**Aplikasi Analisis Biplot dan Analisis Klaster pada Data Usaha Perkebunan Karet di Indonesia**

Irmeilyana1\*), Kariah Ayu Cahyani1), Bambang Suprihatin1)

* + 1. *Jurusan Matematika, Fakultas Matematikan dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan 30862, Indonesia*

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

No. HP (WA): +62 8117428119

Tgl. naskah diusulkan: 7 Desember 2022

**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 klaster dengan metode *single linkage*, *centroid linkage*, dan *complete linkage*. 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 klaster pada hasil analisis biplot mempunyai karakteristik yang sama dengan hasil klaster 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.

*Kata kunci*: Analisis biplot, analisis klaster, perkebunan karet, produksi.

**Abstract**

Rubber is one of the plantation commodities that generate foreign exchange of exports. Indonesia is the second largest rubber producer after Thailand. The majority of Indonesia's rubber plantations are people's plantations (PR), and the remains 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 land area, TM area, TTM area, production, number of farmers, PR area, and high PR production. North Sumatra is characterized by the number of workers, PBN area, PBN production, PBS area, and PBS production.

*Keywords*: Biplot analysis, cluster analysis, rubber plantations, production.

**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, 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 pruduksi karet di Indonesia jatuh. Situasi ini semakin diperburuk dengan adanya musim kemarau yang panjang dan gugur daun (*pestalotipsis sp*) [5].

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa 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-36 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 *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 klaster.

 Pengelompokan daerah (provinsi) penghasil karet berdasarkan karakteristik perkebunannya dapat dilakukan dengan analisis klaster. Analisis klaster 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 klaster dan biplot diantaranya yaitu [13] dengan menggunakan *single linkage, complete linkage,* dan *centroid linkage* menghasilkan klaster 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. [15] melakukan pengklasteran mahasiswa Matematika FMIPA Unsri angkatan 2011 berdasarkan IPK dan IP setiap kelompok bidang minat (KBM). [16] menggunakan metode *K-Means* sehingga didapat klaster mahasiswa berdasarkan nilai IP pada kelompok MK dan jumlah SKS yang diambil. [17] memperoleh klaster menu makanan berdasarkan kandungan gizi dan harga makanan untuk penderita *diabetes melitus,* sedangkan untuk analisis biplot menghasilkan 4 kelompok berdasarkan kandungan gizi dan harga makanan*.* Penelitian selanjutnya yang menggunakan analisis biplot dan analisis klaster dilakukan oleh [18] yang bertujuan untuk mengelompokkan kota/kabupaten menurut indikator pendidikan di Provinsi Maluku.

 Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, ada perbedaan hasil antara analisis klaster dan analisis biplot. Penelitian ini bertujuan mengaplikasikan analisis biplot untuk merepresentasikan secara grafik data perkebunan karet di Indonesia. Selain itu juga untuk mengaplikasikan analisis klaster 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 klaster 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. Bahan dan Metoda**

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 klaster 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* = (*xij*) yang berukuran *n*×*p*; dengan *i* = 1, 2, …, *n* dan *j* = 1, 2, …, *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 = (*zij*); dengan

 (1)

 dan =

1. Melakukan *Principal Component Analysis* (PCA), yaitu:
	1. Menghitung matriks korelasi *R* = *ZTZ*.
	2. Menentukan nilai eigen dan vektor eigen ***v*** dari matriks *R*, yaitu dengan menyelesaikan persamaan **=** ; atau

 (2)

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

 (3)

* 1. Menentukan PC (*Principal Component*) pertama dan kedua dari vektor eigen ***v*1** = dan ***v*2** = yang berpadanan dengan 2 nilai eigen terbesar pertama; yaitu:

PC1 = dan PC2 = (4)

* 1. Menentukan skor komponen PC1*i* dan PC2*i* untuk setiap objek *i*, yaitu dengan mensubstitusikan nilai variabel pada matriks data asal:

PC1*i* = dan PC2*i* = (5)

1. Melakukan analisis biplot dengan menggambarkan vektor (*v*1*j*, *v*2*j*) sebagai representasi variabel *Xj* dan titik-titik koordinat (PC1*i*, PC2*i*) sebagai representasi objek *i*.
2. Melakukan analisis klaster dengan metode hierarki:
	1. Menghitung jarak Euclid antar objek (provinsi) *i* dengan objek *j*, sehingga dapat disusun matriks jarak *D* = (*dij*2) yang berukuran 22 × 22, yaitu:

 (6)

* 1. Melakukan metode *single linkage*, yaitu dengan menentukan jarak minimum dari dua objek untuk dikelompokkan terlebih dahulu, selanjutnya dibuat matriks jarak yang baru secara rekursif. Proses berhenti setelah semua objek dikelompokkan menjadi satu.
	2. Melakukan metode *complete linkage*, yang merupakan kebalikan dari metode *single linkage,* yaitu menggunakan jarak maksimum dalam prosesnya.
	3. Melakukan metode *average linkage*, yaitu dengan menghitung jarak dua klaster atau biasa disebut dengan jarak rata-rata klaster dan meminimumkan rata-rata antar pasangan klaster.
1. Interpretasi hasil.

**3. Hasil dan Pembahasan**

Produksi karet di Indonesia menurut pengusahaannya, 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, Sulsel, dan Maluku.

Variabel dan notasi yang digunakan meliputi 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 (). 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.

Tabel 1 Data Ditjenbun

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Provinsi |  |  |  |  |  |
| 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]

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 pengusahaannya adalah PR (). Nilai tertinggi ini terdapat pada Sum-Sel, diikuti oleh Jambi, Kalbar, Riau, Sumut dan Kalteng. Sedangkan untuk (luas PBN) dan (luas PBS) nilai tertingginya terdapat pada Sumut diikuti oleh Sumsel, Jabar dan Lampung.

Berdasarkan keadaan tanaman, Sumsel juga mempunyai luas lahan TM , luas TTM (), dan jumlah produksi () tertinggi. Nilai (luas TBM) tertinggi terdapat pada Kalteng. Sedangkan Kalut memiliki *X*2, *X3*, dan *X*4terendah dibanding provinsi lain. Jatim dan Maluku adalah provinsi yang memiliki nilai terendah. Untuk variabel (produksi PBN) dan (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* = *ZTZ*. Korelasi antara variabel dan dapat dilihat dari entri *rij* dari matriks *R*, yang dapat dilihat pada Tabel 2. Korelasi tertinggi terjadi antara variabel dan , dan , dan , serta dan , dengan nilai korelasi sebesar yang artinya variabel satu dengan yang lain saling mempengaruhi.

Tabel 2. Korelasi antar variabel

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 0,99 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | 0,44 | 0,33 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | 0,94 | 0,93 | 0,44 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | 0,98 | 0,99 | 0,25 | 0,91 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | 0,15 | 0,18 | -0,16 | 0,04 | 0,22 |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | 0,95 | 0,93 | 0,55 | 0,90 | 0,90 | 0,16 |   |   |   |   |   |   |   |
|  | 0,46 | 0,47 | 0,17 | 0,38 | 0,46 | 0,17 | 0,43 |   |   |   |   |   |   |
|  | 0,99 | 0,98 | 0,46 | 0,95 | 0,96 | 0,13 | 0,95 | 0,36 |   |   |   |   |   |
|  | 0,97 | 0,98 | 0,27 | 0,92 | 0,99 | 0,19 | 0,91 | 0,33 | 0,97 |   |   |   |   |
|  | 0,17 | 0,19 | -0,08 | 0,14 | 0,20 | 0,21 | 0,09 | 0,83 | 0,06 | 0,07 |   |   |   |
|  | 0,13 | 0,15 | -0,08 | 0,02 | 0,15 | 0,30 | 0,05 | 0,78 | 0,02 | 0,02 | 0,95 |   |   |
|  | 0,52 | 0,54 | 0,13 | 0,40 | 0,54 | 0,18 | 0,47 | 0,97 | 0,42 | 0,41 | 0,74 | 0,72 |   |
|  | 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 tanpa menghilangkan informasi data asal. Langkah pertama untuk menentukan PC adalah menentukan nilai eigen dan vektor eigen dari matriks korelasi *R***,** dengan menggunakan Persamaan (2). Dua nilai eigen terbesar pertama adalah dan .

Berdasarkan Persamaan (3), diperoleh ukuran kesesuaian hasil PCA sebesar
 = 0,822

sehingga dapat disimpulkan bahwa dua PC pertama dapat merepresentasikan keragaman data sebesar .

Elemen dari vektor eigen yang berpadanan dengan dua nilai eigen terbesar pertama tersebut menjadi koefisien variabel asal pada kombinasi linier untuk PC pada Persamaan (4), yaitu:

|  |
| --- |
|  |
|  |

Selanjutnya dengan Persamaan (5) ditentukan skor komponen (koordinat (PC1, PC2)) dari setiap objek (provinsi), yaitu dengan mensubstitusikan nilai variabel 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).

**3.1 Hasil Analisis Biplot**

Analisis biplot dilakukan dengan penumpangtindihan plot vektor (*v*1*j*, *v*2*j*) berupa segmen garis sebagai representasi variabel *Xj* 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

Korelasi antar variabel direpresentasikan sudut antara segmen garis. Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa variabel luas PBN () berkorelasi dengan variabel produksi PBN (). Variabel produksi PBS () berkorelasi kuat dengan tenaga kerja () dan luas PBS (), sedangkan variabel produksi () berkorelasi kuat dengan luas (), luas TM (), luas TTM (), petani (), luas PR (), dan produksi PR ().

****

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 yang lebih tinggi dari provinsi lain. Sumsel memiliki karakteristik nilai variabel dan lebih tinggi dari provinsi yang lain. Sedangkan Lampung dan Sumut memiliki nilai , , dan 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.

**4.2 Hasil Analisis Klaster**

Objek dalam analisis klaster berjumlah 22 provinsi penghasil karet di Indonesia yang dikelompokkan berdasarkan 14 variabel karakteristik perkebunan karet. Langkah pertama untuk melakukan analisis klaster adalah membuat matriks jarak antar objek menggunakan jarak *Euclid* dengan menggunakan Persamaan (6) sehingga diperoleh matriks jarak *D*.

Hasil metode *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. Dendogram *Single Linkage*

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

Tabel 3. Nilai variabel setiap klaster dengan *Single Linkage*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Variabel | Klaster 1 | Klaster 2 | Klaster 3 | Klaster 4 | Klaster 5 | Klaster 6 |
|  | -0,316 | 1,140 | **3,337** | 1,065 | 0,596 | -0,769 |
|  | -0,288 | 1,195 | **3,504** | 0,734 | 0,214 | -0,753 |
|  | -0,334 | 0,228 | 0,052 | **2,799** | **3,125** | -0,522 |
|  | -0,290 | 0,383 | **3,114** | 1,348 | 0,435 | -0,352 |
|  | -0,278 | 1,129 | **3,773** | 0,530 | 0,011 | -0,709 |
|  | 0,187 | 0,261 | 0,846 | -0,328 | -0,802 | **-3,165** |
|  | -0,313 | 0,904 | **2,816** | 1,790 | 0,737 | -0,917 |
|  | -0,263 | **3,569** | 1,021 | 0,910 | -0,571 | -0,461 |
|  | -0,301 | 0,708 | **3,363** | 1,103 | 0,696 | -0,745 |
|  | -0,260 | 0,496 | **3,844** | 0,645 | 0,091 | -0,662 |
|  | -0,102 | **2,871** | 0,211 | -0,636 | -0,473 | -0,248 |
|  | -0,088 | **3,200** | -0,048 | -0,594 | -0,495 | -0,571 |
|  | -0,272 | **3,819** | 1,385 | 0,500 | -0,534 | -0,539 |
|  | -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, klaster 1 yang terdiri dari provinsi tidak memiliki karakteristik yang dominan. Klaster 2, yaitu Sumut dengan karakteristik , ,, dan yang paling tinggi. Klaster 3, yaitu Sumsel dengan karakteristik , , , , , dan yang paling tinggi. Klaster 4, yaitu Kalbar dengan karakteristik yang paling tinggi. Klaster 5, yaitu Kalteng dengan karakteristik yang paling tinggi. Sedangkan klaster 6, yaitu Maluku memiliki karakteristik *X*6 (rata-rata produksi) yang paling tinggi.

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



Gambar 5. Dendogram *Centroid Linkage*

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

Tabel 4. Nilai variabel setiap klaster dengan *Centroid Linkage*

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

Pada Tabel 4, klaster 1 yang terdiri dari 17 provinsi tidak memiliki karakteristik yang dominan. Klaster 2, yaitu Sumut dengan karakteristik , , dan yang paling tinggi. Klaster 3, yaitu Sumsel dengan karakteristik dan yang paling tinggi. Klaster 4, Kalbar dengan karakteristik yang paling tinggi. Klaster 5, yaitu Kalteng dengan karakteristik yang paling tinggi. Sedangkan klaster 6, yaitu Maluku memiliki karakteristik *X*6 (rata-rata produksi) yang paling rendah.



Gambar 6. Dendogram *Complete Linkage*

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

Tabel 5. Nilai variabel setiap klaster dengan *Complete Linkage*

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

Berdasarkan Tabel 5, klaster 1 yang terdiri dari provinsi tidak memiliki karakteristik yang dominan. Klaster 2, yaitu Sumut dengan karakteristik , , , dan yang paling tinggi. Klaster 3, yaitu Sumsel dengan karakteristik , , ,, , dan yang paling tinggi. Klaster 4, yang terdiri dari 5 provinsi tidak memiliki karakteristik yang dominan. Klaster 5 dan klaster 6, yang terdiri dari masing-masing 4 provinsi cenderung tidak memiliki karakteristik yang dominan.

* 1. Rekapitulasi Hasil Analisis Biplot dan Analisis Klaster

Rekapitulasi hasil analisis biplot dan analisis klaster dapat dilihat pada Tabel 6. Anggota dan karakteristik setiap klaster dari hasil metode *single* dan *centroid linkage* yang didapat sama. Kesamaan klaster dan karakteristiknya dari hasil ketiga metode dapat dilihat pada klaster II dan III. Provinsi (anggota) hasil klaster I pada *single* dan *centroid linkage* terpisah menjadi 4 klaster pada hasil *complete linkage*.

Tabel 6. Rekapitulasi analisis biplot dan analisis klaster

|  |
| --- |
| Metode |
|  | Biplot | *Single* | *Centroid* | *Complete* |
| Klaster I* Anggota
 | Objek pada Kuadran III (ada 10 objek) | 17 Provinsi | 17 Provinsi | 7 Provinsi |
| * Karakteristik
 | Tidak ada yang Dominan | Tidak Ada yang Dominan | Tidak Ada yang Dominan | Tidak Ada yang Dominan |
| Klaster II* Anggota
 | Lampung dan Sumut\* | Sumut | Sumut | Sumut |
| * 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 |
| Klaster III* Anggota
 | Sumsel | Sumsel | Sumsel | Sumsel |
| * 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 |
| Klaster IV* Anggota
 | Kalteng, Kalsel, Jambi, Riau dan Kalbar | Kalbar | Kalbar | 5 Provinsi |
| * Karakteristik
 | *X*3 | *X*3 | *X*3 | Tidak Ada yang Dominan |
| Klaster V* Anggota
 |  | Kalteng | Kalteng | 4 Provinsi |
| * Karakteristik
 |  | *X*3 | *X*3 | Tidak Ada yang Dominan |
| Klaster VI* Anggota
 |  | Maluku | Maluku | 4 Provinsi |
| * Karakteristik
 |  | *X*6paling rendah | *X*6paling rendah | Tidak Ada yang Dominan |

Keterangan: \* Lampung dan Sumut pada klaster 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 klaster pada Tabel 6, maka dapat dilihat bahwa analisis biplot menghasilkan 3 klaster, metode *single linkage* dan *centroid linkage* masing-masing menghasilkan 5 klaster, serta metode *complete linkage* menghasilkan 2 klaster. Dua klaster pada hasil analisis biplot mempunyai karakteristik yang sama dengan hasil klaster pada ketiga metode dalam analisis klaster tersebut. Klaster-klaster tersebut adalah klaster Sumut dan klaster 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 klaster-klaster ini merupakan 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:

1. Hasil analisis biplot menunjukkan bahwa luas PBN berkorelasi dengan produksi PBN, variabel produksi PBS berkorelasi kuat dengan jumlah tenaga kerja dan luas PBS, variabel produksi berkorelasi kuat dengan luas lahan, luas TM, 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.
2. Hasil analisis klaster dengan metode *single linkage, centroid linkage* dan *complete linkage* secara umum menghasilkan 6 klaster. Pada metode *single linkage* dan *centroid linkage* terdapat 5 klaster yang masing-masing memiliki anggota 1 provinsi, yaitu klaster Sumut, Sumsel, Kalbar, Kalteng dan Maluku. Sedangkan untuk metode *complete linkage* terdapat dua klaster yang beranggotakan 1 provinsi, yaitu Sumut dan Sumsel.
3. Ada 2 klaster dari analisis biplot dan hasil ketiga metode dalam analisis klaster, yaitu *single linkage*, *centroid linkage*, dan *complete linkage* yang mempunyai anggota dan karakteristik yang sama, yaitu klaster Sumut dan klaster Sumsel*.* Variabel-variabel yang berkorelasi erat pada hasil analisis biplot menjadi variabel dominan yang menentukan karakteristik klaster.

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 klaster 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 Pengelompokkan 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 klaster,” *Infomedia*, vol. 4, no. 1, pp. 21–27, 2019, doi: doi: <http://dx.doi.org/10.30811/jim.v4i2.1534>.

[14] Irmeilyana, Ngudiantoro, A. Desiani, and D. Rodiah, “Deskripsi hubungan luas areal dan produksi perkebunan kopi di provinsi sumatra selatan,” in *Proseding SEMIRATA BKS PTN Indonesia Barat*, 2019, pp. 74–86.

[15] Irmeilyana, R. Sania, A. Desiani, and H. Tanuji, “Peng-cluster-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 Klaster,” vol. 4, no. 1, pp. 978–979, 2018.

[18] D. Ls, Y. A. Lesnussa, M. W. Talakua, and M. Y. Matdoan, “Analisis Klaster untuk Pengelompokkan 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.