

Principal Component Analysis (PCA) Karakter-karakter Umbi Wortel (*Daucus carota* L.) Varietas Lokal Asal Sibayak

Principal Component Analysis (PCA) of Root Characters Local Variety Carrot from Sibayak

Al Findy Yuhibba F.¹, Meddy Rachmadi², Nono Carsono²

¹ Post Graduate Program Faculty of Agriculture Universitas Padjadjaran

² Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

Abstract: Carrot is one of the most popular vegetables with various benefits. Demand to high quality carrot has rapidly increased in recent years. Local variety of carrot named Sibayak has many superior traits with some unacceptable traits for modern market. In order to develop high quality carrot, selection method have been performed. In the selection process, many traits have to be confirmed for effective selection. By using *Principal Component Analysis* (PCA) number of traits will be reduced. The objective of the present work was to collect information the important characters of local variety of Sibayak based on *Principal Component Analysis* (PCA). PCA found that four *Principal Component* (PC) could explain variation of local variety Sibayak population. The four PCs consisted of root length, root weight, root type, root tip diameter and root color. The four PCs could explain 72.376% of cumulative variation of local variety Sibayak population. It was been concluded that the effectiveness selection could be reach by selection of root length, root weight, root type, root tip diameter and root color.

Keywords: Carrot, PCA, Sibayak

Abstrak : Wortel merupakan salah satu tanaman sayuran yang populer dengan berbagai manfaat. Permintaan wortel dengan kualitas yang baik semakin meningkat seiring berjalannya waktu. Varietas lokal Sibayak memiliki banyak keunggulan dengan beberapa karakter yang tidak diterima pasar modern. Upaya peningkatan kualitas wortel telah dilakukan dengan metode seleksi. Pada proses seleksi, banyak karakter yang harus diamati untuk efektifitas seleksi. *Principal Component Analysis* (PCA) dapat mengurangi sejumlah karakter. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi karakter penting yang dapat dijadikan sebagai karakter penciri wortel asal Sibayak berdasarkan *Principal Component Analysis* (PCA). PCA memperoleh empat variabel baru berupa PC yang menggambarkan variasi populasi wortel lokal Sibayak. Keempat PC tersebut terdiri dari karakter panjang umbi, bobot umbi, tipe umbi, diameter umbi bawah dan warna umbi. Variabel baru yang terbentuk mampu menjelaskan 72,376% variasi total pada populasi wortel lokal Sibayak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa efektifitas seleksi dapat dicapai dengan menseleksi karakter panjang umbi, bobot umbi, tipe umbi, diameter umbi bawah dan warna umbi.

Kata kunci : PCA, Sibayak, Wortel

Pendahuluan

Wortel merupakan salah satu sayuran favorit yang mengandung pro-vitamin A, alpha dan beta karoten yang dapat meningkatkan sistem imun serta menunjang terhadap kesehatan mata (Singh, 2007). Tanaman hortikultura saat ini disamping memiliki nutrisi penting, memiliki nilai ekonomi yang penting pula bagi para petani. Pengembangan wortel varietas lokal diperlukan guna meningkatkan kualitas yang dapat bersaing dengan produk-produk impor. Upaya tersebut dapat dilakukan diantaranya melalui perakitan varietas unggul baru.

Pemilihan tetua-tetua terbaik sebagai sumber gen dalam perbaikan varietas merupakan langkah awal dilakukannya perakitan varietas unggul baru. Perbaikan genetik wortel dapat diawali dengan menentukan kriteria kualitas penting bagi konsumen dan mengembangkan metode yang dapat dengan cepat serta akurat menilai kriteria tersebut. Kualitas konsumen dapat mencakup kriteria warna umbi, tekstur umbi, rasa dan bentuk atau penampilan umbi (Karklelienė et al., 2012).

Survey pada pusat pertanaman wortel di Pangalengan memperoleh informasi bahwa terdapat satu varietas lokal yang belum dikembangkan.

Varietas lokal tersebut berasal dari Sibayak, memiliki keunggulan umbi dan core berwarna orange cerah. Penyerbukan silang pada wortel lokal Sibayak tersebut menjadikan penampilan wortel tidak seragam, sehingga masih terdapat wortel yang memiliki umbi berwarna orange pucat dan core berwarna kuning. Solusi yang dapat dilakukan menghadapi permasalahan tersebut yaitu perbaikan populasi melalui seleksi.

Banyaknya karakter yang diamati kemungkinan akan menyulitkan penentuan dan penilaian keunggulan varietas wortel. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan teknik pengurangan dimensi guna mengetahui karakter mana yang paling penting dan paling berkontribusi terhadap terjadinya variasi. Informasi terkait variasi sangatlah penting, sebab merupakan faktor penentu keberhasilan seleksi. Teknik yang dapat dilakukan untuk mengetahui hal tersebut yaitu teknik *Principal Component Analysis* (PCA). Jolliffe (2002) mengemukakan bahwa PCA digunakan untuk mengurangi sejumlah besar variabel menjadi jumlah yang lebih sedikit dengan mempertahankan variasi yang besar pada variabel asli.

Kajian keragaman genetik melalui pengamatan karakter morfologi merupakan salah satu upaya memperoleh informasi awal guna menentukan karakter-karakter yang memiliki keragaman yang tinggi. PCA merupakan salah satu analisis yang dapat digunakan untuk mengetahui besaran suatu karakter mempengaruhi keragaman sehingga dapat menjadi penciri bagi suatu varietas (Afuape et al., 2015). Analisis komponen dapat digunakan dengan tujuan untuk merangkum sebagian besar informasi asli (varians) dalam jumlah minimum faktor untuk tujuan prediksi (Hair Jr et al., 2014). PCA dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakter-karakter penting dengan nilai variabilitas tertinggi. Pada tanaman wortel PCA telah dilakukan untuk klasifikasi kandungan minyak esensial biji wortel pada beberapa varietas (Cosimi et al., 2014). Patras et al., (2011) melaporkan penggunaan PCA untuk mengklasifikasi aktifitas antioksidan secara *in vitro* pada beberapa tanaman sayuran termasuk wortel. Berbeda dengan yang dilakukan oleh Kumar et al., (2011) yang mengkarakterisasi wortel asal Eropa dengan menggunakan PCA. Berdasarkan laporan sebelumnya, belum terdapat penelitian mengenai informasi karakter penting pada tanaman wortel lokal di Indonesia yang menunjang untuk keberhasilan seleksi dalam upaya perakitan varietas unggul baru.

Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu populasi wortel asal Sibayak, Medan. Populasi

wortel yang dijadikan bahan penelitian tersebut merupakan populasi bersilang bebas. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cangkul, wadah benih, bambu pembatas, penggaris, alat tulis, label, tali, triplek, ember, keranjang benih dan plastik.

Analisis Data

Penelitian ini mencakup delapan variabel pengamatan yaitu panjang umbi, diameter umbi atas, diameter umbi bawah, tipe umbi, warna umbi, warna core, tipe core dan bobot umbi. Kedelapan variabel tersebut selanjutnya direduksi menjadi beberapa variabel yang memiliki peran penting terhadap variasi pada wortel asal Sibayak. Pengurangan jumlah variabel tersebut dilakukan dengan menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA). Data yang digunakan merupakan hasil pengamatan karakter morfologi pada umur 3 bulan setelah tanam. Karakter-karakter yang diamati pada penelitian ini yaitu tipe umbi (Vilmorin, 2012), tipe core (IPGRI, 2013), warna core (IPGRI, 2013), warna umbi (IPGRI, 2013), panjang umbi, diameter umbi atas, diameter umbi bawah dan bobot umbi. Data yang terhimpun selanjutnya distransformasi agar layak untuk dibandingkan sebelum dilakukan PCA. Standarisasi dilakukan dengan cara nilai rata-rata untuk setiap variabel dikurangi dari setiap nilai variabel dan hasilnya dibagi dengan standar deviasi dari nilai untuk setiap variabel. Software yang digunakan untuk PCA yaitu XLSTAT Version 2016.02.28451.

Jumlah *Principal Component* (PC) yang menggambarkan informasi penting terkait karakter-karakter yang berkontribusi terhadap variasi ditentukan oleh nilai eigen > 1 (Hair Jr et al., 2014) dan variasi total (Jolliffe, 2002). PC merupakan kombinasi linier dari variabel yang diamati. Secara khusus, PC pertama dinyatakan sebagai berikut menurut Kabacoff (2011):

$$PC_1 = a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_k X_k$$

a_i merupakan vektor ciri matriks Σ yang berpadanan dengan akar ciri (*eigenvalue*) paling besar, sedangkan X_i adalah gugus peubah (variabel) asal.

Hasil dan Pembahasan

Hasil *Barlett Test of Sphericity* dilakukan untuk mengetahui signifikansi korelasi antar variabel serta dilakukan perhitungan *Keiser-Meyers-Oklin (KMO) Measure of Sampling Adequacy* untuk mengetahui kecukupan sampel melalui perbandingan korelasi diamati dengan korelasi parsialnya. Hasil *Barlett Test of Sphericity* dan KMO dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Keiser-Meyers-Oklin (KMO) Measure of Sampling Adequacy* dan *Barlett Test of Sphericity* 8 karakter pengamatan wortel lokal Sibayak

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,585
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	250,703
	df	28
	p-value	< 0,0001

Barlett Test of Sphericity menunjukkan tingkat signifikansi 0,00 ($p\text{ value} < 0,05$) yang berarti bahwa terdapat korelasi yang sangat signifikan antar variabel. Hasil pengujian KMO pada Tabel 2. yaitu 0,585 . Nilai KMO $> 0,5$ menunjukkan bahwa data atau sampel yang digunakan terkategori cukup sehingga dapat memenuhi syarat dalam melakukan uji PCA.

Tabel 2. Nilai *Eigen*, *Variance* dan *Variance Cumulative* pada 8 karakter pengamatan wortel lokal Sibayak

<i>Principal Component</i>	Nilai Eigen	Varians	Varians Kumulatif
PC 1	2,404	30,055%	30.050%
PC 2	1,217	15,207%	45.262%
PC 3	1,201	15,007%	60.268%
PC 4	0,969	12,107%	72.376%
PC 5	0,888	11,104%	83.480%
PC 6	0,776	9,695%	93.175%
PC 7	0,306	3,822%	96.996%
PC 8	0,240	3,004%	100%

Pada tabel 3 menjelaskan bahwa *Principal Component (PC)* dengan nilai *eigen* > 1 yaitu PC pertama dengan kontribusi terhadap variasi sebesar 30,050%, PC kedua dengan kontribusi variasi sebesar 15,207% dan PC ketiga dengan kontribusi variasi sebesar 15,007%. Masing-masing nilai varian pada setiap PC tersebut menjelaskan keragaman data total sebesar 60,268% (berdasarkan varian kumulatif).

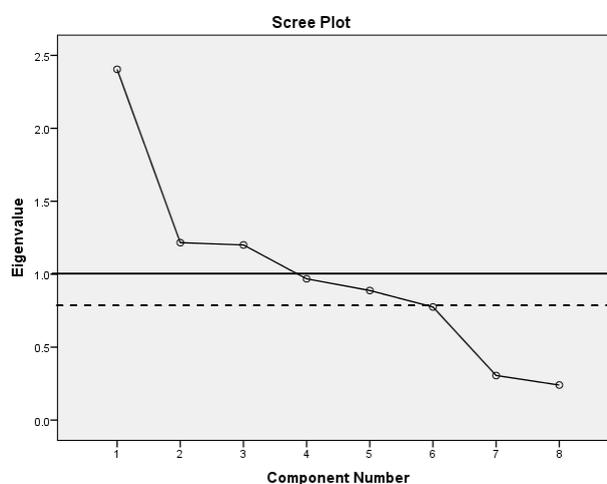
Pengambilan keputusan jumlah PC tidak hanya dilakukan berdasarkan nilai *eigen* saja, Hair Jr et al., (2014) mengatakan kriteria untuk menentukan jumlah PC selain nilai *eigen* yaitu nilai varians kumulatif diatas 60% serta titik sebelum melandai pada grafik *scree plot*. Berdasarkan nilai varians kumulatif, total varians sebesar 72,376% diperoleh dari empat PC pertama.

Tabel 3. Faktor *loading* hasil rotasi metode varimax empat *Principal Component*

Karakter	Component				Communalities
	1	2	3	4	
Diameter umbi atas	0,592	0,011	0,636	0,040	0,757
Diameter umbi bawah	0,070	0,282	0,846	0,062	0,803
Panjang umbi	0,897	0,071	-0,184	0,027	0,845
Tipe umbi	-0,123	0,768	-0,149	0,115	0,641
Tipe core	-0,029	-0,259	0,559	0,019	0,381
Warna umbi	0,070	0,003	0,072	0,983	0,976
Warna core	-0,166	-0,697	-0,143	0,108	0,546
Bobot umbi	0,868	-0,019	0,291	0,057	0,842
					Total
<i>Eigenvalue</i>	1,962	1,228	1,599	1,001	5,790
Varians %	24,531	15,353	19,984	12,508	72,376

Keterangan: Angka dicetak tebal merupakan faktor *loading* signifikan ($> -0,7$ atau $> 0,7$).

Penentuan jumlah PC jika dilakukan hanya berdasarkan nilai *eigen* maka diperoleh tiga PC. Pada Gambar 1 menunjukkan titik sebelum terjadi pelandaian yaitu pada PC-2, namun terjadi lagi pelandaian pada PC-6. Total varians terakumulasi pada titik PC-2 tergolong rendah yaitu sebesar 45,262%. Jika dilihat pada PC-6 total varians terakumulasi tinggi yaitu 93,175%, namun memiliki nilai *eigen* yang rendah yaitu 0,776. Oleh sebab itu, analisis berikutnya dilanjutkan dengan menginterpretasikan lima PC saja karena pada PC-4 dan PC-5 memiliki nilai *eigen* mendekati angka 1 dan total varians diatas 80%.

Gambar 1. Grafik *Scree plot* PCA populasi wortel asal Sibayak

Interpretasi PC dilakukan dengan melihat faktor *loading* yang merupakan nilai korelasi atau hubungan antara variabel asli sebelum analisis PCA dengan kombinasi linier faktor-faktor setelah PCA (Hair Jr et al., 2014). Proses interpretasi faktor dilakukan dengan melihat faktor *loading* yang signifikan dari suatu variabel diantara faktor-faktor seperti pada Tabel 3. Signifikansi faktor *loading* menurut Kaiser (1960 dalam Jolliffe, 2002) menyebutkan bahwa *cut-off* nilai faktor *loading* dilakukan pada angka 1. Namun Jolliffe (2002) mengatakan jika nilai signifikansi hanya pada angka 1 maka jumlah variabel akan sangat sedikit. Oleh sebab itu nilai faktor *loading* yang signifikan dapat diturunkan menjadi $-0,7$ atau $0,7$.

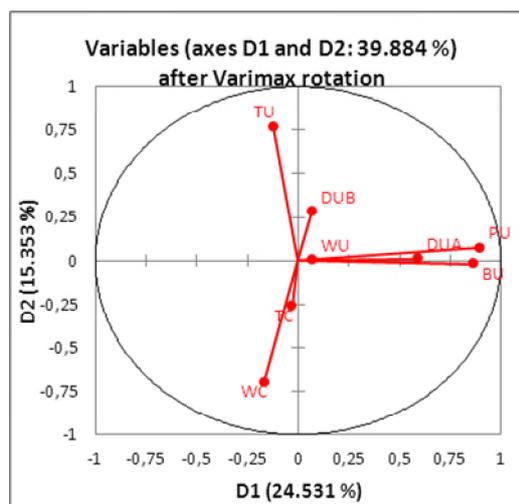
Hasil interpretasi data lima PC pada karakter-karakter umbi wortel memperoleh beberapa nilai faktor *loading* yang signifikan. Namun terdapat satu PC yaitu PC-3 yang tidak memiliki faktor *loading* signifikan. Menurut Hair Jr et al. (2014) hal tersebut dapat menyebabkan interpretasi data kurang maksimal dan kurang meyakinkan. Kondisi tersebut dapat diatasi dengan dilakukannya rotasi varimax yaitu mendistribusikan ulang varians dengan tujuan memaksimalkan nilai faktor *loading*. Nilai faktor *loading* yang tinggi akan semakin tinggi begitu pula sebaliknya sehingga dapat memudahkan dan meningkatkan hasil interpretasi. Rotasi varimax pada lima PC menunjukkan tidak terjadi pengurangan atau reduksi jumlah variabel data yang diamati. Oleh sebab itu dilakukan rotasi varimax ulang pada empat *Principle Component* sehingga diperoleh hasil sebagaimana tersaji pada Tabel 3.

Pendistribusian ulang nilai varians setelah rotasi varimax menunjukkan peningkatan nilai *eigen* pada PC sehingga keempat PC memiliki nilai *eigen* 1 (Tabel 3). Pada Tabel 3. menjelaskan bahwa karakter panjang umbi dan bobot umbi memiliki faktor *loading* yang signifikan pada PC-1. Karakter tipe umbi memiliki faktor *loading* signifikan pada PC-2. Karakter diameter umbi memiliki faktor *loading* yang signifikan pada PC-3, sedangkan karakter warna umbi pada PC-4. Berdasarkan hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa dengan melakukan rotasi varimax pada empat PC diperoleh lima variabel penting yang berpengaruh terhadap terjadinya variasi pada populasi wortel asal Sibayak yaitu panjang umbi, bobot umbi, tipe umbi, diameter umbi bawah, dan warna umbi.

Brown dan Gracie (2001) melaporkan bahwa variabilitas pada ukuran umbi wortel merupakan salah satu karakter penentu yang sangat penting terutama untuk pasar produksi wortel segar. Hal

tersebut sejalan dengan hasil PCA yang menyebutkan bahwa panjang dan diameter umbi bagian bawah merupakan dua karakter penentu ukuran pada umbi wortel yang berpengaruh terhadap variasi populasi wortel asal Sibayak.

Interpretasi hasil PCA selain dilihat dari tabel-tabel sebelumnya, dapat pula dilihat dari grafik biplot seperti pada Gambar 2. Grafik biplot diperoleh dari dua PC yaitu PC-1 dan PC-2 setelah dilakukan rotasi. Gabungan kedua PC tersebut menghasilkan variasi sebesar 39,884%. Pada grafik biplot dapat dijelaskan bahwa karakter diameter umbi atas, diameter umbi bawah, panjang umbi dan bobot umbi memiliki hubungan atau korelasi yang positif. Sebagaimana yang disebutkan oleh Benjamin dan Sutherland (1989) bahwa bobot umbi dapat dipengaruhi oleh diameter umbi dan panjang umbi. Hal tersebut terbukti dari penelitian ini bahwa ketiga karakter tersebut saling berkorelasi positif. Korelasi positif dapat terlihat pada grafik biplot sebab vektor masing-masing karakter tersebut mengarah pada arah yang sama dengan sudut yang terbentuk $< 90^\circ$. Karakter-karakter yang membentuk sudut $> 90^\circ$ berarti memiliki hubungan korelasi negatif sebagaimana yang terlihat antara karakter tipe umbi dengan tipe *core* dan warna *core*. Garis vektor yang terjauh dengan titik nol dapat disebut sebagai karakter yang memiliki keragaman paling tinggi, begitupula sebaliknya. Karakter dengan keragaman yang tinggi berturut-turut ditunjukkan oleh karakter panjang umbi dan bobot umbi.



Gambar 2. Biplot Dua Komponen Utama (PC1 dan PC2) pada Karakter Panjang Umbi (PU), Diameter Umbi Atas (DUA), Diameter Umbi Bawah (DUB), Tipe Umbi (TU), Warna Umbi (WU), Bobot Umbi (BU), Tipe Core (TC), dan Warna Core (WC) setelah Rotasi Varimax.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan dan pembahasan yang telah dilakukan maka diperoleh beberapa simpulan yaitu hasil PCA memperoleh empat variabel baru berupa PC yang menggambarkan variasi populasi wortel lokal Sibayak. Keempat PC tersebut terdiri dari karakter panjang umbi, bobot umbi, tipe umbi, diameter umbi bawah dan warna umbi. Variabel baru yang terbentuk mampu menjelaskan 72,376% variasi total pada populasi wortel lokal Sibayak.

Daftar Pustaka

- Afuape, S.O., P.I. Okocha, and D. Njoku. 2015. Multivariate Assessment of the Agromorphological Variability and Yield Components among Sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) landraces. *African Journal of Plant Science*, [online] Volume 5(2), p. 123–132 Available at <http://www.academicjournals.org/ajps>. [Accessed 2 Agustus 2018].
- Benjamin, L.R., and R. a. Sutherland. 1989. Storage-root Weight, Diameter and Length Relationships in Carrot (*Daucus carota*) and Red Beet (*Beta vulgaris*). *The Journal of Agricultural Science* [online] Volume 113(01), p. 73. Available at http://www.journals.cambridge.org/abstract_S002185960008463X. [Accessed 2 Agustus 2018].
- Brown, P., and A. Gracie. 2001. *Factors Influencing Carrot Size and Shape*. Australia.
- Cosimi, E., P.L. Cioni, I. Molfetta, and A. Braca. 2014. Essential-Oil Composition of *Daucus carota* ssp . major (Pastinocello Carrot) and Nine Different Commercial Varieties of *Daucus carota* ssp . sativus Fruits. *Chemistry and Biodiversity* [online] Volume 11, p.1022–1033. [Accessed 9 Oktober 2015]
- Hair Jr, J.F., C. William, B.J. Babin, and R.E. Anderson. 2014. *Multivariate Data Analysis*. 7th ed. United States of America : Pearson Education Limited.
- IPGRI. 2013. Minimum Characterization Descriptors for Carrot. p. 26–28. In *Descriptors for wild and cultivated Carrots*. Italy : International Plant Genetic Resources Institute.
- Jolliffe, I.T. 2002. *Principal Component Analysis*. 2nd ed. New York : Springer.
- Kabacoff, R.I. 2011. *R In Action : Data analysis and graphics with R*. Shelter Island : Manning Publications.
- Karklelienė, R., A. Radzevičius, E. Dambrauskienė, E. Survilienė, Č. Bobinas, L. Duchovskienė, D. Kavaliauskaitė, and O. Bundinienė. 2012. Root Yield , Quality and Disease Resistance of Organically Grown Carrot (*Daucus sativus* Röhl.) Hybrids and cultivars. Volume 99(4), p. 393–398.
- Kumar, R., P. Vashisht, R.K. Gupta, M. Singh, and S. Kaushal. 2011. Characterization of european carrot genotypes through principal components and regression analyses. *International Journal of Vegetable Science*. Volume 17(1), p. 3–12.
- Patras, A., N.P. Brunton, G. Downey, A. Rawson, K. Warriner, and G. Gernigon. 2011. Application of principal component and hierarchical cluster analysis to classify fruits and vegetables commonly consumed in Ireland based on in vitro antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*. [online] Volume 24(2), p. 250–256. Available at <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2010.09.012>. [Accessed 4 Desember 2017]
- Singh, R.J. (Ed). 2007. *Genetic Resources, Chromosome Engineering, And Crop Improvement Series*. Volume 3. New York : CRC Press.
- Vilmorin. 2012. *Handbook:Carrot*. Limagrain, France.