

54 Sub sektor perkebunan menjadi penyumbang terbesar pada Produk Domestik Bruto (PDB) industri
55 pertanian, industri peternakan, industri perburuan dan jasa, yaitu sebesar 35% lebih tinggi dari tanaman
56 pangan, peternakan dan hortikultura. Selain berkontribusi terhadap PDB, sub sektor perkebunan juga
57 berkontribusi dalam sumber devisa untuk komoditas ekspor. Salah satu komoditas perkebunan yang
58 menghasilkan devisa dari ekspor adalah karet [1]. Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi
59 produksi karet yang relatif tinggi. Tanaman ini tersebar luas di seluruh Indonesia kecuali Nusa Tenggara
60 dan Sulawesi. Luas lahan total karet tahun 2018 mencapai 3.671.387 hektar, terdiri dari 88,13%
61 Perkebunan Rakyat (PR) yang dikembangkan secara monokultur, 6,70% Perkebunan Besar Swasta
62 (PBS), dan sisanya 5,16% Perkebunan Besar Negara (PBN) [2]. Pada tahun 2019 luas lahan perkebunan
63 karet meningkat menjadi 3.676.035 hektar, yang terdiri dari 88,93 PR, 6,57% PBS dan 4,50% PBN [3].

64 Indonesia merupakan negara produsen karet terbesar kedua setelah Thailand. Olahan karet dapat
65 dimanfaatkan secara langsung maupun melalui proses industri demi meningkatkan nilai dari produk [4].
66 Produksi karet di Indonesia rata-rata per tahun meningkat sebesar 3.02% selama periode 2015 - 2019.
67 Harga karet di pasar global mengalami kenaikan pada tahun 2017, sehingga mengakibatkan kenaikan
68 produksi karet sebesar 16,55%. Harga karet kembali mengalami penurunan pada tahun 2018 yang
69 mengakibatkan produksi karet di Indonesia jatuh. Situasi ini semakin diperburuk dengan adanya musim
70 kemarau yang panjang dan gugur daun (*pestalotipsis sp*) [5].

71 Beberapa penelitian menunjukkan bahwa luas lahan, jumlah petani, dan jumlah tenaga kerja
72 mempengaruhi hasil produksi karet. Menurut [6] dengan menggunakan *Cobb-Douglas*, menunjukkan
73 bahwa hasil produksi karet di Desa Pontangoa dipengaruhi oleh luas lahan, jumlah tanaman, tenaga kerja,
74 pupuk SP-36 dan pengalaman bertani. Hasil penelitian [7] dengan model regresi menunjukkan bahwa
75 produksi karet dipengaruhi oleh faktor luas lahan, jumlah hari hujan, jumlah petani dan harga karet. Hal
76 sama, dengan menggunakan metode *Cobb-Douglas* didapat bahwa produksi perkebunan karet
77 dipengaruhi oleh faktor luas lahan, jumlah tenaga kerja, jenis bibit, teknik penyadapan dan kondisi kebun
78 [8].

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

86 Pengelompokan daerah (provinsi) penghasil karet berdasarkan karakteristik perkebunannya dapat
87 dilakukan dengan analisis kluster. Analisis kluster merupakan metode yang digunakan untuk
88 mengelompokkan pengamatan menjadi beberapa kelompok berdasarkan pengukuran variabel yang diteliti,
89 sehingga mendapatkan kemiripan objek dalam kelompok yang sama [9] - [12]. Untuk menggambarkan
90 karakteristik daerah (provinsi) penghasil karet dilihat dari variabelnya dapat menggunakan analisis biplot.

91 Biplot adalah metode statistika deskriptif yang menyajikan data secara grafis untuk menyajikan simulasi n
92 objek penelitian dan p variabel dalam bidang datar, sehingga ciri-ciri variabel dan objek penelitian, serta
93 posisi relatif antar objek penelitian dengan variabel dapat dianalisis.

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

106 Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, ada kemungkinan terjadi perbedaan hasil
107 pengelompokan antara analisis kluster dan analisis biplot menyangkut jumlah kluster, anggota kluster, dan
108 karakter dari kluster atau kelompok tersebut. Penelitian ini bertujuan mengaplikasikan analisis biplot untuk
109 merepresentasikan secara grafik data perkebunan karet di Indonesia. Selain itu juga untuk
110 mengaplikasikan analisis kluster dalam mengelompokkan daerah (provinsi) penghasil karet berdasarkan
111 variabel yang diteliti. Pada penelitian ini, data didasarkan pada data [3], dengan objek yang diteliti adalah
112 22 provinsi di Indonesia yang memiliki perkebunan karet. Variabel yang diteliti meliputi luas lahan, produksi,
113 rata-rata produksi, jumlah tenaga kerja dan jumlah petani. Analisis kluster yang digunakan adalah metode
114 *single linkage*, *complete linkage*, dan *centroid linkage*. Hasil penerapan analisis ini dapat mendeskripsikan
115 keadaan perkebunan karet secara grafis, sehingga data perkebunan karet di Indonesia dapat disajikan
116 dengan lebih informatif. Selain itu juga dapat juga dianalisis perbandingan hasil interpretasi kedua metode.
117

118 2. Bahan dan Metoda

119 Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data hasil perkebunan karet di Indonesia tahun
120 2019 yang diperoleh dari buku Direktorat Jenderal Perkebunan (Ditjenbun) 2019 - 2021 pada *website* resmi
121 Ditjenbun tahun 2021. Ada 22 provinsi (sebagai objek) yang mempunyai perkebunan karet dengan 14 nilai
122 variabel yang diteliti, yaitu luas lahan, luas TM, luas TBM, luas TTM, produksi, rata-rata produksi, jumlah
123 petani, jumlah tenaga kerja, luas PR, produksi PR, luas PBN, produksi PBN, luas PBS, dan produksi PBS.
124 Teknik pengolahan data yang digunakan adalah analisis biplot dan analisis kluster dengan metode *single*
125 *linkage*, *complete linkage*, dan *centroid linkage*.

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

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

130 2. Deskripsi statistik dari setiap variabel.

131 3. Mensatandarisasi matriks data X pada Langkah 1, sehingga didapat $Z = (z_{ij})$; dengan

132
$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \quad (1)$$

133
$$s_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{n-1}} \text{ dan } \bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n}$$

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

135 4.1 Menghitung matriks korelasi $R = Z^T Z = (r_{jk})$; dengan korelasi antara variabel X_j dan X_k adalah:

136
$$r_{ij} = \frac{n \sum_{l=1}^n x_{lj} x_{lk} - \sum_{l=1}^n x_{lj} \sum_{l=1}^n x_{lk}}{\sqrt{[n \sum_{l=1}^n x_{lj}^2 - (\sum_{l=1}^n x_{lj})^2][n \sum_{l=1}^n x_{lk}^2 - (\sum_{l=1}^n x_{lk})^2]}} \quad (2)$$

137 4.2 Menentukan nilai eigen λ dan vektor eigen \mathbf{v} dari matriks R , yaitu dengan menyelesaikan
 138 persamaan $R\mathbf{v} = \lambda\mathbf{v}$; atau

139
$$|\mathbf{R} - \lambda I| = 0 \quad (3)$$

140 4.3 Menghitung ukuran kesesuaian (*goodness of fit*) dengan menghitung persentase proporsi dari dua
 141 nilai eigen terbesar pertama dengan jumlah r nilai eigen tak nol; yaitu:

142
$$\rho = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\sum_{k=1}^r \lambda_k} \quad (4)$$

143 4.4 Menentukan PC (*Principal Component*) pertama dan kedua dari vektor eigen $\mathbf{v}_1 =$
 144 $[v_{11} \ v_{12} \ \dots \ v_{1p}]^T$ dan $\mathbf{v}_2 = [v_{21} \ v_{22} \ \dots \ v_{2p}]^T$ yang berpadanan dengan 2 nilai eigen
 145 terbesar pertama; yaitu:

146
$$PC1 = \sum_{j=1}^p v_{1j} X_j \text{ dan } PC2 = \sum_{j=1}^p v_{2j} X_j \quad (5)$$

147 4.5 Menentukan skor komponen $PC1_i$ dan $PC2_i$ untuk setiap objek i , yaitu dengan mensubstitusikan
 148 nilai variabel pada matriks data asal:

149
$$PC1_i = \sum_{j=1}^p v_{1j} x_{ij} \text{ dan } PC2_i = \sum_{j=1}^p v_{2j} x_{ij} \quad (6)$$

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

152 6. Melakukan analisis kluster dengan metode hierarki:

153 6.1 Menghitung jarak Euclid antar objek (provinsi) i dengan objek j , sehingga dapat disusun matriks
 154 jarak $D = (d_{ij}^2)$ yang berukuran 22×22 , yaitu:

155
$$d_{ij}^2 = \sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2 \quad (7)$$

156 6.2 Melakukan metode *single linkage*, yaitu dengan menentukan jarak minimum dari dua objek untuk
 157 dikelompokkan terlebih dahulu, selanjutnya dibuat matriks jarak yang baru secara rekursif. Proses
 158 berhenti setelah semua objek dikelompokkan menjadi satu.

159 6.3 Melakukan metode *complete linkage*, yang merupakan kebalikan dari metode *single linkage*, yaitu
 160 menggunakan jarak maksimum dalam prosesnya.

161 6.4 Melakukan metode *average linkage*, yaitu dengan menghitung jarak dua kluster atau biasa disebut
 162 dengan jarak rata-rata kluster dan meminimumkan rata-rata antar pasangan kluster.

163 7. Interpretasi hasil.

164

165 **3. Hasil dan Pembahasan**

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

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

179

180 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

181 Sumber: [3]

182 Nilai variabel pada setiap objek dinyatakan dalam matriks data X yang berukuran 22×14 . Berdasarkan
 183 deskripsi statistik setiap variabel, mean luas lahan karet tertinggi berdasarkan status pengusahaannya
 184 adalah PR (X_9). Nilai X_9 tertinggi ini terdapat pada Sum-Sel, diikuti oleh Jambi, Kalbar, Riau, Sumut dan
 185 Kalteng. Sedangkan untuk X_{11} (luas PBN) dan X_{13} (luas PBS) nilai tertingginya terdapat pada Sumut diikuti
 186 oleh Sumsel, Jabar dan Lampung.

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

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

199
 200 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_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

201
 202 *Principal Component Analysis* (PCA) digunakan untuk mereduksi data asal *Principal Component*
 203 (PC) yang berjumlah paling sedikit tanpa menghilangkan informasi data asal. Langkah pertama untuk
 204 menentukan PC adalah menentukan nilai eigen dan vektor eigen dari matriks korelasi R , dengan
 205 menggunakan Persamaan (3). Dua nilai eigen terbesar pertama adalah $\lambda_1 = 7,908$ dan $\lambda_2 = 3,597$.

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

207
$$\rho = \frac{7,908+3,597}{7,908+3,597+1,144+0,735+0,370+0,131+0,059+0,028+0,020+0,006} = 0,822$$

208 sehingga dapat disimpulkan bahwa dua PC pertama dapat merepresentasikan keragaman data sebesar
 209 82,2%.

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

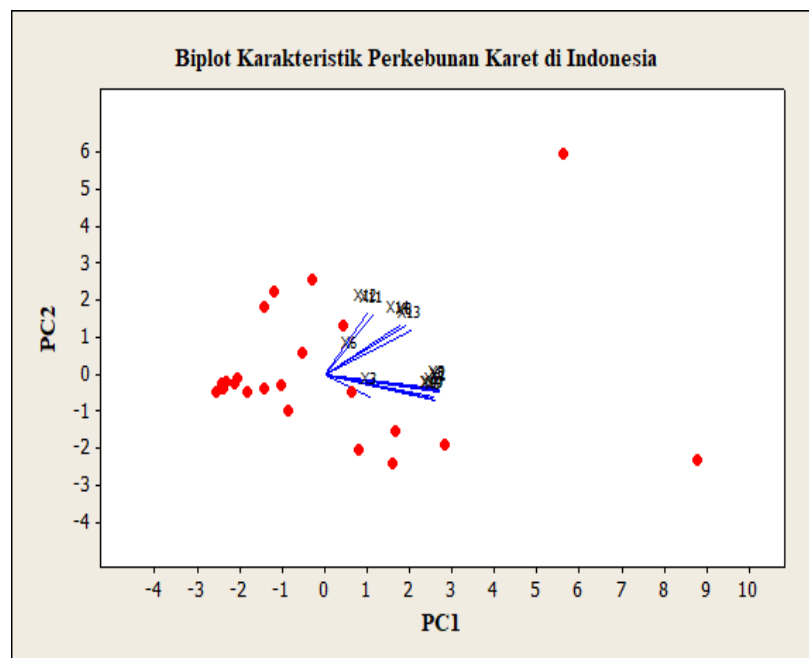
$$PC1 = 0,342X_1 + 0,342X_2 + 0,137X_3 + 0,316X_4 + 0,339X_5 + 0,076X_6 + 0,325X_7 + 0,24X_8 + 0,329X_9 + 0,322X_{10} + 0,142X_{11} + 0,126X_{12} + 0,256X_{13} + 0,223X_{14}$$

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

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

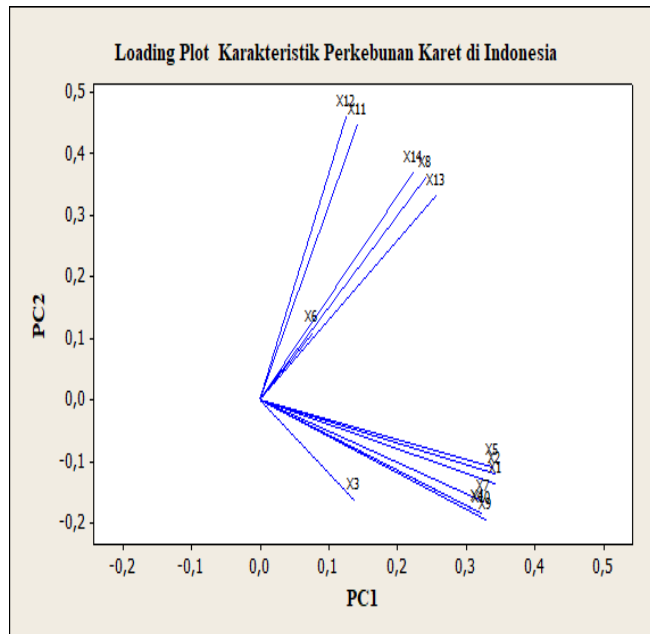
216 **3.1 Hasil Analisis Biplot**

217 Analisis biplot dilakukan dengan penumpangtindihan plot vektor (v_{1j}, v_{2j}) berupa segmen garis
 218 sebagai representasi variabel X_j dan titik-titik koordinat (PC1_{*i*}, PC2_{*i*}) sebagai representasi objek *i*, sehingga
 219 didapat Gambar 1. Plot vektor variabel dapat dilihat pada Gambar 2 dan skor komponen dapat dilihat pada
 220 Gambar 3.



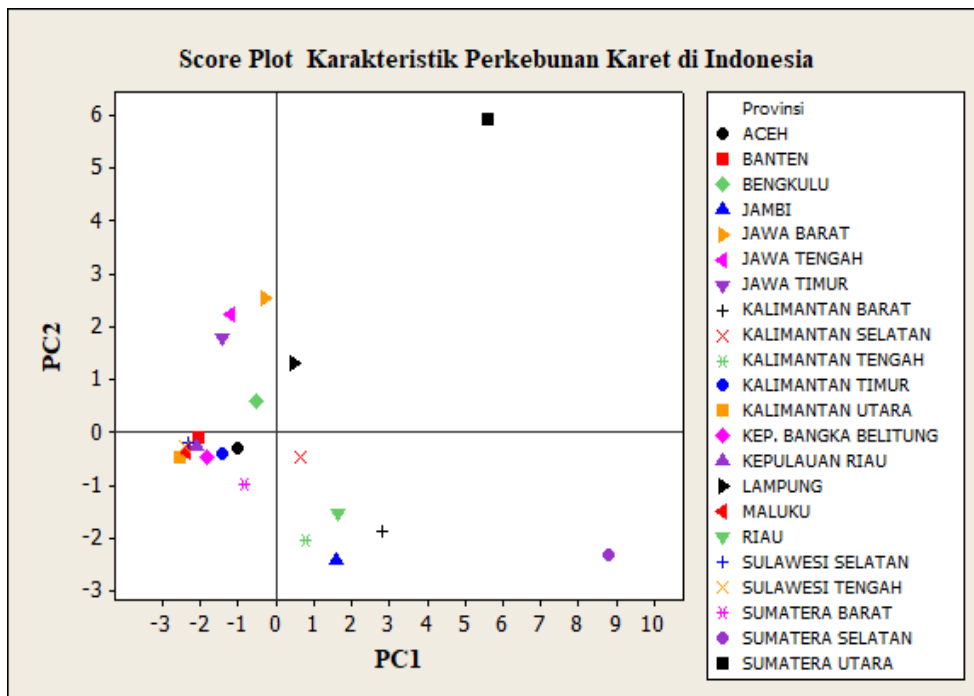
221
 222 Gambar 1. Biplot Karakteristik Perkebunan Karet
 223 *Keterangan:* Urutan segmen garis searah jarum jam adalah: Kelompok X_{12}, X_{11} ; lalu X_6 ; kelompok X_{14}, X_8 ;
 224 X_{13} ; kelompok $X_5, X_2, X_6, X_1, X_7, X_4, X_{10}, X_9$; dan X_3
 225

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



231
232 Gambar 2. Loading plot karakteristik perkebunan karet

233
234 Jika dilihat dari posisi relatif antar objek (provinsi) dengan vektor variabel, maka posisi objek yang
235 searah dengan variabel mempunyai nilai yang relatif tinggi pada variabel tersebut. Provinsi Kalsel, Kalteng,
236 Jambi, Riau dan Kalbar memiliki X_3 yang lebih tinggi dari provinsi lain. Sumsel memiliki karakteristik nilai
237 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
238 memiliki nilai $X_8, X_{11}, X_{12}, X_{13}$ dan X_{14} yang lebih tinggi dari provinsi lainnya.



239
240 Gambar 3. Skor komponen provinsi

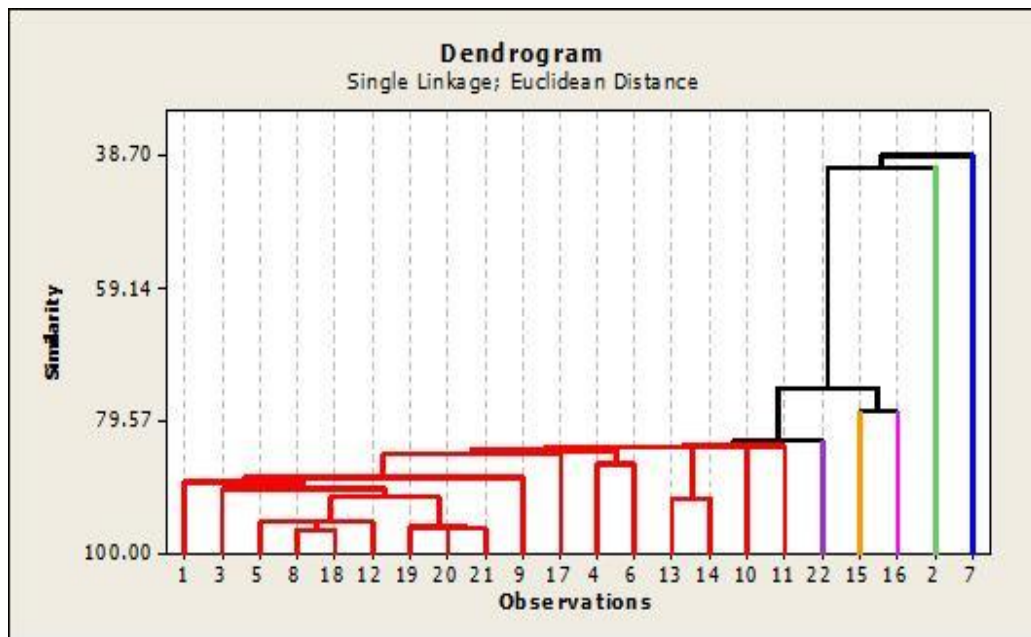
241
 242 Pada Gambar 3, ada kecenderungan bahwa objek-objek yang terletak di kuadran III mengelompok
 243 (ada 10 objek). Adapun objek yang berdekatan tersebut terdiri dari 9 provinsi. Ada masing-masing 1 objek
 244 di kuadran I (yaitu Sumut) dan kuadran IV (yaitu Sumsel) terpisah dari objek-objek lain yang terletak di
 245 kuadran yang sama. Lampung terletak pada kuadran I mempunyai karakteristik yang sama seperti Sumut,
 246 tetapi karena jaraknya maka kedua provinsi tersebut tidak mengelompok.

247
 248 **4.2 Hasil Analisis Kluster**

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

254 Hasil metode *single linkage* dapat dilihat pada Gambar 4. Proses dimulai dari objek 19 (Sulteng) dan
 255 20 (Sumbar) yang mempunyai jarak minimum. Setelah terbentuk matriks jarak baru, objek yang memiliki
 256 nilai minimum dikelompokkan kembali, demikian seterusnya sampai semua objek berada di kelompok yang
 257 sama.

258



259
 260 Gambar 4. Dendrogram *Single Linkage*

261 Berdasarkan Gambar 4, klaster 1 adalah Aceh, Sumbar, Riau, Kepri, Jambi, Kep. Babel, Bengkulu,
 262 Lampung, Jabar, Banten, Jateng, Jatim, Kalsel, Kaltim, Kalut, Sulteng, dan Susel. Klaster 2 adalah Sumut,
 263 klaster 3 adalah Sumsel, klaster 4 adalah Kalbar, klaster 5 adalah Kalteng dan klaster 6 adalah Maluku.

265 Pada klaster yang diperoleh dapat diketahui karakteristik yang mendominasi provinsi penghasil karet di
 266 Indonesia, seperti pada Tabel 3.

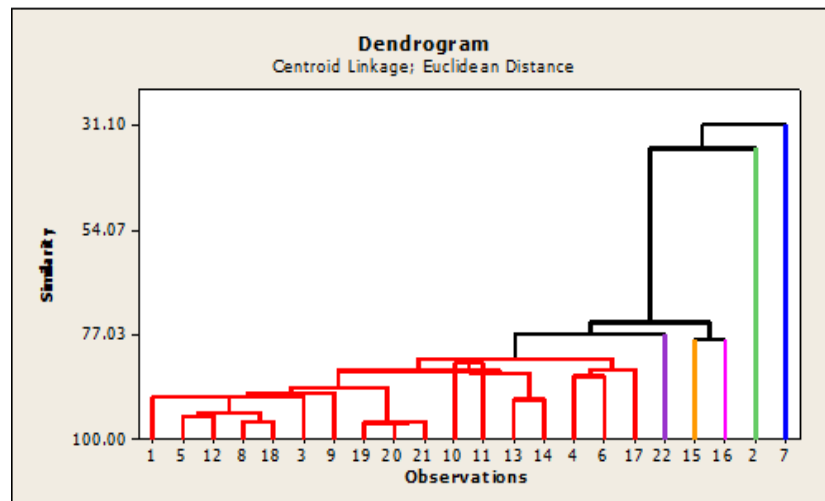
267 Tabel 3. Nilai variabel setiap klaster dengan *Single Linkage*
 268

Variabel	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3	Klaster 4	Klaster 5	Klaster 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

269 Berdasarkan Tabel 3, klaster 1 yang terdiri dari 17 provinsi tidak memiliki karakteristik yang dominan.
 270
 271 Klaster 2, yaitu Sumut dengan karakteristik X_8 , X_{11} , X_{12} , X_{13} dan X_{14} yang paling tinggi. Klaster 3, yaitu
 272 Sumsel dengan karakteristik X_1 , X_2 , X_4 , X_5 , X_7 , X_9 dan X_{10} yang paling tinggi. Klaster 4, yaitu Kalbar dengan
 273 karakteristik X_3 yang paling tinggi. Klaster 5, yaitu Kalteng dengan karakteristik X_3 yang paling tinggi.
 274 Sedangkan klaster 6, yaitu Maluku memiliki karakteristik X_6 (rata-rata produksi) yang paling tinggi.
 275

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



279
280 Gambar 5. Dendrogram *Centroid Linkage*
281

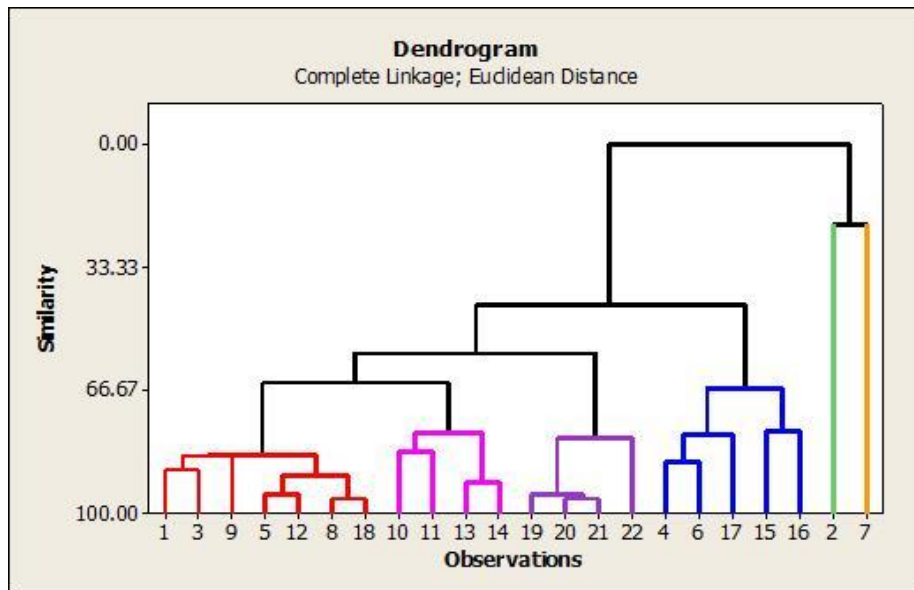
282 Berdasarkan Gambar 5, kluster 1 adalah Aceh, Sumbar, Riau, Kepri, Jambi, Kep. Babel, Bengkulu,
283 Lampung, Jabar, Banten, Jateng, Jatim, Kalsel, Kaltim, Kalut, Sulteng dan Sulsel. Kluster 2 adalah Sumut,
284 kluster 3 adalah Sumsel, kluster 4 adalah Kalbar, kluster 5 adalah Kalteng dan kluster 6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

286
287 Tabel 4. Nilai variabel setiap kluster dengan *Centroid Linkage*

Variabel	Kluster 1	Kluster 2	Kluster 3	Kluster 4	Kluster 5	Kluster 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

288
289 Pada Tabel 4, kluster 1 yang terdiri dari 17 provinsi tidak memiliki karakteristik yang dominan. Kluster
290 2, yaitu Sumut dengan karakteristik $X_8, X_{11}, X_{12}, X_{13}$ dan X_{14} yang paling tinggi. Kluster 3, yaitu Sumsel
291 dengan karakteristik $X_1, X_2, X_4, X_5, X_7, X_9$ dan X_{10} yang paling tinggi. Kluster 4, Kalbar dengan karakteristik

292 X_3 yang paling tinggi. Kluster 5, yaitu Kalteng dengan karakteristik X_3 yang paling tinggi. Sedangkan kluster
 293 6, yaitu Maluku memiliki karakteristik X_6 (rata-rata produksi) yang paling rendah.



294
 295 Gambar 6. Dendrogram *Complete Linkage*
 296

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

303 Tabel 5. Nilai variabel setiap kluster dengan *Complete Linkage*

Variabel	Kluster 1	Kluster 2	Kluster 4	Kluster 3	Kluster 5	Kluster 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

305 Berdasarkan Tabel 5, kluster 1 yang terdiri dari 7 provinsi tidak memiliki karakteristik yang dominan.
 306 Kluster 2, yaitu Sumut dengan karakteristik $X_8, X_{11}, X_{12}, X_{13}$ dan X_{14} yang paling tinggi. Kluster 3, yaitu
 307 Sumsel dengan karakteristik $X_1, X_2, X_4, X_5, X_7, X_9$ dan X_{10} yang paling tinggi. Kluster 4, yang terdiri dari 5
 308 provinsi tidak memiliki karakteristik yang dominan. Kluster 5 dan kluster 6, yang terdiri dari masing-masing
 309 4 provinsi cenderung tidak memiliki karakteristik yang dominan.

310 **4.3 Rekapitulasi Hasil Analisis Biplot dan Analisis Kluster**

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

315 Tabel 6. Rekapitulasi analisis biplot dan analisis kluster

	Metode			
	Biplot	<i>Single</i>	<i>Centroid</i>	<i>Complete</i>
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

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

317
 318 Karakteristik tidak ada yang dominan bermakna bahwa nilai-nilai variabel pada objek tersebut
 319 rendah. Berdasarkan variabel-variabel yang dominan mengkarakteriskan kluster pada Tabel 6, maka
 320 dapat dilihat bahwa analisis biplot menghasilkan 3 kluster, metode *single linkage* dan *centroid linkage*
 321 masing-masing menghasilkan 5 kluster, serta metode *complete linkage* menghasilkan 2 kluster. Dua
 322 kluster pada hasil analisis biplot mempunyai karakteristik yang sama dengan hasil kluster pada ketiga
 323 metode dalam analisis kluster tersebut. Kluster-kluster tersebut adalah kluster Sumut dan kluster Sumsel.
 324 Jika dilihat dari karakteristik perkebunan, maka Sumsel dicirikan oleh luas lahan, luas TM, luas TTM,

325 produksi, jumlah petani, luas PR dan produksi PR. Kalbar dan Kalteng dicirikan oleh luas TBM, Sumut
326 dicirikan oleh jumlah tenaga kerja, luas PBN, produksi PBN, luas PBS dan produksi PBS. Sedangkan
327 provinsi-provinsi yang lain relatif dicirikan oleh semua nilai variabel yang rendah, sehingga tidak ada
328 variabel yang mendominasi. Variabel-variabel yang mencirikan klaster-klaster ini merupakan variabel-
329 variabel yang berkorelasi erat seperti pada hasil analisis biplot.

330

331 **4. Kesimpulan**

332

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

- 335 1. Hasil analisis biplot menunjukkan bahwa luas PBN berkorelasi dengan produksi PBN, variabel produksi
336 PBS berkorelasi kuat dengan jumlah tenaga kerja dan luas PBS, variabel produksi berkorelasi kuat
337 dengan luas lahan, luas TM, luas TTM, jumlah petani, luas PR dan produksi PR. Terdapat 3 kelompok
338 provinsi penghasil karet dengan karakteristik yang dominan, yaitu Kalsel, Kalteng, Jambi, Riau dan
339 Kalbar dengan karakteristik luas TBM. Sumsel dengan karakteristik luas lahan, luas TM, luas TTM,
340 produksi, jumlah petani, luas PR dan produksi PR. Sedangkan Lampung dan Sumut dengan
341 karakteristik jumlah tenaga kerja, luas PBN, produksi PBN, luas PBS dan produksi PBS.
- 342 2. Hasil analisis klaster dengan metode *single linkage*, *centroid linkage* dan *complete linkage* secara umum
343 menghasilkan 6 klaster. Pada metode *single linkage* dan *centroid linkage* terdapat 5 klaster yang
344 masing-masing memiliki anggota 1 provinsi, yaitu klaster Sumut, Sumsel, Kalbar, Kalteng dan Maluku.
345 Sedangkan untuk metode *complete linkage* terdapat dua klaster yang beranggotakan 1 provinsi, yaitu
346 Sumut dan Sumsel.
- 347 3. Ada 2 klaster dari analisis biplot dan hasil ketiga metode dalam analisis klaster, yaitu *single linkage*,
348 *centroid linkage*, dan *complete linkage* yang mempunyai anggota dan karakteristik yang sama, yaitu
349 klaster Sumut dan klaster Sumsel. Variabel-variabel yang berkorelasi erat pada hasil analisis biplot
350 menjadi variabel dominan yang menentukan karakteristik klaster.

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

355

356 **Ucapan Terima Kasih**

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

359

360

361

362 Referensi

- 363
- 364 [1] Subdirektorat Statistika Tanaman Perkebunan, *Statistik Karet Indonesia Rubber Statistic 2019*.
365 Jakarta: BPS, 2020.
- 366 [2] Direktorat Jenderal Perkebunan, *Statistik Perkebunan Indonesia Tree Crop Estate Statistics of*
367 *Indonesia 2018-2020*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, 2020.
- 368 [3] Direktorat Jenderal Perkebunan, *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2019-2021*. Jakarta:
369 Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021.
- 370 [4] E. Abinowi, "Karet Indonesia: Wujudkan Industri Karet Berkelanjutan?," *Komunita*, Bandung, 2021.
- 371 [5] L. F. Syarifa and R. Tistama, "Analisis Kinerja dan Prospek Komoditas Karet," *Analisis dan Opini*
372 *Perkebunan*, 2020.
- 373 [6] R. Pujianti and M. Antara, "Analisis Produksi Karet Rakyat di Desa Pontangoa Kecamatan Lembo
374 Raya Kabupaten Morowali Utara," *Agrotekbis*, vol. 4, no. 4, pp. 485–490, 2016.
- 375 [7] A. M. M. Syarif, "Model Peningkatan Produksi Perkebunan Karet Sebagai Sektor Basis di Provinsi
376 Jambi," *J. Agribus. Local Wisdom*, vol. 1, no. 1, pp. 1–18, 2018.
- 377 [8] S. Sirait, A. Mara, and Z. Fathoni, "Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas
378 Perkebunan Karet di Kecamatan Singkut Kabupaten Sarolangun," *JISEB*, vol. 19, no. 1, 2018.
- 379 [9] M. W. Talakua, Z. A. Leleury, and A. W. Talluta, "Analisis Cluster Dengan Menggunakan Metode K-
380 Means untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Maluku Berdasarkan Indikator Indeks
381 Pembangunan Manusia Tahun 2014," *Barekeng*, vol. 11, no. 2, pp. 119–128, 2017.
- 382 [10] R. A. Johnson and D. W. Wichern, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 6th ed. New Jersey:
383 Prentice-Hall, Inc., 2007.
- 384 [11] W. Härdle and L. Simar, *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Hiedelberg: Springer-Verlag, 2003.
- 385 [12] W. J. Krzanowski, *Principle of Multivariate Analysis, A User's Perspective*. New York: Oxford University
386 Press, 1990.
- 387 [13] Irmeilyana, Ngudiantoro, A. Desiani, and D. Rodiah, "Deskripsi hubungan luas areal dan produksi
388 perkebunan kopi di Indonesia menggunakan analisis bivariat dan analisis klaster," *Infomedia*, vol. 4,
389 no. 1, pp. 21–27, 2019.
- 390 [14] Irmeilyana, Ngudiantoro, A. Desiani, and D. Rodiah, "Deskripsi hubungan luas areal dan produksi
391 perkebunan kopi di provinsi sumatra selatan," in *Proseding SEMIRATA BKS PTN Indonesia Barat*,
392 2019, pp. 74–86.
- 393 [15] Irmeilyana, R. Sania, A. Desiani, and H. Tanuji, "Peng-cluster-an Mahasiswa Berdasarkan IPK dan IP
394 Kelompok Mata Kuliah dan Kelompok Bidang Minat," *ARS 2017*, vol. 3, no. 1, pp. 149–155, 2017,
395 [Online]. Available: <http://seminar.ilkom.unsri.ac.id/index.php/ars/article/view/1693/873>.
- 396 [16] Irmeilyana, R. Sania, and K. Putahera, "Analisis Karakteristik Mahasiswa Berdasarkan Nilai Kelompok
397 Mata Kuliah dengan Menggunakan Analisis Cluster K-Means," vol. 4, no. 1, pp. 978–979, 2018.
- 398 [17] Irmeilyana, Indrawati, and M. D. Putri, "Karakteristik Menu Makanan pada Penderita Diabetes Melitus
399 Berdasarkan Kandungan Gizi dan Harga Makanan Menggunakan Analisis Biplot dan Analisis Klaster,"
400 vol. 4, no. 1, pp. 978–979, 2018.
- 401 [18] D. Ls, Y. A. Lesnussa, M. W. Talakua, and M. Y. Matdoan, "Analisis Klaster untuk Pengelompokan
402 Kabupaten/Kota di Provinsi Maluku Berdasarkan Indikator Pendidikan dengan Menggunakan Metode
403 Ward", *JSA*, vol. 5, no. 1, pp. 51 - 60, Jun. 2021.
- 404 [19] I. T. Jolliffe, *Principal Component Analysis*, 1st ed. New York: Springer Verlag, 1986.