

Wicaksono, A.A. · D. Ustari · S. Pratiwi · S. Mubarak · A. Karuniawan

Pengujian karakter hasil dan komponen hasil klon ubi jalar berdaging putih berdasarkan analisis multivariat

Sari. Ubi jalar memiliki keragaman genetik yang luas sehingga potensi genetiknya dapat dikembangkan lebih lanjut. Ubi jalar berdaging putih memiliki kandungan pati paling tinggi dibandingkan dengan warna yang lain. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi karakter hasil dan komponen hasil klon ubi jalar berdaging putih. Percobaan dilakukan di tiga lokasi sentra produksi ubi jalar yakni Kabupaten Sumedang, Kabupaten Garut, dan Kabupaten Majalengka, Jawa Barat mulai bulan Desember 2019 hingga Desember 2020. Percobaan dilakukan dengan menguji 11 klon ubi jalar berdaging putih, yang terdiri atas 8 klon hasil persilangan dan 3 varietas cek menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan. Karakter yang diamati terdiri atas karakter hasil dan komponen hasil. Kekerabatan klon ubi jalar berdaging putih dinilai berdasarkan keragaman genetik masing-masing karakter menggunakan analisis multivariat yang meliputi analisis kluster dan *Principle Component Analysis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat variasi karakter hasil dan komponen klon ubi jalar berdaging putih pada tiga lokasi tanam. Jarak genetik berdasarkan analisis kluster di tiga lokasi tanam secara berurutan adalah 2,20 – 5,95 Euclidean; 2,74 – 5,13 Euclidean; dan 2,26 – 5,61 Euclidean. Berdasarkan hasil analisis multivariate, klon ubi jalar berdaging putih pada ketiga lokasi memiliki variasi yang tinggi. Hasil tersebut berguna untuk menyeleksi klon ubi jalar berdaging putih dalam program perakitan varietas tanaman.

Kata kunci: Hasil · Kluster · Komponen hasil · Multivariat · Ubi jalar berdaging putih

The trial of yield and yield component traits of white-fleshed sweet potato clones based on multivariate analysis

Abstract. Sweet potato has a wide genetic diversity so that its genetic potential can be developed further. White flesh sweet potato has the highest starch content compared to others. This study aimed to estimate the variation of yield and yield component traits of white fleshed sweet potato clones. The experiment was conducted at three regencies of sweet potato production center, i.e., Sumedang, Garut, and Majalengka, West Java, from December 2019 to December 2020. The experiment was carried out by testing 11 white-fleshed sweet potato clones consisting of 8 crossed clones and 3 check varieties by using Randomized Block Design (RBD) with three replications. Yield and yield component traits were observed. Estimation of relativity of white-fleshed sweet potato was evaluated based on the genetic diversity of each trait by using multivariate analysis included cluster and principal component analysis (PCA). The results showed that there were differences in genetic variability based on yield and yield component traits in three production centers. Genetic distance based on cluster analysis in three locations were 2.20-5.95 Euclidean; 2.74-5.13 Euclidean; and 2.26-5.61 Euclidean, respectively. Based on the results of multivariate analysis, white-fleshed sweet potato clones at the three locations had a high variation. These results are useful for selecting desired white-fleshed sweet potato clones in the plant breeding program.

Keywords: Yield · Cluster · Yield component · Multivariate · White-fleshed sweet potato

Diterima : 14 Januari 2022, Disetujui : 14 April 2022, Dipublikasikan : 15 April 2022

DOI: [10.24198/kultivasi.v21i1.37825](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.37825)

Wicaksono, A.A.¹ · D. Ustari^{2,3} · S. Pratiwi⁴ · S. Mubarak⁵ · A. Karuniawan⁵

¹Program Studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, 45363

²Program Studi Doktor Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, 45363

³Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Nusantara, Jl. Soekarno Hatta No.530, Sekejati, Kec. Buahbatu, Kota Bandung, Jawa Barat 40286

⁴Program Studi Sarjana Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, 45363

⁵Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, 45363

Korespondensi: agung.karuniawan@unpad.ac.id

Pendahuluan

Tren diversifikasi tanaman pangan semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Salah satu tanaman pangan yang dapat dikembangkan dalam tren tersebut adalah ubi jalar. Ubi jalar memiliki potensi sebagai bahan pangan, pakan ternak, bahan baku industri, dan sumber energi (Mukhopadhyay *et al.*, 2011; Waluyo *et al.*, 2015). Kandungan karbohidrat dan nutrisi yang tinggi menjadikan posisi ubi jalar strategis sebagai bahan pangan alternatif (Mustamu *et al.*, 2018). Berbagai keunggulan tersebut menjadikan ubi jalar sebagai tanaman penting untuk dikembangkan lebih lanjut.

Saat ini sejumlah varietas ubi jalar telah dilepas dengan berbagai warna daging ubi yang memiliki pemanfaatan yang berbeda. Ubi jalar berdaging putih baru memiliki dua varietas unggul yang telah dilepas dan banyak dibudidayakan oleh petani, yaitu AC Putih dan Sukuh. Ubi jalar berdaging putih memiliki kandungan pati paling tinggi dibandingkan dengan warna yang lain (Guo *et al.*, 2019). Pati pada ubi jalar berdaging putih memiliki karakter tingkat kemurnian pati yang lebih baik, kadar amilosa lebih tinggi, dan kadar abu yang lebih rendah (Ginting *et al.*, 2005), sehingga ubi jalar berdaging putih sangat potensial untuk bahan baku industri tepung. Saat ini kebutuhan pati masih dipenuhi dengan impor gandum yang mengalami kenaikan 15% per tahun sejak 2013 (BPS, 2020). Oleh karena itu, diperlukan varietas-varietas unggul baru ubi jalar berdaging putih agar dapat menjadi alternatif sumber pati lokal.

Ubi jalar memiliki keragaman genetik yang luas. Keragaman genetik tersebut dipengaruhi oleh susunan genetik alami tanaman yang tergolong heksaploid, kemampuan berbunga, dan sifat inkompatibilitas tanaman (Grüneberg *et al.*, 2015; Wadl *et al.*, 2018). Keragaman genetik berguna untuk menduga kemajuan genetik melalui seleksi (Barmawi *et al.*, 2013). Informasi yang cukup terkait keragaman genetik tanaman diperlukan dalam pengembangan varietas ubi jalar di masa depan.

Informasi keragaman merupakan dasar untuk pengembangan suatu tanaman. Estimasi keragaman genetik pada ubi jalar berdaging putih dapat dilakukan melalui identifikasi morfologi dengan pendekatan analisis

multivariat. Analisis multivariat merupakan pendekatan yang paling banyak digunakan dalam rangka mengestimasi variabilitas genetik (Ngailo *et al.*, 2016). Informasi yang diperoleh dari analisis multivariat dapat digunakan untuk menentukan hubungan dan potensi variasi genetik serta membantu dalam proses seleksi klon ubi jalar berdaging putih (Andrade *et al.*, 2016; Wadl *et al.*, 2018). Analisis yang sering digunakan adalah *Principle Component Analysis* (PCA, Analisis komponen utama) dan analisis kluster. Analisis komponen utama merupakan teknik untuk mengetahui seberapa besar suatu karakter berkontribusi terhadap keragaman sehingga hasilnya dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakter yang menjadi ciri suatu varietas (Afuape *et al.*, 2011). Penggunaan PCA ini memudahkan dalam estimasi pengelompokan sifat maupun genotipe tertentu yang memiliki keragaman.

Analisis kluster digunakan untuk mengelompokkan objek-objek berdasarkan karakteristik yang dimilikinya. Data yang memiliki struktur kelompok yang jelas juga dapat menggunakan analisis ini (Jolliffe, 2002). Nilai Euclidean dalam analisis kluster mencerminkan jarak genetik masing-masing individu tanaman secara kuantitatif (Govindaraj *et al.*, 2015). Analisis ini mengklasifikasikan objek dengan setiap objek yang paling dekat kesamaannya dengan objek lain dalam kluster yang sama.

Lokasi yang dipilih untuk penelitian ini adalah tiga kabupaten di Jawa Barat, yakni Kabupaten Sumedang, Kabupaten Garut, dan Kabupaten Majalengka. Ketiga lokasi tersebut merupakan sentra produksi ubi jalar. Kabupaten Sumedang dipilih sebab terdapat Desa Cilembu yang merupakan daerah penghasil ubi jalar unggulan yang memiliki rasa manis yang khas. Menurut Solihin *et al.* (2017), Desa Cilembu memiliki karakteristik lahan yang berpengaruh terhadap kadar kemanisan dan produksi ubi jalar. Wilayah Karangpawitan Kabupaten Garut merupakan salah satu dari lima sentra utama ubi jalar di Jawa Barat (Humas Jabar, 2020). Lokasi kedua ini merupakan lahan sawah tadah hujan dengan karakteristik tanah bertekstur liat. Lokasi penelitian ketiga dilakukan di Kecamatan Maja dengan karakteristik lahan sawah irigasi bertekstur liat, yang merupakan salah satu wilayah di Majalengka yang lahan pertaniannya didominasi oleh ubi jalar. Rusliati *et al.* (2020) mengemukakan bahwa ubi jalar di daerah

tersebut menjadi peluang usaha produk pangan khas Majalengka. Pengujian pada tiga lokasi sentra produksi ubi jalar dilakukan untuk mengetahui keragaman dan kekerabatan genetik klon ubi jalar berdaging putih berdasarkan karakter hasil dan komponen hasil.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2019 sampai dengan Desember 2020 pada tiga lokasi di Jawa Barat (Tabel 1). Bahan yang digunakan adalah 11 klon ubi jalar berdaging putih, yang terdiri dari 8 klon hasil persilangan dan 3 klon sebagai varietas cek (Tabel. 2). Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Setiap klon ditanam pada plot 3 m × 5 m, sehingga jumlah populasi sebanyak 75 tanaman per klon per ulangan. Data karakter tanaman yang diamati sesuai dengan deskriptor ubi jalar (Gurmu *et al.*, 2013). Karakter hasil dan komponen hasil yang diamati terdiri dari panjang ubi (RL), diameter ubi (RD), jumlah ubi per tanaman (NRP), bobot ubi per tanaman (RWP), berat brangkas (WP), jumlah ubi ekonomis (NCR), bobot ubi ekonomis (WCR), jumlah ubi total (NR), bobot ubi total (YIELD), kadar kemanisan (BRIX), dan *Specific Gravity* (SG). Kekerabatan klon ubi jalar berdaging putih dinilai berdasarkan keragaman genetik masing-masing karakter. Analisis terhadap data menggunakan analisis kluster dan PCA dengan bantuan perangkat lunak *Numerical Taxonomy and Multivariate System* (NTSYS) (Prayudha *et al.*, 2019). Data dihitung menggunakan jarak *Euclidean* yang diproses melalui metode *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (UPGMA) terstandar dan ditampilkan dalam bentuk dendrogram.

Tabel 1. Deskripsi lokasi penelitian

Lokasi	Temperatur (°C)	Titik Koordinat	Ketinggian Tempat	Tipe Iklim Oldeman
Cilembu, Kab. Sumedang	24,80	6°54'36,5"S 107°51'07,6"E	986 m dpl	C2
Karangpawitan, Kab. Garut	25,21	7°12'24,2"S 107°56'12,5"E	729 m dpl	C2
Maja, Kab. Majalengka	25,37	6°52'23,6"S 108°17'47,3"E	526 m dpl	C3

Keterangan: dpl = di atas permukaan laut

Deskripsi lokasi penelitian pada tiga lokasi di Jawa Barat dapat dilihat pada Tabel 1 dan daftar klon yang diuji dapat dilihat pada Tabel 2. Pengujian pada tiga lokasi bertujuan untuk mengetahui respon hasil dan komponen hasil klon ubi jalar berdaging putih pada agroekosistem dan ketinggian lokasi yang berbeda.

Tabel 2. Daftar klon yang diuji

No.	Kode	Nama Klon
1.	WF1	Kriting Maja
2.	WF2	Rancing (cek)
3.	WF3	Sukuh (cek)
4.	WF4	AC Putih (cek)
5.	WF5	M2 154 Kulit Ungu Daging Putih
6.	WF6	Sorong
7.	WF7	MBD Kulit Ungu Daging Putih
8.	WF8	44 (41)
9.	WF9	PR 119 Kulit Ungu Daging Putih
10.	WF10	LKPWKT
11.	WF11	PR 49 (412) Putih

Hasil dan Pembahasan

Variasi Karakter Hasil dan Komponen Hasil. Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah ubi ekonomis, bobot ubi ekonomis, jumlah ubi total, dan bobot ubi total dipengaruhi oleh lingkungan dan interaksi genotip dengan lingkungan.

Berdasarkan Tabel 3, beberapa karakter memiliki nilai F hitung yang berbeda nyata dengan F tabel pada tiga agroekosistem, yaitu karakter bobot ubi per tanaman, jumlah ubi ekonomis, bobot ubi ekonomis, jumlah ubi total, dan bobot ubi total. Hal ini menunjukkan bahwa kelima karakter tersebut memiliki penampilan yang bervariasi dari setiap klon yang ditanam pada tiga agroekosistem tanam, yakni Kab. Sumedang, Kab. Garut, dan Kab. Majalengka.

Selain karakter yang menunjukkan pengaruh signifikan terhadap ketiga agroekosistem, terdapat beberapa karakter yang berbeda nyata pada masing-masing agroekosistem. Hasil analisis pada agroekosistem Kab. Sumedang menunjukkan bahwa karakter panjang ubi, jumlah ubi per tanaman, dan berat brangkas menunjukkan perbedaan yang nyata dengan nilai F hitung lebih besar daripada F tabel. Karakter diameter ubi, berat brangkas, dan kadar kemanisan menunjukkan pengaruh yang signifikan pada agroekosistem Kab. Garut. Agroekosistem Kab. Majalengka memberikan perbedaan yang nyata pada karakter panjang ubi, diameter ubi, kadar kemanisan, dan *specific gravity*. Beragamnya nilai hasil uji yang berbeda nyata pada karakter hasil dan komponen hasil pada percobaan ini menunjukkan adanya kontribusi faktor genetik setiap klon dan pengaruh agroekosistem yang mendukung terbentuknya penampilan karakter yang direspons berbeda oleh setiap klon. Perbedaan respons klon-klon tersebut merupakan indikator adanya interaksi genotip dengan lingkungan (Ebem *et al.*, 2021). Adanya interaksi genotip dengan lingkungan pada tiga agroekosistem akan memberikan dampak pada stabilitas hasil suatu klon yang diuji. Karakter jumlah ubi per tanaman, bobot ubi per tanaman, bobot brangkas, jumlah ubi ekonomis, bobot ubi ekonomis, jumlah ubi total, dan bobot ubi total memiliki nilai KV lebih dari 20%. Besar kecilnya nilai KV dipengaruhi oleh banyak faktor, beberapa diantaranya adalah jenis percobaan, tanaman, dan karakter yang diukur (Gomez dan Gomez, 2016). Karakter-karakter yang memiliki nilai KV besar diakibatkan adanya interaksi genotip dengan lingkungan.

Principle Component Analysis (PCA).

Hasil PCA yang telah diperoleh dapat dimanfaatkan untuk membantu proses seleksi perakitan varietas tanaman dalam mengelompokkan klon-klon ubi jalar berdaging putih sesuai karakter yang dikehendaki. Karakter hasil dan komponen hasil semua klon ubi jalar yang diuji di lokasi Kab. Sumedang menunjukkan keragaman yang tinggi (Tabel 4). Analisis PCA yang dilakukan pada karakter hasil dan komponen hasil menunjukkan perbedaan tingkat keragaman yang ditunjukkan oleh perbedaan nilai *Eigenvalue* dan jumlah sumbu (PC) masing-masing karakter.

Analisis berdasarkan PCA memperlihatkan sumbu pertama (PC1) akan menunjukkan kemungkinan keragaman secara maksimal, dan kemungkinan keragaman yang tersisa akan dihipunkan sumbu berikutnya (Prayudha *et al.*, 2019). Nilai *Eigenvalue* pada karakter agronomi berkisar antara 5,774 - 0,107 dengan delapan sumbu yang digunakan (Tabel 4). Karakter yang berpengaruh terhadap keragaman ditentukan berdasarkan nilai diskriminan dengan nilai lebih dari 0,7 (Jolliffe, 2002). Sumbu yang digunakan pada masing-masing karakter menjadi komponen yang akan dianalisis lebih lanjut.

Keragaman pada karakter hasil dan komponen hasil terdiri dari delapan sumbu dengan nilai kumulatif 99,792%. Karakter yang berpengaruh terhadap keragaman dapat dilihat dari nilai diskriminan pada Tabel 4. Keragaman pada sumbu pertama (PC1) sebesar 52,494%, yang dipengaruhi oleh karakter jumlah ubi per tanaman, bobot ubi per tanaman, berat brangkas, jumlah ubi ekonomis, bobot ubi ekonomis, dan bobot ubi total yang memiliki nilai diskriminan lebih dari 0,7. Pada PC2, hanya

Tabel 3. ANOVA dan koefisien variasi dari 11 karakter hasil dan komponen hasil yang diamati

Karakter	Sumedang	Garut	Majalengka	GxE	KV (%)
RL	2,81*	1,76	4,93**	2,39**	14,85
RD	1,32	5,70**	2,62*	2,44**	16,94
NRP	5,12**	2,11	0,88	1,15	27,43
RWP	3,68**	5,59**	3,46**	1,42	25,23
WP	3,20*	7,58**	1,94	2,12*	34,42
NCR	3,47**	6,97**	3,21*	3,07**	39,65
WCR	2,40*	5,62**	3,16*	2,44**	41,22
NR	5,07**	11,65**	8,14**	4,98**	30,40
YIELD	3,31*	4,99**	11,73**	4,82**	30,07
BRIX	1,82	9,99**	5,17**	2,31**	9,48
SG	1,14	0,77	5,73**	1,26	2,90

Keterangan: *Berbeda nyata pada taraf 5%, **Berbeda nyata pada taraf 1%, GxE = interaksi genotip dengan lingkungan, KV = Koefisien Variasi

karakter kadar kemanisan yang menjadi sumber keragaman dengan nilai diskriminan 0,771. Tidak ada karakter yang memberikan kontribusi signifikan terhadap keragaman pada PC3 – PC8. Hasil analisis tersebut mengungkapkan bahwa keragaman karakter hasil dan komponen hasil ubi jalar berdaging putih disebabkan keragaman karakter jumlah ubi per tanaman, bobot ubi per tanaman, berat brangkasan, jumlah ubi ekonomis, bobot ubi ekonomis, bobot ubi total, dan kadar kemanisan. Identifikasi lanjutan pada data komponen utama dapat menentukan bagaimana suatu karakter mempengaruhi keragaman.

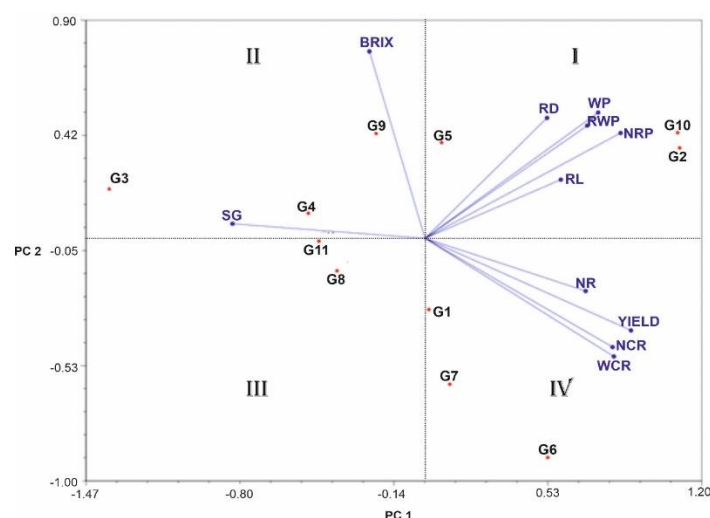
Tabel 4 menunjukkan terdapat karakter yang memberikan kontribusi positif dan kontribusi negatif pada pengelompokan. Jain

and Patel (2016) menyatakan bahwa karakter dengan nilai positif memiliki kontribusi signifikan terhadap keragaman pada kelompok yang sama, dan sebaliknya untuk karakter dengan nilai negatif memiliki kontribusi yang tidak signifikan. Karakter yang berkontribusi positif terhadap keragaman karakter hasil dan komponen hasil adalah jumlah ubi per tanaman, bobot ubi per tanaman, berat brangkasan, jumlah ubi ekonomis, bobot ubi ekonomis, dan bobot ubi total di PC1, serta kadar kemanisan di PC2. Hasil tersebut sesuai dengan yang diperoleh Anindita *et al.* (2020) pada tanaman kunyit yang mengungkapkan bahwa karakter hasil dan komponen hasil tanaman dapat menjadi sumber keragaman genetik pada kelompok kunyit.

Tabel 4. Hasil PCA ubi jalar berdaging putih pada lokasi Kab. Sumedang

Karakter	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
RL	0,588	0,242	0,490	0,454	0,302	0,222	0,047	0,068
RD	0,528	0,496	-0,091	-0,640	0,153	0,156	0,021	0,049
NRP	0,848	0,434	-0,104	-0,083	0,069	-0,235	0,093	-0,019
RWP	0,703	0,464	-0,418	0,199	0,177	-0,138	-0,100	0,110
WP	0,750	0,518	-0,134	0,213	-0,185	0,080	-0,134	-0,208
NCR	0,813	-0,448	0,162	-0,160	-0,128	0,097	-0,219	0,095
WCR	0,818	-0,487	-0,164	-0,080	0,049	0,223	0,033	-0,059
NR	0,696	-0,217	0,598	-0,099	-0,007	-0,306	-0,055	-0,007
YIELD	0,893	-0,379	0,095	-0,075	0,089	-0,028	0,138	-0,119
BRIX	-0,241	0,771	0,500	-0,142	-0,252	0,089	0,027	-0,001
SG	-0,834	0,060	0,163	-0,167	0,451	-0,024	-0,148	-0,132
Eigenvalue	5,774	2,207	1,150	0,805	0,479	0,317	0,134	0,107
Percentage (%)	52,494	20,068	10,461	7,319	4,360	2,890	1,218	0,979
Cumulative (%)	52,494	72,563	83,024	90,344	94,704	97,595	98,813	99,792

Keterangan: PC = Principal Component, RL = panjang ubi, RD = diameter ubi, NRP = jumlah ubi per tanaman, RWP = bobot ubi per tanaman, WP = berat brangkasan, NCR = jumlah ubi ekonomis, WCR = bobot ubi ekonomis, NR = jumlah ubi total, YIELD = bobot ubi total, BRIX = kadar kemanisan, SG = *specific gravity*



Gambar 1. Biplot ubi jalar berdaging putih dari lokasi Kab. Sumedang berdasarkan PC1 dan PC2

Hasil analisis biplot terhadap 11 karakter hasil dan komponen hasil menunjukkan total keragaman dari dua komponen utama sebesar 52,494%, serta diperoleh dua karakter yang mempunyai garis vektor pendek dari titik asal, yaitu jumlah ubi total dan panjang ubi (Gambar 1). Hasil analisis biplot pada ubi jalar juga menunjukkan jumlah ubi total, diameter ubi, dan panjang ubi kurang berkontribusi terhadap keragaman melalui garis vektor yang pendek (Ojeda *et al.*, 2017).

Analisis biplot dapat menunjukkan karakter-karakter yang kurang berkontribusi terhadap keragaman melalui ukuran garis vektor yang pendek dari titik asal. Analisis komponen utama diikuti analisis biplot dapat digunakan sebagai alat seleksi keragaman untuk perbaikan suatu varietas. Kojima and Saba (2015) menggunakan analisis komponen utama dan biplot pada 45 galur *white bean* dan diperoleh karakter penting untuk seleksi, yaitu hasil biji, biomasa, jumlah biji per polong, dan diameter batang.

Analisis biplot juga mengelompokkan klon atau varietas berdasarkan karakteristik tertentu sebagai penciri kelompok tersebut. Pada kuadran 4 (Gambar 1) karakter jumlah ubi ekonomis, bobot ubi ekonomis, jumlah ubi total, dan bobot ubi total berpengaruh lemah terhadap karakteristik hasil dan komponen hasil klon G1, G7, dan G6, karena kelompok ini pada posisi tidak searah atau berlawanan dengan semua garis vektor. Tiga klon pada kuadran II menunjukkan karakteristik yang berpengaruh kuat pada keragaman yang berkaitan dengan

kadar kemanisan dan *specific gravity*. Klon pada kuadran III, yaitu G8 dan G11 tidak memiliki karakter yang berpengaruh kuat. Hal ini dapat dilihat dari tidak adanya garis vektor pada kuadran tersebut. Kuadran I menunjukkan bahwa karakter panjang ubi, diameter ubi, berat brangkasan, bobot ubi per tanaman, dan jumlah ubi per tanaman mempunyai pengaruh yang kuat terhadap tiga klon: G2, G5, dan G10.

Menurut Setiawati *et al.* (2013), klon-klon yang berada pada kuadran yang berbeda dengan sudut 90° mempunyai hubungan kekerabatan yang jauh, sedangkan apabila klon tersebut berada di satu kuadran yang sama maka hubungan kekerabatannya dekat. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa klon-klon yang memiliki kedekatan karakteristik hasil dan komponen hasil berkumpul dalam satu klaster dan diperlihatkan melalui arah vektor dengan objek pada suatu kuadran.

Berdasarkan Tabel 5, terlihat keragaman pada karakter hasil dan komponen hasil ubi jalar berdaging putih di Kab. Garut yang terdiri atas delapan sumbu dengan nilai kumulatif 99,615%. Keragaman pada sumbu ketiga sebesar 13,358% yang diberikan oleh karakter bobot ubi per tanaman dengan nilai diskriminan 0,758. Selain pada PC3, tidak ada karakter yang berpengaruh signifikan terhadap keragaman. Berdasarkan nilai tersebut, keragaman ubi jalar berdaging putih di Kab. Garut dipengaruhi oleh karakter bobot ubi per tanaman pada PC3 yang menyumbang 13,358% pada total keragaman.

Tabel 5. Hasil PCA ubi jalar berdaging putih lokasi Kab. Garut

Karakter	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
RL	0,150	0,424	0,533	0,516	0,435	0,189	0,139	0,022
RD	0,378	-0,625	0,476	-0,091	0,394	-0,187	-0,163	-0,097
NRP	-0,722	0,375	0,264	-0,347	0,064	-0,337	0,147	0,024
RWP	-0,383	-0,419	0,758	-0,128	-0,243	-0,093	0,058	0,076
WP	-0,326	0,591	0,464	0,210	-0,485	0,056	-0,190	-0,083
NCR	-0,952	-0,123	-0,088	-0,092	0,050	0,128	0,076	-0,184
WCR	-0,811	-0,498	0,036	0,136	0,049	0,258	0,025	-0,020
NR	-0,964	0,054	-0,151	0,107	0,043	-0,087	0,117	-0,003
YIELD	-0,853	-0,429	-0,046	0,104	-0,020	0,185	-0,138	0,130
BRIX	-0,724	0,164	-0,233	0,375	0,217	-0,411	-0,175	0,019
SG	0,419	-0,575	-0,087	0,506	-0,358	-0,266	0,164	-0,038
Eigenvalue	4,865	2,047	1,469	0,903	0,827	0,562	0,204	0,076
Percentage (%)	44,234	18,617	13,358	8,210	7,521	5,111	1,862	0,699
Cumulative (%)	44,234	62,852	76,210	84,420	91,941	97,053	98,915	99,615

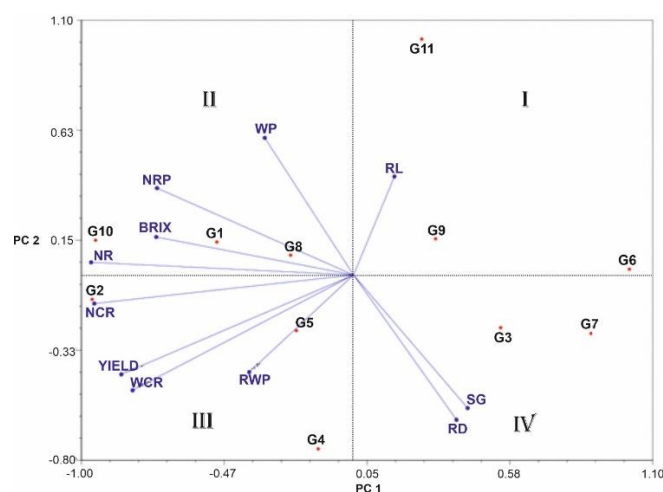
Keterangan: PC = Principal Component, RL = panjang ubi, RD = diameter ubi, NRP = jumlah ubi per tanaman, RWP = bobot ubi per tanaman, WP = berat brangkasan, NCR = jumlah ubi ekonomis, WCR = bobot ubi ekonomis, NR = jumlah ubi total, YIELD = bobot ubi total, BRIX = kadar kemanisan, SG = *specific gravity*

Hubungan antara klon yang diuji dengan sesamanya serta antar karakter hasil dan komponen hasil ubi jalar berdaging putih di Kab. Garut dapat dilihat melalui hasil analisis biplot (Gambar 2). Pada grafik biplot, komponen utama yang digunakan merupakan sumbu pertama dan kedua yang terbagi menjadi empat kuadran. PC1 dan PC2 digunakan sebagai dua komponen utama karena memberikan kontribusi tertinggi dari 62,852% total keragaman. Nilai PC1 dan PC2 masing-masing adalah 44,234% dan 18,617%. Keragaman karakter hasil dan komponen hasil ubi jalar berdaging putih di Kab. Garut ditunjukkan dari tersebarnya garis-garis vektor pada empat kuadran berbeda yang menunjukkan perbedaan antara karakter hasil dan komponen hasil antar klon yang diuji. Pada PC1 dan PC2, tidak ada karakter yang memiliki nilai diskriminan lebih dari 0,7 sebagai karakter yang berkontribusi terhadap keragaman.

Menurut Ali *et al.* (2021), nilai positif dan negatif pada karakter menunjukkan pengaruh kontribusi karakter terhadap pembentukan dan pemisahan kelompok klon dengan karakter yang serupa. Kuadran I merupakan kuadran yang menggambarkan nilai diskriminan karakter bernilai positif pada PC1 dan PC2. Karakter-karakter yang terdapat pada kuadran II, III, dan IV merupakan karakter dengan nilai diskriminan negatif pada salah satu atau kedua sumbu. Karakter yang terdapat pada kuadran II, III, dan IV pada grafik biplot yang diambil dari PC1 dan PC2 merupakan karakter yang dianggap tidak berpengaruh terhadap keragaman karena tidak memiliki nilai diskriminan lebih dari 0,7 pada kedua sumbu (Tabel 5).

Garis-garis vektor yang berkumpul pada kuadran yang sama menunjukkan kelompok-kelompok klon ubi jalar berdaging putih dengan karakter yang hampir sama. Pada kuadran I (Gambar 2), karakter panjang ubi yang memiliki nilai diskriminan positif pada PC1 dan PC2 berpengaruh lemah terhadap keragaman G11, G9, dan G6, yang ditandai dengan ukuran garis vektor yang pendek. Kuadran II menunjukkan karakter yang memiliki nilai diskriminan positif pada PC2 tetapi negatif pada PC1, yaitu karakter berat brangkasan, jumlah ubi per tanaman, jumlah ubi total, dan kadar kemanisan. Karakter jumlah ubi ekonomis, bobot ubi total, bobot ubi ekonomis, dan bobot ubi per tanaman terletak pada kuadran III yang menunjukkan nilai diskriminan negatif pada kedua sumbu. Kuadran IV menunjukkan karakter *specific gravity* dan diameter ubi serta klon G3 dan G7 berada pada kelompok yang sama.

Hasil dari analisis PCA yang dilakukan pada klon ubi jalar berdaging putih di lokasi uji Kab. Majalengka menunjukkan dua komponen utama yang menyumbang keragaman sebesar 62,228% dari total variasi (Tabel 6). Nilai Eigenvalue dari delapan sumbu memiliki kisaran antara 4,443 - 0,091. Nilai Eigenvalue 4,443 pada PC1 berkontribusi 40,394% dari total keragaman karakter hasil dan komponen hasil ubi jalar berdaging putih. Nilai Eigenvalue 2,401 pada PC2 memberi kontribusi 21,883% dari total keragaman. Pada komponen utama pertama, semua karakter memiliki nilai diskriminan positif, kecuali pada karakter berat brangkasan dan *specific gravity*, tetapi hanya karakter bobot ubi per tanaman, jumlah ubi ekonomis, jumlah ubi total, dan bobot ubi total yang dapat



Gambar 2. Biplot ubi jalar berdaging putih dari lokasi Kab. Garut berdasarkan PC1 dan PC2

Tabel 6. Hasil PCA ubi jalar berdaging putih lokasi Kab. Majalengka

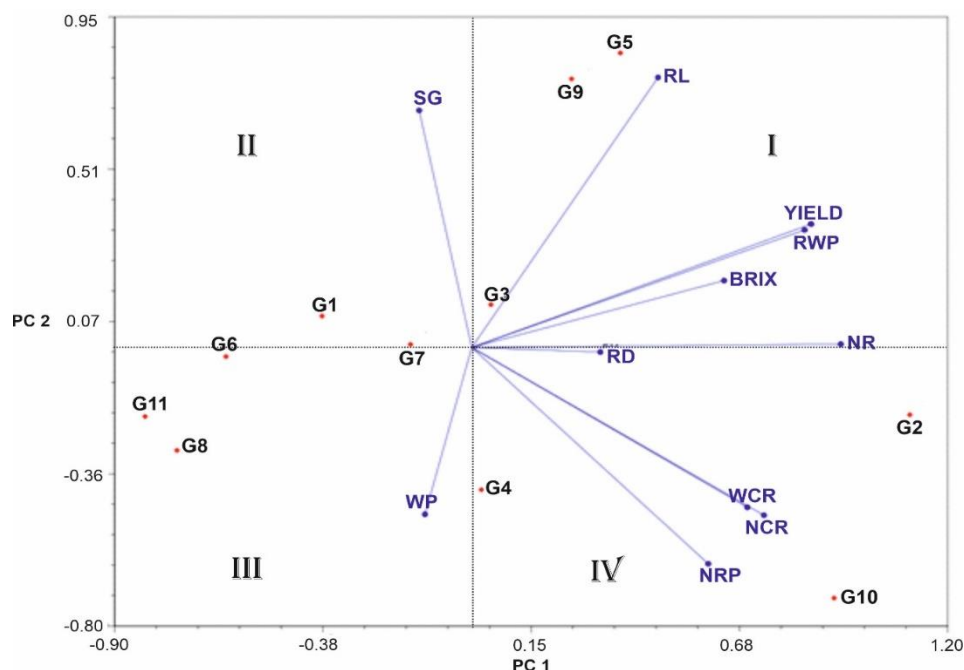
Karakter	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
RL	0,469	0,775	0,045	0,229	0,214	0,007	0,252	0,111
RD	0,324	-0,012	-0,899	-0,208	-0,076	-0,164	0,028	0,077
NRP	0,596	-0,621	-0,334	-0,231	0,235	0,137	-0,040	0,106
RWP	0,839	0,337	-0,060	-0,110	0,230	-0,284	-0,098	-0,143
WP	-0,117	-0,479	0,618	-0,534	0,129	-0,234	0,085	0,098
NCR	0,736	-0,481	0,068	0,253	-0,387	-0,044	0,057	-0,017
WCR	0,694	-0,459	0,113	0,364	-0,376	-0,077	0,107	-0,006
NR	0,930	0,009	0,257	-0,043	-0,009	0,129	-0,210	0,057
YIELD	0,855	0,354	0,255	0,138	0,224	0,012	-0,061	0,052
BRIX	0,636	0,192	0,023	-0,665	-0,183	0,199	0,165	-0,120
SG	-0,132	0,681	0,072	-0,256	-0,647	-0,058	-0,113	0,101
Eigenvalue	4,443	2,401	1,463	1,174	0,972	0,249	0,186	0,091
Percentage (%)	40,394	21,833	13,305	10,675	8,838	2,269	1,693	0,827
Cumulative (%)	40,394	62,228	75,533	86,208	95,047	97,317	99,010	99,838

Keterangan: PC = Principal Component, RL = panjang ubi, RD = diameter ubi, NRP = jumlah ubi per tanaman, RWP = bobot ubi per tanaman, WP = berat brangkasan, NCR = jumlah ubi ekonomis, WCR = bobot ubi ekonomis, NR = jumlah ubi total, YIELD = bobot ubi total, BRIX = kadar kemanisan, SG = *specific gravity*

dianggap berpengaruh terhadap keragaman karena memiliki nilai diskriminan > 0,7. Pada komponen utama kedua, hanya karakter panjang ubi yang berkontribusi terhadap keragaman dengan nilai diskriminan 0,775. Pada komponen utama tiga sampai delapan tidak ada karakter yang dianggap berpengaruh terhadap keragaman.

Grafik biplot ubi jalar berdaging putih pada lokasi uji Kab. Majalengka (Gambar 3) menunjukkan persebaran karakter dan klon ubi

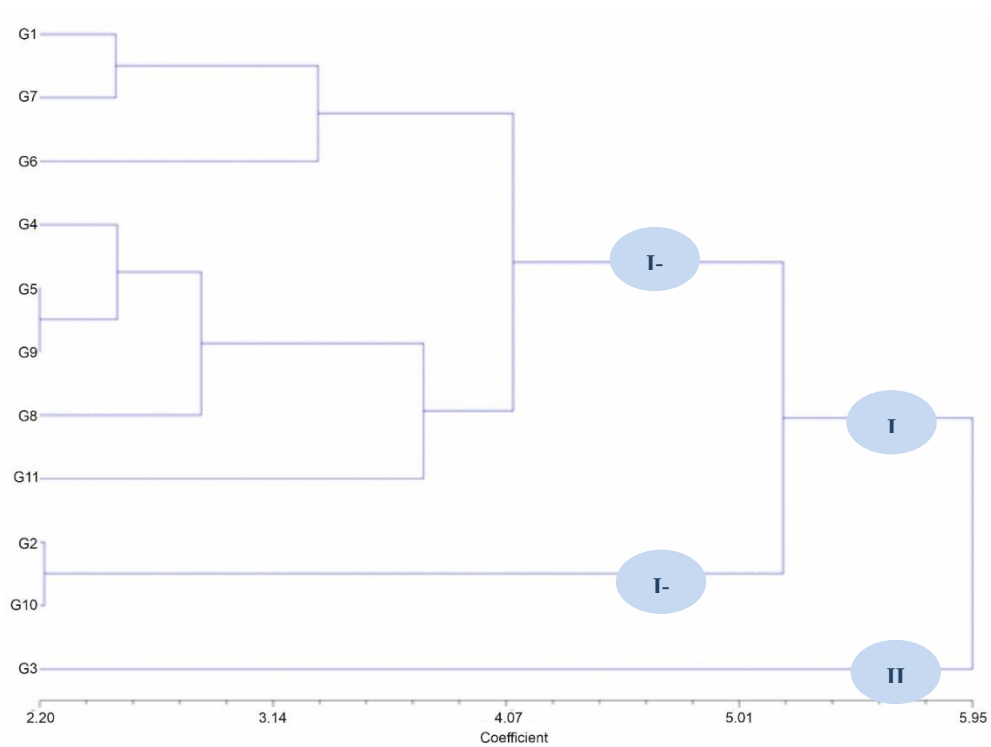
jalar berdaging putih pada empat kuadran. Klon dari kuadran I (G3, G9, dan G5) memiliki relasi yang kuat dan memiliki tingkat kemiripan yang tinggi pada karakter panjang ubi, bobot ubi total, bobot ubi per tanaman, kadar kemanisan, dan jumlah ubi total dengan nilai yang positif. Kelompok pada kuadran IV terdiri dari tiga klon, yaitu G2, G4, dan G10 pada karakter yang berkaitan terhadap kelompok, yaitu jumlah ubi komersial, jumlah ubi per tanaman, bobot ubi komersial, dan diameter ubi.

**Gambar 3. Biplot ubi jalar berdaging putih dari lokasi Kab. Majalengka berdasarkan PC1 dan PC2**

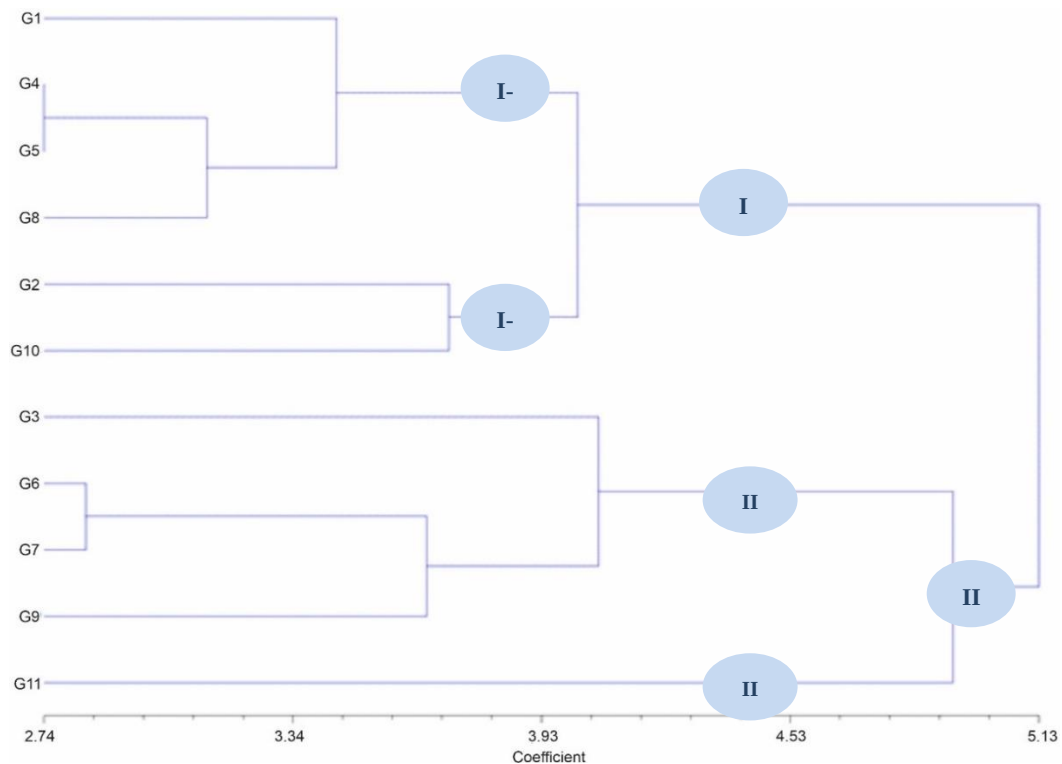
Hasil analisis biplot terhadap 11 karakter hasil dan komponen hasil menunjukkan total keragaman dari dua komponen utama sebesar 62,228 %, serta didapatkan lima karakter dengan garis vektor terpanjang yang menunjukkan kontribusi tertinggi terhadap keragaman. Kelima karakter tersebut pada salah satu sumbu PC1 dan PC2 (Tabel 6) memiliki nilai diskriminan lebih dari 0,7. Pada kuadran I, karakter panjang ubi, bobot ubi total, bobot ubi per tanaman, dan jumlah ubi total memiliki korelasi positif dengan PC1 dan karakter-karakter tersebut ditemukan memiliki kaitan satu sama lain. Karakter berat brangkasan memiliki arah berlawanan dengan korelasi negatif. Empat karakter pada kuadran IV, yaitu diameter ubi, bobot ubi komersial, jumlah ubi komersial, dan jumlah ubi per tanaman memiliki korelasi positif dengan PC1, tetapi negatif terhadap PC2. Satu dari empat karakter tersebut yaitu karakter jumlah ubi komersial memiliki garis vektor paling panjang dan memberikan kontribusi variasi maksimum untuk PC1. Syafii *et al.* (2015) mengemukakan bahwa karakter yang berada pada kuadran yang sama menunjukkan hubungan yang dekat dan positif, dan berlaku sebaliknya jika berada pada kuadran yang berbeda. Klon dalam kuadran I (G9, G5, dan G3) berhubungan dekat dan memiliki kemiripan karena berada pada kuadran yang sama.

Hubungan Kekerabatan. Keragaman genetik bersinggungan dengan hubungan kekerabatan yang dimiliki oleh tanaman.

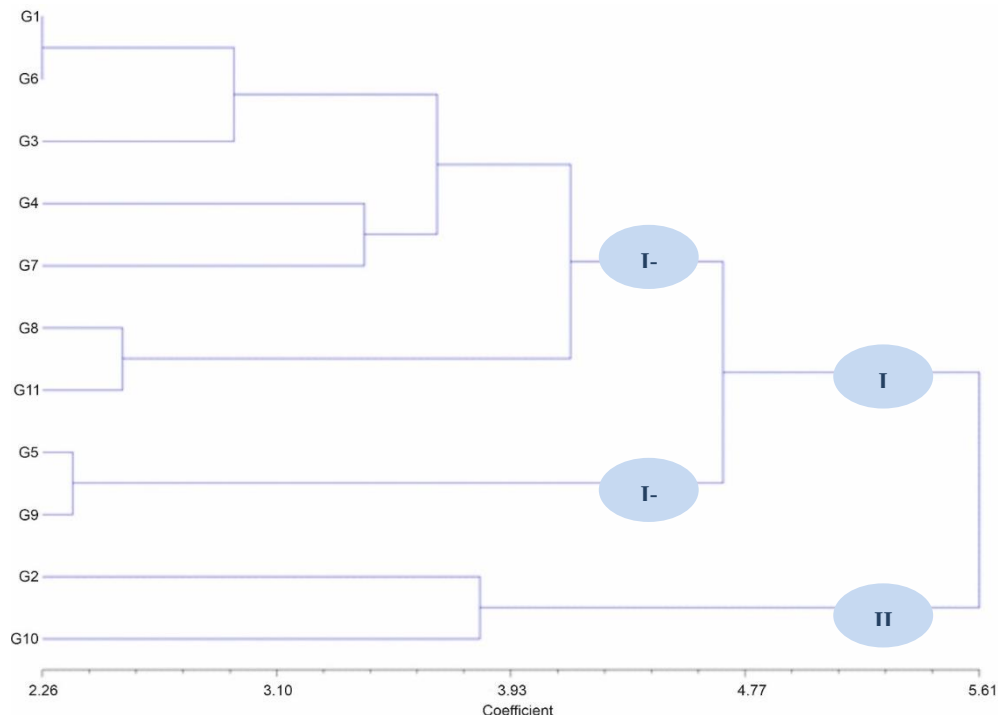
Pengelompokkan berdasarkan hubungan kekerabatan pada karakter hasil dan komponen hasil dapat diterapkan sebagai dasar dalam pemilihan klon-klon ubi jalar berdaging putih dengan karakter unggul yang diinginkan (Prayudha *et al.*, 2019). Berdasarkan hasil analisis kluster yang dilakukan pada lokasi uji Kab. Sumedang, diketahui bahwa karakter hasil dan komponen hasil klon-klon ubi jalar berdaging putih terbagi ke dalam dua kluster utama dengan nilai jarak *Euclidean* pada dendrogram dalam rentang 2,20 – 5,95 (Gambar 4). Menurut Karuniawan *et al.* (2017), nilai *euclidean* dengan jarak lebih dari satu menunjukkan hubungan kekerabatan yang jauh antar klon. Pada jarak genetik 5,95, kluster terbagi menjadi 2 kelompok utama, dan kelompok pertama terbagi menjadi dua sub-kluster. Delapan klon termasuk ke dalam sub-kluster I-1 dan tiga klon termasuk sub-kluster I-2. Sub-kluster I-1 terdiri dari klon G1 (Kriting Maja), G7 (MBD Kulit Ungu Daging Putih), G6 (Sorong), G4 (AC Putih), G5 (M2 154), G9 (PR 119), G8 (44 (41)), dan G11 (PR 49 (412)). Sub-kluster I2 terdiri dari G2 (Rancing) dan G10 (LKPWKT), sedangkan satu klon yang tersisa yaitu G3 (Sukuh) termasuk ke dalam kluster utama II. Klon-klon yang berada pada kluster yang sama menunjukkan kecenderungan karakteristik hasil dan komponen hasil yang sama. Sepuluh dari sebelas klon ubi jalar berdaging putih yang diuji pada lokasi Kab. Sumedang menunjukkan kemiripan karakter hasil dan komponen hasil dengan keragaman yang luas.



Gambar 4. Dendrogram 11 klon ubi jalar berdaging putih yang berasal dari Kab. Sumedang berdasarkan karakter hasil dan komponen hasil



Gambar 5. Dendrogram 11 klon ubi jalar berdaging putih yang berasal dari Kab. Garut berdasarkan karakter hasil dan komponen hasil



Gambar 6. Dendrogram 11 klon ubi jalar berdaging putih yang berasal dari Kab. Majalengka berdasarkan karakter hasil dan komponen hasil

Sebelas klon ubi jalar berdaging putih dikelompokkan menjadi dua kelompok besar pada jarak genetik 5,13 berdasarkan karakter hasil dan komponen hasil pada lokasi uji di Kab. Garut (Gambar 5). Apabila klaster utama pertama pada lokasi pertama terdiri dari 10 dari 11 klon uji, maka klaster utama pertama pada lokasi kedua terdiri dari enam klon dan klaster kedua lima klon. Berdasarkan grafik dendrogram dengan nilai *Euclidean* berada pada kisaran antara 2,74 – 5,13, hubungan kekerabatan antar klon ubi jalar berdaging putih bersifat jauh. Klon-klon yang termasuk pada klaster utama pertama terdiri dari G1 (Kriting Maja), G4 (AC Putih), G5 (M2 154), G8 (44 (41)) pada sub-klaster I-1 serta G2 (Rancing) dan G10 (LKPWKT) pada subklaster I-2. Klon G3 (Sukuh), G6 (Sorong), G7 (MBD Kulit Ungu Daging Putih), dan G9 (PR 119) termasuk pada sub-klaster II-1 dan G11 (PR 49 (412)) termasuk kedalam klaster II-2. Klon-klon yang berada pada klaster yang sama cenderung memiliki karakteristik hasil dan komponen hasil yang seragam. Hal ini disebabkan karena faktor genetik dan interaksi genotip dengan lingkungan.

Hasil analisis klaster ubi jalar berdaging putih pada lokasi uji di Kab. Majalengka memperlihatkan bahwa klaster utama terbagi

menjadi dua, dengan masing-masingnya terbagi menjadi dua sub-klaster (Gambar 6). Klaster utama pertama terdiri dari sembilan klon yaitu G1 (Kriting Maja), G6 (Sorong), G4 (AC Putih), G7 (MBD Kulit Ungu Daging Putih), G8 (44 (41)), G11 (PR 49 (412)), G5 (M2 154), dan G9 (PR 119), sedangkan G2 dan G10 termasuk kedalam klaster utama kedua. Nilai *Euclidean* pada lokasi yang ketiga bernilai 2,26 – 5,61 yang memiliki arti kekerabatan antar klon uji bernilai jauh.

Kesimpulan

Analisis klaster pada WSFP yang dilakukan di tiga lokasi menunjukkan klon Rancing dan LKPWKT selalu berada dalam kelompok yang sama. Jarak genetik dari analisis klaster di Cilembu, Garut dan Majalengka masing-masing adalah 2,20-5,95 *Euclidean*; 2,74-5,13 *Euclidean* dan 2,26-5,61 *Euclidean*. Ketiganya memiliki jarak lebih dari satu yang menunjukkan bahwa kekerabatan bernilai jauh dan terdapat keragaman yang luas pada klon-klon ubi jalar berdaging putih yang diuji. Keragaman genetik yang luas sangat bermanfaat untuk memilih karakter-karakter yang unggul dan selanjutnya dapat dijadikan dasar dalam melakukan seleksi

pada program perakitan varietas tanaman ubi jalar berdaging putih.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh skema penelitian Hibah Internal Universitas Padjadjaran Riset Kompetensi Dosen Universitas Padjadjaran (HIU RKDU) tahun 2019 yang diberikan kepada Dr.Sc.Agr. Agung Karuniawan, Ir., M.Sc.Agr.

Daftar Pustaka

- Afuape, S.O., P.I. Okocha, and D. Njoku. 2011. Multivariate assessment of the agromorphological variability and yield components among sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) landraces. *African Journal of Plant Science*, 5(2): 123-132. <http://www.academicjournals.org/ajps>
- Ali, N., I. Hussain, S. Ali, N.U. Khan, and I. Hussain. 2021. Multivariate analysis for various quantitative traits in wheat advanced lines. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(1): 347-352. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.10.011>
- Andrade, M., A. Naico, J. Ricardo, R. Eyzaguirre, G. Makunde, R. Ortiz, and W. Grüneberg. 2016. Genotype x environment interaction and selection for drought adaptation in sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) in Mozambique. *Euphytica*, 209(1): 261-280. <https://doi.org/10.1007/s10681-016-1684-4>
- Anindita, P.A., T.K. Putri, D. Ustari, H. Maulana, M. Rachmadi, V. Concibido, T. Suganda, and A. Karuniawan. 2020. Dataset of agromorphological traits in early population of turmeric (*Curcuma longa* L.) local accessions from Indonesia. *Data in Brief*, 33: 106552. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106552>
- Barmawi, M., A. Yushardi, dan N. Sa'diyah. 2013. Daya Waris dan Harapan Kemajuan Seleksi Karakter Agronomi Kedelai Generasi F2 Hasil Persilangan Antara Yellow Bean dan Taichung. *Jurnal Agrotek Tropika*, 1(1): 20-24.
- Ebem, E.C., S.O. Afuape, S.C. Chukwu, and E.B. Ubi. 2021. Genotype × Environment Interaction and Stability Analysis for Root Yield in Sweet Potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam]. *Frontiers in Agronomy*, 3: 1-14. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.665564>
- Ginting, E., Y. Widodo, S.A. Rahayuningsih, and M. Jusuf. 2005. Karakteristik Pati Beberapa Varietas Ubi Jalar. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 24(1): 8-18.
- Gomez, K. dan A. Gomez. 2016. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Terjemahan UI. UI Press. Jakarta.
- Govindaraj, M., M. Vetriventhan, and M. Srinivasan. 2015. Importance of Genetic Diversity Assessment in Crop Plants and Its Recent Advances: An Overview of Its Analytical Perspectives. *Genetics Research International*, 2015: 1-14. <https://doi.org/10.1155/2015/431487>
- Grüneberg, W.J., D. Ma, R.O.M. Mwanga, E.E. Carey, K. Huamani, F. Diaz, R. Eyzaguirre, E. Guaf, M. Jusuf, A. Karuniawan, K. Tjintokohadi, Y.S. Song, S.R. Anil, M. Hossain, E. Rahaman, S.I. Attaluri, K. Somé, S.O. Afuape, K. Adofo, ... M. Chiona. (et al). 2015. Advances in sweetpotato breeding from 1992 to 2012. In *Potato and sweetpotato in Africa: transforming the value chains for food and nutrition security* (Issue April 2016: 3-68). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781780644202.0003>
- Guo, K., T. Liu, A. Xu, L. Zhang, X. Bian, and C. Wei. 2019. Structural and functional properties of starches from root tubers of white, yellow, and purple sweet potatoes. *Food Hydrocolloids*, 89: 829-836. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.11.058>
- Gurmu, F., S. Hussein, and M. Laing. 2013. Self- and cross-incompatibilities in sweetpotato and their implications on breeding. *Australian Journal of Crop Science*, 7(13): 2074-2078.
- Humas Jabar. 2020. Gubernur Jabar Lepas Ekspor 30 Ton Ubi Jalar Bandung ke Hong Kong. Humas Jabar, Setda Provinsi Jabar.
- Jain, S.K. and P.R. Patel. 2016. Principal component and cluster analysis in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Forage Research*, 42(2): 90-95. <http://forageresearch.in>
- Jolliffe, I.T. 2002. *Principal Component Analysis* (P. Bickel, P. Diggle, S. Fienberg, K. Krickeberg, I. Olkin, N. Wermuth, & S. Zeger, Eds.; Second Edition). Springer-Verlag.

- Karuniawan, A., H.N. Wicaksono, D. Ustari, T. Setiawati, dan T. Supriatun. 2017. Identifikasi keragaman genetik plasma nutfah ubi kayu liar (*Manihot glaziovii* Muell) berdasarkan karakter morfo-agronomi. *Kultivasi*, 16(3): 435–443.
- Koij, F.S. and J. Saba. 2015. Using Cluster Analysis and Principal Component Analysis to Group Lines and Determine Important Traits in White Bean. *Procedia Environmental Sciences*, 29: 38–40. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.145>
- Mukhopadhyay, S.K., A. Chattopadhyay, I. Chakraborty, and I. Bhattacharya. 2011. Crops that feed the world 5. Sweetpotato. *Sweetpotatoes for income and food security. Food Security*, 3(3): 283–305. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0134-3>
- Mustamu, Y.A., K. Tjintokohadi, W.J. Grüneberg, A. Karuniawan, and D. Ruswandi. 2018. Selection of superior genotype of sweet-potato in Indonesia based on stability and adaptability. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 78(4): 461–469. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392018000400461>
- Ngailo, S., H. Shimelis, J. Sibiya, B. Amelework, and K. Mtunda. 2016. Genetic diversity assessment of Tanzanian sweetpotato genotypes using simple sequence repeat markers. *South African Journal of Botany*, 102: 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.08.001>
- Ojeda, G.A., S.C. Sgroppo, and N.E. Zaritsky. 2017. Application of multivariate statistical analysis to assess browning susceptibility in sweet potatoes cultivars, based on chemical and enzymatic determinations. *International Food Research Journal*, 24(4): 1703–1712.
- Prayudha, H.N., A.M. Noerrizki, H. Maulana, D. Ustari, N. Rostini, dan A. Karuniawan. 2019. Keragaman Genetik Klon Ubi Jalar Ungu Berdasarkan Karakter Morfologi dan Agronomi. *Buletin Palawija*, 17(2): 94–101.
- Rusliati, E., Mulyaningrum, A. Wibowo, and B.S. Narmaditya. 2020. Does Entrepreneurial Leadership Matter for Micro-Enterprise Development?: Lesson from West Java in Indonesia. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(8): 445–450. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2020.vol7.no8.445>
- Setiawati, T., Karyono, T. Supriatun, dan A. Karuniawan. 2013. Analisis keragaman genetik kerabat liar ubi jalar asal Citatah sebagai sumber gen untuk merakit ubi jalar unggul berdasarkan karakter morfologi. *Biodjati*, 3(1): 14–20.
- Solihin, M.A., S.R.P. Sitorus, A. Sutandi, dan Widiatmaka. 2017. Karakteristik Lahan dan Kualitas Kemanisan Ubi Jalar Cilembu. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(3): 251–259. <https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3.251-259>
- Syafii, M., I. Cartika, and D. Ruswandi. 2015. Multivariate analysis of genetic diversity among some maize genotypes under Maize-Albizia cropping system in Indonesia. *Asian Journal of Crop Science*, 7(4): 244–255. <https://doi.org/10.3923/ajcs.2015.244.255>
- Wadl, P.A., B.A. Olukolu, S.E. Branham, R.L. Jarret, G.C. Yencho, and D.M. Jackson. 2018. Genetic Diversity and Population Structure of the USDA Sweetpotato (*Ipomoea batatas*) Germplasm Collections Using GBSpoly. *Frontiers in Plant Science*, 9(1166): 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01166>
- Waluyo, B., A.A. Roosda, N. Istifadah, D. Ruswandi, and A. Karuniawan. 2015. Identification of Fifty Sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Promising Clones for Bioethanol Raw Materials. *Energy Procedia*, 65: 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.01.024>