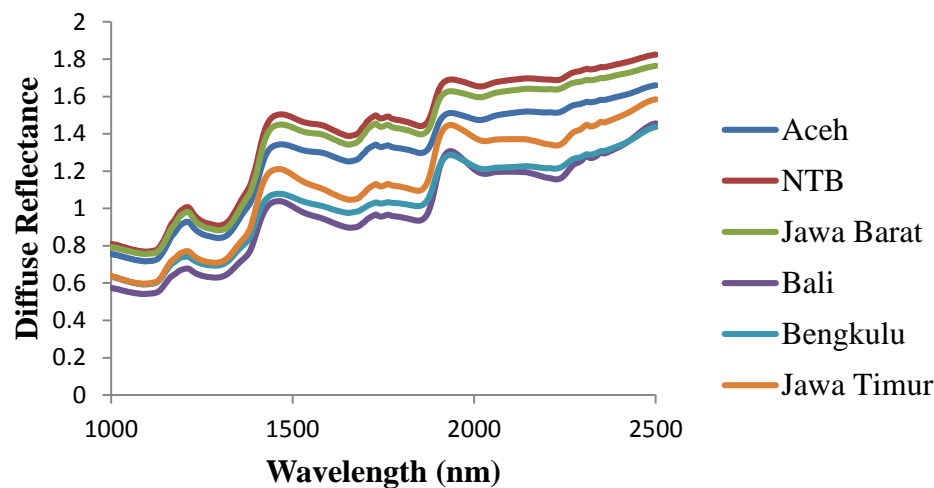
O-H, sedangkan N-H, dan C-H yang merupakan kandungan kimia dari protein dan kandungan lemak pada biji kopi. Sedangkan untuk kadar air ikatan kimianya adalah H-O-H seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ikatan Rantai Kimia Air

### Raw Spektrum Biji Kopi

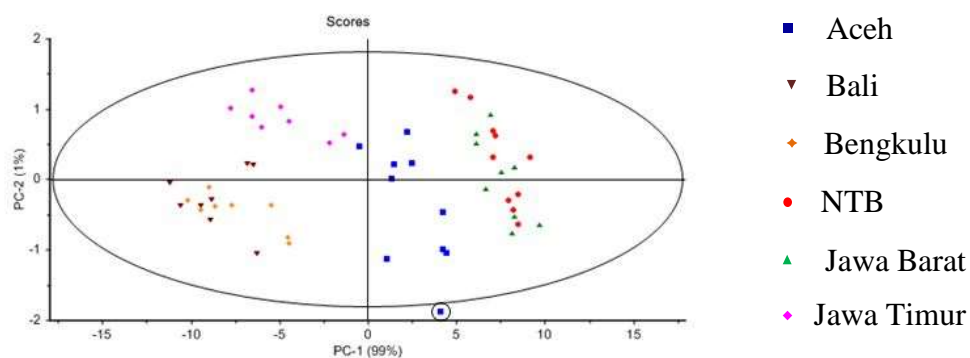
Akuisisi spektra biji kopi dilakukan pada rentang panjang gelombang 1000 – 2500 nm. Spektrum biji kopi yang terlihat pada gambar menunjukkan adanya puncak yang terbentuk sebagai tanda keberadaan kandungan zat dalam biji kopi. Masing-masing puncak dapat diinterpretasikan memiliki kandungan kimia yang berbeda (Gambar 3).



Gambar 3. Raw Spektrum Biji Kopi

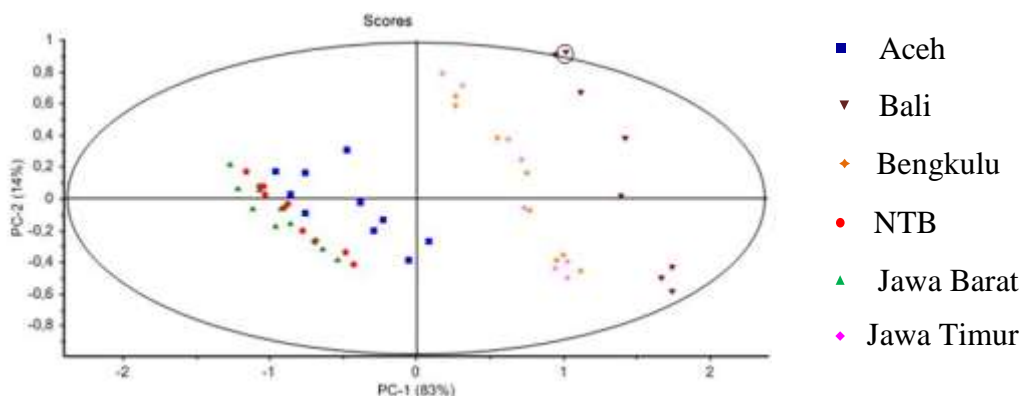
### Outlier Removal Pada Spectrum

Hasil yang didapat pada PCA tanpa *Preatreatment* yaitu sebesar 98,14 % dengan total data sebanyak 54 jumlah sampel. Dimana data pencilon berasal dari Provinsi Aceh seperti pada Gambar 4. Hal ini disebabkan karena terdapat kandungan zat yang berbeda dari sampel lain.



Gambar 4. Hotelling T<sup>2</sup> Ellipse diprojeksikan ke PCA

Sedangkan hasil yang didapat dengan menggunakan PCA dan penambahan *Preatreatment* MSC yaitu sebesar 98,14 % dengan jumlah data pencilan satu sampel yaitu biji kopi dari provinsi Bali. Hal ini juga disebabkan karena terdapat kandungan zat yang berbeda dari sampel yang lain (Gambar 5).

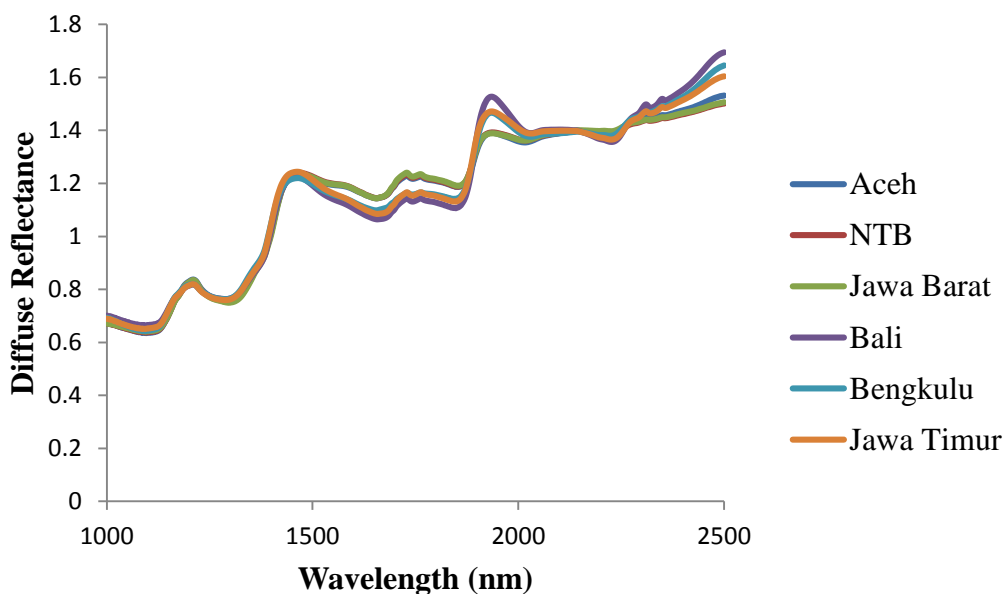


Gambar 5. Hotelling  $T^2$  Ellipse diprojektikan ke PCA MSC

### **Preatreatment Spektrum Metode MSC**

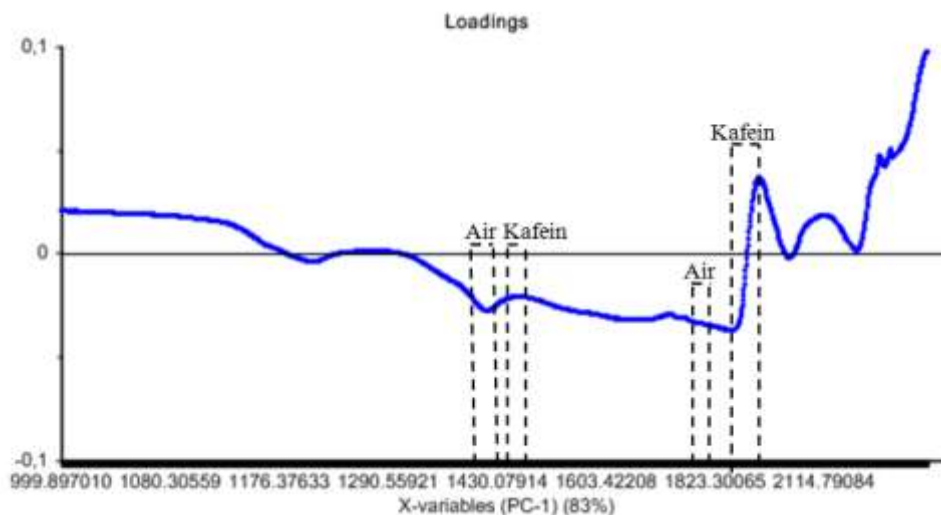
Perlakuan data dengan penambahan *preatreatment Multiplicative Scatter Correction* (MSC) bertujuan untuk mengurangi *amplification (multiplicative, scattering)* dan *offset (additive, chemical)* efek di NIR spektrum, sehingga menemukan kecocokan semirip mungkin dengan spektrum standar yang mungkin sering menjadi *mean* spektrum.

*Preatreatment* MSC mampu memperbaiki hasil tampilan spektrum sehingga pita-pita spektrum menjadi lebih halus dan rapat dibandingkan dengan raw spektrum sebelumnya, dimana spektrum tersebut menghasilkan puncak-puncak yang dapat memberikan informasi tentang komposisi kimia dalam biji kopi, puncak tersebut tampak lebih nyata (Gambar 6).



Gambar 6. Spektrum *Preatreatment* MSC

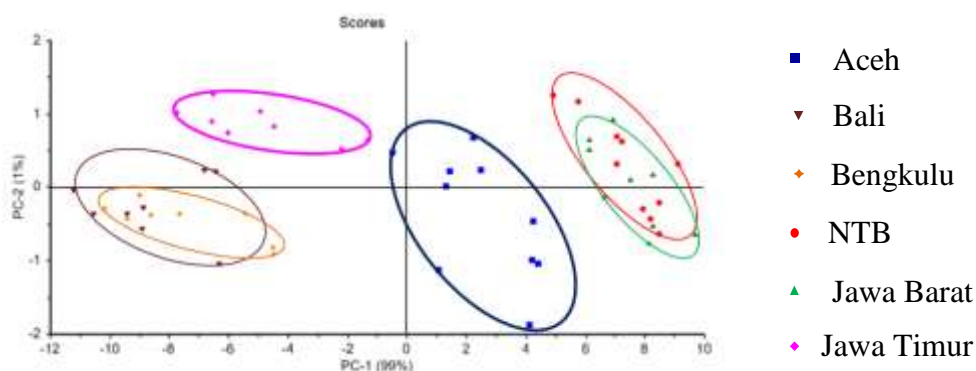
Hasil dari *loading plot Multiplicative Scatter Correction* menunjukkan kandungan kafein pada biji kopi berada pada panjang gelombang 1412 – 1463 nm dan 1907 – 2003 nm. Sedangkan Kadar air pada biji kopi terlihat pada puncak dengan panjang gelombang 1420 – 1470 nm dan 1910 – 1970 nm (Gambar 7).



Gambar 7. Loading Plot dengan penambahan Pretreatment MSC

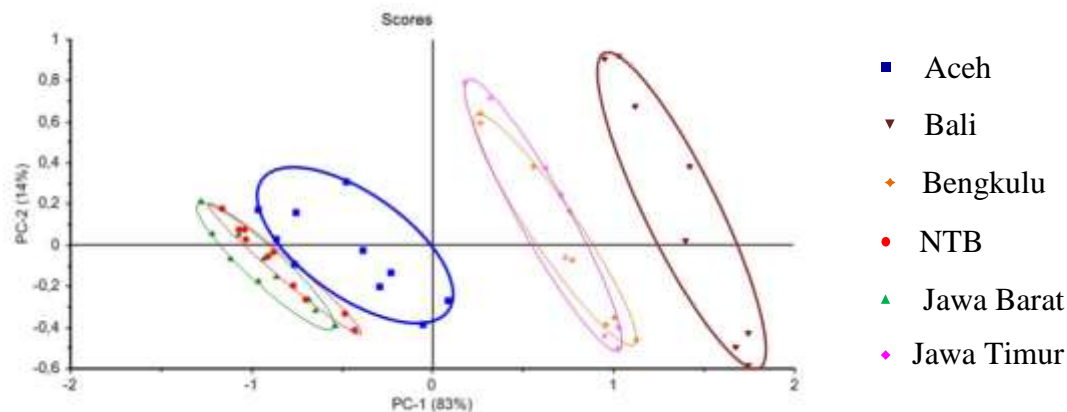
### Klasifikasi dengan Metode PCA

Hasil analisis PCA pada *raw* (data asli) spektrum atau PCA tanpa *pretreatment*, terlihat bahwa biji kopi yang berasal dari Provinsi Aceh dan Provinsi Jawa Timur terklasifikasi dengan baik karena tidak bercampur dengan Provinsi lain. Adapun tingkat keberhasilan klasifikasi setiap Provinsi adalah: (1) Aceh 100 %, (2) Bali 62,5 %, (3) Bengkulu 25 %, (4) NTB 30 %, (5) Jawa Barat 30 % dan (6) Jawa Timur 100 % (Gambar 8).



Gambar 8. Hasil Analisis PCA tanpa *Pretreatment*

Selanjutnya untuk memperbaiki hasil klasifikasi biji kopi dengan metode PCA yang ditambahkan *pretreatment* MSC. Adapun Hasil yang diperoleh terlihat bahwa biji kopi yang berasal dari Provinsi Aceh dan Provinsi Bali dapat terklasifikasi dengan baik karena tidak bercampur dengan biji kopi Provinsi lain, dengan klasifikasi keberhasilan yaitu: (1) Aceh 100 %, (2) Bali 100 %, (3) Bengkulu 12,5 %, (4) NTB 20 %, (5) Jawa Barat 70 % dan (6) Jawa Timur 75 % (Gambar 9).



Gambar 9. Hasil Analisis PCA dengan *pretreatment* MSC

## KESIMPULAN DAN SARAN

PCA tanpa *pretreatment* mampu mengklasifikasikan biji kopi yang berasal dari Provinsi Aceh dan Provinsi Jawa Timur. Sedangkan PCA dengan *Pretreatment* MSC 2 PC (PC1 dan PC2) mampu memproyeksikan data spektrum dengan tingkat keberhasilan 100% dimana biji kopi dari Provinsi Aceh dan Provinsi Bali terklasifikasi dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cen H, He Y. 2007. *Theory and Application of Near Infrared Reflectance Spectroscopy in Determination of Food Quality*. J. Trends in Food Sci & Technol 18: 72-83.
- Clarke, R.J. & Macrae, R. 1989. *Coffee Chemistry*. Vol. I & II. Elsevier Applied Science, London, UK.
- Clifford, M.N. 1985. *Chlorogenic Acids, Coffee Volume 1*. Elsevier Applied Science. London and New York.
- Iriawan, N, Astuti, S.P. 2006. *Mengolah Data Statistik dengan mudah menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: ANDI. ISBN 979-763-111-7.
- Montgomery, D.C. 2001. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Alih Bahasa: Zanzawi Soejoeti. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, hal. : 3 120.
- Munawar AA. 2008. *Non-destructive Inner Quality Prediction in Intact Mangos with NIRS Method* [Thesis]. Goettingen: Georg-August University.
- Munawar AA. 2014. *Multivariate Analysis and Artificial Neural Network Approaches of Near Infrared Spectroscopis Data for Non-Destructive Quality Attributes Prediction of Mango* [Disertasi] Goettingen: Georg-August University.
- Soedibyo, B. R. A. 1998. *Alam Sumber Kesehatan*, Balai Pustaka, Jakarta, 225-226.