

## EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI MORFOLOGI TANAMAN KOPI ROBUSTA (*COFFEA CANEPHORA*) DI KAWASAN GUNUNG KARANG

### EXPLORATION AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF ROBUSTA COFFEE PLANTS (*COFFEA CANEPHORA*) IN THE KARANG MOUNTAIN AREA

Gita Shania Seprionika Siahaan<sup>1\*</sup>, Ratna Fitry Yenny<sup>1</sup>, Sri Ritawati<sup>1</sup>, Nuniek Hermita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, Indonesia

\*Email Penulis korespondensi: [gitasiahaan01@gmail.com](mailto:gitasiahaan01@gmail.com)

#### Abstrak

Keragaman genetik tanaman kopi Robusta (*Coffea canephora*) dapat diketahui dengan mengidentifikasi karakter morfologi. Kopi Robusta lokal banyak ditemukan di kawasan Gunung Karang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman karakter morfologi dan karakter penciri yang membedakan antar sampel tanaman di kawasan Gunung Karang. Penelitian ini merupakan survey eksploratif dan deskriptif dengan teknik *purposive sampling*. Variabel yang diamati yaitu karakter morfologi vegetatif dan generatif tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat keragaman karakter morfologi tanaman dan terdapat karakter penciri yang membedakan antar sampel tanaman kopi Robusta di kawasan Gunung Karang. Karakter vegetatif penciri meliputi perawakan tanaman, tinggi tanaman, bentuk tanaman, perawakan batang, bentuk percabangan batang, bentuk stipula, warna daun muda, bentuk daun, bentuk ujung daun, bentuk tepi daun, panjang daun, dan lebar daun. Karakter generatif penciri meliputi warna buah, bentuk buah, lebar buah, ketebalan buah, lebar biji, ketebalan biji, warna biji, dan bentuk biji.

Kata kunci: Kopi Robusta, keragaman genetik, karakter morfologi

#### Abstract

Genetic diversity of Robusta coffee plants (*Coffea canephora*) can be known by identifying morphological characters. Local Robusta coffee is found in the Karang Mountain area. This study aims to determine the diversity of morphological characters and characteristics that distinguish between plant samples in the Karang Mountain area. This research is an exploratory and descriptive survey with a purposive sampling technique. The variables observed were vegetative and generative morphological characters of plants. The results showed that there was a diversity of plant morphological characters and there were characteristics that distinguished between Robusta coffee plant samples in the Gunung Karang area. Vegetative characters include plant stature, plant height, plant shape, stem stature, stem branching shape, stipule shape, young leaf color, leaf shape, leaf tip shape, leaf edge shape, leaf length, and leaf width. Generative characters include fruit color, fruit shape, fruit width, fruit thickness, seed width, seed thickness, seed color, and seed shape.

Keywords: *Coffea canephora*, genetic diversity, morphological character

## PENDAHULUAN

Kopi (*Coffea sp.*) merupakan komoditas perkebunan yang sangat digemari oleh semua masyarakat mulai dari berbagai kalangan seperti remaja, dewasa, dan orangtua. Kopi termasuk tanaman peringkat utama di Indonesia yang dapat meningkatkan perekonomian negara. Kopi memiliki manfaat yang beragam dalam berbagai bidang seperti kesehatan, kecantikan, dan ekonomi. Kopi juga dikenal sebagai minuman yang mengandung kafein tinggi dan memiliki cita rasa serta aroma kopi yang khas. Kafein merupakan senyawa alkaloid yang tidak berbau dan berbentuk kristal putih. Kafein tidak berpengaruh besar pada aroma kopi dan hanya menghasilkan rasa pahit sekitar 10-30% pada hasil seduhan kopi (Hastuti, 2018).

Perkebunan kopi di Indonesia sebagian besar milik rakyat yang menyumbang 780.870 ton produksi pada tahun 2021, sementara perkebunan negara dan swasta masing-

masing hanya 4.125 ton dan 1.197 ton. Tahun 2022, produksi perkebunan kopi milik rakyat meningkat menjadi 789.972 ton, sementara perkebunan negara dan perkebunan swasta mengalami penurunan. Luas areal dan produktivitas kopi terus dikembangkan oleh pemerintah terutama perkebunan rakyat (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2022). Provinsi Banten, khususnya di kawasan Gunung Karang, mendukung pengembangan perkebunan kopi. Pada tahun 2017-2022, rencana kebijakan difokuskan pada peningkatan produktivitas, kualitas hasil pertanian, serta peningkatan industri pengolahan di daerah pedesaan. Peningkatan kopi yang dilakukan sekitar 5 ton per tahun mencakup perluasan, peremajaan, rehabilitasi, diversifikasi, dan intensifikasi (Dinas Pertanian Provinsi Banten, 2017). Di tahun 2022, luas areal perkebunan kopi rakyat di Banten mencapai 6.243 ha dengan produksi tahunan 2.062 ton (Badan Pusat Statistik, 2023). Kopi Robusta merupakan jenis kopi unggulan dari Gunung Karang yang telah dibudidayakan secara turun-temurun di Kelurahan Juhut, Desa Citaman, dan Desa Sukarena.

Produktivitas kopi Robusta di kawasan Gunung Karang telah mengalami penurunan sebab sudah puluhan tahun lamanya. Usaha untuk meningkatkan produktivitas tanaman kopi Robusta dapat melalui penggunaan klon unggul. Di sisi lain, dapat menggunakan keragaman antar populasi dalam mempertahankan plasma nutfah. Pengelolaan plasma nutfah yang dilakukan dengan baik merupakan salah satu cara untuk melindungi kelestarian sumber daya genetik serta memelihara keragamannya sehingga dapat mencegah kehilangan plasma nutfah dengan mengenal dan mempertahankan karakter morfologi (Zasari *et al.*, 2023). Karakter morfologi adalah ciri fisik organisme yang dapat diamati dan diukur, membantu mengidentifikasi spesies dan memahami adaptasi tanaman. Panduan karakterisasi seperti IPGRI (*International Plant Genetic Resource Institute Descriptors for Coffee*), UPOV (*International Union for The Protection of New Varieties of Plants Coffee*), dan Morfologi Tumbuhan (Tjitrosoepomo, 2011) memudahkan dalam mengidentifikasi morfologi tanaman kopi sesuai ketentuan yang ditetapkan.

Identifikasi dalam teknik budidaya dapat membantu mengenal karakteristik tanaman secara spesifik. Eksplorasi dan konservasi dapat menjadi faktor penting dalam menjaga keseimbangan dari keanekaragaman sumber genetik plasma nutfah tanaman kopi. Ketersediaan plasma nutfah sebagai bahan tanaman induk yang akan memudahkan upaya pengembangan tanaman kopi. Keberadaan plasma nutfah dilakukan dengan pencarian atau eksplorasi serta karakterisasi tanaman budidaya. Eksplorasi merupakan kegiatan mengumpulkan dan mengoleksi seluruh sumber keanekaragaman genetik yang ada (Haniefan dan Basunanda, 2022). Eksplorasi sebagai langkah awal dalam pencarian plasma nutfah tanaman kopi dan kegiatan mengkarakterisasi tanaman berdasarkan morfologi.

Karakterisasi dilakukan pada sifat-sifat yang mudah diamati dan sedikit dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Ramadiana *et al.*, 2018). Karakterisasi tanaman kopi Robusta berguna untuk menginventarisasi dan menentukan keragaman sumber daya genetik kopi Robusta lokal di kawasan Gunung Karang. Karakterisasi berdasarkan morfologi memungkinkan diperolehnya identitas karakter, keanekaragaman, dan kekerabatan tanaman kopi. Kegiatan mengkarakterisasi keanekaragaman genetik kopi Robusta lokal akan membantu perbaikan dan peningkatan produksi, kualitas, dan pemetaan program pemuliaan tanaman kopi khususnya di Kawasan Gunung Karang. Karakterisasi tanaman kopi Robusta lokal di kawasan Gunung Karang menjadi penting mengingat belum ada data atau informasi tentang tanaman kopi Robusta lokal di Kawasan Gunung Karang. Penelitian eksplorasi dan identifikasi morfologi tanaman kopi Robusta di Kawasan Gunung Karang diperlukan untuk memperoleh informasi mengenai kopi Robusta lokal.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian survey eksploratif dan deskriptif yang terdiri dari pengumpulan data sekunder dan data primer untuk mengkarakterisasi morfologi tanaman kopi Robusta (*Coffea canephora*) lokal. Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Gunung Karang yang terletak di Kelurahan Juhut Kecamatan Karang Tanjung, Desa Citaman, dan Desa Sukarena Kecamatan Ciomas. Penelitian dilakukan dari bulan September-Oktober 2024. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah kamera, alat tulis, meteran, GPS (*Global Position System*) Maps, aplikasi altimeter untuk mengukur ketinggian tempat, label paspor, mistar, jangka sorong, plastik klip ukuran sedang dan kecil, karton putih, papan jalan, kabel ties, *sticky notes*, dan *RHS Color Chart Online* untuk menentukan warna pada bagian tanaman. Bahan yang digunakan adalah tanaman kopi Robusta lokal yang ditemukan di kawasan Gunung Karang yang terletak di Kelurahan Juhut, Desa Citaman, dan Desa Sukarena. Sampel tanaman kopi Robusta lokal yang digunakan adalah tanaman kopi lokal yang telah dibudidayakan turun-temurun.

Teknik yang digunakan dalam pengambilan sampel pada penelitian ini adalah *purposive sampling* atau teknik pengambilan sampel secara sengaja (Oktavia, 2023). *Purposive sampling* dilakukan karena pada lokasi penelitian, tanaman kopi Robusta tumbuh liar tanpa jarak tanam yang teratur, dan sebagian besar tanaman kopi tersebut berusia puluhan tahun. Oleh karena itu, diperlukan pengambilan sampel secara sengaja dengan kriteria tertentu, yaitu diameter batang sekitar 10 cm, tinggi lebih dari 2,5 meter, pernah berbuah, serta tanaman kopi yang masih dalam kondisi produktif. Karakterisasi morfologi tanaman pada masing-masing lokasi penelitian diambil 30 sampel sehingga terkumpul 90 sampel tanaman kopi Robusta. Pengamatan karakter morfologi tanaman kopi Robusta lokal berdasarkan panduan karakterisasi tanaman kopi dari *Descriptors for Coffee* (IPGRI, 1996), *Coffea Geneva* (UPOV, 2008) dan *Morfologi Tumbuhan* (Tjitrosoepomo, 2011). Adapun variabel yang diamati yaitu perawakan tanaman, tinggi tanaman secara visual, bentuk tanaman, perawakan batang, diameter batang, bentuk percabangan batang, bentuk stipula, warna daun muda, bentuk daun, bentuk ujung daun, bentuk tepi daun, panjang daun, lebar daun, warna buah, bentuk buah, panjang buah, lebar buah, ketebalan buah, panjang biji, lebar biji, ketebalan biji, warna biji, dan bentuk biji.

Seluruh data akan dianalisis secara statistik menggunakan analisis cluster. Data analisis *cluster* menggunakan *software* Minitab 22.1 untuk mengelompokkan akses-aksesi dengan tingkat kemiripan yang tinggi secara morfologi dan ditampilkan dalam bentuk dendrogram (Sopandi & Herwanto, 2020). Selanjutnya pengolahan data untuk menentukan karakteristik penciri dari tanaman tersebut menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA). PCA dapat digunakan untuk mengelompokkan karakter tanaman, di mana karakter yang telah dianalisis melalui PCA digunakan sebagai ciri pembeda antar kelompok tanaman dalam suatu populasi, sehingga dapat berfungsi sebagai referensi dalam mendeskripsikan tanaman (Khemira *et al.*, 2024).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai eksplorasi dan karakterisasi tanaman kopi Robusta secara morfologi dilakukan dengan mempertimbangkan perbedaan ketinggian tempat yang berbeda sebagai tempat tumbuh tanaman kopi Robusta. Karakter agronomis tanaman kopi Robusta dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah ketinggian tempat. Menurut Listia *et al.* (2020), ketinggian tempat berhubungan erat dengan beberapa faktor

yang mempengaruhi perkembangan tanaman, seperti suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya matahari. Ketinggian suatu tempat sangat berkaitan dengan suhu, di mana semakin tinggi lokasi, suhu cenderung semakin rendah yang tentunya akan mempengaruhi proses fisiologis tanaman. Penelitian ini dilakukan pada tiga lokasi berbeda, yaitu di Kelurahan Juhut (563 mdpl), Desa Citaman (746 mdpl), dan Desa Sukarena (830 mdpl). Menurut Prastowo & Arimarsetiowati (2019), kondisi lingkungan tempat tumbuh mempengaruhi fase pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman kopi. Faktor-faktor seperti iklim, topografi, dan jenis tanah dapat menyebabkan variasi dalam karakter kuantitatif dan kualitatif pada morfologi daun, buah, dan biji tanaman kopi. Menurut Hermita *et al.* (2018), asupan cahaya yang diterima oleh tanaman cenderung lebih rendah di dataran tinggi, disebabkan oleh kepadatan vegetasi tajuk pohon serta tingginya tingkat kelembapan di daerah tersebut. Di tempat yang lebih tinggi, suhu, tingkat pencahayaan matahari, dan konsentrasi CO<sub>2</sub> umumnya menurun yang berakibat pada terhambatnya proses fotosintesis.

### Perbedaan Karakter Morfologi secara Vegetatif dengan Menggunakan PCA

*Principal Component Analysis* (PCA) merupakan metode analisis data untuk mengurangi data dengan menghasilkan variabel baru yang independen, terbentuk dari kombinasi linear variabel-variabel asli.

**Tabel 1.** Nilai Eigenvalue, Proportion, dan Cumulative Karakter Vegetatif dari 90 Aksesi Tanaman Kopi Robusta

	Eigenanalysis of the Correlation Matrix						
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
Eigenvalue	2,4529	1,6133	1,5030	1,4708	1,1040	0,9616	0,9080
Proportion	0,189	0,124	0,116	0,113	0,085	0,074	0,070
Cumulative	0,189	0,313	0,428	0,542	0,626	0,700	0,770
	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13	
Eigenvalue	0,8282	0,5798	0,5371	0,4329	0,3632	0,2451	
Proportion	0,064	0,045	0,041	0,033	0,028	0,019	
Cumulative	0,834	0,879	0,920	0,953	0,981	1,000	

Menurut (Noya van Delsen *et al.*, 2017) terdapat tiga metode yang digunakan untuk menetapkan jumlah komponen utama (*principal component*) yaitu pertama dengan mengamati persentase nilai variansi yang terbentuk dalam bentuk persen yaitu apabila memiliki nilai lebih besar dari 80%. Kedua, dengan mengamati nilai eigen yang lebih besar dari satu. Ketiga, dengan meninjau *scree plot* yaitu dengan memperhatikan titik patah siku pada plot tersebut. Pada penelitian ini cara yang digunakan yaitu dengan mengamati nilai *eigenvalue* yang lebih dari satu. Pada Tabel 1, nilai *eigenvalue* yang diperoleh berada dalam rentang antara 2,4529 – 0,2451 dengan total berjumlah 13 sumbu (PC) (Tabel 1). Menurut Wicaksono *et al.* (2022), potensi keragaman dalam analisis PCA diperlihatkan oleh sumbu pertama (PC1), sementara keragaman lainnya terwakili oleh sumbu-sumbu berikutnya. Akan tetapi, keragaman data akan semakin rendah apabila nilai *eigenvalue* yang diperoleh lebih kecil dari satu. Sehingga pada penelitian ini *Principal Component* (PC) yang digunakan berjumlah 8 yaitu PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PC6, PC7, dan PC8 dikarenakan 8 PC tersebut mewakili 83,4% dari keseluruhan keragaman data yang ada.

**Tabel 2.** Nilai Eigenvector dari Karakter Vegetatif yang diamati pada Aksesori Tanaman Kopi Robusta berdasarkan PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PC6, PC7, dan PC8

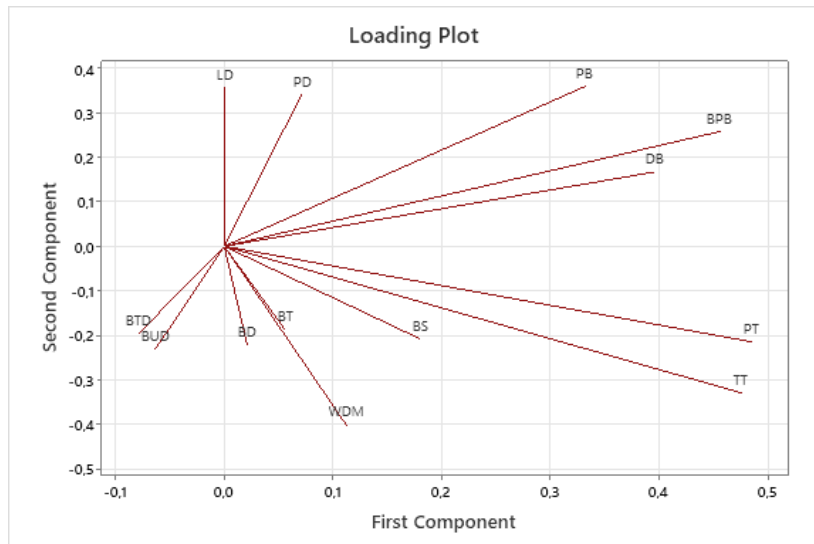
Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
PT	0,484	-0,214	0,039	0,005	0,141	0,305	-0,307	0,136
TT	0,476	-0,329	0,158	0,086	0,008	0,139	-0,138	0,032
BT	0,056	-0,186	-0,116	-0,411	0,329	-0,491	0,002	0,559
PB	0,332	0,359	-0,406	0,068	-0,116	-0,035	0,148	-0,086
DB	0,396	0,167	-0,044	0,031	-0,336	-0,262	0,261	-0,126
BPB	0,456	0,258	-0,213	-0,052	0,288	-0,130	-0,036	-0,038
BS	0,180	-0,207	0,376	0,050	-0,092	0,223	0,705	0,267
WDM	0,112	-0,402	0,288	-0,028	0,050	-0,472	-0,105	-0,591
BD	0,021	-0,221	-0,142	0,302	-0,629	-0,339	-0,165	0,278
BUD	-0,063	-0,230	-0,305	0,394	0,424	-0,127	0,426	-0,208
BTD	-0,079	-0,196	-0,233	0,599	0,160	-0,007	-0,130	0,243
PD	0,071	0,341	0,377	0,405	0,181	0,004	-0,240	0,035
LD	0,001	0,356	0,462	0,206	0,131	-0,395	0,065	0,206

Keterangan: PT: Perawakan Tanaman; TT: Tinggi Tanaman; BT: Bentuk Tanaman; PB: Perawakan Batang; DB: Diameter Batang; BPB: Bentuk Percabangan Batang; BS: Bentuk Stipula; WDM: Warna Daun Muda; BD: Bentuk Daun; BUD: Bentuk Ujung Daun; BTD: Bentuk Tepi Daun; PD: Panjang Daun; LD: Lebar Daun

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa PC1 dengan nilai *eigenvalue* 2,4529 berperan sebesar 18,9% dengan karakteristik berupa perawakan tanaman, tinggi tanaman, dan bentuk percabangan batang. Pada PC2 dengan nilai *eigenvalue* 1,6133 berperan sebesar 12,4% dengan karakteristik berupa warna daun muda. Pada PC3 dengan nilai *eigenvalue* 1,5030 berperan sebesar 11,6% dengan karakteristik berupa perawakan batang dan lebar daun. Pada PC4 dengan nilai *eigenvalue* 1,4708 berperan sebesar 11,3% dengan karakteristik berupa bentuk tanaman, bentuk tangkai daun, dan panjang daun. Pada PC5 dengan nilai *eigenvalue* 1,1040 berperan sebesar 8,5% dengan karakteristik berupa bentuk daun dan bentuk ujung daun. Pada PC6 dengan nilai *eigenvalue* 0,9616 berperan sebesar 7,4% dengan karakteristik berupa bentuk tanaman dan warna daun muda. Pada PC7 dengan nilai *eigenvalue* 0,9080 berperan sebesar 7,0% dengan karakteristik berupa bentuk stipula dan bentuk ujung daun. Pada PC8 dengan nilai *eigenvalue* 0,8282 berperan sebesar 6,4% dengan karakteristik berupa bentuk tanaman dan warna daun muda.

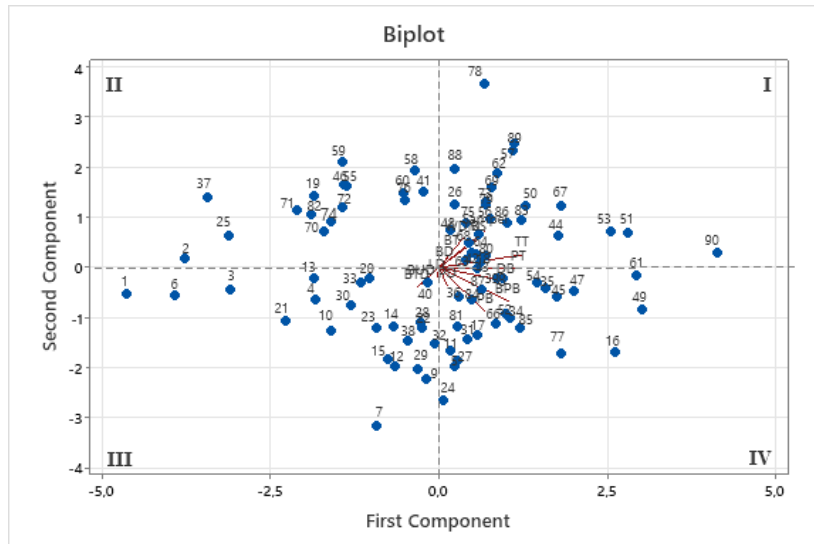
Menurut Amin (2016), *score plot* adalah satu diantara metode yang digunakan dalam menganalisis sampel dengan melihat jarak, semakin sempit jarak antara sampel pada *score plot*, semakin tinggi tingkat kesamaan di antara sampel-sampel tersebut. Menurut Margareta (2019), pengolahan *score plot* pada PCA hanya menampilkan dua komponen utama yaitu PC1 dan PC2, karena komponen seperti PC3 dan seterusnya memiliki nilai proporsi yang sangat kecil sehingga dianggap kurang berpengaruh dalam klasifikasi data. Berdasarkan pola penyebaran aksesori vegetatif tanaman kopi Robusta (Gambar 1) dapat dilihat bahwa grafik tersebut dibagi menjadi empat kuadran. Kuadran merupakan posisi pengelompokan titik aksesori/sampel dalam koordinat pada grafik, yaitu terbagi menjadi 4 bagian. Penamaan kuadran tersebut dimulai dari arah yang berlawanan dengan putaran jarum jam. Hasil analisis dari pola penyebaran aksesori vegetatif tanaman kopi Robusta menunjukkan jarak yang berbeda. Letak jarak aksesori yang berjauhan





**Gambar 2.** Loading Plot Karakter Morfologi Vegetatif

Menurut Arina *et al.* (2022), grafik biplot (*scatter plot*) merupakan kombinasi dari *score plot* dan *loading plot*. Analisis biplot memberikan ilustrasi mengenai hubungan antara variabel, kesamaan relatif antara objek yang diamati, serta memberikan andil paling banyak pada titik dengan menganalisis jarak diantara variabel maupun sampel. Menurut Amin (2016), pada analisis biplot jarak antara sampel dan variabel mengilustrasikan hubungan antara keduanya. Lebih dekat jarak antara dua titik variabel dengan sampel, lebih besar kontribusi variabel tersebut terhadap sampel. Garis karakter yang berdekatan dengan titik aksesori merupakan penciri dari suatu aksesori tersebut.



**Gambar 3.** Biplot Karakter Morfologi Vegetatif

Berdasarkan hasil analisis komponen utama yang terdapat pada Gambar 3 diketahui bahwa aksesori 63 dan 87 dicirikan oleh karakter yang mirip yaitu karakter perawakan tanaman kategori pohon pendek, tinggi tanaman kategori sedang, bentuk tanaman kategori silinder, diameter batang kategori besar, bentuk percabangan batang kategori simpodial, bentuk stipula kategori segitiga, warna daun muda kategori kehijauan, bentuk daun kategori elips, bentuk ujung daun kategori spatula, panjang daun kategori sedang, dan lebar daun kategori lebar. Aksesori 1 merupakan aksesori yang memiliki jarak

cukup jauh dengan garis karakter. Hal ini menunjukkan bahwa aksesori ini berbeda dengan aksesori lainnya yang ditunjukkan oleh karakter perawakan tanaman kategori semak, tinggi tanaman kategori sangat pendek, diameter batang kategori kecil, bentuk percabangan batang monopodial, bentuk stipula kategori oval, dan bentuk tepi daun kategori berombak

### Perbedaan Karakter Morfologi secara Generatif dengan Menggunakan PCA

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah dengan mengamati nilai eigen yang memiliki nilai *eigenvalue* lebih dari satu. Berdasarkan data, nilai *eigenvalue* yang diperoleh yaitu berkisar antara 2,8891 – 0,6427 dengan total 10 sumbu (PC) (Tabel 3).

**Tabel 3.** Nilai Eigenvalue, Proportion, dan Cumulative Karakter Generatif dari 72 Aksesori Tanaman Kopi Robusta

Eigenanalysis of the Correlation Matrix							
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
Eigenvalue	2,8891	1,7690	1,2290	1,0625	0,8605	0,6427	0,5482
Proportion	0,289	0,177	0,123	0,106	0,086	0,064	0,055
Cumulative	0,289	0,466	0,589	0,695	0,781	0,845	0,900
	PC8	PC9	PC10				
Eigenvalue	0,3947	0,3824	0,2220				
Proportion	0,039	0,038	0,022				
Cumulative	0,940	0,978	1,000				

Menurut Wicaksono *et al.* (2022), potensi keragaman dalam analisis PCA ditunjukkan oleh sumbu pertama (PC1), sementara keragaman lainnya terwakili oleh sumbu-sumbu berikutnya. Akan tetapi, keragaman data akan semakin rendah jika nilai *eigenvalue* yang diperoleh kurang dari satu. Dengan demikian, dalam penelitian ini menggunakan 6 *Principal Component* (PC) yaitu PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, dan PC6. Keenam PC tersebut sudah mencakup keragaman data sebesar 84,5% dari seluruh data yang ada.

**Tabel 4.** Nilai Eigenvector dari Karakter Generatif yang diamati pada Aksesori Tanaman Kopi Robusta berdasarkan PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, dan PC6

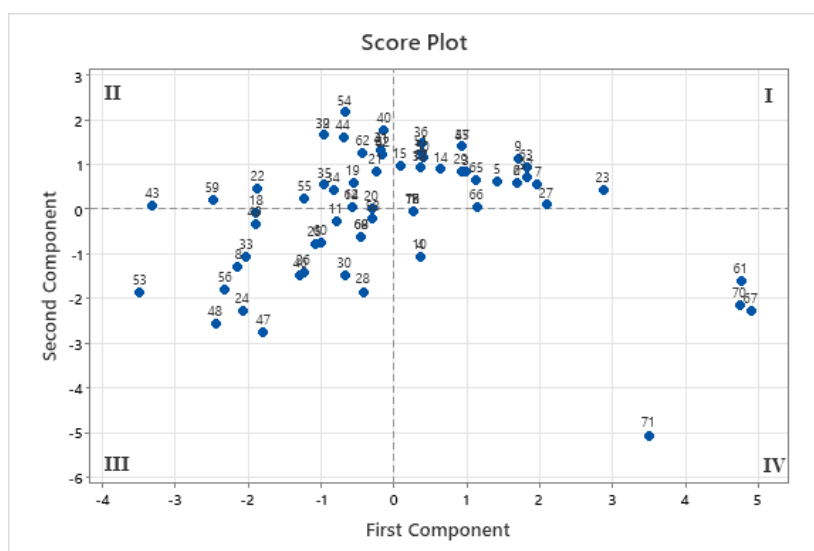
Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
WBh	0,010	0,288	-0,248	0,808	-0,116	0,115
BBh	-0,139	-0,587	0,077	0,193	0,010	0,172
PBh	0,336	0,337	0,092	-0,174	-0,349	0,372
LBh	0,333	0,457	0,210	0,066	0,331	-0,067
KBh	0,405	-0,115	-0,084	0,155	0,605	0,257
PBj	0,378	-0,384	0,210	0,022	0,207	0,109
LBj	0,443	-0,065	0,318	-0,156	-0,340	-0,093
KBj	0,348	-0,261	0,081	0,404	-0,421	-0,280
WBj	-0,220	0,125	0,654	0,204	0,209	-0,470
BBj	0,291	-0,037	-0,541	-0,146	0,100	-0,654

Keterangan: WBh: Warna Buah; BBh: Bentuk Buah; PBh: Panjang Buah; LBh: Lebar Buah; KBh: Ketebalan Buah; PBj: Panjang Biji; LBj: Lebar Biji; KBj: Ketebalan Biji; WBj: Warna Biji; BBj: Bentuk Biji



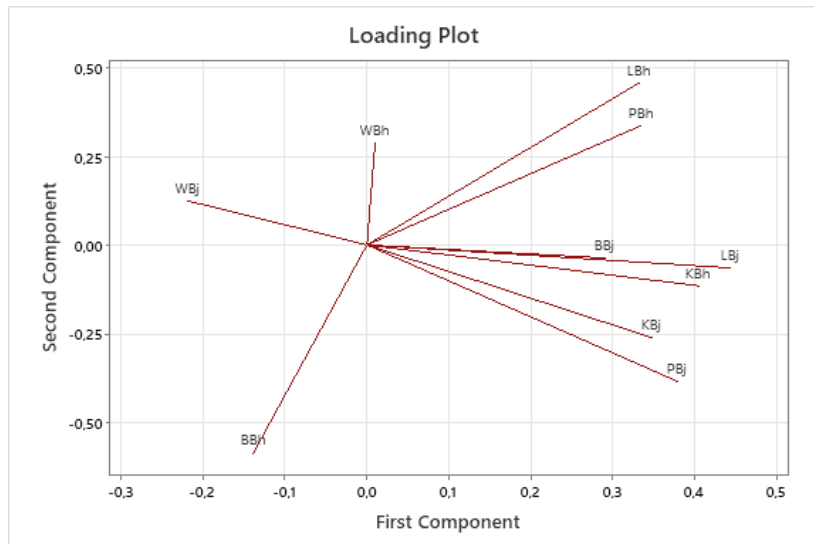
Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa PC1 dengan nilai *eigenvalue* 2,8891 berperan sebesar 28,9% dengan karakteristik berupa ketebalan buah, panjang biji dan lebar biji. Pada PC2 dengan nilai *eigenvalue* 1,7690 berperan sebesar 17,7% dengan karakteristik berupa bentuk buah dan lebar buah. Pada PC3 dengan nilai *eigenvalue* 1,2290 berperan sebesar 12,3% dengan karakteristik berupa warna biji dan bentuk biji. Pada PC4 dengan nilai *eigenvalue* 1,0625 berperan sebesar 10,6% dengan karakteristik berupa warna buah dan ketebalan biji. Pada PC5 dengan nilai *eigenvalue* 0,8605 berperan sebesar 8,6% dengan karakteristik berupa ketebalan buah dan ketebalan biji. Pada PC6 dengan nilai *eigenvalue* 0,6427 berperan sebesar 6,4% dengan karakteristik berupa warna biji dan bentuk biji.

Menurut Yulia *et al.* (2017), *score plot* adalah metode yang digunakan untuk mengkaji sampel dengan nilai berdekatan yang memiliki ciri dan karakteristik yang hampir sama. Menurut Kusumaningrum & Suzanti Betha (2018), pada grafik *score plot* terdapat dua nilai komponen utama yaitu PC1 dan PC2. Berdasarkan pola penyebaran 90 aksesori tanaman kopi Robusta (Gambar 4) dapat dilihat bahwa grafik tersebut dibagi menjadi empat kuadran.



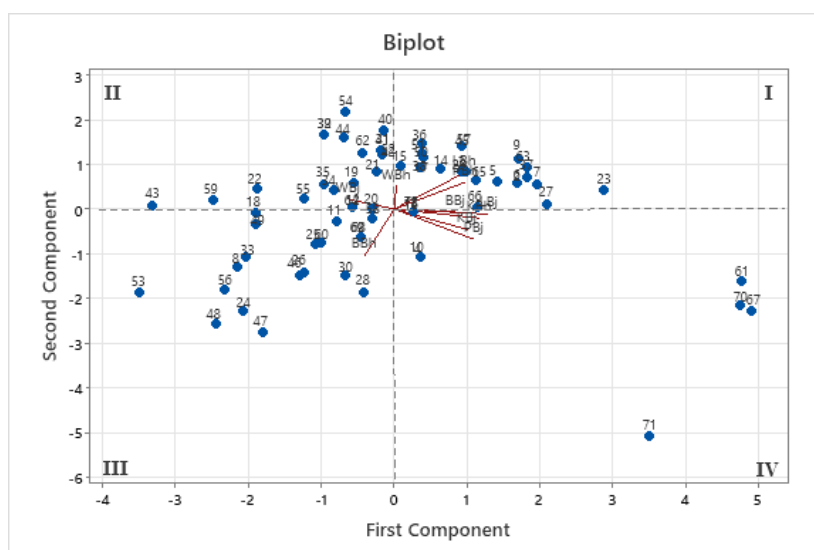
**Gambar 4.** *Score Plot* Karakter Morfologi Generatif

Hasil analisis dari pola penyebaran aksesori vegetatif tanaman kopi Robusta menunjukkan jarak yang berbeda. Letak jarak aksesori yang berjauhan mengindikasikan adanya perbedaan karakter yang cukup jauh. Hal ini seperti yang diperhatikan oleh aksesori 43 dan aksesori 70 dimana kedua aksesori tersebut memiliki perbedaan karakter yang sangat jelas yaitu panjang buah, lebar buah, ketebalan buah, lebar biji, ketebalan biji, dan warna biji. Kedua aksesori ini memiliki jarak yang berjauhan dan terletak pada kuadran yang berbeda berdasarkan grafik *score plot*. Sedangkan pada aksesori 8 dan 33 memiliki persamaan pada hampir semua karakter yang diamati yaitu warna buah, bentuk buah, panjang buah, lebar buah, ketebalan buah, panjang biji, dan ketebalan biji. Berdasarkan hasil *score plot* aksesori ini berada pada kuadran yang sama dan letak jarak aksesori berdekatan. Menurut Umar *et al.* (2016), jarak antar sampel menggambarkan tingkat kesamaan di antara sampel. Semakin besar jarak antara sampel, semakin kecil kesamaan yang dimiliki antara sampel tersebut.



**Gambar 5.** Loading Plot Karakter Morfologi Generatif

*Loading plot* merupakan representasi visual yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara karakter yang diuji, yang disajikan dalam bentuk grafik. Berdasarkan grafik *loading plot* dari komponen utama dan komponen kedua, dapat dilihat bahwa dari semua karakter yang diuji, terdapat beberapa karakter yang menunjukkan kedekatan satu sama lain. Seperti yang terlihat Gambar 5, garis karakter ketebalan buah (KBh) dan ketebalan biji (KBj) memiliki posisi saling berdekatan atau membentuk sudut lancip yang menandakan bahwa karakter ketebalan buah dan ketebalan biji memiliki korelasi yang positif. Sebagai contoh, pada aksesori 7 memiliki karakter ketebalan buah (KBh) kategori buah buah tebal, maka karakter ketebalan biji (KBj) yaitu kategori biji sedang, sedangkan pada aksesori 28 memiliki karakter ketebalan buah (KBh) kategori buah sedang, maka karakter ketebalan biji (KBj) yaitu kategori biji tebal. Berbeda dengan karakter lebar buah (LBh) dengan bentuk buah (BBh) yang saling berjauhan membentuk sudut yang menumpul dan terletak pada kuadran yang berbeda. Hal ini menandakan bahwa karakter lebar buah dan bentuk buah memiliki korelasi yang negatif.

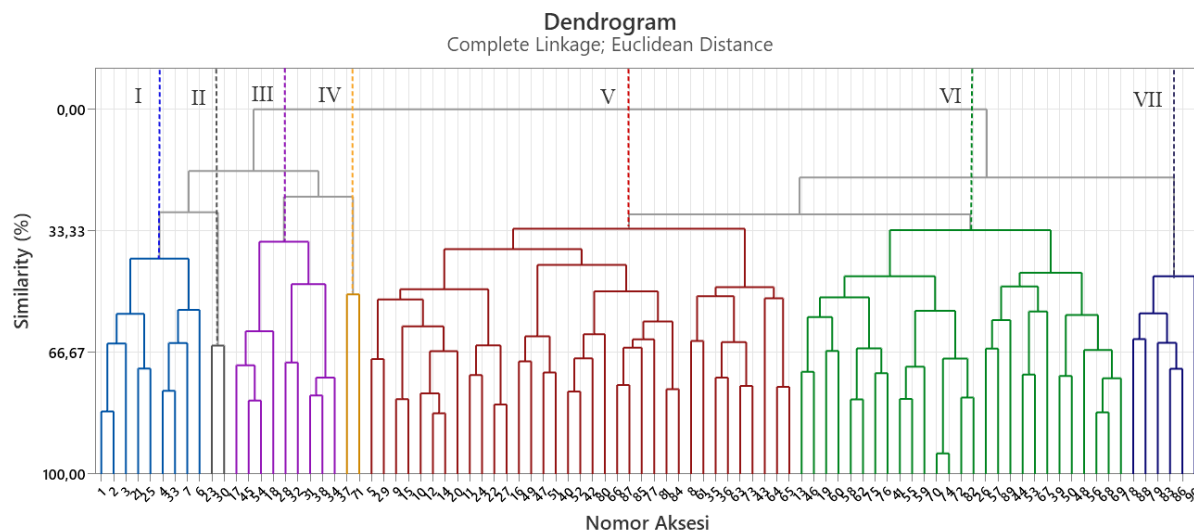


**Gambar 6.** Biplot Karakter Morfologi Generatif

Berdasarkan hasil analisis komponen utama yang terdapat pada Gambar 6 diketahui bahwa aksesori 1, 16, 13, dan 72 dicirikan oleh karakter yang mirip yaitu karakter warna buah kategori merah, bentuk buah kategori bundar, panjang buah kategori panjang, lebar buah kategori sedang, ketebalan buah kategori sedang panjang biji kategori sedang, dan bentuk biji kategori bujur. Aksesori 53 adalah aksesori yang memiliki jarak cukup jauh dengan garis karakter, hal ini dinyatakan bahwa aksesori ini berbeda dengan aksesori lainnya yang ditunjukkan oleh karakter warna buah kategori merah, bentuk buah kategori elips, panjang buah kategori sedang, lebar buah kategori sedang, ketebalan buah kategori sedang, panjang biji kategori sedang, lebar biji kategori sempit, ketebalan biji kategori tipis, warna biji kategori coklat ungu, dan bentuk biji kategori bujur telur. Menurut Sopandi & Herwanto (2020), perbedaan karakter morfologi tanaman terjadi akibat perubahan kecil yang tidak terlihat antara satu individu dengan individu lainnya.

### **Keseragaman Karakter Morfologi secara Vegetatif Tanaman Kopi Robusta dengan menggunakan Analisis Cluster**

Menurut Umar *et al.* (2016), tujuan dari analisis cluster adalah untuk mengetahui bobot nilai karakteristik yang membedakan setiap sampel yang diamati. Weihsan *et al.* (2020), menyatakan bahwa analisis kluster digunakan untuk menentukan sejauh mana hubungan kekerabatan antara individu (aksesori) dalam populasi tanaman berdasarkan sifat-sifat morfologis tanaman yang diamati. Karakteristik sampel dapat diamati melalui dendrogram yang terbentuk, kemudian diperkuat dengan hasil analisis komponen utama. Hasil analisis cluster menunjukkan bahwa keragaman genetik dan morfologi tanaman kopi Robusta secara signifikan dipengaruhi oleh lingkungan tumbuh yang terlihat dari dendrogram pada Gambar 7 bahwa terbentuk tujuh cluster berdasarkan kondisi geografis dan ekologis yang berbeda. Variabel-variabel yang memiliki kemiripan dikelompokkan atas dasar tingkat kemiripan (*similarity*) sehingga tercipta beberapa cluster yaitu cluster I, cluster II, cluster III, cluster IV, cluster V, cluster VI, dan cluster VII. Berdasarkan Gambar 7 dapat diketahui bahwa cluster I terdiri dari 4 aksesori yaitu aksesori 1, 2, 3, dan 37. Cluster II terdiri dari 24 aksesori yaitu aksesori 10, 12, 14, 48, 17, 54, 56, 68, 69, 20, 75, 41, 55, 59, 13, 76, 46, 19, 71, 21, 25, 60, 72, dan 82. Cluster III terdiri dari 5 aksesori yaitu aksesori 28, 32, 31, 38, dan 34. Cluster IV terdiri dari 7 aksesori yaitu aksesori 4, 33, 70, 74, 6, 23, dan 30. Cluster V terdiri dari aksesori 33 aksesori yaitu 5, 29, 7, 9, 15, 81, 84, 11, 24, 85, 22, 27, 8, 61, 35, 36, 63, 73, 43, 39, 50, 64, 65, 16, 49, 47, 51, 66, 87, 77, 44, 45, dan 53. Cluster VI terdiri dari 11 aksesori yaitu aksesori 18, 58, 62, 67, 40, 52, 42, 80, 26, 57, dan 89. Cluster VII terdiri dari 6 aksesori yaitu aksesori 78, 88, 79, 83, 86, dan 9.



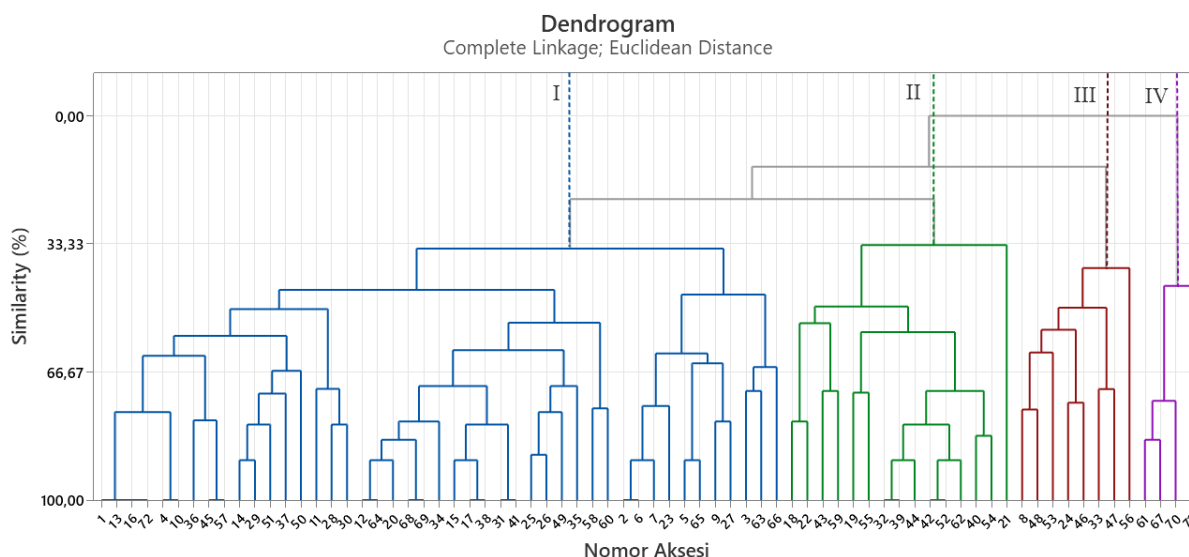
**Gambar 7.** Dendrogram dan Nilai Similarity 90 Aksesii Tanaman Kopi Robusta secara Vegetatif

Menurut Fatmawati *et al.* (2017), analisis dendrogram berfungsi untuk mengelompokkan variabel yang memiliki kesamaan dan keterkaitan dalam satu kelompok, berdasarkan nilai kemiripan (*similarity*). Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi sejauh mana hubungan antar individu dalam suatu populasi. Pada penelitian ini menggunakan nilai *similarity* 30% karena pada nilai tersebut memperoleh tingkat keragaman yang tinggi antar clusternya. Jika dilihat pada grafik dendrogram (Gambar 7), cluster yang memiliki kemiripan (*similarity*) yang paling kecil adalah cluster V sebesar 33,23%, hal ini menandakan bahwa semakin kecil nilai *similarity* maka semakin kecil peluang kekerabatan dan semakin besar tingkat keragamannya. Sopandi & Herwanto (2020) menyatakan bahwa semakin kecil nilai koefisien kemiripan (mendekati nol), semakin rendah tingkat kemiripan antara individu yang dibandingkan, maka keragaman antar individu (aksesii) yang dibandingkan semakin tinggi. Sebaliknya, semakin tinggi nilai koefisien kemiripan, semakin besar tingkat kemiripan antara individu (aksesii) yang dibandingkan dan semakin rendah tingkat keragamannya.

**Keseragaman Karakter Morfologi secara Generatif Tanaman Kopi Robusta dengan menggunakan Analisis Cluster**

Analisis cluster menunjukkan bahwa keanekaragaman genetik dan morfologi tanaman kopi Robusta dipengaruhi secara signifikan oleh kondisi lingkungan, terlihat dari dendrogram pada Gambar 8 dimana terbentuk empat cluster berdasarkan kondisi ekologis dan geografis yang berbeda. Variabel-variabel dengan kemiripan dikelompokkan berdasarkan tingkat kemiripan (*similarity*), sehingga terbentuk empat cluster yaitu cluster I, cluster II, cluster III, dan cluster IV. Berdasarkan Gambar 8 dapat diketahui bahwa cluster I terdiri dari 45 aksesii yaitu aksesii 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 41, 45, 49, 50, 51, 57, 58, 60, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 72. Cluster II terdiri dari 15 aksesii yaitu aksesii 18, 19, 21, 22, 32, 39, 40, 42, 43, 44, 52, 54, 55, 59, dan 62. Cluster III terdiri dari 8 aksesii yaitu aksesii 8, 24, 33, 46, 47, 48, 53, 56. Cluster IV terdiri dari 4 aksesii yaitu aksesii 61, 67, 70, dan 71. Pada dendrogram diketahui bahwa cluster I memiliki tingkat kemiripan sebesar 34,56. Cluster II memiliki tingkat kemiripan sebesar 33,64%. Cluster III memiliki tingkat kemiripan sebesar 39,64%. Cluster IV memiliki tingkat kemiripan sebesar 44,29%. Cluster II yang berisi aksesii yang memiliki kemiripan (*similarity*) rendah jika dibandingkan dengan aksesii-aksesii pada cluster lain sehingga keragaman antar individu dinilai lebih tinggi,

sebaliknya apabila akses memiliki tingkat kemiripan (*similarity*) yang tinggi, maka tingkat kemiripan antar individu rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Herniwati *et al.* (2024), yang menyatakan bahwa cluster utama memiliki hubungan kekerabatan yang dekat dan dapat berasal dari gen asal yang serupa, yang menunjukkan bahwa susunan genetiknya serupa. Pada dendrogram beberapa akses yang menunjukkan kemiripan (*similarity*) sebesar 100 yaitu pada akses 1, 13, 16, 72, 4, 10, 45, 57, 12, 64, 69, 17, 38, 31, 41, 2, 6, 32, 39, 42, dan 52.



**Gambar 8.** Dendrogram dan Nilai Similarity 72 Akses Tanaman Kopi Robusta secara Generatif

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat keragaman karakter morfologi dan karakter penciri tanaman kopi Robusta lokal di kawasan Gunung Karang. Karakter vegetatif penciri meliputi perawakan tanaman, tinggi tanaman, bentuk tanaman, perawakan batang, bentuk percabangan batang, bentuk stipula, warna daun muda, bentuk daun, bentuk ujung daun, bentuk tepi daun, panjang daun, dan lebar daun. Karakter generatif penciri meliputi warna buah, bentuk buah, lebar buah, ketebalan buah, lebar biji, ketebalan biji, warna biji, dan bentuk biji. Hasil dari analisis cluster menunjukkan bahwa perbedaan karakter morfologi tanaman kopi Robusta di kawasan Gunung Karang secara vegetatif terbagi menjadi 7 klaster dan secara generatif terbagi menjadi 4 cluster.

Disarankan bahwa penelitian genetik diperlukan untuk mendapatkan klon unggul kopi Robusta. Hasil karakterisasi ini dapat dimanfaatkan dalam pemuliaan dan seleksi bibit. Selain itu, eksplorasi morfologi di wilayah lain dan studi lingkungan perlu dilakukan untuk mendukung budidaya dan pelestarian kopi lokal.

### DAFTAR PUSTAKA

Amin, A. (2016). Determinasi dan Analisis Finger Print Daun Miana (*Coleus scutellarioides* Linn.) Sebagai Bahan Baku Obat Tradisional. *Jf Fik Unam*, 4(2), 58–64.

Arina, Y., Shiyang, S., & Suprayetno, S. (2022). Analisis Kemotrik Ekstrak Akar Tunjuk

- Langit (*Helminthostachys zeylanica* (L.)) melalui Analisis Fourier Transformed Infrared dari Berbagai Daerah Sumatera Selatan. *Jurnal 'Aisyiyah Medika*, 7(1), 243–258. <https://doi.org/10.36729/jam.v7i1.790>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Kopi Tahun 2022*. Sub Direktorat Statistik Tanaman Perkebunan.
- Dinas Pertanian Provinsi Banten. (2017). *Renstra Dinas Pertanian Provinsi Banten 2017-2022*. 5. <https://www.scribd.com/document/655621697/Renstra-Distan-2017-2022>
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2022). *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2021-2023*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Fatmawati, Y., Purwantoro, A., & Basunanda, P. (2017). The Morphological and Molecular Diversity of Four Cultivar Groups of Maize. *Vegetalika*, 6(3), 50–64.
- Haniefan, N., & Basunanda, P. (2022). Eksplorasi dan Identifikasi Tanaman Kopi Liberika di Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Kendal. *Vegetalika*, 11(1), 11–18. <https://doi.org/10.22146/veg.44325>
- Hastuti. (2018). Kandungan Kafein pada Kopi dan Pengaruh terhadap Tubuh. *Media Litbangkes*, 25(3), 185–192.
- Hermita, N., Ningsih, E. P., Fatmawaty, A. A. (2018). Analisis Proksimat dan Asam Oksalat pada Pelepah Daun Talas Beneng Liar di Kawasan Gunung Karang, Banten. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, 2.
- Herniwati, H., Pabendon, M. B., Wicaksono, K. P., Waluyo, B., & Widaryanto, E. (2024). Estimation of genetic diversity of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes as a bioethanol source using SSRs markers. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 60(2), 86–96. <https://doi.org/10.17221/79/2023-CJGPB>
- International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). (1996). *Descriptors for coffee (Coffea spp. and Psilanthus spp.)*.
- International Union for The Protection of New Varieties of Plants (UPOV). (2008). *Coffee*. Geneva.
- Khemira, H., Mahdhi, M., Tounekti, T., Oteef, M. D. Y., Afzal, M., Alfaifi, Z., Sharma, M., Alsolami, W., & Shargi, D. (2024). Diversity among *Coffea arabica* populations in southwestern Saudi Arabia as revealed by their morphometric features. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 52(1), 1–22. <https://doi.org/10.15835/nbha52113452>
- Kusumaningrum, F., & Suzanti Betha, O. (2018). Diferensiasi Gelatin Sapi dan Gelatin Babi pada Gummy Vitamin C Menggunakan Metode Kombinasi Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Principal Component Analysis (PCA) Differentiation of Bovine and Porcine Gelatin Extracted from Vitamin C Gummy. *Pharmaceutical Sciences and Research*, 5(2), 90–96.
- Leleury, Z. A., & Wokanubun, A. E. (2015). Analisis Biplot Pada Pemetaan Karakteristik Kemiskinan Di Provinsi Maluku. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 9(1), 21–31. <https://doi.org/10.30598/barekengvol9iss1pp21-31>
- Listia, E., Pradiko, I., Syarovy, M., Hidayat, F., Ginting, E. N., & Farrasati, R. (2020). Pengaruh Ketinggian Tempat terhadap Performa Fisiologis Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.). *Jurnal Tanah dan Iklim*, 43(1), 33. <https://doi.org/10.21082/jti.v43n1.2019.33-42>
- Margareta, S. N. (2019). Analisis Kandungan Logam Berat (Pb, Cu, Cd, dan Hg) Pada Air Minum Isi Ulang di Kota Malang Berbasis Spektroskopi Serapan Atom. *Skripsi: Universitas Islam Negeri Malang*, 1–99. <http://etheses.uin-malang.ac.id/15737/>
- Noya van Delsen, M. S., Wattimena, A. Z., & Saputri, S. (2017). Penggunaan Metode

- Analisis Komponen Utama Untuk Mereduksi Faktor-Faktor Inflasi Di Kota Ambon. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 11(2), 109–118. <https://doi.org/10.30598/barekengvol11iss2pp109-118>
- Oktavia, W. (2023). *Eksplorasi dan Karakterisasi Morfologi Tanaman Kopi (Coffea sp.) di Kecamatan Pulau Punjung Kabupaten Dharmasraya [Skripsi]*. Padang: Universitas Andalas.
- Prastowo, E., & Arimarsetiowati, R. (2019). Morphological Variations of Robusta Coffee As a Response to Different Altitude in Lampung. *Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)*, 35(2), 103–118. <https://doi.org/10.22302/icri.jur.pelitaperkebunan.v35i2.378>
- Ramadiana, S., Hapsoro, D., & Yusnita, Y. (2018). Morphological variation among fifteen superior Robusta coffee clones in Lampung Province, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(4), 1475–1481. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190438>
- Sopandi, A., & Herwanto, F. (2020). Eksplorasi dan Karakterisasi Morfologi Tanaman Kopi Robusta (*Coffea robusta* L.) di Dataran Medium Kecamatan Lembah Masurai Kabupaten Merangin. *Jurnal Sains Agro*, 5(2), 1–23. <https://doi.org/10.36355/jsa.v5i2.468>
- Tjitrosoepomo, G. (2011). *Morfologi Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press.
- Umar, A. H., Syahrini, R., Burhan, A., Maryam, F., Amin, A., Marwati, & Masero, L. R. (2016). Determinasi dan analisis finger print tanaman murbei (*Morus alba* Lour) Sebagai bahan baku obat tradisional dengan metode spektroskopi FT-IR dan kemometrik. *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT*, 5(1), 78–90.
- Weihan, R. A., Zulkarnain, Z., & Lizawati, L. (2020). Identifikasi Keragaman Karakter Morfologi Tanaman Pisang (*Musa spp.*) Wilayah Daratan di Kabupaten Tanjung Jabung Timur. *AGROSCRIPT Journal of Applied Agricultural Sciences*, 2(2), 67–78. <https://doi.org/10.36423/agroscript.v2i2.559>
- Wicaksono, A. A., Ustari, D., Pratiwi, S., Mubarak, S., & Karuniawan, A. (2022). Evaluasi Karakter Hasil dan Komponen Hasil Klon Ubi Jalar Berdaging Putih Berdasarkan Analisis Multivariat. *Kultivasi*, 21(1), 113–125. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.37825>
- Yulia, M., Iriani, R., Suhandy, D., Waluyo, S., & Sugianti, C. (2017). Studi Penggunaan Uv-Vis Spectroscopy Dan Kemometrika Untuk Mengidentifikasi Pemalsuan Kopi Arabika dan Robusta Secara Cepat. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 6(1), 43–52. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v6i1.%25p>
- Zasari, M., Kartika, K., & Altin, D. (2023). Eksplorasi-Karakterisasi Morfologi Kopi Robusta Lokal di Pulau Bangka. *Agrikultura*, 34(2), 200. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v34i2.43179>