



Aplikasi analisis biplot dan analisis kluster pada data usaha perkebunan karet di Indonesia

IRMEILYANA*, KARIAH AYU CAHYANI, DAN BAMBANG SUPRIHATIN

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan 30862, Indonesia

<p>Kata kunci: analisis biplot, analisis kluster, perkebunan karet, produksi</p>	<p>ABSTRAK: Karet adalah salah satu komoditas perkebunan yang menghasilkan devisa dari ekspor. Indonesia merupakan produsen karet terbesar kedua setelah Thailand. Perkebunan karet Indonesia mayoritas merupakan Perkebunan Rakyat (PR), serta sisanya Perkebunan Besar Negara (PBN) dan Perkebunan Besar Swasta (PBS). Tujuan penelitian ini adalah menginterpretasikan kelompok provinsi penghasil karet berdasarkan karakteristik luas dan produksi masing-masing jenis perkebunan, serta jumlah tenaga kerja dan jumlah petani. Data penelitian terdiri dari 22 provinsi penghasil karet dan 14 variabel yang diambil dari website resmi Ditjenbun. Penelitian ini menggunakan analisis biplot dan analisis kluster dengan metode <i>single linkage</i>, <i>centroid linkage</i>, dan <i>complete linkage</i>. Hasil analisis biplot menunjukkan bahwa produksi berkorelasi kuat dengan luas lahan, luas Tanaman Menghasilkan (TM), luas Tanaman Tidak Menghasilkan (TTM), jumlah petani, luas PR, dan produksi PR. Produksi PBS berkorelasi kuat dengan luas PBS dan jumlah tenaga kerja. Sedangkan produksi PBN berkorelasi kuat dengan luas PBN. Dua kluster pada hasil analisis biplot mempunyai karakteristik yang sama dengan hasil kluster dari ketiga metode. Sumsel bercirikan luas lahan, luas TM, luas TTM, produksi, jumlah petani, luas PR, dan produksi PR yang tinggi. Sumut bercirikan jumlah tenaga kerja, luas PBN, produksi PBN, luas PBS, dan produksi PBS.</p>
<p>Keywords: biplot analysis, cluster analysis, rubber plantations, production</p>	<p>ABSTRACT: Rubber is one of the plantation commodities that contribute to the foreign exchange of exports. Indonesia is the second largest rubber producer and exporter in the world. The majority of Indonesia's rubber plantations are people's plantations (PR), and the rest are large state plantations (PBN) and large private plantations (PBS). The purpose of this research is to interpret the rubber-producing provincial groups based on the characteristics of the area and production of each type of plantation, as well as the number of workers and the number of farmers. The research data consists of 22 rubber-producing provinces and 14 variables taken from the official website of the Directorate General of Plantation. This study used biplot analysis and cluster analysis with single linkage, centroid linkage, and complete linkage methods. The results of biplot analysis show that production has a strong correlation with land area, area of mature plantations (TM), area of non-productive plantations (TTM), number of farmers, PR area, and PR production. PBS production correlates strongly with PBS area and number of workers. Meanwhile, PBN production has a strong correlation with PBN area. The two clusters in the results of the biplot analysis have the same characteristics as the cluster results from the three methods. South Sumatra is characterized by high rubber production, TM area, TTM area, production, number of farmers, PR area, and high PR production. North Sumatra is characterized by high rubber production, number of workers, PBN area, PBN production, and PBS production.</p>

1 PENDAHULUAN

Sub sektor perkebunan menjadi penyumbang terbesar pada Produk Domestik Bruto (PDB) industri pertanian, industri peternakan, industri perburuan dan jasa, yaitu sebesar 35% lebih tinggi dari tanaman pangan, peternakan dan hortikultura. Selain berkontribusi terhadap PDB, sub sektor

perkebunan juga berkontribusi dalam sumber devisa untuk komoditas ekspor. Salah satu komoditas perkebunan yang menghasilkan devisa dari ekspor adalah karet [1]. Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi produksi karet yang relatif tinggi. Tanaman ini tersebar luas di seluruh Indonesia kecuali Nusa Tenggara dan Sulawesi. Luas lahan total karet tahun 2018 mencapai 3.671.387 hektar,

* Corresponding Author: email: irmeilyana@unsri.ac.id

terdiri dari 88,13% Perkebunan Rakyat (PR) yang dikembangkan secara monokultur, 6,70% Perkebunan Besar Swasta (PBS), dan sisanya 5,16% Perkebunan Besar Negara (PBN) [2]. Pada tahun 2019 luas lahan perkebunan karet meningkat menjadi 3.676.035 hektar, yang terdiri dari 88,93 PR, 6,57% PBS dan 4,50% PBN [3].

Indonesia merupakan negara produsen karet terbesar kedua setelah Thailand. Olahan karet dapat dimanfaatkan secara langsung maupun melalui proses industri demi meningkatkan nilai dari produk [4]. Produksi karet di Indonesia rata-rata per tahun meningkat sebesar 3,02% selama periode 2015 - 2019. Harga karet di pasar global mengalami kenaikan pada tahun 2017, sehingga mengakibatkan kenaikan produksi karet sebesar 16,55%. Harga karet kembali mengalami penurunan pada tahun 2018 yang mengakibatkan produksi karet di Indonesia jatuh. Situasi ini semakin diperburuk dengan adanya musim kemarau yang panjang dan *suur daun* (*pestalotipsis sp*) [5].

Beberapa penelitian menunjukkan luas lahan, jumlah petani, dan jumlah tenaga kerja mempengaruhi hasil produksi karet. Menurut [6] dengan menggunakan *Cobb-Douglas*, menunjukkan bahwa hasil produksi karet di Desa Pontangoa dipengaruhi oleh luas lahan, jumlah tanaman, tenaga kerja, pupuk SP, dan pengalaman bertani. Hasil penelitian [7] dengan model regresi menunjukkan bahwa produksi karet dipengaruhi oleh faktor luas lahan, jumlah hari hujan, jumlah petani dan harga karet. Hal sama, dengan menggunakan metode *Cobb-Douglas* didapat bahwa produksi perkebunan karet dipengaruhi oleh faktor luas lahan, jumlah tenaga kerja, jenis bibit, teknik penyadapan dan kondisi kebun [8].

Informasi mengenai data usaha perkebunan karet di Indonesia dapat diakses melalui laman Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan (Ditjenbun). Dalam data tersebut terdapat beberapa variabel, yaitu luas lahan, produksi, rata-rata produksi, tenaga kerja (bagi PBN dan PBS) dan jumlah petani (bagi PR). Untuk memperoleh tampilan yang lebih rinci dalam menggambarkan variabel data itu perlu dilakukan representasi secara grafis sehingga data yang ada akan lebih informatif. Analisis statistik yang dapat menganalisis variabel lebih dari satu adalah analisis multivariat, antara lain analisis biplot dan analisis kluster.

Pengelompokan daerah (provinsi) penghasil karet berdasarkan karakteristik perkebunannya dapat dilakukan dengan analisis kluster. Analisis kluster merupakan metode yang digunakan untuk

mengelompokkan pengamatan menjadi beberapa kelompok berdasarkan pengukuran variabel yang diteliti, sehingga mendapatkan kemiripan objek dalam kelompok yang sama [9]-[12]. Untuk menggambarkan karakteristik daerah (provinsi) penghasil karet dilihat dari variabelnya dapat menggunakan analisis biplot. Biplot adalah metode statistika deskriptif yang menyajikan data secara grafis untuk menyajikan simulasi n objek penelitian dan p variabel dalam bidang datar, sehingga ciri-ciri variabel dan objek penelitian, serta posisi relatif antar objek penelitian dengan variabel dapat dianalisis.

Penelitian tentang penggunaan analisis kluster dan biplot diantaranya yaitu [13] dengan menggunakan *single linkage*, *complete linkage*, dan *centroid linkage* menghasilkan 6 kluster berdasarkan karakteristik perkebunan kopi di Indonesia. Kedua metode ini juga digunakan untuk menganalisis hubungan antara luas areal dan produksi perkebunan kopi pada 12 kabupaten/kota di Sumsel [14]. Berdasarkan analisis biplot diperoleh bahwa produksi kopi berkorelasi dengan luas lahan. Pengklusteran mahasiswa Matematika FMIPA Unsri angkatan 2011 berdasarkan IPK dan IP setiap kelompok bidang minat (KBM) dilakukan oleh [15]. Ada 3 kluster mahasiswa berdasarkan nilai IP pada kelompok MK dan jumlah SKS yang diambil dengan menggunakan metode *K-Means* [16]. Penerapan analisis kluster pada data menu makanan berdasarkan kandungan gizi dan harga makanan bagi penderita *diabetes melitus*, diperoleh 5 kluster menu makanan, sedangkan dengan analisis biplot diperoleh 4 kelompok [17]. Penelitian selanjutnya yang menggunakan analisis biplot dan analisis kluster dilakukan oleh [18] yang bertujuan untuk mengelompokkan kota/kabupaten menurut indikator pendidikan di Provinsi Maluku.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, ada kemungkinan terjadi perbedaan hasil pengelompokan antara analisis kluster dan analisis biplot menyangkut jumlah kluster, anggota kluster, dan karakter dari kluster atau kelompok tersebut. Penelitian ini bertujuan mengaplikasikan analisis biplot untuk merepresentasikan secara grafik data perkebunan karet di Indonesia. Selain itu juga untuk mengaplikasikan analisis kluster dalam mengelompokkan daerah (provinsi) penghasil karet berdasarkan variabel yang diteliti. Pada penelitian ini, data didasarkan pada data [3], dengan objek yang diteliti adalah 22 provinsi di Indonesia yang memiliki perkebunan karet. Variabel yang diteliti meliputi luas lahan, produksi, rata-rata produksi, jumlah tenaga kerja dan jumlah petani. Analisis kluster yang

digunakan adalah metode *single linkage*, *complete linkage*, dan *centroid linkage*. Hasil penerapan analisis ini dapat mendeskripsikan keadaan perkebunan karet secara grafis, sehingga data perkebunan karet di Indonesia dapat disajikan dengan lebih informatif. Selain itu juga dapat juga dianalisis perbandingan hasil interpretasi kedua metode.

2 METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data hasil perkebunan karet di Indonesia tahun 2019 yang diperoleh dari buku Direktorat Jenderal Perkebunan (Ditjenbun) 2019 - 2021 pada *website* resmi Ditjenbun tahun 2021. Ada 22 provinsi (sebagai objek) yang mempunyai perkebunan karet dengan 14 nilai variabel yang diteliti, yaitu luas lahan, luas TM, luas TBM, luas TTM, produksi, rata-rata produksi, jumlah petani, jumlah tenaga kerja, luas PR, produksi PR, luas PBN, produksi PBN, luas PBS, dan produksi PBS. Teknik pengolahan data yang digunakan adalah analisis biplot dan analisis kluster dengan metode *single linkage*, *complete linkage*, dan *centroid linkage*.

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan bantuan *software Minitab 19* dan *SPSS 24*. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah [10]-[19]:

1. Menyusun matriks data yaitu $X = (x_{ij})$ yang berukuran $n \times p$; dengan $i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, p$; n adalah jumlah objek dan p adalah jumlah variabel.

2. Deskripsi statistik dari setiap variabel.
3. Mensatandarisasi matriks data X pada Langkah 1, sehingga didapat $Z = (z_{ij})$; dengan

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}$$

$$s_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{n-1}} \text{ dan } \bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n} \quad (1)$$

4. Melakukan *Principal Component Analysis* (PCA), yaitu:

- a. Menghitung matriks korelasi $R = Z^T Z = (r_{jk})$; dengan korelasi antara variabel X_j dan X_k adalah:

$$r_{ij} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_{ij} x_{ik} - \sum_{i=1}^n x_{ij} \sum_{i=1}^n x_{ik}}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - (\sum_{i=1}^n x_{ij})^2][n \sum_{i=1}^n x_{ik}^2 - (\sum_{i=1}^n x_{ik})^2]}} \quad (2)$$

- b. Menentukan nilai eigen λ dan vektor eigen \mathbf{v} dari matriks R , yaitu dengan menyelesaikan persamaan $R\mathbf{v} = \lambda\mathbf{v}$; atau

$$|\mathbf{R} - \lambda\mathbf{I}| = 0 \quad (3)$$

- c. Menghitung ukuran kesesuaian (*goodness of fit*) dengan menghitung persentase proporsi dari dua nilai eigen terbesar pertama dengan jumlah r nilai eigen tak nol; yaitu:

$$\rho = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\sum_{k=1}^r \lambda_k} \quad (4)$$

- d. Menentukan PC (*Principal Component*) pertama dan kedua dari vektor eigen $\mathbf{v}_1 = [v_{11} \ v_{12} \ \dots \ v_{1p}]^T$ dan $\mathbf{v}_2 = [v_{21} \ v_{22} \ \dots \ v_{2p}]^T$ yang berpadanan dengan 2 nilai eigen terbesar pertama; yaitu:

$$PC1 = \sum_{j=1}^p v_{1j} X_j \text{ dan } PC2 = \sum_{j=1}^p v_{2j} X_j \quad (5)$$

- e. Menentukan skor komponen $PC1_i$ dan $PC2_i$ untuk setiap objek i , yaitu dengan mensubstitusikan nilai variabel pada matriks data asal:

$$PC1_i = \sum_{j=1}^p v_{1j} x_{ij} \text{ dan } PC2_i = \sum_{j=1}^p v_{2j} x_{ij} \quad (6)$$

5. Melakukan analisis biplot dengan menggambar vektor (v_{1j}, v_{2j}) sebagai representasi variabel X_j dan titik-titik koordinat $(PC1_i, PC2_i)$ sebagai representasi objek i .

6. Melakukan analisis kluster dengan metode hierarki:

- a. Menghitung jarak Euclid antar objek (provinsi) i dengan objek j , sehingga dapat disusun matriks jarak $D = (d_{ij}^2)$ yang berukuran 22×22 , yaitu:

$$d_{ij}^2 = \sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2 \quad (7)$$

- b. Melakukan metode *single linkage*, yaitu dengan mencari jarak minimum dari dua objek yang dikelompokkan terlebih dahulu, selanjutnya buat matriks jarak yang baru secara bertahap. Proses berhenti setelah semua objek dikelompokkan menjadi satu.

- c. Melakukan metode *complete linkage*, yang merupakan kebalikan dari metode *single linkage*, yaitu menggunakan jarak maksimum dalam prosesnya.

- d. Melakukan metode *average linkage*, yaitu dengan menghitung jarak dua kluster atau biasa disebut dengan jarak rata-rata kluster dan meminimumkan rata-rata antar pasangan kluster.

7. Interpretasi hasil.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi karet di Indonesia menurut pengusahaan-nya, terdiri dari perkebunan rakyat (PR), perkebunan besar negara (PBN) dan perkebunan besar swasta (PBS). Provinsi yang memiliki PBN ada 15 provinsi, yaitu Aceh, Sumatera Utara (Sumut), Riau, Sumatera Selatan (Sumsel), Bengkulu, Lampung, Jawa Barat (Jabar), Jawa Tengah (Jateng), Jawa Timur (Jatim), Kalimantan Barat (Kalbar), Kalimantan Tengah (Kalteng), Kalimantan Selatan (Kalsel), Kalimantan Timur (Kaltim), Sulawesi Tengah (Sulteng) dan Maluku. Sedangkan untuk provinsi yang memiliki PBS ada 19 provinsi, yaitu Aceh, Sumut, Riau, Kepulauan Riau (Kepri), Jambi, Sumsel, Kepulauan Babel, Bengkulu, Lampung, Jabar, Banten, Jateng, Jatim, Kalbar, Kalteng, Kalsel, Kaltim, Sulse, dan Maluku.

Variabel dan notasi yang digunakan meliputi luas lahan (X_1), luas TM (X_2), luas TBM (X_3), luas TTM (X_4), produksi (X_5), rata-rata produksi (X_6), jumlah petani (X_7), jumlah tenaga kerja (X_8), luas PR (X_9), produksi PR (X_{10}), luas PBN (X_{11}), produksi PBN (X_{12}), luas PBS (X_{13}) dan produksi PBS (X_{14}). Data luas dalam satuan ha, produksi dalam satuan ton, rata-rata produksi dalam satuan kg/ha, dan jumlah petani dalam satuan KK. Data variabel dan objek penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Nilai variabel pada setiap objek dinyatakan dalam matriks data X yang berukuran 22×14 . Berdasarkan deskripsi statistik setiap variabel, mean luas lahan karet tertinggi berdasarkan status pengusahaan-nya adalah PR (X_9). Nilai X_9 tertinggi ini terdapat pada Sum-Sel diikuti oleh Jambi, Kalbar, Riau, Sumut dan Kaltim. Untuk X_{11} (luas PBN) dan X_{13} (luas PBS) tertinggi terdapat pada Sumut diikuti oleh Sumsel, Jabar dan Lampung.

Tabel 1 Data Ditjenbun

No	Provinsi	X_1 (ha)	X_2 (ha)	X_3 (ha)	...	X_{14} (ton)
1	Aceh	100.356	86.848	9.157	...	2.462
2	Sumatera Utara	404.731	375.469	20.206	...	119.486
3	Sumatera Barat	130.610	128.139	1.436	...	0
4	Riau	329.005	307.324	4.759	...	652
5	Kepulauan Riau	23.527	20.948	2.205	...	773
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
21	Sulawesi Selatan	8.823	6.546	1.928	...	3.115
22	Maluku	6.337	1.727	979	...	171

Sumber: [3]

Berdasarkan keadaan tanaman, Sumsel juga mempunyai luas lahan TM (X_2), luas TTM (X_4), dan jumlah produksi (X_{10}) tertinggi. Nilai X_3 (luas TBM) tertinggi terdapat pada Kalteng. Sedangkan Kalut memiliki X_2 , X_3 , dan X_4 terendah dibanding provinsi lain. Jatim dan Maluku adalah provinsi yang memiliki nilai X_{10} terendah. Untuk variabel X_{12} (produksi PBN) dan X_{14} (produksi PBS), Sumut memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan provinsi lain.

Karena variabel pada matriks data memiliki satuan nilai yang berbeda, sehingga perlu dilakukan standarisasi data dengan mengubah matriks data menjadi Z dengan menggunakan Persamaan (1). Selanjutnya dapat dibentuk matriks korelasi $R = Z^T Z$. Korelasi antara 2 variabel X_j dan X_k dapat dilihat dari entri r_{jk} dari matriks R pada Persamaan (2), yang dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai korelasi ini dihitung dengan bantuan *software Minitab*. Korelasi tertinggi terjadi antara variabel X_1 dan X_2 , X_1 dan X_9 , X_2 dan X_5 , serta X_5 dan X_{10} , dengan nilai korelasi sebesar 0,99 yang artinya variabel satu dengan yang lain saling mempengaruhi.

Tabel 2 Korelasi antar variabel (nilai r_{jk} dari matriks R)

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}
X_2	0,99													
X_3	0,44	0,33												
X_4	0,94	0,93	0,44											
X_5	0,98	0,99	0,25	0,91										
X_6	0,15	0,18	-0,16	0,04	0,22									
X_7	0,95	0,93	0,55	0,90	0,90	0,16								
X_8	0,46	0,47	0,17	0,38	0,46	0,17	0,43							
X_9	0,99	0,98	0,46	0,95	0,96	0,13	0,95	0,36						
X_{10}	0,97	0,98	0,27	0,92	0,99	0,19	0,91	0,33	0,97					
X_{11}	0,17	0,19	-0,08	0,14	0,20	0,21	0,09	0,83	0,06	0,07				
X_{12}	0,13	0,15	-0,08	0,02	0,15	0,30	0,05	0,78	0,02	0,02	0,95			
X_{13}	0,52	0,54	0,13	0,40	0,54	0,18	0,47	0,97	0,42	0,41	0,74	0,72		
X_{14}	0,43	0,45	0,01	0,27	0,46	0,16	0,34	0,91	0,32	0,32	0,75	0,76	0,97	

Principal Component Analysis (PCA) digunakan untuk mereduksi data asal. Principal Component (PC) yang berjumlah paling sedikit menghilangkan informasi data asal. Dua PC pertama untuk menentukan PC adalah dengan mencari nilai eigen dan vektor eigen dari matriks Σ , dengan menggunakan Persamaan (5). Dua nilai eigen terbesar pertama adalah $\lambda_1 = 7,908$ dan $\lambda_2 = 3,597$.

Berdasarkan Persamaan (4), diperoleh ukuran kesesuaian hasil PCA sebesar

$$\rho = \frac{7,908+3,597}{7,908+3,597+1,144+0,735+0,370+0,131+0,059+0,028+0,020+0,006} = 0,822$$

sehingga dapat disimpulkan bahwa dua PC pertama dapat merepresentasikan keragaman data sebesar 82,2%.

Elemen dari vektor eigen yang berpadanan dengan dua nilai eigen terbesar pertama tersebut menjadi koefisien variabel asal pada kombinasi linier untuk PC pada Persamaan (5), yaitu:

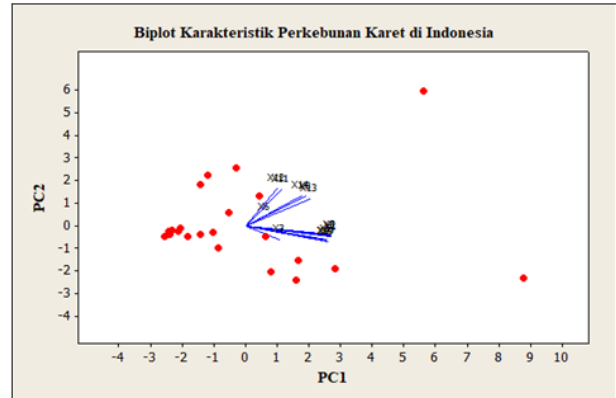
$$PC1 = 0,342X_1 + 0,342X_2 + 0,137X_3 + 0,316X_4 + 0,339X_5 + 0,076X_6 + 0,325X_7 + 0,24X_8 + 0,329X_9 + 0,322X_{10} + 0,142X_{11} + 0,126X_{12} + 0,256X_{13} + 0,223X_{14}$$

$$PC2 = -0,137X_1 - 0,12X_2 - 0,163X_3 - 0,182X_4 - 0,109X_5 + 0,108X_6 - 0,166X_7 + 0,36X_8 - 0,195X_9 - 0,185X_{10} + 0,445X_{11} + 0,459X_{12} + 0,331X_{13} + 0,368X_{14}$$

Selanjutnya dengan Persamaan (6) ditentukan skor komponen (koordinat (PC1, PC2)) dari setiap objek (provinsi), yaitu dengan mensubstitusikan nilai variabel $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{14}$ pada setiap objek dari matriks data asal pada Tabel 1 ke dalam PC1 dan PC2. Sebagai contoh untuk skor komponen objek Aceh diperoleh (178.814,2, -72.876,54).

Hasil Analisis Biplot

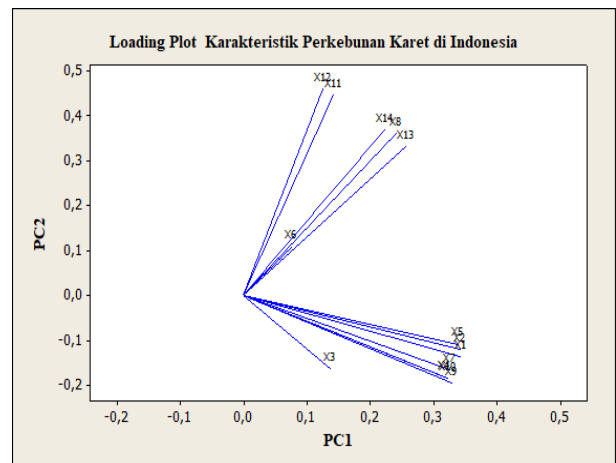
Analisis biplot dilakukan dengan penumpangan tindingan plot vektor (v_{1j}, v_{2j}) berupa segmen garis sebagai representasi variabel X_j dan titik-titik koordinat $(PC1_i, PC2_i)$ sebagai representasi objek i , sehingga didapat Gambar 1. Plot vektor variabel dapat dilihat pada Gambar 2 dan skor komponen dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 1 Biplot Karakteristik Perkebunan Karet

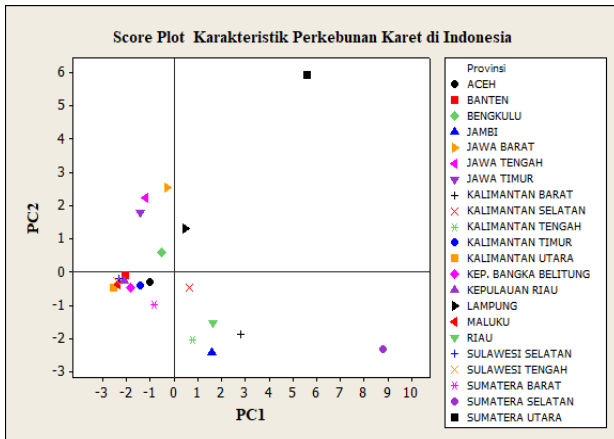
Keterangan: Urutan segmen garis searah jarum jam adalah: Kelompok X_{12}, X_{11} ; lalu X_6 ; kelompok $X_{14}, X_8; X_{13}$; kelompok $X_5, X_2, X_6, X_1, X_7, X_4, X_{10}, X_9$; dan X_3

Korelasi antar variabel direpresentasikan antara segmen garis. Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa variabel luas lahan (X_{11}) berkorelasi dengan variabel produksi (X_{12}). Variabel produksi PBS (X_{14}) berkorelasi kuat dengan tenaga kerja (X_8) dan luas PBS (X_{13}), sedangkan variabel produksi (X_5) berkorelasi kuat dengan luas (X_1), luas TM (X_2), luas TTM (X_4), petani (X_7), luas PR (X_9), dan produksi PR (X_{10}).



Gambar 2 Loading plot karakteristik perkebunan karet

Jika dilihat dari posisi relatif antar objek (provinsi) dengan vektor variabel, maka posisi objek yang searah dengan variabel mempunyai nilai yang relatif tinggi pada variabel tersebut. Provinsi Kalsel, Kalteng, Jambi, Riau dan Kalbar memiliki X_3 yang lebih tinggi dari provinsi lain. Sumsel memiliki karakteristik nilai variabel $X_1, X_2, X_4, X_5, X_7, X_9$ dan X_{10} lebih tinggi dari provinsi yang lain. Sedangkan Lampung dan Sumut memiliki nilai $X_8, X_{11}, X_{12}, X_{13}$ dan X_{14} yang lebih tinggi dari provinsi lainnya.



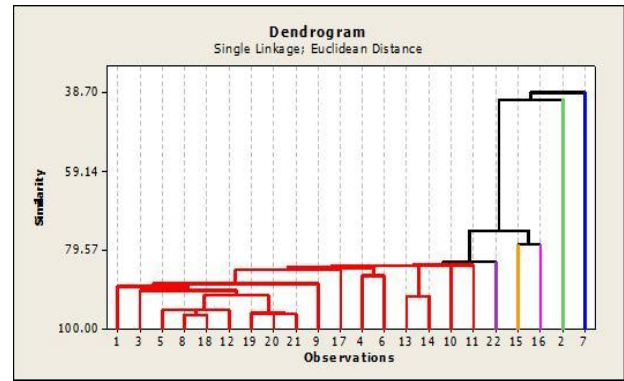
Gambar 3 Skor komponen provinsi

Pada Gambar 3, ada kecenderungan bahwa objek-objek yang terletak di kuadran III mengelompok (ada 10 objek). Adapun objek yang berdekatan tersebut terdiri dari 9 provinsi. Ada masing-masing 1 objek di kuadran I (yaitu Sumut) dan kuadran IV (yaitu Sumsel) terpisah dari objek-objek lain yang terletak di kuadran yang sama. Lampung terletak pada kuadran I mempunyai karakteristik yang sama seperti Sumut, tetapi karena jaraknya maka kedua provinsi tersebut tidak mengelompok.

Hasil Analisis Kluster

Objek dalam analisis kluster berjumlah 22 provinsi penghasil karet di Indonesia yang dikelompokkan berdasarkan 14 variabel karakteristik perkebunan karet. Langkah pertama untuk melakukan analisis kluster adalah membuat matriks jarak antar objek menggunakan jarak *Euclid* dengan menggunakan Persamaan (7) sehingga diperoleh matriks jarak *D*. Selanjutnya diperoleh dendrogram hasil analisis kluster pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6 **den-**

gar **software Minitab**. Mode *single linkage* dapat dilihat pada Gambar 4. Proses dimulai dari objek 19 (Sulteng) dan 20 (Sumbar) yang mempunyai jarak minimum. Setelah terbentuk matriks jarak baru, objek yang memiliki nilai minimum dikelompokkan kembali, demikian seterusnya sampai semua objek berada di kelompok yang sama.



Gambar 4 Dendrogram *Single Linkage*

Berdasarkan Gambar 4, kluster 1 adalah Aceh, Sumbar, Riau, Kepri, Jambi, Kep. Babel, Bengkulu, Lampung, Jabar, Banten, Jateng, Jatim, Kalsel, Kaltim, Kalut, Sulteng, dan Sulsel. Kluster 2 adalah Sumut, kluster 3 adalah Sumsel, kluster 4 adalah Kalbar, kluster 5 adalah Kalteng dan kluster 6 adalah Maluku. Pada kluster yang diperoleh dapat diketahui karakteristik yang mendominasi provinsi penghasil karet di Indonesia, seperti pada Tabel 3.

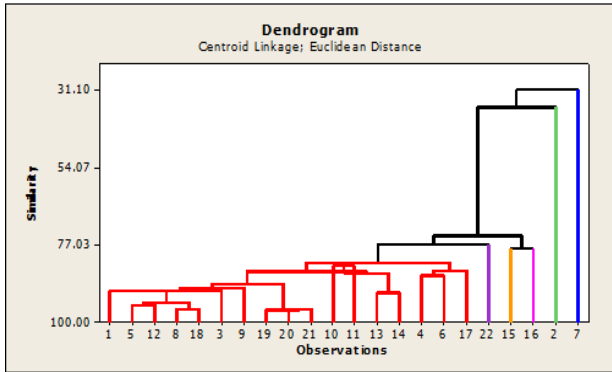
Tabel 3 Nilai variabel setiap kluster dengan *Single Linkage*

Var.	Kluster					
	1	2	3	4	5	6
X_1	-0,316	1,140	3,337	1,065	0,596	-0,769
X_2	-0,288	1,195	3,504	0,734	0,214	-0,753
X_3	-0,334	0,228	0,052	2,799	3,125	-0,522
X_4	-0,290	0,383	3,114	1,348	0,435	-0,352
X_5	-0,278	1,129	3,773	0,530	0,011	-0,709
X_6	0,187	0,261	0,846	-0,328	-0,802	-3,165
X_7	-0,313	0,904	2,816	1,790	0,737	-0,917
X_8	-0,263	3,569	1,021	0,910	-0,571	-0,461
X_9	-0,301	0,708	3,363	1,103	0,696	-0,745
X_{10}	-0,260	0,496	3,844	0,645	0,091	-0,662
X_{11}	-0,102	2,871	0,211	-0,636	-0,473	-0,248
X_{12}	-0,088	3,200	-0,048	-0,594	-0,495	-0,571
X_{13}	-0,272	3,819	1,385	0,500	-0,534	-0,539
X_{14}	-0,231	4,143	1,040	-0,426	-0,406	-0,420

Keterangan: Angka yang dicetak tebal adalah nilai yang lebih tinggi

Berdasarkan Tabel 3, kluster 1 yang terdiri dari 17 provinsi tidak memiliki karakteristik yang dominan. Kluster 2, yaitu Sumut dengan karakteristik $X_8, X_{11}, X_{12}, X_{13}$ dan X_{14} yang paling tinggi. Kluster 3, yaitu Sumsel dengan karakteristik $X_1, X_2, X_4, X_5, X_7, X_9$ dan X_{10} yang paling tinggi. Kluster 4, yaitu Kalbar dengan karakteristik X_3 yang paling tinggi. Kluster 5, yaitu Kalteng dengan karakteristik X_3 yang paling tinggi. Sedangkan kluster 6, yaitu Maluku memiliki karakteristik X_6 (rata-rata produksi) yang paling tinggi.

Hasil pengelompokan dengan menggunakan metode *centroid linkage* pada *stage 1* terbentuk kelompok yang beranggotakan objek 19 dan 20 yang mempunyai jarak minimum. Hasil pengelompokannya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Dendrogram Centroid Linkage

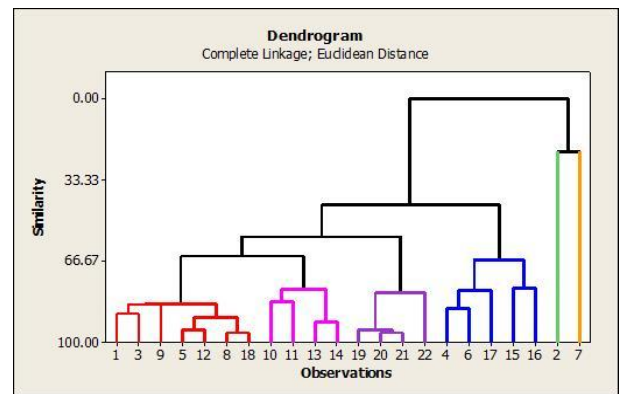
Berdasarkan Gambar 5, kluster 1 adalah Aceh, Sumbar, Riau, Kepri, Jambi, Kep. Babel, Bengkulu, Lampung, Jabar, Banten, Jateng, Jatim, Kalsel, Kaltim, Kalut, Sulteng dan Sulsel. Kluster 2 adalah Sumut, kluster 3 adalah Sumsel, kluster 4 adalah Kalbar, kluster 5 adalah Kalteng dan kluster 6 adalah Maluku. Nilai variabel pada setiap kluster dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Nilai variabel setiap kluster dengan Centroid Linkage

Var.	Kluster					
	1	2	3	4	5	6
X ₁	-0,316	1,140	3,337	1,065	0,596	-0,769
X ₂	-0,288	1,195	3,504	0,734	0,214	-0,753
X ₃	-0,334	0,228	0,052	2,799	3,125	-0,522
X ₄	-0,290	0,383	3,114	1,348	0,435	-0,352
X ₅	-0,279	1,130	3,773	0,530	0,011	-0,709
X ₆	0,188	0,261	0,846	-0,328	-0,802	-3,165
X ₇	-0,314	0,904	2,816	1,790	0,737	-0,917
X ₈	-0,263	3,570	1,021	0,910	-0,571	-0,461
X ₉	-0,302	0,708	3,363	1,103	0,696	-0,745
X ₁₀	-0,260	0,496	3,844	0,645	0,091	-0,662
X ₁₁	-0,102	2,871	0,211	-0,636	-0,473	-0,248
X ₁₂	-0,088	3,200	-0,048	-0,595	-0,495	-0,571
X ₁₃	-0,272	3,819	1,385	0,500	-0,534	-0,539
X ₁₄	-0,231	4,143	1,040	-0,426	-0,406	-0,420

Pada Tabel 4, kluster 1 yang terdiri dari 17 provinsi tidak memiliki karakteristik yang dominan. Kluster 2, yaitu Sumut dengan karakteristik X₈, X₁₁, X₁₂, X₁₃ dan X₁₄ yang paling tinggi. Kluster 3, yaitu Sumsel dengan karakteristik X₁, X₂, X₄, X₅, X₇, X₉ dan X₁₀ yang paling tinggi. Kluster 4, Kalbar dengan karakteristik X₃ yang paling tinggi. Kluster 5, yaitu Kalteng dengan karakteristik X₃ yang paling tinggi.

Sedangkan kluster 6, yaitu Maluku memiliki karakteristik X₆ (rata-rata produksi) yang paling rendah.



Gambar 6 Dendrogram Complete Linkage

Hasil pengelompokan 22 provinsi penghasil karet di Indonesia dengan metode *complete linkage* dapat dilihat pada Gambar 6. Kluster 1 adalah Aceh, Sumbar, Kepri, Kep. Babel, Bengkulu, Banten dan Kaltim. Kluster 2 adalah Sumut, kluster 3 adalah Riau, Jambi, Kalbar, Kalteng, dan Kalsel. Kluster 4 adalah Sumsel, kluster 5 adalah Lampung, Jabar, Jateng dan Jatim. Sedangkan kluster 6 adalah Kalut, Sulteng, Sulsel, awesi, Sulteng dan Maluku. Karakteristik yang mendominasi provinsi penghasil karet di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Nilai variabel setiap kluster dengan Complete Linkage

Var.	Kluster					
	1	2	4	3	5	6
X ₁	-0,461	1,140	3,337	0,737	-0,463	-0,771
X ₂	-0,423	1,195	3,504	0,604	-0,446	-0,744
X ₃	-0,418	0,228	0,052	1,201	-0,329	-0,511
X ₄	-0,596	0,383	3,114	0,973	-0,365	-0,684
X ₅	-0,365	1,130	3,773	0,426	-0,420	-0,700
X ₆	0,663	0,261	0,846	-0,322	0,495	-1,528
X ₇	-0,357	0,904	2,816	0,918	-0,551	-0,901
X ₈	-0,496	3,570	1,021	-0,154	0,493	-0,580
X ₉	-0,421	0,708	3,363	0,810	-0,560	-0,733
X ₁₀	-0,331	0,496	3,844	0,522	-0,504	-0,655
X ₁₁	-0,589	2,871	0,211	-0,355	1,283	-0,578
X ₁₂	-0,449	3,200	-0,048	-0,457	1,145	-0,576
X ₁₃	-0,371	3,819	1,385	-0,220	0,136	-0,513
X ₁₄	-0,283	4,143	1,040	-0,373	0,061	-0,395

Berdasarkan Tabel 5, kluster 1 yang terdiri dari 7 provinsi tidak memiliki karakteristik yang dominan. Kluster 2, yaitu Sumut dengan karakteristik X₈, X₁₁, X₁₂, X₁₃ dan X₁₄ yang paling tinggi. Kluster 3, yaitu Sumsel dengan karakteristik X₁, X₂, X₄, X₅, X₇, X₉ dan X₁₀ yang paling tinggi. Kluster 4, yang terdiri

dari 5 provinsi tidak memiliki karakteristik yang dominan. Kluster 5 dan kluster 6, yang terdiri dari masing-masing 4 provinsi cenderung tidak memiliki karakteristik yang dominan.

Rekapitulasi Hasil Analisis Biplot dan Analisis Kluster

Rekapitulasi hasil analisis biplot dan analisis kluster dapat dilihat pada Tabel 6. Anggota dan karakteristik

setiap kluster dari hasil metode *single* dan *centroid linkage* yang didapat sama. Kesamaan kluster dan karakteristiknya dari hasil ketiga metode dapat dilihat pada kluster II dan III. Provinsi (anggota) hasil kluster I pada *single* dan *centroid linkage* terpisah menjadi 4 kluster pada hasil *complete linkage*.

Tabel 6 Rekapitulasi analisis biplot dan analisis kluster

	Metode			
	Biplot	Single	Centroid	Complete
Kluster I	Objek pada Kuadran III (ada 10 objek)	17 Provinsi	17 Provinsi	7 Provinsi
- Anggota				
- Karakteristik	Tidak ada yang Dominan	Tidak Ada yang Dominan	Tidak Ada yang Dominan	Tidak Ada yang Dominan
Kluster II	Lampung dan Sumut*	Sumut	Sumut	Sumut
- Anggota				
- Karakteristik	$X_6, X_8, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}$	$X_8, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}$	$X_8, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}$	$X_8, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}$
Kluster III	Sumsel	Sumsel	Sumsel	Sumsel
- Anggota				
- Karakteristik	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_7, X_9, X_{10}$	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_7, X_9, X_{10}$	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_7, X_9, X_{10}$	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_7, X_9, X_{10}$
Kluster IV	Kalteng, Kalsel, Jambi, Riau dan Kalbar	Kalbar	Kalbar	5 Provinsi
- Anggota				
- Karakteristik	X_3	X_3	X_3	Tidak Ada yang Dominan
Kluster V		Kalteng	Kalteng	4 Provinsi
- Anggota				
- Karakteristik		X_3	X_3	Tidak Ada yang Dominan
Kluster VI		Maluku	Maluku	4 Provinsi
- Anggota				
- Karakteristik		X_6 paling rendah	X_6 paling rendah	Tidak Ada yang Dominan

Keterangan: * Lampung dan Sumut pada kluster yang berbeda, tetapi karakteristiknya cenderung sama.

Karakteristik tidak ada yang dominan bermakna bahwa nilai-nilai variabel pada objek tersebut rendah. Berdasarkan variabel-variabel yang dominan mengkarakteristikan kluster pada Tabel 6, maka dapat dilihat bahwa analisis biplot menghasilkan 3 kluster, metode *single linkage* dan *centroid linkage* masing-masing menghasilkan 5 kluster, serta metode *complete linkage* menghasilkan 2 kluster. Dua kluster pada hasil analisis biplot mempunyai karakteristik yang sama dengan hasil kluster pada ketiga metode dalam analisis kluster tersebut. Kluster-kluster tersebut adalah kluster Sumut dan kluster Sumsel. Jika dilihat dari karakteristik perkebunan, maka Sumsel dicirikan oleh luas lahan, luas TM, luas TTM, produksi, jumlah petani, luas PR dan produksi PR. Kalbar dan Kalteng dicirikan oleh luas TBM, Sumut dicirikan oleh jumlah tenaga kerja, luas PBN, produksi PBN, luas PBS dan produksi PBS. Sedangkan provinsi-provinsi yang lain relatif dicirikan oleh semua nilai variabel yang rendah, sehingga tidak ada variabel yang mendominasi. Variabel-variabel yang mencirikan kluster-kluster ini me-

rupakan variabel-variabel yang berkorelasi erat seperti pada hasil analisis biplot.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian karakteristik perkebunan karet, dapat disimpulkan sebagai berikut:

Hasil analisis biplot menunjukkan bahwa luas PBN berkorelasi dengan produksi PBN, variabel produksi PBS berkorelasi dengan jumlah tenaga kerja dan luas PBN. Variabel produksi berkorelasi kuat dengan luas lahan, luas TTM, jumlah petani, luas PR dan produksi PR. Terdapat 3 kelompok provinsi penghasil karet dengan karakteristik yang dominan, yaitu Kalsel, Kalteng, Jambi, Riau dan Kalbar dengan karakteristik luas TBM. Sumsel dengan karakteristik luas lahan, luas TM, luas TTM, produksi, jumlah petani, luas PR dan produksi PR. Sedangkan Lampung dan Sumut dengan karakteristik jumlah tenaga kerja, luas PBN, produksi PBN, luas PBS dan produksi PBS.

Hasil analisis kluster dengan metode *single linkage*, *centroid linkage* dan *complete linkage* secara umum menghasilkan 6 kluster. Pada metode *single linkage* dan *centroid linkage* terdapat 5 kluster yang masing-masing memiliki anggota 1 provinsi, yaitu kluster Sumut, Sumsel, Kalbar, Kalteng dan Maluku. Sedangkan untuk metode *complete linkage* terdapat dua kluster yang beranggotakan 1 provinsi, yaitu Sumut dan Sumsel.

Ada 2 kluster dari analisis biplot dan hasil ketiga metode dalam analisis kluster, yaitu *single linkage*, *centroid linkage*, dan *complete linkage* yang mempunyai anggota dan karakteristik yang sama. Kluster Sumut dan kluster Sumsel. Variabel yang berkorelasi erat pada hasil analisis menjadi variabel dominan yang menentukan karakteristik kluster.

Penelitian ini menggunakan metode *single linkage*, *centroid linkage* dan *complete linkage* untuk melakukan pengklasteran karakteristik perkebunan karet. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode hierarki yang lain ataupun metode *K-means* sehingga memungkinkan mendapatkan hasil kluster yang lebih baik.

Ucapan Terima Kasih

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada grup diskusi, khususnya grup diskusi pada perkuliahan Matematika Lingkungan dan Biostatistika.

REFERENSI

- [1] Subdirektorat Statistika Tanaman Perkebunan, *Statistik Karet Indonesia Rubber Statistic 2019*. Jakarta: BPS, 2020.
- [2] Direktorat Jenderal Perkebunan, *Statistik Perkebunan Indonesia Tree Crop Estate Statistics of Indonesia 2018-2020*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, 2020.
- [3] Direktorat Jenderal Perkebunan, *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2019-2021*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021.
- [4] E. Abinowi, "Karet Indonesia: Wujudkan Industri Karet Berkelanjutan?," *Komunita*, Bandung, 2021.
- [5] L. F. Syarifa and R. Tistama, "Analisis Kinerja dan Prospek Komoditas Karet," *Analisis dan Opini Perkebunan*, 2020.
- [6] R. Pujianti and M. Antara, "Analisis Produksi Karet Rakyat di Desa Pontangoa Kecamatan Lembo Raya Kabupaten Morowali Utara," *Agrotekbis*, vol. 4, no. 4, pp. 485–490, 2016.
- [7] A. M. M. Syarif, "Model Peningkatan Produksi Perkebunan Karet Sebagai Sektor Basis di Provinsi Jambi," *J. Agribus. Local Wisdom*, vol. 1, no. 1, pp. 1–18, 2018.
- [8] S. Sirait, A. Mara, and Z. Fathoni, "Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Perkebunan Karet di Kecamatan Singkut Kabupaten Sarolangun," *JISEB*, vol. 19, no. 1, 2018.
- [9] M. W. Talakua, Z. A. Leleury, and A. W. Talluta, "Analisis Cluster Dengan Menggunakan Metode K-Means untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Maluku Berdasarkan Indikator Indeks Pembangunan Manusia Tahun 2014," *Barekeng*, vol. 11, no. 2, pp. 119–128, 2017.
- [10] R. A. Johnson and D. W. Wichern, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 6th ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 2007.
- [11] W. Härdle and L. Simar, *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Hiedelberg: Springer-Verlag, 2003.
- [12] W. J. Krzanowski, *Principle of Multivariate Analysis, A User's Perspective*. New York: Oxford University Press, 1990.
- [13] Irmeilyana, Ngudiantoro, A. Desiani, and D. Rodiah, "Deskripsi hubungan luas areal dan produksi perkebunan kopi di Indonesia menggunakan analisis bivariat dan analisis kluster," *Infomedia*, vol. 4, no. 1, pp. 21–27, 2019.
- [14] Irmeilyana, Ngudiantoro, A. Desiani, and D. Rodiah, "Deskripsi hubungan luas areal dan produksi perkebunan kopi di provinsi sumatra selatan," in *Prosiding SEMIRATA BKS PTN Indonesia Barat*, 2019, pp. 74–86.
- [15] Irmeilyana, R. Sania, A. Desiani, and H. Tanuji, "Pengcluster-an Mahasiswa Berdasarkan IPK dan IP Kelompok Mata Kuliah dan Kelompok Bidang Minat," *ARS 2017*, vol. 3, no. 1, pp. 149–155, 2017, [Online]. Available: <http://seminar.ilkom.unsri.ac.id/index.php/ars/article/view/1693/873>.
- [16] Irmeilyana, R. Sania, and K. Putahera, "Analisis Karakteristik Mahasiswa Berdasarkan Nilai Kelompok Mata Kuliah dengan Menggunakan Analisis Cluster K-Means," vol. 4, no. 1, pp. 978–979, 2018.
- [17] Irmeilyana, Indrawati, and M. D. Putri, "Karakteristik Menu Makanan pada Penderita Diabetes Melitus Berdasarkan Kandungan Gizi dan Harga Makanan Menggunakan Analisis Biplot dan Analisis Kluster," vol. 4, no. 1, pp. 978–979, 2018.
- [18] D. Ls, Y. A. Lesnussa, M. W. Talakua, and M. Y. Matdoan, "Analisis Kluster untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Maluku Berdasarkan Indikator Pendidikan dengan Menggunakan Metode Ward", *JSA*, vol. 5, no. 1, pp. 51 - 60, Jun. 2021.
- [19] I. T. Jolliffe, *Principal Component Analysis*, 1st ed. New York: Springer Verlag, 1986.