

**PERBANDINGAN REPRESENTASI LUAS LAHAN DAN HASIL
PRODUKSI PERKEBUNAN DI INDONESIA PADA TAHUN 2018-2020
DENGAN ANALISIS DUA GRUP**

SKRIPSI

Oleh

MELINDA HERSA PUTRI

08011382025102



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

SURAT PERYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Melinda Hersa putri

NIM : 08011382025102

Falkkutas/Jurusan : Matematika

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai penentuan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulisan lain baik yang dipublikasi atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 29 Juli 2024



Melinda Hersa Putri
08011382025102

LEMBAR PENGESAHAN

**PERBANDINGAN REPRESENTASI LUAS LAHAN DAN HASIL PERKEBUNAN DI
INDONESIA PADA TAHUN 2018-2020 DENGAN ANALISIS DUA GRUP**

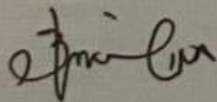
SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Matematika**

Oleh

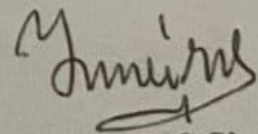
**Melinda Hersa Putri
NIM. 08011382025102**

Pembimbing Kedua



**Dra. Ning Elyati, M.Pd
NIP. 195911201991022001**

**Indralaya, 09 Juli 2024
Pembimbing Utama**



**Irmeilvana, S.Si., M.Si
NIP. 197405171999032003**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika**



**Dr. Dian Cahyawati S, S.Si., M.Si
NIP. 197303212000122001**

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Barang siapa mengerjakan kebaikan seberat zarah pun, niscaya dia akan melihat balasannya.”

- Q.SAz-Zalzalah:7

“Hidup bukanlah masalah yang harus diselesaikan, tetapi kenyataan untuk dialami.”

- Soren Kierkegaard

“Fokuslah pada kehidupan tidak pada halangan, Berproseslah tanpa protes, gapailah prestasi sebelum frustrasi.”

Skripsi ini Saya Persembahkan kepada:

1. Allah SWT
2. Ibu dan Bapak
3. Kakak dan adik
4. Keluarga Besarku
5. Pembimbingku
6. Dosen dan Guru-guruku
7. Sahabat-sahabat
8. Almamater

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Perbandingan Representasi Luas Lahan dan Hasil Produksi Perkebunan di Indonesia pada tahun 2018-2020 dengan Menggunakan Analisis Dua Grup**“ dengan baik. Sholawat serta salam semoga senantiasa selalu tercurahkan kepada baginda Muhammad SAW sebagai Nabi pembawa risalah, petunjuk dan menjadi suriteladan di permukaan bumi ini, beserta para keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman. Penulisan skripsi ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains jurusan Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Dengan penuh cinta dan hormat penulis ucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada orang tua, yaitu **Bapak Nazarudin** dan **Ibu Susila Wati** yang telah melahirkan dan membesarkan penulis dengan penuh kasih sayang, senantiasa mendukung dan mendoakan keberhasilan bagi penulis. Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Ucapan terima kasih yang juga penulis haturkan kepada:

1. Bapak **Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, S.Si., M.Si** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas

Sriwijaya.

3. Ibu **Oki Dwipurwarni, S.Si., M.Si** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing, meluangkan waktu serta pikiran dalam mengarahkan penulis agar dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
4. Ibu **Prof. Yulia Resti, S.Si., M.Si., Ph.D** dan Ibu **Endang Sri Kresnawati, S.Si., M.Si** selaku Ketua dan Sekretaris Perlaksana Seminar/Sidang Tugas Akhir yang telah mengatur jalannya seminar sehingga dapat berjalan dengan baik.
5. Ibu **Irmeilyana, S.Si, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu **Dra. Ning Eliyati M.Pd** selaku pembimbing pembantu yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengarahan bimbingan serta dukungan yang besar untuk membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi dengan baik.
6. Ibu **Dr. Evi Yuliza, S.Si., M.Si** selaku Dosen Pembahas pertama dan Ibu **Novi Rustiana Dewi, S.Si., M.Si** selaku Dosen pembahas kedua yang telah memberikan tanggapan, saran, serta masukan agar skripsi ini dapat diselesaikan lebih baik.
7. **Seluruh Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya** atas ilmu yang telah diberikan.
8. Bapak **Irwansyah** selaku admin dan Ibu **Hamidah** selaku pegawai Tata Usaha Jurusan Matematika FMIPA yang telah membantu dalam proses administrasi.
9. **Kakak dan adik di rumah** yang saya sayangi, senantiasa saling menjaga, penyabar dan selalu mengalah demi penulis, memberi semangat dan

mendukung setiap keputusan Saya.

10. Sahabat seperjuangan semasa perkuliahan **Apriani Juwita Purba dan Fefrida Simamora**, serta teman-teman angkatan 2020 yang telah memberi warna semasa perkuliahan serta berjuang bersama dari awal perkuliahan hingga penyelesaian penulisan skripsi ini.
11. Sahabat terbaik dari zaman SD hingga sekarang (**Sulis, Tata, dan Indri**) yang selalu menemani hari-hari dengan banyak canda tawa, suka duka, dan kebebasan berpetualang di dunia luar, serta menjadi tempat pelampiasan semua cerita dan menjadi penasihat terbaik bagi penulis.
12. Sahabat Till Jannah (**Aliya, Ani, Deva, Irak, Mela dan Mifta**) yang telah mengajarkan arti kesabaran dan keikhlasan tanpa ada batas akhir.
13. Teman-teman pegawai **Cafe Pojok kopi**, yang telah memberikan pengalaman berharga dalam dunia perkerjaan, saling merangkul dan menguatkan, serta memberikan semangat dan motivasi dalam menyusun tugas akhir.
14. Teman-teman organisasi **IMMETA SUMSEL, Pramuka Unsri, HIMASTIK dan LDF Kosmic** yang telah memberi banyak motivasi, pelajaran, pengalama khususnya pengabdian, serta mengajarkan arti sebuah keluarga.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Indralaya, 11 Juni 2024

Melinda Hersa Putri
NIM. 08011382025102

**COMPARISON OF THE REPRESENTATION OF LAND AREA AND
PLANTATION PRODUCTION RESULTS IN INDONESIA IN 2018-2020
WITH ANALYSIS OF TWO GROUPS**

By

**Melinda Hersa Putri
Nim : 08011382025102**

ABSTRACT

Indonesia is a country that has quite a large area of agricultural land and diverse and abundant natural resources, one of which is plantation products. Thus, there is a need to increase and empower plantation production in Indonesia itself. This research discusses a comparison of the representation of land area and plantation production in each province based on data from the Indonesian Directorate General of Plantation for 2018-2020. The variables used are the five highest plantation product yields, namely coffee, rubber, cocoa, coconut and palm oil with the land area of the five products. the plantation. This research uses biplot analysis to describe the results graphically and two group analysis to see the comparison of land area with agricultural production results in each consecutive year. Based on the biplot analysis, production is very highly correlated with the land area of each plantation product in Indonesia, which can be seen from the results of the biplot graph that the provincial coordinates and variable vectors that are formed are almost the same in each year. Meanwhile, the results of the analysis of two comparison groups between two variable subspaces from the 2018 data matrix with the 2019 data matrix and the 2019 data matrix with the 2020 data matrix, have similarities in the production and land area of each plantation product, which can be seen from the perspective of -the comparative dimension angle formed is very small.

Keywords: Biplot analysis, two group analysis, comparison of representations of land area and plantation production.

**PERBANDINGAN REPRESENTASI LUAS LAHAN DAN HASIL
PRODUKSI PERKEBUNAN DI INDONESIA PADA TAHUN 2018-2020
DENGAN ANALISIS DUA GRUP**

Oleh

**Melinda Hersa Putri
Nim : 08011382025102**

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang memiliki luas lahan pertanian yang cukup besar dan sumber daya alam yang beraneka ragam serta berlimpah, dimana salah satunya adalah produk hasil perkebunan. Sehingga, perlunya peningkatan dan pemberdayaan terhadap hasil produksi perkebunan di Indonesia itu sendiri. Penelitian ini membahas perbandingan representasi luas lahan dan produksi perkebunan di setiap Provinsi berdasarkan data Ditjenbun Indonesia tahun 2018-2020, variabel yang digunakan adalah lima hasil produk perkebunan yang tertinggi yaitu kopi, karet, kakao, kelapa, dan kelapa sawit dengan luas lahan dari kelima produk perkebunan tersebut. Penelitian ini menggunakan analisis biplot untuk mendeskripsikan hasil secara grafik dan analisis dua grup untuk melihat perbandingan luas lahan dengan hasil produksi pertanian pada tiap tahun secara berurut. Berdasarkan analisis biplot produksi berkorelasi sangat tinggi dengan luas lahan dari masing-masing produk perkebunan di Indonesia, dimana dapat dilihat dari hasil grafik biplot yang terbentuk kordinat provinsi dan vektor variabel yang terbentuk hampir serupa pada tiap tahunnya. Sedangkan, hasil analisis dua grup perbandingan antara dua subruang variabel dari matriks data tahun 2018 dengan matriks data tahun 2019 dan matriks data tahun 2019 dengan matriks data tahun 2020, mempunyai kemiripan pada produksi dan luas lahan dari setiap produk perkebunan tersebut, dimana dapat dilihat dari sudut-sudut dimensi perbandingan yang terbentuk sangat kecil.

Kata Kunci : Analisis biplot, Analisis dua grup, Perbandingan representasi luas lahan dan produksi perkebunan.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACT	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Perkebunan	6
2.1.1 Produksi	7
2.1.2 Luas Lahan	7
2.2 Analisis Multivariat	8
2.2.1 <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	8
2.2.2 Analisis Biplot	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat Penelitian	15
3.2 Waktu Penelitian	15
3.3 Metode Penelitian	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Deskriptif Data	18
4.2 Analisis Komponen Utama (<i>Principal Component Analysis</i>)	25

4.3 Hasil Analisis Biplot pada Data Produksi perkebunan di Indonesia.....	30
4.4 Analisis Dua Grup pada Data Produksi Perkebunan tahun 2018 dengan 2019	36
4.4.1 Perbandingan antara grup 2018 dan 2019 pada $k=1$	37
4.4.2 Perbandingan antara grup 2018 dan 2019 pada $k=2$	39
4.4.3 Perbandingan antara grup 2018 dan 2019 pada $k=3$	41
4.5 Analisis Dua Grup pada Data Produksi Perkebunan tahun 2019 dengan 2020	46
4.5.1 Perbandingan antara grup 2019 dan 2020 pada $k=1$	47
4.5.2 Perbandingan antara grup 2019 dan 2020 pada $k=2$	48
4.5.3 Perbandingan antara grup 2019 dan 2020 pada $k=3$	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Deskripsi Statistik Data Perkebunan.....	19
Tabel 4. 2 Skor Komponen dan vektor variabel untuk Biplot	36
Tabel 4. 3 Tiga PC pertama dari matriks data tahun 2018 dan tahun 2019	37
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Perbandingan grup Tahun 2018 dengan Tahun 2019	45
Tabel 4. 5 Tiga PC pertama dari matriks data tahun 2019 dan tahun 2020	46
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Perbandingan grup Tahun 2019 dengan Tahun 2020	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Histogram Produksi Kopi.....	20
Gambar 4. 2 Histogram Produksi Karet.....	21
Gambar 4. 3 Histogram Produksi Kakao	21
Gambar 4. 4 Histogram produksi Kelapa.....	22
Gambar 4. 5 Histogram Produksi Kelapa Sawit	22
Gambar 4. 6 Histogram Luas Lahan kopi	23
Gambar 4. 7 Histogram Luas lahan Karet.....	23
Gambar 4. 8 Histogram Luas Lahan Kakao.....	24
Gambar 4. 9 Histogram Luas Lahan Kelapa.....	24
Gambar 4. 10 Histogram Luas Lahan Kelapa Sawit.....	25
Gambar 4. 11 Biplot karakteristik Produksi Perkebunan Tahun 2018.....	31
Gambar 4. 12 Skor PC Setiap Provinsi pada matriks Data Tahun 2018.....	32
Gambar 4. 13 Biplot karakteristik Produksi Perkebunan Tahun 2019.....	32
Gambar 4. 14 Skor PC Setiap Provinsi pada matriks Data Tahun 2019.....	33
Gambar 4. 15 Biplot Karakteristik Produksi Perkebunan 2020.....	34
Gambar 4. 16 Skor PC Setiap Provinsi pada matriks Data Tahun 2020.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. a Data produksi dan luas lahan dari 5 produk perkebunan di Indonesia tahun 2018 pada Ditjenbun.....	60
Lampiran 1. b Data produksi dan luas lahan dari 5 produk perkebunan di Indonesia tahun 2019 pada Ditjenbun.....	62
Lampiran 1. c Data produksi dan luas lahan dari 5 produk perkebunan di Indonesia tahun 2020 pada Ditjenbun.....	64
Lampiran 2. a Nilai skor komponen tiap provinsi dari tahun 2018 sampai tahun 2020.....	65
Lampiran 2. b Vektor Variabel dari tahun 2018 sampai tahun 2020.....	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki lahan pertanian yang luas dan sumber daya alam yang beraneka ragam serta berlimpah (Widyawati, 2020). Komoditas pertanian di bentuk untuk mengoptimalkan sumber daya yang berlimpah terutama di bidang perkebunan. Perkebunan adalah kegiatan menimbun tanaman tertentu pada tanah atau media tumbuh lainnya dalam ekosistem yang sesuai sehingga dapat menghasilkan tanaman perkebunan yang berkualitas (Widodo & Mahagiyani, 2022). Tanaman perkebunan merupakan salah satu komoditas yang banyak diminati karena tanaman perkebunan merupakan salah satu penyumbang devisa negara dengan harga jual dari hasil produksi yang tergolong tinggi, diantaranya adalah kelapa sawit, karet, kakao, kopi, dan kelapa (Kharisma & Nur, 2019).

Menurut Ginting et al (2022) produktivitas kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2019 sebesar 3.702 ton/ha dengan luas area perkebunan yang diperkirakan mengalami peningkatan karena perkembangan industri. Produksi kopi pada tahun 2018 sebesar 756.051 ton dan meningkat pada tahun 2020 yaitu sebesar 762.380 ton. Namun, luas area tanaman kopi mengalami penurunan pada tahun 2019 (BPS, 2023).

Menurut Sangadji, Mahulete and Marasabessy (2022) produksi kelapa di Indonesia tahun 2020 mengalami penurunan dari tahun sebelumnya. Sedangkan produksi karet pada tahun 2021 meningkat dari tahun sebelumnya (BPS, 2022).

Pada Perkebunan kakao luas area dan produksinya mengalami penurunan pada tahun 2019 dan mengalami penurunan lagi pada tahun 2020 (Izzah & Damayanti, 2023). Namun permintaan ekspor kakao terbilang fluktuatif dimana pada tahun 2018 total ekspor mengalami kenaikan sebesar 7,31 persen dibanding tahun 2017, Pada tahun 2019 total volume ekspor dan total nilainya turun, dan selanjutnya naik kembali pada tahun 2020 (BPS, 2020)

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan berkembangnya teknologi, maka sektor pertanian perlu ditingkatkan terutama dalam sub sektor perkebunan. Sub sektor perkebunan perlu dikembangkan dikarenakan produk – produk perkebunan dapat meningkatkan devisa negara. Lahan perkebunan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi hasil produksi, dimana banyak sedikitnya luas lahan petani sangat mempengaruhi jumlah produksi (Ambarita dan Kartika, 2015). Luas lahan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi hasil produksi karet (Irmeilyana, Cahyani dan Suprihatin, 2023) dan produksi kopi (Irmeilyana et al., 2022) dimana produksi kopi berkorelasi sangat kuat terhadap luas areal (Irmeilyana *et al.*, 2019) & (Ngudiantoro *et al.*, 2020).

Luas lahan (areal) adalah keseluruhan suatu wilayah yang menjadi tempat penanaman atau proses mengerjakan penanaman. Luas lahan berkaitan dengan jumlah atau hasil yang akan diperoleh oleh para petani. Jika luas lahan meningkat maka pendapatan petani juga akan meningkat dan sebaliknya jika luas lahan yang digunakan sedikit maka pendapatan yang diperoleh petani juga sedikit (Amma et al., 2022).

Dalam melihat representasi hasil produksi yang didapat dari sub-sub sektor perkebunan, maka dapat dilakukan deskripsi dan analisisnya secara univariat, bivariat, maupun multivariat. Analisis komponen utama (PCA) adalah teknik statistik yang sering digunakan untuk mengurangi kompleksitas data multivariat dengan mengubahnya dari dimensi yang tinggi dan saling terkait menjadi dimensi yang lebih rendah dan tidak saling tergantung satu sama lain (Fitrianingsih & Sugiyarto, 2019). Analisis biplot merupakan metode statistika multivariat yang digunakan untuk menggambarkan data dalam bentuk grafik.

Analisis Biplot adalah teknik statistika deskriptif yang memvisualisasikan posisi relatif objek pengamatan dalam hubungannya dengan variabel-variabel yang diamati, secara bersamaan, dalam ruang dua dimensi. Analisis ini didasarkan pada *nilai singular (Singular Value Decomposition)* suatu matriks dan diterapkan pada data yang memiliki skala pengukuran interval atau rasio, bisa juga untuk data ordinal (Leleury & Wokanubun, 2015).

Groups analysis (analisis grup) merupakan analisis perbandingan himpunan komponen-komponen utama (*Principal Component; PC*) antar sub ruang variabel yang bertujuan untuk menemukan kemiripan atau ketakmiripan sumber utama keragaman objek-objek antar grup. Dalam hal ini analisis grup dapat digunakan untuk membandingkan antara biplot hasil PCA pada masing-masing dua buah matriks data (Krzanowski, 1979). Analisis grup terdiri dari analisis antara dua grup dan juga analisis antar grup.

Pada penelitian (Irmeilyana, 2019), dengan menggunakan analisis dua grup didapat kemiripan dan ketakmiripan antara dua sentra kain tenun songket

Palembang di Kabupaten Ogan Ilir. Analisis dua grup yang digunakan untuk membandingkan dua katagori petani kopi Pagar Alam, yaitu pengguna dan bukan pengguna reduktor herbisida (Irmeilyana, Ngudiantoro, et al., 2023). Selanjutnya, pada penelitian ini, analisis dua grup diaplikasikan pada pembandingnya antara matriks data luas lahan dan produksi 5 produk Perkebunan tahun 2018, 2019, dan 2020. Hasil perbandingannya dianalisis berdasarkan hasil konfigurasi grafik biplot ketiga matriks data.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana representasi grafis dari data perkebunan di Indonesia pada 3 tahun berurutan mulai dari tahun 2018 sampai 2020 dengan menggunakan analisis biplot ?
2. Faktor-faktor apa yang menentukan kemiripan atau ketakmiripan dari data perkebunan di Indonesia pada 2 tahun yang berurutan mulai dari tahun 2018 sampai 2020 dengan menggunakan analisis dua grup.

1.3 Pembatasan Masalah

Data penelitian berupa data sekunder yang bersumberkan dari Direktorat Jenderal Perkebunan (Ditjenbun) pada tahun 2018- 2020. Penelitian ini dibatasi hanya pada 5 produk perkebunan yaitu: kelapa sawit, kelapa, kopi, karet, dan kakao pada 33 provinsi di Indonesia (tanpa DKI Jakarta). Dalam hal ini objek penelitian ada 33 provinsi. Variabel yang diteliti meliputi masing-masing hasil produksi dan luas lahan dari 5 produk perkebunan. Produksi dan luas lahan total merupakan gabungan dari perkebunan rakyat (PR), perkebunan besar negara

(PBN), dan perkebunan besar swasta (PBS). Penelitian ini juga dibatasi pada perbandingan tiga Komponen Utama (PC) pertama dari hasil Analisis Komponen Utama (PCA).

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan penelitian ini adalah untuk:

1. Merepresentasikan secara grafis data perkebunan di Indonesia setiap tahun dari tahun 2018 sampai 2020 dengan menggunakan analisis biplot.
2. Menganalisis faktor-faktor yang menentukan kemiripan atau ketakmiripan dari data perkebunan di Indonesia pada 2 tahun yang berurutan mulai dari tahun 2018-2020 dengan menggunakan analisis dua grup.

1.5 Manfaat

Dalam rangka penulisan ini, diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan dan wawasan mengenai penerapan analisis multivariate pada masalah eksplorasi data produksi perkebunan di Indonesia.
2. Dapat mengetahui perbedaan representasi dari karakteristik provinsi-provinsi di Indonesia berdasarkan jenis produk perkebunan, baik produksi maupun luas lahan.
3. Dapat mengetahui perubahan karakteristik provinsi-provinsi di Indonesia berdasarkan jenis produk perkebunan pada tahun 2018-2020.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penulisan bab ini terdapat penjelasan mengenai tinjauan pustaka meliputi produksi dan luas lahan perkebunan dan teori-teori analisis komponen utama, analisis biplot dan analisis dua grup.

2.1 Perkebunan

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2004 tentang Perkebunan mendefinisikan perkebunan sebagai kegiatan yang meliputi penanaman tanaman tertentu di atas tanah atau media tumbuh lainnya dalam lingkungan ekosistem yang sesuai. Kegiatan ini juga mencakup pengolahan dan pemasaran hasil tanaman tersebut dengan dukungan ilmu pengetahuan dan teknologi, permodalan, serta manajemen untuk meningkatkan kesejahteraan pelaku usaha perkebunan dan masyarakat.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2014 tentang Perkebunan memperbarui pengertian perkebunan sebagai seluruh kegiatan yang mencakup pengelolaan sumber daya alam, sumber daya manusia, sarana produksi, peralatan dan mesin, budidaya, panen, pengolahan, dan pemasaran yang terkait dengan tanaman perkebunan. Tanaman perkebunan ini dapat berupa tanaman semusim maupun tanaman tahunan yang ditetapkan sebagai tanaman perkebunan berdasarkan jenis dan tujuan pengelolaannya (Republik Indonesia, 2009).

Menurut (BPS, 2023) Perkebunan merujuk pada lahan yang secara hukum diizinkan untuk ditanami tanaman secara komersial, sesuai dengan undang-undang yang dijamin oleh pemerintah. Ini berbeda dengan perkebunan tanaman

pribadi yang tidak memiliki hak untuk eksploitasi komersial seperti perkebunan rakyat. Komoditas utama yang dihasilkan meliputi karet, kelapa sawit, kopi, kakao, teh, kina, tebu, tembakau, dan rosela. Data yang dikumpulkan dalam konteks komoditas perkebunan mencakup produksi, luas lahan, dan stok komoditas, yang membantu mengamati pertumbuhan dan perkembangan sektor perkebunan.

2.1.1 Produksi

Produksi kebun atau produksi primer adalah hasil yang langsung dipanen dari kegiatan perkebunan tanpa menjalani tahap pengolahan tambahan. Contohnya yaitu perkebunan karet, produksi primernya adalah latex dan lumb. Perkebunan kelapa sawit produksi primernya adalah Tandan Buah Segar. Perkebunan kakao produksi primernya adalah buah basa (Badan Pusat Statistik, 2023b).

2.1.2 Luas Lahan

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 41 Tahun 2009 tentang perlindungan lahan pertanian pangan berkelanjutan. Pada pasal 1 lahan adalah bagian daratan dari permukaan bumi sebagai suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah beserta segenap faktor yang mempengaruhi penggunaannya seperti iklim, relief, aspek geologi, dan hidrologi yang terbentuk secara alami maupun akibat pengaruh manusia. Pemanfaatan lahan juga sangat diperlukan dalam pertanian untuk menunjang keberlangsungannya tumbuhan sayur-sayuran ataupun tanaman lainnya (Pradnyawati & Cipta, 2021).

Luas lahan merujuk pada total area yang digunakan untuk kegiatan pertanian, diukur dalam hektar (Ha). Secara hukum atau berdasarkan kepemilikan,

lahan dapat dibagi menjadi tiga kategori utama: lahan bagi hasil (sakap), lahan sewa, dan lahan milik pribadi. Jenis-jenis lahan juga bervariasi, mencakup tanah pekarangan, kebun (tegalan), sawah, dan variasi lainnya (Nofriadi, 2016).

2.2 Analisis Multivariat

Analisis multivariat adalah teknik statistik yang digunakan untuk memeriksa hubungan antara dua atau lebih variabel, baik variabel yang mandiri maupun yang bergantung satu sama lain. Teknik ini memungkinkan analisis simultan terhadap beberapa variabel.

Menurut Johnson dan Wichern (1998), dalam analisis multivariat, data dapat diwakili sebagai matriks dengan dimensi $n \times p$, di mana n adalah jumlah unit observasi dan p adalah jumlah variabel yang diamati. Jika terdapat p variabel, yaitu $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$ dari n objek, maka data tersebut dapat disusun dalam bentuk matriks :

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Keterangan:

Matriks $X = (x_{ij}) ; i = 1, 2, \dots, n ; j = 1, 2, \dots, p$

2.2.1 Principal Component Analysis (PCA)

PCA adalah teknik analisis statistik multivariat yang digunakan untuk mengurangi dimensi variabel asli menjadi beberapa variabel baru yang saling ortogonal, sambil tetap mempertahankan sebagian besar keragaman total dari variabel asli (Tahir, 2021).

Sifat komponen utama (principal component; PC):

1. PC yang dihasilkan saling ortogonal dan saling bebas.
2. Keragaman yang dominan umumnya terfokus pada komponen utama pertama, sementara keragaman yang tersisa dari variabel asli terakumulasi pada komponen utama yang terakhir.

PCA digunakan untuk mentransformasi variabel asli yang saling berkorelasi menjadi sejumlah variabel baru yang tidak berkorelasi. Komponen utama (PC) merupakan hasil dari kombinasi linear dari p variabel, yang sering kali dijelaskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= \underline{a}'_1 \underline{X} = a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \dots + a_{p1}x_p \\
 Y_2 &= \underline{a}'_2 \underline{X} = a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{p2}x_p \\
 \vdots &= \vdots = \vdots \\
 Y_p &= \underline{a}'_p \underline{X} = a_{1p}x_1 + a_{2p}x_2 + \dots + a_{pp}x_p
 \end{aligned}
 \tag{2.2}$$

Y_1, Y_2, \dots, Y_p adalah variabel yang saling berkorelasi, dengan nilai variannya yaitu:

$$\text{Var}(Y_i) = \underline{a}'_i \Sigma \underline{a}_i = \lambda_i \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, p. \tag{2.}$$

3)

$$\text{Cov}(Y_i, Y_k) = \underline{a}'_i \Sigma \underline{a}_k \text{ dengan } i, k = 1, 2, \dots, p. \tag{2.}$$

4)

Keterangan:

$\Sigma = X^r X$: matriks varians covarians

λ_i : nilai eigen dari Σ ; dengan $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$.

\underline{a}_i : vektor eigen dari matriks Σ yang berpadanan dengan λ_1

Jika variabel X di standarisasi, maka matriks varians covarians Σ sama dengan matriks korelasi R .

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & R_{2n} & \dots & R_{1n} \\ R_{12} & 1 & \dots & R_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ R_{1n} & R_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

keterangan :

Matriks $R = (x_{ij})$ dengan $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$.

2.2.2 Analisis Biplot

Analisis biplot adalah metode visualisasi grafis untuk matriks data X, di mana vektor baris dan kolom dari matriks X direpresentasikan dalam satu plot koordinat. Vektor baris mewakili objek yang diamati, sementara vektor kolom mewakili variabel. Tujuan dari representasi ini adalah untuk memberikan gambaran tentang hubungan antar objek, serta memberikan informasi mengenai variabel seperti keragaman, korelasi, dan hubungan antara objek dan variabel.

Analisis ini berdasarkan pada kemampuan untuk merepresentasikan setiap matriks berukuran $n \times p$, dengan pangkat r di mana r tidak melebihi jumlah objek atau variabel yang diamati, dalam ruang dua atau tiga dimensi. Dengan memilih nilai dimensi ini, pendekatan tersebut memungkinkan representasi grafis dalam bidang dua dimensi atau ruang tiga dimensi (Nugroho, 2008).

Berdasarkan tampilan biplot secara visual dan simultan dalam suatu grafik, maka diperoleh empat hal penting yaitu,

- a. Kedekatan antar objek pengamatan

Kedekatan antar objek diartikan sebagai kemiripan karakteristik antara dua objek. Semakin dekat jarak antara dua objek, semakin tinggi kemiripan karakteristik mereka.

- b. Keragaman variabel

Keragaman variabel dapat diperkirakan dari panjang vektor yang mewakili variabel tersebut. Semakin pendek vektor tersebut, semakin rendah keragaman variabelnya, sementara semakin panjang vektornya, semakin tinggi nilai keragamannya.

c. Korelasi antar variabel

Dua variabel memiliki korelasi positif jika vektor yang mewakili keduanya membentuk sudut lancip. Korelasi negatif terjadi jika vektor membentuk sudut tumpul. Ketika vektor membentuk sudut siku-siku, itu menunjukkan bahwa kedua variabel memiliki korelasi yang sangat rendah.

d. Nilai variabel pada suatu objek

Menurut Sartono et al. (2003), dalam analisis biplot, nilai variabel pada suatu objek dapat dengan jelas dilihat dengan memproyeksikan objek tersebut secara ortogonal ke vektor variabel. Ketika objek berada sejajar dengan vektor variabel, nilai variabel cenderung lebih tinggi dari rata-rata, sementara jika objek berlawanan arah dengan vektor variabel, nilai variabel cenderung lebih rendah dari rata-rata (Leleury dan Wokanubun, 2015).

Value Decomposition (SVD). Greenacre (1984) Misalkan suatu matriks data X berukuran $n \times p$ dimana n adalah pengamatan dan p adalah variabel yang dikoreksi terhadap nilai rata-rata. Matriks X ini mempunyai pangkat r , dan dapat dituliskan menjadi:

$$X = ULA' \quad (2.5)$$

Keterangan :

X : Matriks data berukuran $n \times p$.

U : Matriks berukuran $n \times r$ yang kolomnya disebut dengan vektor singular kolom.

L : Matriks diagonal berukuran $r \times r$ dengan diagonal utamanya merupakan akar kuadrat dari nilai eigen matriks $X'X$.

A : Matriks berukuran $p \times r$ dengan kolom-kolomnya merupakan vektor eigen dari matriks $X'X$.

U dan A merupakan matriks orthogonal sehingga $U'U = A'A = I$, dengan secara matematis SVD dapat ditulis menjadi sebagai berikut:

$$X = UL^\alpha L^{1-\alpha} A' = GH' \quad (2.6)$$

dengan

$$G = UL^\alpha$$

$$H' = L^{1-\alpha} A'$$

Dengan dua jenis nilai yang bisa digunakan yaitu (a) dan (b), jika (a) adalah pilihan yang tepat untuk data keragaman, biplot dapat memvisualisasikan keragaman variabel, hubungan antar variabel, dan informasi tentang bentuk objek. Secara matematis, jika (a) dipilih, ini dapat diungkapkan sebagai berikut:

$$G = U \text{ dan } H' = LA' \quad (2.7)$$

Jika (a = 0), bentuk biplot memberikan deskripsi tentang jarak antara pasangan objek, yang berguna untuk menginterpretasikan kedekatan antara objek-objek tersebut. Secara matematis, jika (a = 0), ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$G = UL \text{ dan } H' = A' \quad (2.8)$$

2.3.2. Analisis Dua Grup (*Two Groups Analysis*)

Grup analisis adalah suatu metode analisis yang membandingkan himpunan komponen utama (PC) antar sub-ruang variabel, dengan tujuan untuk mengidentifikasi pola atau hubungan yang mungkin ada di antara komponen-komponen tersebut. kemiripan atau ketakmiripan sumber utama keragaman objek-objek antar grup. misalkan variabel asal dari dua matriks data A dan B (disebut grup) dilambangkan dengan X_1, X_2, \dots, X_p komponen utama A dan B secara berturut-turut dilambangkan Y_1, Y_2, \dots, Y_p dan Z_1, Z_2, \dots, Z_p . Selajutnya, dimisalkan analisis komponen utama dilakukan pada kedua matriks data, sehingga didapat $y_i = \sum_{j=1}^p l_{ij}x_j$ dan $z_i = \sum_{j=1}^p m_{ij}x_j$ ($i = 1, \dots, p$) dimana l_{ij} dan m_{ij} ($i = 1, \dots, p; j = 1, \dots, p$) merupakan koefisien komponen utama pada kedua grup. Di asumsikan bahwa $\sum_{j=1}^p l_{ij}^2 = \sum_{j=1}^p m_{ij}^2 = 1$ ($i = 1, \dots, p$) telah dipenuhi. Jika masing-masing variabel asli x_1, x_2, \dots, x_p , diidentifikasi dengan sumbu ortogonal dalam ruang Euclidean berdimensi p , maka kedua grup A dan B diwakili oleh dua kelompok titik dalam ruang ini. Analisis komponen utama hanyalah rotasi sumbu ke posisi baru Y_1, Y_2, \dots, Y_p untuk grup A dan Z_1, Z_2, \dots, Z_p untuk grup B (Krzanowski, 1979).

Sudut minimum antara vektor sembarang dalam ruang k komponen utama A dan vektor yang paling sejajar dengan ruang k komponen utama B diberikan oleh $\cos^{-1}\{(\lambda_i)^{\frac{1}{2}}\}$ dimana λ_i adalah nilai eigen terbesar dari matriks $N = LM'ML'$. Misalkan λ_i nilai terbesar ke- i dari matriks N dan vektor eigen padanannya, $\mathbf{b}_i = L'\mathbf{a}_i$; dengan $i = 1, \dots, k$. Kemudian $\mathbf{b}_1, \dots, \mathbf{b}_k$ dengan membentuk vektor-vektor yang saling ortogonal terdapat dalam sub ruang A dan $M'M\mathbf{b}_k$, himpunan vektor-vektor yang saling orthogonal yang bersesuaian dalam subruang B yang

menjadi tempat perbedaan antar subruang dapat dipartisi. Sudut antara pasangan \mathbf{b}_i dengan $M'M\mathbf{b}_k$ dinyatakan oleh

$$\cos^{-1} \left\{ (\lambda_i)^{\frac{1}{2}} \right\}, \text{ dengan } i = 1, \dots, k \quad (2.9)$$

Dalam analisis dua grup ini, sudut minimum $\cos^{-1} \{ (\lambda_i)^{\frac{1}{2}} \}$ antara subruang yang dihasilkan oleh himpunan komponen utama dapat merepresentasikan antara dua subruang. Untuk menginterpretasikan kemiripan atau ketakmiripan, maka dapat mempertimbangkan pasangan vektor eigen \mathbf{b}_i dan $M'M\mathbf{b}_k$, yang terkait dengan masing-masing nilai eigen λ_i . Vektor-vektor ini didefinisikan sehubungan dengan sumbu p awal dan karenanya dapat diinterpretasikan dengan mengacu pada p koefisien di setiap vektor. Jadi pemeriksaan koefisien dapat mengungkapkan, kemiripan antar dua grup. Selanjutnya, vektor tunggal dalam ruang berdimensi p yang paling dekat dengan kedua vektor tersebut didapat dengan membagi sudut di antara kedua subruang. Garis bagi (*bisector*) pada kedua subruang variabel adalah

$$\mathbf{c}_i = \{2(1 + \sqrt{\lambda_i})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} M'M \right) \mathbf{b}_i \quad (2.10)$$

dengan $i=1, 2, \dots, k$ dan $\mathbf{b}_i = L' \mathbf{a}_i$. Himpunan $\mathbf{c}_1, \dots, \mathbf{c}_k$ mendefinisikan keseluruhan subruang \mathbf{g} berdimensi k yang paling dekat dengan subruang A dan subruang B.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jurusan Matematika Universitas Sriwijaya Indralaya Sumatera Selatan.

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini selesai dalam waktu empat bulan, yaitu dari bulan Januari sampai bulan April 2024.

3.3 Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari website Ditjenbun. Data yang digunakan adalah produksi dan luas lahan dari 5 produk Perkebunan (meliputi: kelapa sawit, kelapa, karet, kopi, dan kakao) pada 33 provinsi di Indonesia untuk periode tahun 2018 – 2020. Dalam penelitian ini menggunakan software SPSS dan Minitab.

Tahapan dalam penelitian meliputi:

1. Mengumpulkan data sekunder berupa produksi dan luas lahan perkebunan kopi, karet, kakao, kelapa, dan kelapa sawit yang bersumber dari buku Ditjenbun (2018-2020) website Ditjenbun tahun 2023.
2. Menyusun matriks data X untuk setiap tahun. Dalam hal ini ada 3 matriks data, yaitu matriks data tahun 2018, 2019, dan 2020.
3. Melakukan *Principal Component Analysis* (PCA) pada setiap matriks data, dengan langkah sebagai berikut:
 - a. Menyusun matriks korelasi R

- b. Menghitung nilai eigen dan vektor eigen padanannya dari matriks R.
 - c. Memilih 2 nilai eigen terbesar pertama dari matriks R beserta vektor-vektor eigen yang bersesuaian.
 - d. Menentukan skor komponen dari matriks R.
4. Melakukan analisis biplot dari hasil PCA pada setiap matriks data X yang merepresentasikan matriks data secara grafis.
 5. Menyusun tabulasi 3 vektor eigen pertama dari hasil langkah 3.2 pada setiap grup tahun 2018, 2019, dan 2020. Untuk setiap k vektor eigen pertama dari dua grup; dengan $k = 1, 2, 3$. Dalam hal ini perbandingannya antara 2 grup menggunakan k PC padanannya.
 6. Melakukan analisis dua grup pada perbandingan 2 matriks data dari 2 tahun yang berurutan, yaitu 2018 dengan 2019 dan 2019 dengan 2020 untuk setiap $k = 1, 2, 3$.
 - a. Mendefinisikan matriks $L_{p \times k} = (l_{ij})$ dan $M_{p \times k} = (m_{ij})$, dimana l_{ij} dan m_{ij} merupakan entri-entri dari k vektor eigen pertama dari grup tahun pertama dan tahun kedua.
 - b. Menghitung matriks $N = L'MM'L$.
 - c. Menentukan nilai eigen λ_i dan vektor eigen a_i padanannya dari matriks N .
 - d. Menentukan besarnya sudut $\cos^{-1}\sqrt{\lambda_i}$; dengan λ_i adalah nilai eigen terbesar ke- i dari $N_{k \times k}$.
 - e. Menentukan bisektor c dengan menggunakan Persamaan 2.10.
 - f. Menginterpretasikan hasil Langkah 6.4 dan Langkah 6.5.

7. Menganalisis perbandingan hasil Langkah pada biplot dari matriks data pada 2 tahun yang berurutan dengan hasil Langkah 6.6.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Deskriptif Data

Produksi hasil dari perkebunan di Indonesia menurut pengusahaannya, terdiri dari PR, PBN, dan PBS. Pada penelitian ini diambil lima hasil produksi perkebunan tertinggi yaitu kopi, karet, kakao, kelapa, dan kelapa sawit. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data hasil produksi perkebunan di Indonesia pada tahun 2018, 2019, dan 2020 yang diperoleh dari buku Direktorat Jendral Perkebunan (Ditjenbun) tahun 2018-2020 pada web resmi Ditjenbun. Berdasarkan data tersebut, dapat disusun matriks data dari 33 provinsi (sebagai objek) di luar DKI Jakarta dan data hasil Perkebunan serta luas lahannya sebagai variabel. Adapun variabel tersebut berserta notasinya adalah produksi kopi (X_1), produksi karet (X_2), produksi kakao (X_3), produksi kelapa (X_4), produksi kelapa sawit (X_5), luas lahan kopi (X_6), luas lahan karet (X_7), luas lahan kakao (X_8), luas lahan kelapa (X_9), luas lahan kelapa sawit (X_{10}). Data produksi lima hasil perkebunan dari 33 provinsi tahun 2018-2020 dapat dilihat pada Lampiran 1.

Misalkan matriks data dinotasikan dengan matriks A (untuk tahun 2018), matriks B (untuk tahun 2019), dan matriks C (untuk tahun 2020) yang berukuran 33×10 sebagai berikut:

$$A = \begin{bmatrix} 70.774 & 93.662 & 39.395 & \dots & 494.229 \\ 71.023 & 418.942 & 35.430 & \dots & 1.551.603 \\ 18.452 & 152.474 & 58.980 & \dots & 379.601 \\ 3.029 & 337.261 & 3.224 & \dots & 2.706.892 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & 0 & 5.239 & \dots & 50.912 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 71.182 & 93.462 & 44.181 & \dots & 500.118 \\ 72.343 & 403.507 & 37.543 & \dots & 1.601.901 \\ 17.823 & 152.091 & 58.952 & \dots & 384.477 \\ 3.032 & 331.059 & 1.921 & \dots & 2.808.668 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & 0 & 5.267 & \dots & 52.432 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 71.735 & 96.478 & 40.539 & \dots & 508.862 \\ 72.922 & 409.569 & 34.475 & \dots & 1.630.744 \\ 18.037 & 152.642 & 54.100 & \dots & 390.554 \\ 3.083 & 344.961 & 1.783 & \dots & 2.850.003 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & 0 & 4.833 & \dots & 53.454 \end{bmatrix}$$

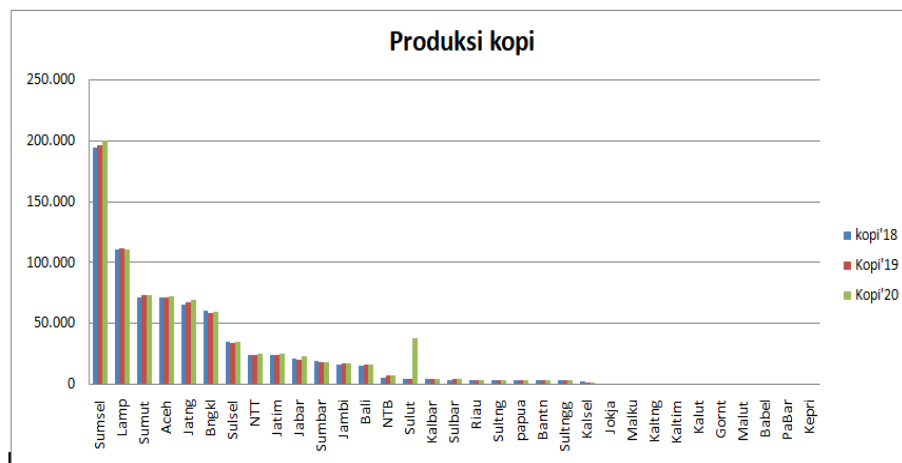
Kemudian mencari nilai mean, maksimum, minimum dan standar deviasi pada data setiap tahun, dimana dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Deskripsi Statistik Data Perkebunan

Tahun	Variable	Mean	StDev	Minimum	Maximum
2018	X1	22911	41043	0	193507
	X2	110011	202488	0	1043003
	X3	22951	37595	2	125473
	X4	86065	87957	507	392701
	X5	1299504	2198125	0	8496029
	X6	37964	56620	2	251027
	X7	111254	186129	0	858368
	X8	48819	75152	37	283626
	X9	103574	92756	1255	422594
	X10	434132	682301	0	2706892
2019	X1	23079	41434	0	196016
	X2	104509	186891	0	944969
	X3	23757	38693	2	137737
	X4	85702	88520	750	391633
	X5	1389731	2359656	0	9127612
	X6	38092	56706	4	251027
	X7	111633	186905	0	861640
	X8	48504	74963	39	282773
	X9	103434	92686	1153	422589
	X10	446195	703751	0	280866
2020	X1	24458	41870	0	199324
	X2	107445	192980	0	978611
	X3	22409	36606	2	128198
	X4	84818	87658	742	387961
	X5	1488401	2527192	0	9775672
	X6	38316	56977	4	252731
	X7	111961	187324	0	863455
	X8	47952	74270	38	284215
	X9	102345	91725	1141	418270
	X10	454425	716371	0	2850003

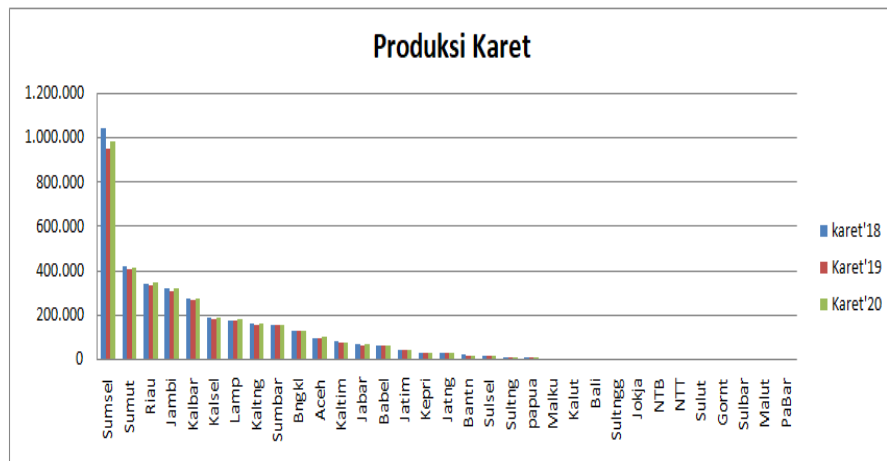
Berdasarkan Tabel 4.1, rata-rata produksi dan luas lahan pada tahun 2018 sampai 2020. Perkebunan kopi dan kelapa sawit mengalami peningkatan yang relatif kecil, yaitu senilai 168 pada tahun 2018 ke 2019 dan mengalami kenaikan lagi senilai 1.379 pada tahun 2019 ke tahun 2020. Dan sebaliknya untuk rata-rata produksi dan luas lahan karet dan kelapa mengalami penurunan sebesar 363 dari tahun 2018 sampai tahun 2019, dan selanjutnya mengalami penurunan kembali pada tahun 2020 senilai 884. sedangkan untuk rata-rata produksi dan luas lahan kakao mengalami peningkatan dari tahun 2018 ke 2019 senilai 806, namun mengalami penurunan pada tahun 2019 ke 2020 senilai 1.348.

Berdasarkan Lampiran 1, data setiap produksi dan luas lahan dari 5 variabel produk perkebunan pada 33 provinsi pada 3 tahun dapat digambar dengan histogram seperti pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.10, dimana jumlah produksi (dalam ton) dan luas lahan (dalam ha) pada lima hasil perkebunan, cenderung mengalami perubahan yang sangat kecil.



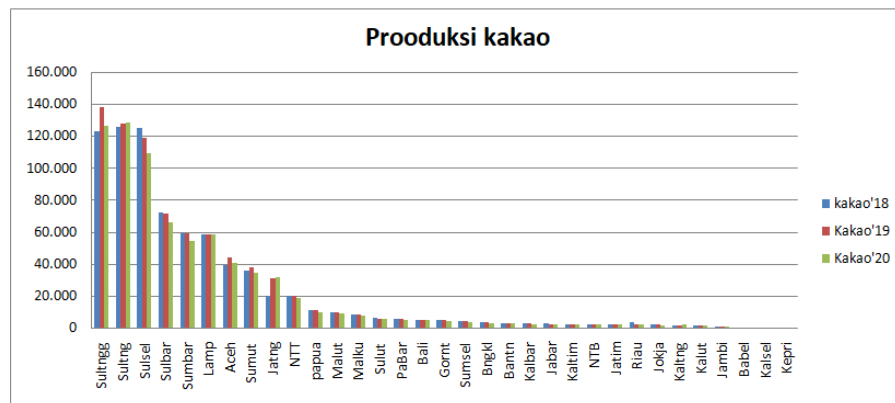
Gambar 4. 1 Histogram Produksi Kopi

Berdasarkan Gambar 4.1, provinsi yang memiliki produksi kopi yang tertinggi berada pada Sumatera Selatan, Lampung dan Sumatera Utara.



Gambar 4. 2 Histogram Produksi Karet

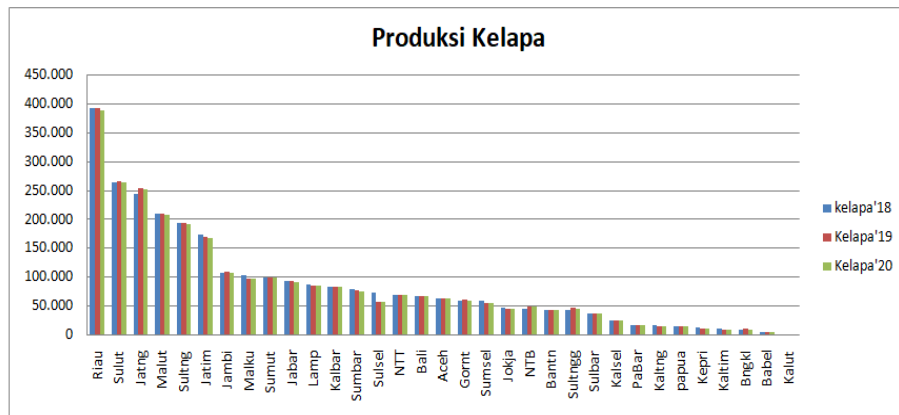
Berdasarkan Gambar 4.2, provinsi yang memiliki produksi karet yang tertinggi berada pada Sumatera Selatan, Sumatera Utara, dan Riau.



Gambar 4. 3 Histogram Produksi Kakao

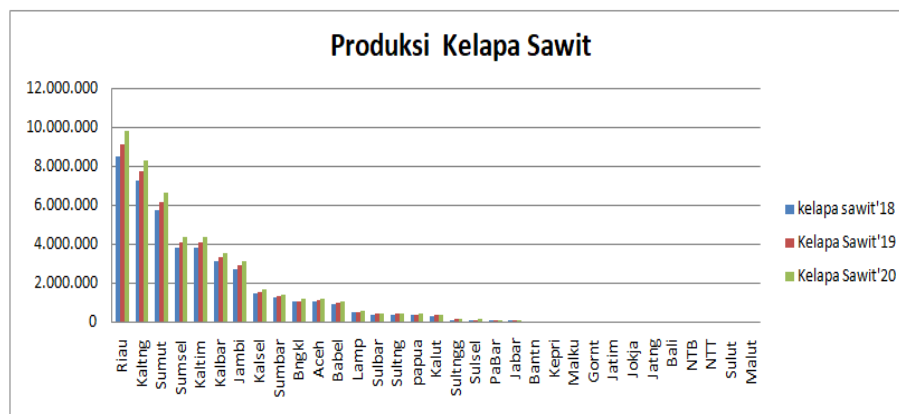
Sedangkan pada Gambar 4.3, provinsi yang memiliki produksi kakao yang tertinggi berada di provinsi Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Tenggara namun pada Produksi kakao ini, terjadi peningkatan cukup besar pada

tahun 2019 di Provinsi Sulawesi Tenggara dimana nilainya lebih besar dari tahun 2018 dan tahun 2020.



Gambar 4. 4 Histogram Produksi Kelapa

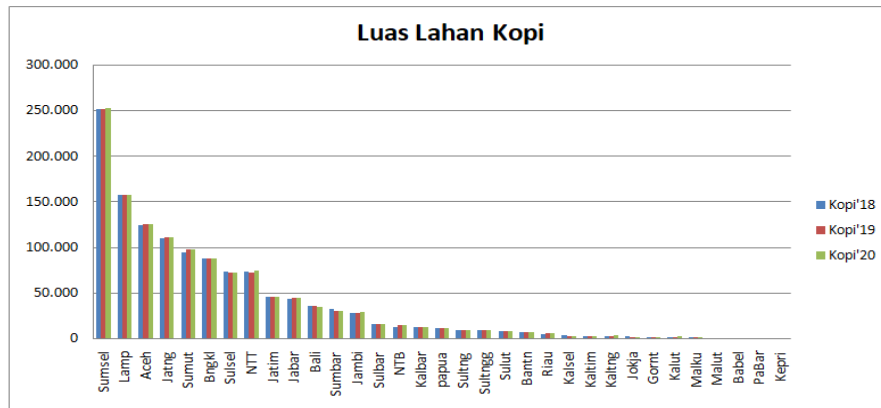
Berdasarkan Gambar 4.4, Provinsi yang memiliki produksi kelapa yang tertinggi berada pada Provinsi Riau, Sulawesi Utara, dan Jawa tengah dimana kenaikan produksinya tidak terlalu tinggi di setiap tahunnya.



Gambar 4. 5 Histogram Produksi Kelapa Sawit

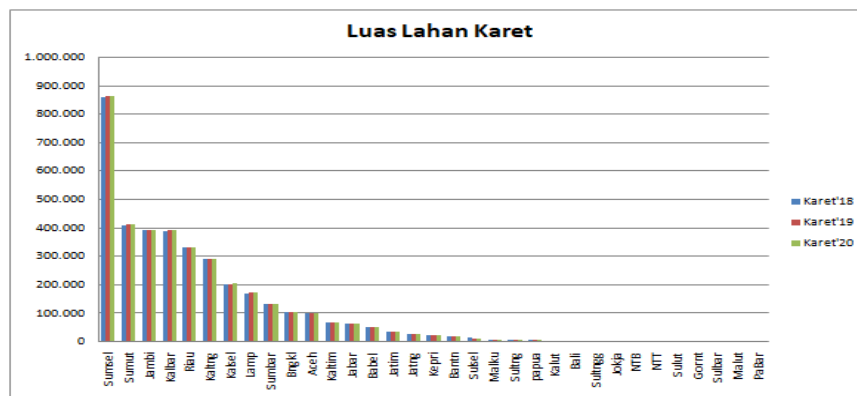
Berdasarkan Gambar 4.5, selama tiga tahun berturut-turut produksi kelapa sawit paling mendominasi di Indonesia, dengan produsen tertinggi berada pada Provinsi Riau, Kalimantan Tengah, dan Sumatera Utara. Pada tahun 2020

produksi kelapa sawit mengalami kenaikan yang cukup tinggi dari tahun sebelumnya yaitu tahun 2018 dan tahun 2019.



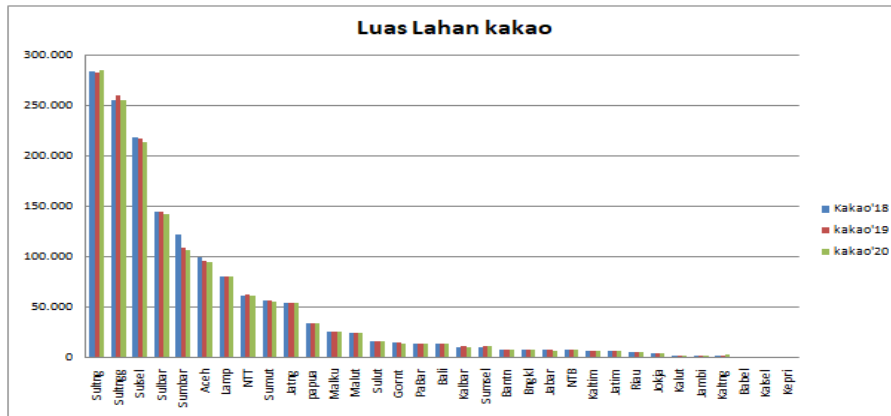
Gambar 4. 6 Histogram Luas Lahan kopi

Pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa selama tiga tahun berurutan, dapat dilihat bahwa luas lahan produksi kopi tertinggi dapat pada Provinsi Sumatera Selatan, lampung, dan Aceh.



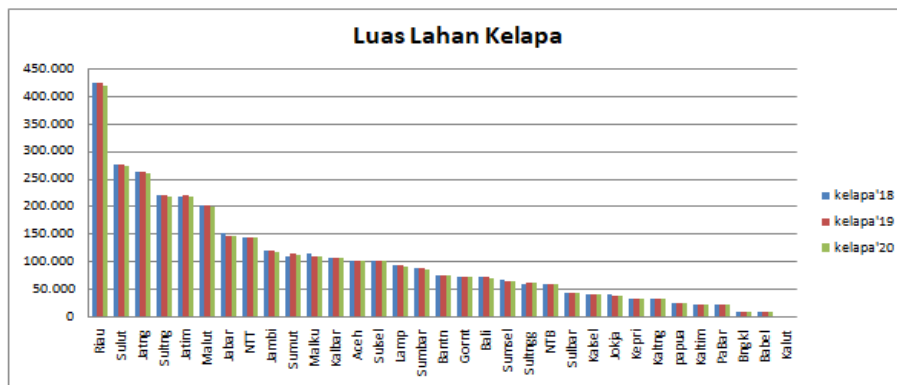
Gambar 4. 7 Histogram Luas lahan Karet

Pada Gambar 4.7 Luas lahan karet tertinggi berada di Provinsi Sumatera Selatan, Sumatera Utara, dan Jambi.



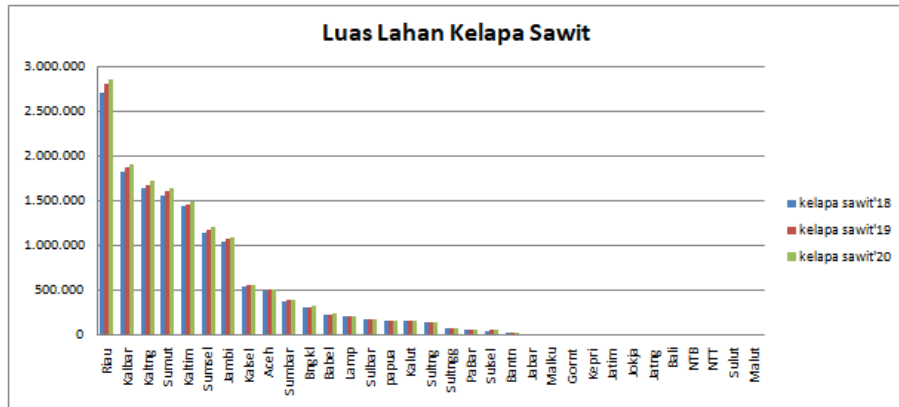
Gambar 4. 8 Histogram Luas Lahan Kakao

Pada Gambar 4.8 Luas lahan kakao terbanyak berada di daerah Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan.



Gambar 4. 9 Histogram Luas Lahan Kelapa

Sedangkan pada Gambar 4.9 luas lahan perkebunan kelapa yang terbesar berada di provinsi Riau, Sulawesi Utara, dan Jawa Tengah.



Gambar 4. 10 Histogram Luas Lahan Kelapa Sawit

Pada Gambar 4.10 provinsi yang memiliki luas lahan perkebunan kelapa sawit berada di Riau, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Tengah yang dimana di setiap tahunnya mengalami peningkatan. Provinsi dengan lahan yang luas, juga Provinsi dengan penghasil produk perkebunan yang tertinggi.

4.2 Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis*)

Variabel pada matriks data memiliki satuan yang berbeda, maka digunakan matriks korelasi dari setiap matriks data. Misalkan matriks D, matriks E, dan matriks F secara berturut-turut menotasikan matriks korelasi untuk data tahun 2018, 2019, dan 2020.

$$D = \begin{bmatrix} 1 & 0,739 & 0,076 & 0,015 & 0,161 & 0,984 & 0,648 & 0,033 & 0,015 & 0,136 \\ 0,739 & 1 & -0,146 & 0,078 & 0,599 & 0,658 & 0,974 & -0,176 & 0,059 & 0,605 \\ 0,076 & -0,146 & 1 & 0,057 & -0,172 & 0,126 & -0,170 & 0,986 & 0,073 & -0,180 \\ 0,015 & 0,078 & 0,057 & 1 & 0,244 & 0,025 & 0,080 & 0,078 & 0,983 & 0,259 \\ 0,161 & 0,599 & -0,172 & 0,244 & 1 & 0,101 & 0,688 & -0,199 & 0,229 & 0,957 \\ \mathbf{0,984} & 0,658 & 0,126 & 0,025 & 0,101 & 1 & 0,571 & 0,089 & 0,047 & 0,082 \\ 0,648 & \mathbf{0,974} & -0,170 & 0,080 & 0,688 & 0,571 & 1 & -0,202 & 0,065 & 0,706 \\ 0,033 & -0,176 & \mathbf{0,986} & 0,078 & -0,199 & 0,089 & -0,202 & 1 & 0,100 & -0,202 \\ 0,015 & 0,059 & 0,073 & \mathbf{0,983} & 0,229 & 0,047 & 0,065 & 0,100 & 1 & 0,246 \\ 0,136 & 0,605 & -0,180 & 0,259 & \mathbf{0,957} & 0,082 & 0,706 & -0,202 & 0,246 & 1 \end{bmatrix}$$

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 0,735 & 0,079 & 0,015 & 0,163 & 0,984 & 0,652 & 0,032 & 0,017 & 0,138 \\ 0,735 & 1 & -0,150 & 0,084 & 0,615 & 0,654 & 0,978 & -0,177 & 0,070 & 0,625 \\ 0,079 & -0,150 & 1 & 0,055 & -0,178 & 0,128 & -0,176 & 0,989 & 0,083 & -0,185 \\ 0,015 & 0,084 & 0,055 & 1 & 0,242 & 0,024 & 0,077 & 0,069 & 0,981 & 0,259 \\ 0,163 & 0,615 & -0,178 & 0,242 & 1 & 0,105 & 0,688 & -0,199 & 0,233 & 0,957 \\ \mathbf{0,984} & 0,654 & 0,128 & 0,024 & 0,105 & 1 & 0,575 & 0,086 & 0,049 & 0,087 \\ 0,652 & \mathbf{0,978} & -0,176 & 0,077 & 0,688 & 0,575 & 1 & -0,202 & 0,065 & 0,707 \\ 0,032 & -0,177 & \mathbf{0,989} & 0,069 & -0,199 & 0,086 & -0,202 & 1 & 0,103 & -0,201 \\ 0,017 & 0,070 & 0,083 & \mathbf{0,981} & 0,233 & 0,049 & 0,065 & 0,103 & 1 & 0,253 \\ 0,138 & 0,625 & -0,185 & 0,259 & \mathbf{0,957} & 0,087 & 0,707 & -0,201 & 0,253 & 1 \end{bmatrix}$$

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 0,725 & 0,069 & 0,068 & 0,147 & 0,972 & 0,639 & 0,019 & 0,066 & 0,121 \\ 0,725 & 1 & -0,150 & 0,087 & 0,614 & 0,656 & 0,978 & -0,176 & 0,072 & 0,623 \\ 0,069 & -0,150 & 1 & 0,069 & -0,178 & 0,130 & -0,175 & 0,990 & 0,096 & -0,187 \\ 0,068 & 0,087 & 0,069 & 1 & 0,242 & 0,024 & 0,077 & 0,071 & 0,981 & 0,258 \\ 0,147 & 0,614 & -0,178 & 0,242 & 1 & 0,106 & 0,689 & -0,198 & 0,234 & 0,957 \\ \mathbf{0,972} & 0,656 & 0,130 & 0,024 & 0,106 & 1 & 0,575 & 0,084 & 0,049 & 0,086 \\ 0,639 & \mathbf{0,978} & -0,175 & 0,077 & 0,689 & 0,575 & 1 & -0,202 & 0,065 & 0,707 \\ 0,019 & -0,176 & \mathbf{0,990} & 0,071 & -0,198 & 0,084 & -0,202 & 1 & 0,106 & -0,201 \\ 0,066 & 0,072 & 0,096 & \mathbf{0,981} & 0,234 & 0,049 & 0,065 & 0,106 & 1 & 0,251 \\ 0,121 & 0,623 & -0,187 & 0,258 & \mathbf{0,957} & 0,086 & 0,707 & -0,201 & 0,251 & 1 \end{bmatrix}$$

Pada entri matriks D , matriks E , dan matriks F , dapat dilihat bahwa korelasi antara variabel pada produksi (yaitu X_1 sampai X_5) dengan variabel pada luas lahan (yaitu X_6 sampai X_{10}) sangat besar, yaitu lebih besar dari 0,95. Dalam hal ini, untuk setiap produk perkebunan, lahan yang luas diikuti produksi yang tinggi.

Pada penelitian ini, analisis PCA digunakan untuk mengurangi dimensi data asal yang terdiri dari 10 variabel dan 33 objek penelitian. Langkah awal dalam analisis PCA adalah mengevaluasi matriks korelasi (R). Hal ini dilakukan dengan mencari nilai eigen dan vektor eigen dari matriks tersebut, yang diperoleh dengan memecahkan persamaan berikut:

$$|R - \lambda I| = 0$$

Penguraian langkah pertama untuk menentukan *Principal Component* (PC) pada tahun 2018, sebagai berikut :

$$|D - \lambda I| = 0$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,739 & 0,076 & 0,015 & 0,161 & 0,984 & 0,648 & 0,033 & 0,015 & 0,136 \\ 0,739 & 1 & -0,146 & 0,078 & 0,599 & 0,658 & 0,974 & -0,176 & 0,059 & 0,605 \\ 0,076 & -0,146 & 1 & 0,057 & -0,172 & 0,126 & -0,170 & 0,986 & 0,073 & -0,180 \\ 0,015 & 0,078 & 0,057 & 1 & 0,244 & 0,025 & 0,080 & 0,078 & 0,983 & 0,259 \\ 0,161 & 0,599 & -0,172 & 0,244 & 1 & 0,101 & 0,688 & -0,199 & 0,229 & 0,957 \\ 0,984 & 0,658 & 0,126 & 0,025 & 0,101 & 1 & 0,571 & 0,089 & 0,047 & 0,082 \\ 0,648 & 0,974 & -0,170 & 0,080 & 0,688 & 0,571 & 1 & -0,202 & 0,065 & 0,706 \\ 0,033 & -0,176 & 0,986 & 0,078 & -0,199 & 0,089 & -0,202 & 1 & 0,100 & -0,202 \\ 0,015 & 0,059 & 0,073 & 0,983 & 0,229 & 0,047 & 0,065 & 0,100 & 1 & 0,246 \\ 0,136 & 0,605 & -0,180 & 0,259 & 0,957 & 0,082 & 0,706 & -0,202 & 0,246 & 1 \end{bmatrix} - \lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = 0$$

$$\begin{bmatrix} 1 - \lambda & 0,739 & 0,076 & 0,015 & 0,161 & 0,984 & 0,648 & 0,033 & 0,015 & 0,136 \\ 0,739 & 1 - \lambda & -0,146 & 0,078 & 0,599 & 0,658 & 0,974 & -0,176 & 0,059 & 0,605 \\ 0,076 & -0,146 & 1 - \lambda & 0,057 & -0,172 & 0,126 & -0,170 & 0,986 & 0,073 & -0,180 \\ 0,015 & 0,078 & 0,057 & 1 - \lambda & 0,244 & 0,025 & 0,080 & 0,078 & 0,983 & 0,259 \\ 0,161 & 0,599 & -0,172 & 0,244 & 1 - \lambda & 0,101 & 0,688 & -0,199 & 0,229 & 0,957 \\ 0,984 & 0,658 & 0,126 & 0,025 & 0,101 & 1 - \lambda & 0,571 & 0,089 & 0,047 & 0,082 \\ 0,648 & 0,974 & -0,170 & 0,080 & 0,688 & 0,571 & 1 - \lambda & -0,202 & 0,065 & 0,706 \\ 0,033 & -0,176 & 0,986 & 0,078 & -0,199 & 0,089 & -0,202 & 1 - \lambda & 0,100 & -0,202 \\ 0,015 & 0,059 & 0,073 & 0,983 & 0,229 & 0,047 & 0,065 & 0,100 & 1 - \lambda & 0,246 \\ 0,136 & 0,605 & -0,180 & 0,259 & 0,957 & 0,082 & 0,706 & -0,202 & 0,246 & 1 - \lambda \end{bmatrix} = 0$$

Pada penguraian matriks data D , telah diperoleh nilai-nilai eigen :

$\lambda_1 = 4,0639$; $\lambda_2 = 2,2316$; $\lambda_3 = 2,1396$. Tiga nilai eigen terbesar

pertama secara berturut- turut berpadanan dengan vektor-vektor eigen :

$$\underline{a}_1 = \begin{bmatrix} 0,348 \\ 0,467 \\ -0,104 \\ 0,123 \\ 0,376 \\ 0,318 \\ 0,472 \\ -0,121 \\ 0,117 \\ 0,376 \end{bmatrix}, \underline{a}_2 = \begin{bmatrix} -0,367 \\ -0,077 \\ -0,549 \\ 0,020 \\ 0,225 \\ -0,402 \\ -0,014 \\ -0,538 \\ 0,005 \\ 0,236 \end{bmatrix}, \underline{a}_3 = \begin{bmatrix} -0,199 \\ -0,119 \\ 0,219 \\ 0,608 \\ 0,166 \\ -0,177 \\ -0,090 \\ 0,239 \\ 0,610 \\ 0,177 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya, grafis pada biplot, digunakan 2 PC pertama. Berdasarkan persamaan 2.3, dua nilai eigen pertama menyatakan variansi dari 2 variabel baru, sehingga didapat % dari variansi 2 PC pertama sebesar:

$$\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{tr(R)} \times 100\% = \frac{4,0639 + 2,2316}{10} \times 100\% = 62,955\%$$

Skor komponen (y_1, y_2) yang didapat dengan mensubstitusikan dua vektor-vektor eigen pertama pada persamaan (2.2) dengan nilai variabel x_j didapat dari nilai x_j untuk setiap objek i pada matriks data. Nilai dua skor komponen pertama untuk matriks data tahun 2018 dapat dilihat pada Lampiran 2

Berdasarkan luaran nilai eigen dan vektor eigen padanannya, maka didapat skor-skor komponen yang menyatakan koordinat untuk setiap objek. PCA dilakukan dengan cara yang sama bagi matriks data tahun 2019 dan 2020 secara berurutan, sehingga didapat nilai eigen, vektor eigen padanannya, dan skor komponen, sebagai berikut :

$$|E - \lambda I| = 0$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,735 & 0,079 & 0,015 & 0,163 & 0,984 & 0,652 & 0,032 & 0,017 & 0,138 \\ 0,735 & 1 & -0,150 & 0,084 & 0,615 & 0,654 & 0,978 & -0,177 & 0,070 & 0,625 \\ 0,079 & -0,150 & 1 & 0,055 & -0,178 & 0,128 & -0,176 & 0,989 & 0,083 & -0,185 \\ 0,015 & 0,084 & 0,055 & 1 & 0,242 & 0,024 & 0,077 & 0,069 & 0,981 & 0,259 \\ 0,163 & 0,615 & -0,178 & 0,242 & 1 & 0,105 & 0,688 & -0,199 & 0,233 & 0,957 \\ 0,984 & 0,654 & 0,128 & 0,024 & 0,105 & 1 & 0,575 & 0,086 & 0,049 & 0,087 \\ 0,652 & 0,978 & -0,176 & 0,077 & 0,688 & 0,575 & 1 & -0,202 & 0,065 & 0,707 \\ 0,032 & -0,177 & 0,989 & 0,069 & -0,199 & 0,086 & -0,202 & 1 & 0,103 & -0,201 \\ 0,017 & 0,070 & 0,083 & 0,981 & 0,233 & 0,049 & 0,065 & 0,103 & 1 & 0,253 \\ 0,138 & 0,625 & -0,185 & 0,259 & 0,957 & 0,087 & 0,707 & -0,201 & 0,253 & 1 \end{bmatrix} - \lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = 0$$

$$\begin{bmatrix} 1 - \lambda & 0,735 & 0,079 & 0,015 & 0,163 & 0,984 & 0,652 & 0,032 & 0,017 & 0,138 \\ 0,735 & 1 - \lambda & -0,150 & 0,084 & 0,615 & 0,654 & 0,978 & -0,177 & 0,070 & 0,625 \\ 0,079 & -0,150 & 1 - \lambda & 0,055 & -0,178 & 0,128 & -0,176 & 0,989 & 0,083 & -0,185 \\ 0,015 & 0,084 & 0,055 & 1 - \lambda & 0,242 & 0,024 & 0,077 & 0,069 & 0,981 & 0,259 \\ 0,163 & 0,615 & -0,178 & 0,242 & 1 - \lambda & 0,105 & 0,688 & -0,199 & 0,233 & 0,957 \\ 0,984 & 0,654 & 0,128 & 0,024 & 0,105 & 1 - \lambda & 0,575 & 0,086 & 0,049 & 0,087 \\ 0,652 & 0,978 & -0,176 & 0,077 & 0,688 & 0,575 & 1 - \lambda & -0,202 & 0,065 & 0,707 \\ 0,032 & -0,177 & 0,989 & 0,069 & -0,199 & 0,086 & -0,202 & 1 - \lambda & 0,103 & -0,201 \\ 0,017 & 0,070 & 0,083 & 0,981 & 0,233 & 0,049 & 0,065 & 0,103 & 1 - \lambda & 0,253 \\ 0,138 & 0,625 & -0,185 & 0,259 & 0,957 & 0,087 & 0,707 & -0,201 & 0,253 & 1 - \lambda \end{bmatrix} = 0$$

Berdasarkan penguraian di atas diperoleh tiga nilai eigen dari yang terbesar, yaitu $\lambda_1 = 4,0867$; $\lambda_2 = 2,2314$; $\lambda_3 = 2,1355$ Tiga nilai eigen terbesar pertama secara berturut- turut berpadanan dengan vektor-vektor eigen :

$$\underline{a_1} = \begin{bmatrix} 0,346 \\ 0,468 \\ -0,105 \\ 0,123 \\ 0,377 \\ 0,316 \\ 0,470 \\ -0,121 \\ 0,119 \\ 0,378 \end{bmatrix}, \underline{a_2} = \begin{bmatrix} -0,359 \\ -0,068 \\ -0,561 \\ -0,008 \\ 0,213 \\ -0,393 \\ -0,013 \\ -0,549 \\ -0,029 \\ 0,222 \end{bmatrix}, \underline{a_3} = \begin{bmatrix} -0,219 \\ -0,117 \\ 0,192 \\ 0,608 \\ 0,175 \\ -0,199 \\ -0,096 \\ 0,210 \\ 0,611 \\ 0,187 \end{bmatrix}$$

dua nilai eigen pertama menyatakan variansi dari 2 variabel baru, sehingga didapat % dari variansi 2 PC pertama sebesar:

$$\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{tr(R)} \times 100\% = \frac{4,0867 + 2,2314}{10} \times 100\% = 63,181\%$$

Skor komponen (y_1, y_2) yang didapat dengan mensubstitusikan dua vektor-vektor eigen pertama pada persamaan (2.2) dengan nilai variabel x_j didapat dari nilai x_j untuk setiap objek i pada matriks data. Nilai dua skor komponen pertama untuk matriks data tahun 2019 dapat dilihat pada Lampiran 2.

Penguraian langkah pertama untuk menentukan *Principal Component* (PC) pada tahun 2020, dimana sebagai berikut :

$$|F - \lambda I| = 0$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0,725 & 0,069 & 0,068 & 0,147 & 0,972 & 0,639 & 0,019 & 0,066 & 0,121 \\ 0,725 & 1 & -0,150 & 0,087 & 0,614 & 0,656 & 0,978 & -0,176 & 0,072 & 0,623 \\ 0,069 & -0,150 & 1 & 0,069 & -0,178 & 0,130 & -0,175 & 0,990 & 0,096 & -0,187 \\ 0,068 & 0,087 & 0,069 & 1 & 0,242 & 0,024 & 0,077 & 0,071 & 0,981 & 0,258 \\ 0,147 & 0,614 & -0,178 & 0,242 & 1 & 0,106 & 0,689 & -0,198 & 0,234 & 0,957 \\ 0,972 & 0,656 & 0,130 & 0,024 & 0,106 & 1 & 0,575 & 0,084 & 0,049 & 0,086 \\ 0,639 & 0,978 & -0,175 & 0,077 & 0,689 & 0,575 & 1 & -0,202 & 0,065 & 0,707 \\ 0,019 & -0,176 & 0,990 & 0,071 & -0,198 & 0,084 & -0,202 & 1 & 0,106 & -0,201 \\ 0,066 & 0,072 & 0,096 & 0,981 & 0,234 & 0,049 & 0,065 & 0,106 & 1 & 0,251 \\ 0,121 & 0,623 & -0,187 & 0,258 & 0,957 & 0,086 & 0,707 & -0,201 & 0,251 & 1 \end{pmatrix} - \lambda \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = 0$$

$$\begin{pmatrix} 1 - \lambda & 0,725 & 0,069 & 0,068 & 0,147 & 0,972 & 0,639 & 0,019 & 0,066 & 0,121 \\ 0,725 & 1 - \lambda & -0,150 & 0,087 & 0,614 & 0,656 & 0,978 & -0,176 & 0,072 & 0,623 \\ 0,069 & -0,150 & 1 - \lambda & 0,069 & -0,178 & 0,130 & -0,175 & 0,990 & 0,096 & -0,187 \\ 0,068 & 0,087 & 0,069 & 1 - \lambda & 0,242 & 0,024 & 0,077 & 0,071 & 0,981 & 0,258 \\ 0,147 & 0,614 & -0,178 & 0,242 & 1 - \lambda & 0,106 & 0,689 & -0,198 & 0,234 & 0,957 \\ 0,972 & 0,656 & 0,130 & 0,024 & 0,106 & 1 - \lambda & 0,575 & 0,084 & 0,049 & 0,086 \\ 0,639 & 0,978 & -0,175 & 0,077 & 0,689 & 0,575 & 1 - \lambda & -0,202 & 0,065 & 0,707 \\ 0,019 & -0,176 & 0,990 & 0,071 & -0,198 & 0,084 & -0,202 & 1 - \lambda & 0,106 & -0,201 \\ 0,066 & 0,072 & 0,096 & 0,981 & 0,234 & 0,049 & 0,065 & 0,106 & 1 - \lambda & 0,251 \\ 0,121 & 0,623 & -0,187 & 0,258 & 0,957 & 0,086 & 0,707 & -0,201 & 0,251 & 1 - \lambda \end{pmatrix} = 0$$

Berdasarkan penguraian di atas diperoleh tiga nilai eigen dari yang terbesar, yaitu $\lambda_1 = 4,0770$; $\lambda_2 = 2,2367$; $\lambda_3 = 2,1087$ Tiga nilai eigen terbesar pertama secara berturut- turut berpadanan dengan vektor-vektor eigen :

$$\underline{a}_1 = \begin{bmatrix} 0,342 \\ 0,468 \\ -0,106 \\ 0,132 \\ 0,377 \\ 0,314 \\ 0,470 \\ -0,122 \\ 0,127 \\ 0,378 \end{bmatrix} \cdot \underline{a}_2 = \begin{bmatrix} -0,294 \\ -0,034 \\ -0,586 \\ -0,180 \\ 0,167 \\ -0,327 \\ 0,016 \\ -0,576 \\ -0,201 \\ 0,173 \end{bmatrix} \cdot \underline{a}_3 = \begin{bmatrix} -0,298 \\ -0,141 \\ 0,037 \\ 0,578 \\ 0,288 \\ -0,313 \\ -0,105 \\ 0,054 \\ 0,576 \\ 0,242 \end{bmatrix}$$

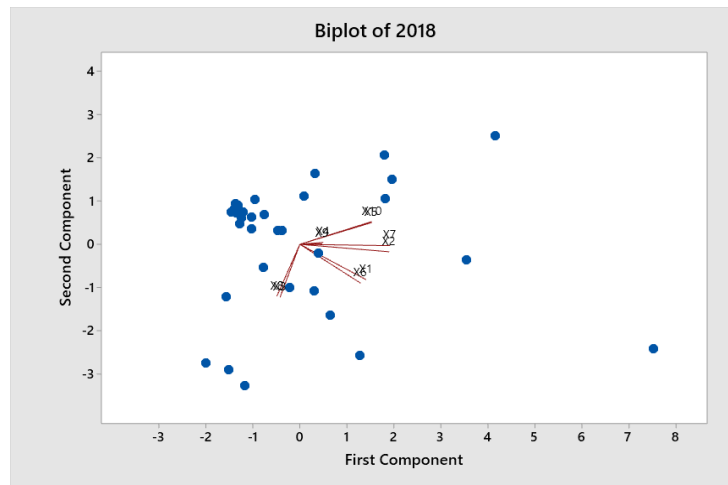
dua nilai eigen pertama menyatakan variansi dari 2 variabel baru, sehingga didapat % dari variansi 2 PC pertama sebesar:

$$\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{tr(R)} \times 100\% = \frac{4,0770 + 2,2367}{10} \times 100\% = 63,137\%$$

Skor komponen (y_1, y_2) yang didapat dengan mensubstitusikan dua vektor-vektor eigen pertama pada persamaan (2.2) dengan nilai variabel x_j didapat dari nilai x_j untuk setiap objek i pada matriks data. Nilai dua skor komponen pertama untuk matriks data tahun 2020 dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.3 Hasil Analisis Biplot pada Data Produksi perkebunan di Indonesia

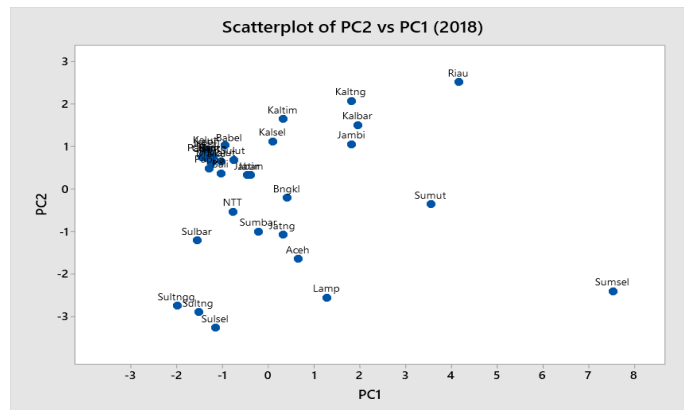
Setelah analisis PCA selesai, dilanjutkan dengan analisis biplot untuk memvisualisasikan karakteristik produksi perkebunan dari 33 provinsi di Indonesia. Pada biplot ini, objek-objek (provinsi-provinsi) direpresentasikan sebagai titik-titik berdasarkan nilai skor dari komponen utama (PC), sementara vektor-vektor (garis-garis) mewakili variabel-variabel yang mempengaruhi karakteristik produksi. Penentuan posisi titik dan orientasi vektor-vektor ini didasarkan pada nilai koefisien dari dua vektor eigen pertama, yang merupakan koefisien dari komponen-komponen utama (PC). Biplot untuk data matriks tahun 2018 dapat dilihat pada Gambar 4.11, sedangkan skor komponen (PC) untuk setiap provinsi dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 11 Biplot karakteristik produksi perkebunan tahun 2018

Dua PC pertama dapat merepresentasikan keragaman data asal sebesar Sehingga didapat bahwa variabel luas lahan kelapa sawit (X_{10}) berkorelasi dengan variabel produksi kelapa sawit (X_5). variabel luas lahan karet (X_7) berkorelasi dengan variabel produksi karet (X_2). variabel luas lahan kopi (X_6) berkorelasi dengan variabel produksi kopi (X_1). variabel luas lahan kakao (X_8) berkorelasi dengan variabel produksi kakao (X_3). variabel produksi kelapa (X_4) berkorelasi dengan variabel luas lahan kelapa (X_9).

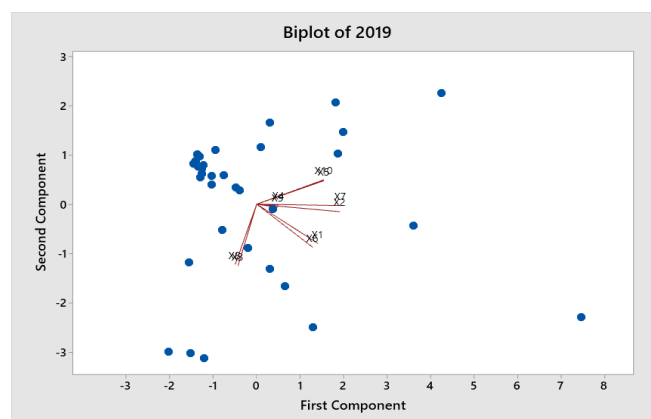
Jika dilihat dari posisi relatif antar objek (misalnya provinsi) terhadap vektor variabel, objek yang berada sejajar dengan vektor variabel cenderung memiliki nilai yang relatif tinggi pada variabel tersebut.



Gambar 4. 12 PC Score PC setiap provinsi pada matriks data tahun 2018

Berdasarkan Gambar 4.11 dan Gambar 4.12 Provinsi Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Gorontalo, Sumatera Barat, dan NTT memiliki X_3 dan X_8 yang lebih tinggi dari provinsi lain. Provinsi Lampung, Aceh, Jawa Tengah, Sumatera Utara, dan Sumatera selatan memiliki X_1 dan X_6 lebih tinggi dari provinsi lain. Sedangkan untuk provinsi Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Jambi, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Riau memiliki $X_2, X_7, X_4, X_9, X_5,$ dan X_{10} lebih tinggi dari pada provinsi lainnya.

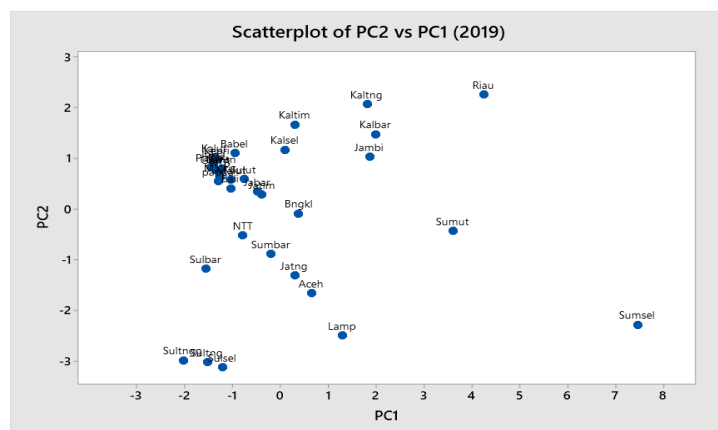
Biplot karakteristik matriks data tahun 2019 dapat dilihat pada Gambar 4.13. skor PC pertama untuk setiap provinsi dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4. 13 Biplot karakteristik Produksi Perkebunan tahun 2019

Berdasarkan Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa variabel luas lahan kelapa sawit (X_{10}) berkorelasi sangat kuat dengan variabel produksi kelapa sawit (X_5). Begitu juga dengan variabel luas lahan karet (X_7) dan variabel produksi karet (X_2). variabel luas lahan kopi (X_6) dan variabel produksi kopi (X_1). variabel luas lahan kakao (X_8) dan variabel produksi kakao (X_3). variabel produksi kelapa (X_4) dan variabel luas lahan kelapa (X_9).

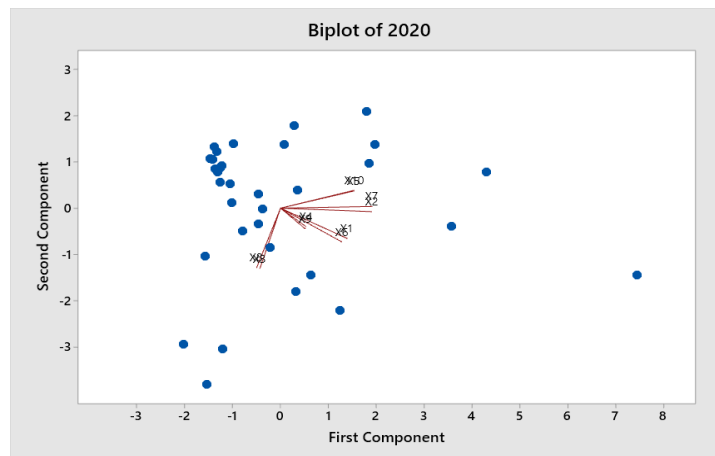
Jika dilihat dari hubungan antara objek (misalnya provinsi) dengan vektor variabel, objek yang sejajar dengan vektor variabel biasanya memiliki nilai yang relatif tinggi pada variabel tersebut, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.14.



Gambar 4. 14 Skor PC per provinsi 2019

Berdasarkan Gambar 4.13 dan Gambar 4.14 Provinsi Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Gorontalo, Sumatera Barat, dan NTT memiliki X_3 dan X_8 yang lebih tinggi dari provinsi lain. Provinsi Lampung, Aceh, Jawa Tengah, Sumatera Utara, dan Sumatera selatan memiliki X_1 dan X_6 lebih tinggi dari provinsi lain. Sedangkan untuk provinsi Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Jambi, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Riau memiliki X_2 , X_7 , X_4 , X_9 , X_5 , dan X_{10} lebih tinggi dari pada provinsi lainnya.

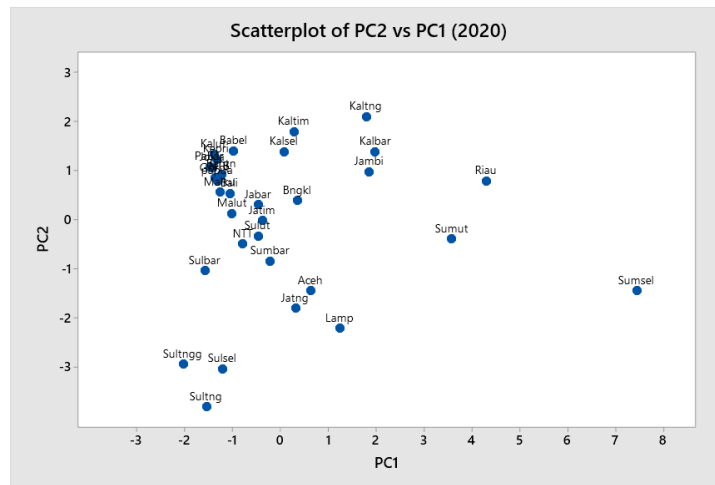
Biplot karakteristik perkebunan karet dapat dilihat pada Gambar 4.15



Gambar 4. 15 Biplot Karakteristik Produksi Perkebunan 2020

Berdasarkan Gambar 4.15 dapat dilihat bahwa variabel luas lahan kelapa sawit (X_{10}) berkorelasi dengan variabel produksi kelapa sawit (X_5). variabel luas lahan karet (X_7) berkorelasi dengan variabel produksi karet (X_2).variabel luas lahan kopi (X_6) berkorelasi dengan variabel produksi kopi (X_1).variabel luas lahan kakao (X_8) berkorelasi dengan variabel produksi kakao (X_3).variabel produksi kelapa (X_4) berkorelasi dengan variabel luas lahan kelapa (X_9).

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 seperti pada Gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Skor PC setiap provinsi pada matriks data tahun 2020

Berdasarkan Gambar 4.15 dan Gambar 4.16 Provinsi Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Gorontalo, Sumatera Barat, dan NTT memiliki X_3 dan X_8 yang lebih tinggi dari provinsi lain. Provinsi Lampung, Aceh, Jawa Tengah, Sumatera Utara, dan Sumatera selatan memiliki X_1 dan X_6 lebih tinggi dari provinsi lain. Sedangkan untuk provinsi Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Jambi, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Riau memiliki $X_2, X_7, X_4, X_9, X_5,$ dan X_{10} lebih tinggi dari pada provinsi lainnya.

Dapat dilihat pada biplot Gambar 4.11 sampai Gambar 4.16 dari tahun 2018 hingga tahun 2020 Jika dilihat dari konfigurasi analisis baru memiliki hasil yang cenderung hampir sama di setiap tahunnya baik posisi Variabel objeknya. Berdasarkan entri-entri pada vektor –vektor eigen dan skor komponen pada Lampiran 2 dan Tabel 4.2, maka nilai-nilai tersebut untuk tahun 2018 sampai tahun 2020 selisihnya sangat kecil.

Tabel 4. 2 Skor Komponen dan vektor variabel untuk Biplot

	Provinsi	Tahun 2018		Tahun 2019		Tahun 2020	
		PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
Skor Komponen	Aceh	0,649	-1,647	0,643	-1,671	0,628	-1,446
	Sumatera Utara	3,541	-0,364	3,606	-0,441	3,574	-0,396
	Sumatera Barat	-0,214	-1,008	-0,198	-0,890	-0,215	-0,846
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	Papua Barat	-1,457	0,754	-1,461	0,818	-1,478	1,075
Vektor Variabel	X1	0,348	-0,367	0,346	-0,359	0,342	-0,294
	X2	0,467	-0,077	0,468	-0,068	0,468	-0,034
	X3	-0,104	-0,549	-0,105	-0,561	-0,106	-0,586
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	X10	0,376	0,236	0,378	0,222	0,378	0,173

4.4 Analisis Dua Grup pada Data Produksi Perkebunan Tahun 2018 dengan Tahun 2019

Perbandingan antara dua matriks data (grup) dengan *two groups analysis* dilakukan dengan menggunakan tiga PC pertama hasil PCA untuk setiap matriks data. Tiga PC pertama membentuk sub ruang variabel. Perbandingan hasil PCA tahun 2018 dan tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 4.3. Selanjutnya, tiga PC pertama dari matriks data tahun 2018 dinotasikan sebagai entri matriks L' dan matriks data tahun 2019 dinotasikan sebagai entri matriks M' .

Tabel 4. 3 Tiga PC pertama dari matriks data tahun 2018 dan tahun 2019

Variabel	Entri Matrik L'			Entri Matriks M'		
	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3
Produksi kopi (x1)	0,348	-0,3673	-0,198	0,345	-0,358	-0,219
Produksi karet	0,467	- 0,077	-0,118	0,468	-0,068	-0,117
Produksi kakao	-0,103	-0,548	0,219	-0,105	-0,561	0,191
Produksi kelapa	0,122	0,020	0,608	0,123	-0,007	0,607
Produksi kelapa sawit	0,375	0,225	0,166	0,376	0,213	0,174
Luas lahan kopi	0,317	-0,401	-0,176	0,315	-0,392	-0,199
Luas lahan karet	0,471	-0,013	-0,090	0,470	-0,012	-0,096
Luas lahan kakao	-0,120	-0,538	0,239	-0,121	-0,549	0,209
Luas lahan kelapa	0,116	0,005	0,610	0,119	-0,028	0,611
Luas lahan kelapa sawit	0,376	0,235	0,177	0,378	0,222	0,187

4.4.1 Perbandingan antara grup tahun 2018 dan tahun 2019 pada $k=1$

Berdasarkan output analisis vektor pada PCA matriks data tahun 2018 dengan tahun 2019, menggunakan persamaan $N = LM'ML'$ maka diperoleh matriks N :

$$N = \begin{pmatrix} 0,345 & 0,468 & -0,105 & 0,123 & 0,376 & 0,315 & 0,470 & -0,121 & 0,119 & 0,378 \\ 0,348 & 0,467 & -0,103 & 0,122 & 0,375 & 0,317 & 0,471 & -0,120 & 0,116 & 0,376 \end{pmatrix}$$

$$N = [0,999970]$$

Sehingga didapat nilai senilai $\lambda_1 = 1$ dan vektor eigen $[a_1] = [1]$. Kemudian dicari nilai sudut kritisnya dengan menggunakan Persamaan 2.9 didapat $0,00775^\circ$.

Kemudian setelah mendapatkan nilai sudut kritisnya, selanjutnya mencari nilai bisektor dengan menggunakan rumus Persamaan 2.10 yaitu,

$$c_i = \{2(1 + \sqrt{\lambda_i})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} M' M \right) b_i \text{ sehingga di dapat :}$$

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_1})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} M' M \right) \underline{b_1}$$

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_1})\}^{-1/2} \left(\underline{b_1} + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} M' M \underline{b_1} \right)$$

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{1})\}^{-1/2} \left(\begin{bmatrix} 0,348 \\ 0,467 \\ -0,104 \\ 0,123 \\ 0,375 \\ 0,317 \\ 0,472 \\ -0,121 \\ 0,117 \\ 0,376 \end{bmatrix} + \frac{1}{\sqrt{1}} \begin{bmatrix} 0,345 \\ 0,468 \\ -0,105 \\ 0,123 \\ 0,376 \\ 0,315 \\ 0,470 \\ -0,121 \\ 0,119 \\ 0,378 \end{bmatrix} \right)$$

$$c_1 = 0,5 \begin{bmatrix} 0,693785 \\ 0,935482 \\ -0,209115 \\ 0,246039 \\ 0,752789 \\ 0,633128 \\ 0,942434 \\ -0,241832 \\ 0,236136 \\ 0,754464 \end{bmatrix}$$

$$c_1 = \begin{bmatrix} 0,346892 \\ 0,467741 \\ -0,104558 \\ 0,123109 \\ 0,376395 \\ 0,316564 \\ 0,471217 \\ -0,120916 \\ 0,118068 \\ 0,377232 \end{bmatrix}$$

4.4.2 Perbandingan antara grup tahun 2018 dan tahun 2019 pada $k=2$

Berdasarkan output analisis vektor pada PCA matriks data tahun 2018 dengan tahun 2019, menggunakan persamaan $N = LM'ML'$ maka diperoleh matriks N :

$$N = \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0,348 & 0,467 & -0,103 & 0,122 & 0,375 & 0,317 & 0,471 & -0,120 & 0,116 & 0,376 \\ -0,367 & -0,077 & -0,548 & 0,020 & 0,225 & -0,401 & -0,013 & -0,538 & 0,005 & 0,235 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0,345 & -0,358 \\ 0,468 & -0,068 \\ -0,105 & -0,561 \\ 0,123 & -0,007 \\ 0,376 & 0,213 \\ 0,315 & -0,392 \\ 0,470 & -0,012 \\ -0,121 & -0,549 \\ 0,119 & -0,028 \\ 0,378 & 0,222 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 0,345 & 0,468 & -0,105 & 0,123 & 0,376 & 0,315 & 0,470 & -0,121 & 0,119 & 0,378 \\ -0,358 & -0,068 & -0,561 & -0,007 & 0,213 & -0,392 & -0,012 & -0,549 & -0,028 & 0,222 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0,348 & -0,367 \\ 0,467 & -0,077 \\ -0,103 & -0,548 \\ 0,122 & 0,020 \\ 0,375 & 0,225 \\ 0,317 & -0,401 \\ 0,471 & -0,013 \\ -0,120 & -0,538 \\ 0,116 & 0,005 \\ 0,376 & 0,235 \end{bmatrix} \end{pmatrix}$$

$$N = \begin{bmatrix} 0,999858 & 0,003015 \\ 0,003015 & 0,925597 \end{bmatrix}$$

Sehingga didapat nilai eigen senilai $\lambda_1 = 0,99999$; $\lambda_2 = 0,99726$; dan vektor eigen padananya $[\underline{a}_1 \quad \underline{a}_2] = \begin{bmatrix} 0,998502 & -0,054718 \\ 0,054718 & 0,998502 \end{bmatrix}$. Kemudian nilai sudut kritisnya dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9), sehingga didapat $0,0047^\circ$ dan $0,07404^\circ$.

Kemudian setelah mendapatkan nilai sudut kritisnya, selanjutnya mencari nilai bisektor dengan menggunakan persamaan (2.10) yaitu,

$$c_i = \{2(1 + \sqrt{\lambda_i})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} M'M \right) b_i \text{ sehingga didapat :}$$

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_1})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} M'M \right) \underline{b}_1$$

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_1})\}^{-1/2} \left(\underline{b}_1 + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} M'M \underline{b}_1 \right)$$

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{0,999992})\}^{-1/2} \begin{pmatrix} 0,327 \\ 0,462 \\ -0,133 \\ 0,123 \\ 0,387 \\ 0,295 \\ 0,471 \\ -0,149 \\ 0,116 \\ 0,388 \end{pmatrix} + \frac{1}{\sqrt{0,999992}} \begin{pmatrix} -0,372 \\ -0,087 \\ -0,556 \\ -0,013 \\ 0,197 \\ -0,405 \\ -0,031 \\ -0,543 \\ -0,033 \\ 0,206 \end{pmatrix}$$

$$c_1 = 0,5 \begin{pmatrix} -0,7448 \\ -0,17474 \\ -1,11304 \\ -0,02533 \\ 0,3955 \\ -0,81026 \\ -0,06319 \\ -1,0876 \\ -0,06725 \\ 0,41344 \end{pmatrix}$$

$$c_1 = \begin{pmatrix} -0,372399 \\ -0,087371 \\ -0,556519 \\ -0,012664 \\ 0,197748 \\ -0,405129 \\ -0,031596 \\ -0,543802 \\ -0,033627 \\ 0,206721 \end{pmatrix}$$

Setelah mendapat nilai bisektor dengan nilai eigen pertama, maka selanjutnya menentukan nilai bisektor pada nilai eigen kedua. Perbandingan matriks data tahun 2018 dengan 2019 pada k=2 menggunakan 2 nilai eigen pertama.

$$c_2 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_2})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} M' M \right) \underline{b_2}$$

$$c_2 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_2})\}^{-1/2} \left(\underline{b_2} + \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} M' M \underline{b_2} \right)$$

$$c_2 = \{2(1 + \sqrt{0,99726})\}^{-1/2} \begin{pmatrix} -0,385 \\ -0,102 \\ -0,542 \\ 0,013 \\ 0,204 \\ -0,418 \\ -0,039 \\ -0,531 \\ -0,001 \\ 0,214 \end{pmatrix} + \frac{1}{\sqrt{0,99726}} \begin{pmatrix} -0,372 \\ -0,087 \\ -0,556 \\ -0,012 \\ 0,197 \\ -0,405 \\ -0,031 \\ -0,543 \\ -0,033 \\ 0,206 \end{pmatrix}$$

$$c_2 = 0,5 \begin{pmatrix} -0,74531 \\ -0,17486 \\ -1,1138 \\ -0,02534 \\ 0,39577 \\ -0,81081 \\ -0,06324 \\ -1,08835 \\ -0,0673 \\ 0,41372 \end{pmatrix}$$

$$c_2 = \begin{pmatrix} -0,372782 \\ -0,087461 \\ -0,55709 \\ -0,012677 \\ 0,197951 \\ -0,405545 \\ -0,031629 \\ -0,544361 \\ -0,033662 \\ 0,206933 \end{pmatrix}$$

4.4.3 Perbandingan antara grup tahun 2018 dan tahun 2019 pada $k=3$

Berdasarkan output analisis vektor pada PCA matriks data tahun 2018 dengan tahun 2019, menggunakan persamaan $N = LM'ML'$ maka diperoleh nilai eigen dari matriks N :

$$N = \begin{pmatrix} \begin{matrix} 0,348 & 0,467 & -0,103 & 0,122 & 0,375 & 0,317 & 0,471 & -0,120 & 0,116 & 0,376 \\ -0,367 & -0,077 & -0,548 & 0,020 & 0,225 & -0,401 & -0,013 & -0,538 & 0,005 & 0,235 \\ -0,198 & -0,118 & 0,219 & 0,608 & 0,166 & -0,176 & -0,090 & 0,239 & 0,610 & 0,177 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,345 & -0,358 & -0,219 \\ 0,468 & -0,068 & -0,117 \\ -0,105 & -0,561 & 0,191 \\ 0,123 & -0,007 & 0,607 \\ 0,376 & 0,213 & 0,174 \\ 0,315 & -0,392 & -0,199 \\ 0,470 & -0,012 & -0,096 \\ -0,121 & -0,549 & 0,209 \\ 0,119 & -0,028 & 0,611 \\ 0,378 & 0,222 & 0,187 \end{matrix} \end{pmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0,345 & 0,468 & -0,105 & 0,123 & 0,376 & 0,315 & 0,470 & -0,121 & 0,119 & 0,378 \\ -0,358 & -0,068 & -0,561 & -0,007 & 0,213 & -0,392 & -0,012 & -0,549 & -0,028 & 0,222 \\ -0,219 & -0,117 & 0,191 & 0,607 & 0,174 & -0,199 & -0,096 & 0,209 & 0,611 & 0,187 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} 0,348 & -0,367 & -0,198 \\ 0,467 & -0,077 & -0,118 \\ -0,103 & -0,548 & 0,219 \\ 0,122 & 0,020 & 0,608 \\ 0,375 & 0,225 & 0,166 \\ 0,317 & -0,401 & -0,176 \\ 0,471 & -0,013 & -0,090 \\ -0,120 & -0,538 & 0,239 \\ 0,116 & 0,005 & 0,610 \\ 0,376 & 0,235 & 0,177 \end{pmatrix}$$

$$N = \begin{bmatrix} 0,99999 & -0,000003 & -0,000016 \\ -0,00000 & 0,999939 & -0,000032 \\ -0,000002 & -0,000032 & 0,999927 \end{bmatrix}$$

Sehingga di dapat nilai eigen valuenya senilai $\lambda_1 = 1$; $\lambda_2 = 0,9996$; $\lambda_3 = 0,9994$ dan vector eigen senilai $[\underline{a}_1 \quad \underline{a}_2 \quad \underline{a}_3] =$

$$\begin{bmatrix} 0,95911 & 0,241576 & 0,147444 \\ 0,100854 & -0,778507 & 0,619479 \\ -0,264437 & 0,579281 & 0,771042 \end{bmatrix}. \text{ Kemudian dicari nilai sudut kritisnya dengan}$$

menggunakan Persamaan (2.9) didapat 0° ; $0,00894^\circ$; dan $0,01414^\circ$.

Kemudian setelah mendapatkan nilai sudut kritisnya, selanjutnya mencari nilai bisektor dengan menggunakan rumus $c_i = \{2(1 + \sqrt{\lambda_i})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} M'M \right) b_i$ sehingga didapat :

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_1})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} M'M \right) \underline{b}_1$$

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_1})\}^{-1/2} \left(\underline{b}_1 + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} M'M \underline{b}_1 \right)$$

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{1})\}^{-1/2} \left(\begin{bmatrix} 0,349 \\ 0,471 \\ -0,212 \\ -0,041 \\ 0,339 \\ 0,311 \\ 0,475 \\ -0,233 \\ -0,048 \\ 0,337 \end{bmatrix} + \frac{1}{\sqrt{1}} \begin{bmatrix} 0,349 \\ 0,472 \\ -0,213 \\ -0,041 \\ 0,339 \\ 0,311 \\ 0,474 \\ -0,232 \\ -0,048 \\ 0,338 \end{bmatrix} \right)$$

$$c_1 = 0,5 \begin{bmatrix} 0,698563 \\ 0,943747 \\ -0,426205 \\ -0,0828 \\ 0,678592 \\ 0,622015 \\ 0,950035 \\ -0,46516 \\ -0,097567 \\ 0,676007 \end{bmatrix}$$

$$c_1 = \begin{bmatrix} 0,349281 \\ 0,471874 \\ -0,213102 \\ -0,0414 \\ 0,339296 \\ 0,311008 \\ 0,475018 \\ -0,23258 \\ -0,048783 \\ 0,338003 \end{bmatrix}$$

Setelah mendapat nilai bisektor dengan nilai eigen pertama, maka selanjutnya cari nilai bisektor dengan nilai eigen kedua dengan cara yang sama dengan mencari nilai bisektor menggunakan nilai eigen kedua.

$$c_2 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_2})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} M' M \right) \underline{b_2}$$

$$c_2 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_2})\}^{-1/2} \left(\underline{b_2} + \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} M' M \underline{b_2} \right)$$

$$c_2 = \{2(1 + \sqrt{0,999996})\}^{-1/2} \left(\begin{bmatrix} 0,254 \\ 0,104 \\ 0,529 \\ 0,366 \\ 0,012 \\ 0,286 \\ 0,072 \\ 0,528 \\ 0,377 \\ 0,010 \end{bmatrix} + \frac{1}{\sqrt{0,999996}} \begin{bmatrix} 0,254 \\ 0,104 \\ 0,531 \\ 0,362 \\ 0,012 \\ 0,286 \\ 0,071 \\ 0,527 \\ 0,380 \\ 0,012 \end{bmatrix} \right)$$

$$c_2 = 0,5 \begin{bmatrix} 0,50978 \\ 0,10908 \\ 1,06051 \\ 72896 \\ 0,02372 \\ 0,573 \\ 0,14393 \\ 1,05602 \\ 0,75833 \\ 0,02202 \end{bmatrix}$$

$$c_2 = \begin{bmatrix} 0,25489 \\ 0,104541 \\ 0,530257 \\ 0,36448 \\ 0,011858 \\ 0,2865 \\ 0,071963 \\ 0,528013 \\ 0,379166 \\ 0,01101 \end{bmatrix}$$

Setelah mendapat nilai bisektor dengan nilai eigen pertama, maka selanjutnya menentukan nilai bisektor pada nilai eigen ketiga dengan cara yang sama seperti mencari nilai bisektor menggunakan nilai eigen pertama, dan kedua Perbandingan matriks data tahun 2018 dengan tahun 2019 pada k=3 menggunakan 3 nilai eigen pertama.

$$c_3 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_3})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_3}} M' M \right) \underline{b_3}$$

$$c_3 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_3})\}^{-1/2} \left(\underline{b_3} + \frac{1}{\sqrt{\lambda_3}} M' M \underline{b_3} \right)$$

$$c_3 = \{2(1 + \sqrt{0,99998})\}^{-1/2} \left(\begin{bmatrix} -0,329 \\ -0,070 \\ -0,186 \\ 0,499 \\ 0,323 \\ -0,338 \\ -0,008 \\ -0,166 \\ 0,491 \\ 0,337 \end{bmatrix} + \frac{1}{\sqrt{0,99998}} \begin{bmatrix} -0,331 \\ -0,062 \\ -0,186 \\ 0,501 \\ 0,320 \\ -0,338 \\ -0,013 \\ -0,168 \\ 0,491 \\ 0,336 \end{bmatrix} \right)$$

$$c_3 = 0,5 \begin{bmatrix} -0,66049 \\ -0,13286 \\ -0,37303 \\ 1,00106 \\ 0,64368 \\ -0,67707 \\ -0,02169 \\ -0,33483 \\ 0,9823 \\ 0,67415 \end{bmatrix}$$

$$c_3 = \begin{bmatrix} -0,33025 \\ -0,66431 \\ -0,186517 \\ 0,500538 \\ 0,321844 \\ -0,338537 \\ -0,010844 \\ -0,167416 \\ 0,491156 \\ 0,337078 \end{bmatrix}$$

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Perbandingan grup Tahun 2018 dengan Tahun 2019

Variabel Dimensi	Dimensi Perbandingan k					
	C_1	C_1	C_2	C_1	C_2	C_3
X1	0,346892	-0,372399	-0,372782	0,349281	0,25489	-0,33025
X2	0,467741	-0,08737	-0,087461	0,471874	0,104541	-0,66431
X3	-0,104558	-0,556519	-0,55709	-0,213102	0,530257	-0,186517
X4	0,123109	-0,012664	-0,012677	-0,0414	0,36448	0,500538
X5	0,376395	0,197748	0,197951	0,339296	0,011858	0,321844
X6	0,316564	-0,405129	-0,405545	0,311008	0,2865	-0,338537
X7	0,471217	-0,031596	-0,031629	0,475018	0,071963	-0,010844
X8	-0,12091	-0,543802	-0,54436	-0,23258	0,528013	-0,167416
X9	0,118068	-0,03362	-0,03366	-0,048783	0,379166	0,491156
X10	0,377232	0,206721	0,206933	0,338003	0,01101	0,337078
Sudut Kritis	0,00775°	0,0047°	0,07404°	0°	0,00894°	0,01414°

Berdasarkan tabel 4.4, dapat dilihat dari sudut yang terbentuk berdasarkan dimensi perbandingan sangat kecil. Hal ini menyatakan bahwa grup (matriks data) tahun 2018 dengan tahun 2019 cenderung mirip. Sehingga dapat dilihat dari setiap dimensi perbandingan bisektor dapat disimpulkan bahwa variabel-variabel yang diteliti menunjukkan kemiripan. Dan jika dilihat dari sudut kritis yang

terbentuk maka dapat kita simpulkan bahwa antara tahun 2018 dengan tahun 2019 menunjukkan kemiripan. Variabel yang dominan menentukan dominan adalah semua variabel produksi hasil perkebunan dan luas lahan dari masing-masing produk.

4.5 Analisis Dua Grup pada Data Produksi Perkebunan tahun 2019 dengan 2020

Perbandingan antara dua Matriks data (grup) dengan *two groups analysis* dimana dilakukan dengan menggunakan tiga PC pertama hasil PCA untuk setiap matriks data. Perbandingan tahun 2019 dan 2020 dapat dilihat pada Tabel 4.5 tiga PC pertama dari tahun 2019 (sebagai entri matriks L') dan tahun 2020 (sebagai entri matriks M').

Tabel 4. 5 Tiga PC pertama dari matriks data tahun 2019 dan tahun 2020

Variabel	Entri Matriks L'			Entri Matriks M'		
	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3
Produksi kopi	0,345	-0,358	-0,219	0,342	-0,293	-0,298
Produksi karet	0,468	-0,068	-0,117	0,467	-0,033	-0,141
Produksi kakao	-0,105	-0,561	0,191	-0,105	-0,585	0,037
Produksi kelapa	0,123	-0,007	0,607	0,131	-0,180	0,578
Produksi kelapa sawit	0,376	0,213	0,174	0,377	0,166	0,227
Luas lahan kopi	0,315	-0,392	-0,199	0,314	-0,327	-0,313
Luas lahan karet	0,470	-0,012	-0,096	0,469	0,016	-0,105
Luas lahan kakao	-0,121	-0,549	0,209	-0,122	-0,575	0,053
Luas lahan Kelapa	0,119	-0,028	0,611	0,127	-0,200	0,576
Luas lahan kelapa sawit	0,378	0,222	0,187	0,378	0,173	0,242

4.5.1 Perbandingan antara grup tahun 2019 dan tahun 2020 pada $k=1$

Berdasarkan output analisis vektor pada PCA matriks data tahun 2019 dengan tahun 2020, menggunakan persamaan $N = LM'ML'$ maka diperoleh nilai eigen dari matriks N:

$$N = \begin{bmatrix} 0,345 & 0,468 & -0,105 & 0,123 & 0,376 & 0,315 & 0,470 & -0,121 & 0,119 & 0,378 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,342 \\ 0,467 \\ -0,105 \\ 0,131 \\ 0,377 \\ 0,314 \\ 0,469 \\ -0,122 \\ 0,127 \\ 0,378 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0,342 & 0,467 & -0,105 & 0,131 & 0,377 & 0,314 & 0,469 & -0,122 & 0,127 & 0,378 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,345 \\ 0,468 \\ -0,105 \\ 0,123 \\ 0,376 \\ 0,315 \\ 0,470 \\ -0,121 \\ 0,119 \\ 0,378 \end{bmatrix}$$

$$N = [0,999857]$$

Sehingga di dapat nilai eigen valuenya senilai $\lambda_1 = 0,999857$ dan vector eigen senilai $[\underline{a}_1] = [1]$. Kemudian dicari nilai sudut kritisnya dengan menggunakan persamaan 2.9 didapat $0,016912^\circ$.

Kemudian setelah mendapatkan nilai sudut kritisnya, selanjutnya mencari nilai bisector dengan menggunakan rumus $c_i = \{2(1 + \sqrt{\lambda_i})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} M'M \right) b_i$ sehingga di dapat :

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_1})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} M'M \right) \underline{b}_1$$

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_1})\}^{-1/2} \left(\underline{b}_1 + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} M'M \underline{b}_1 \right)$$

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{0,999857})\}^{-1/2} \begin{pmatrix} 0,345 \\ 0,468 \\ -0,105 \\ 0,123 \\ 0,377 \\ 0,315 \\ 0,470 \\ -0,121 \\ 0,119 \\ 0,378 \end{pmatrix} + \frac{1}{\sqrt{0,999857}} \begin{pmatrix} 0,342 \\ 0,467 \\ -0,105 \\ 0,131 \\ 0,377 \\ 0,314 \\ 0,469 \\ -0,122 \\ 0,127 \\ 0,377 \end{pmatrix}$$

$$c_1 = 0,5 \begin{pmatrix} 0,687863 \\ 0,935743 \\ -0,211304 \\ 0,25481 \\ 0,754078 \\ 0,62988 \\ 0,940141 \\ -0,243612 \\ 0,246318 \\ 0,756278 \end{pmatrix}$$

$$c_1 = \begin{pmatrix} 0,343931 \\ 0,467872 \\ -0,105652 \\ 0,127405 \\ 0,377039 \\ 0,31494 \\ 0,47007 \\ -0,121806 \\ 0,123159 \\ 0,378139 \end{pmatrix}$$

4.5.2 Perbandingan antara grup tahun 2019 dan tahun 2020 pada $k=2$

Berdasarkan output analisis vektor pada PCA matriks data tahun 2019 dengan tahun 2020, menggunakan persamaan $N = LM'ML'$ maka diperoleh nilai eigen dari matriks N :

$$N = \begin{pmatrix} 0,345 & 0,468 & -0,105 & 0,123 & 0,376 & 0,315 & 0,470 & -0,121 & 0,119 & 0,378 \\ -0,358 & -0,068 & -0,561 & -0,007 & 0,213 & -0,392 & -0,012 & -0,549 & -0,028 & 0,222 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,342 & -0,293 \\ 0,467 & -0,033 \\ -0,105 & -0,585 \\ 0,131 & -0,180 \\ 0,377 & 0,166 \\ 0,314 & -0,327 \\ 0,469 & 0,016 \\ -0,122 & -0,575 \\ 0,127 & -0,200 \\ 0,378 & 0,173 \end{pmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0,342 & 0,467 & -0,105 & 0,131 & 0,377 & 0,314 & 0,469 & -0,122 & 0,127 & 0,378 \\ -0,293 & -0,033 & -0,585 & -0,180 & 0,166 & -0,327 & 0,016 & -0,575 & -0,200 & 0,173 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} 0,345 & -0,358 \\ 0,468 & -0,068 \\ -0,105 & -0,561 \\ 0,123 & -0,007 \\ 0,376 & 0,213 \\ 0,315 & -0,392 \\ 0,470 & -0,012 \\ -0,121 & -0,549 \\ 0,119 & -0,028 \\ 0,378 & 0,222 \end{pmatrix}$$

$$N = \begin{bmatrix} 0,999858 & 0,003015 \\ 0,003015 & 0,925597 \end{bmatrix}$$

Sehingga di dapat nilai eigen valuenya senilai $\lambda_1 = 0,99998$; $\lambda_2 = 0,92545$ dan vector eigen senilai $[\underline{a}_1 \quad \underline{a}_2] = \begin{bmatrix} 0,999180 & -0,040498 \\ 0,040498 & 0,999180 \end{bmatrix}$. Kemudian dicari nilai sudut kritisnya dengan menggunakan persamaan 2.9 didapat $0,004472^\circ$ dan $0,276512^\circ$.

Kemudian setelah mendapatkan nilai sudut kritisnya, selanjutnya mencari nilai bisector dengan menggunakan rumus $c_i = \{2(1 + \sqrt{\lambda_i})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} M' M \right) b_i$ sehingga di dapat :

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_1})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} M' M \right) \underline{b}_1$$

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_1})\}^{-1/2} \left(\underline{b}_1 + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} M' M \underline{b}_1 \right)$$

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{0,99998})\}^{-1/2} \left(\begin{bmatrix} 0,331 \\ 0,465 \\ -0,128 \\ 0,123 \\ 0,385 \\ 0,299 \\ 0,469 \\ -0,143 \\ 0,118 \\ 0,386 \end{bmatrix} + \frac{1}{\sqrt{1}} \begin{bmatrix} 0,330 \\ 0,465 \\ -0,129 \\ 0,124 \\ 0,383 \\ 0,301 \\ 0,469 \\ -0,145 \\ 0,119 \\ 0,384 \end{bmatrix} \right)$$

$$c_1 = 0,5 \begin{bmatrix} 0,661108 \\ 0,930904 \\ -0,257184 \\ 0,247127 \\ 0,76876 \\ 0,600475 \\ 0,939562 \\ -0,288588 \\ 0,236968 \\ 0,771584 \end{bmatrix}$$

$$c_1 = \begin{bmatrix} 0,330555 \\ 0,465453 \\ -0,128592 \\ 0,123564 \\ 0,384381 \\ 0,300238 \\ 0,469782 \\ -0,144294 \\ 0,118484 \\ 0,385793 \end{bmatrix}$$

Setelah mendapat nilai bisector dengan nilai eigen pertama, maka selanjutnya cari nilai bisector dengan nilai eigen kedua, karena perbandingan tahun 2018 dengan 2019 dimana $k=2$ sehingga menggunakan 2 nilai eigen pertama.

$$c_2 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_2})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} M' M \right) \underline{b_2}$$

$$c_2 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_2})\}^{-1/2} \left(\underline{b_2} + \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} M' M \underline{b_2} \right)$$

$$c_2 = \{2(1 + \sqrt{0,92545})\}^{-1/2} \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} -0,372 \\ -0,087 \\ -0,556 \\ -0,012 \\ 0,197 \\ -0,405 \\ -0,031 \\ -0,543 \\ -0,033 \\ 0,206 \end{bmatrix} + \frac{1}{\sqrt{1}} \begin{bmatrix} -0,295 \\ -0,050 \\ -0,558 \\ -0,178 \\ 0,145 \\ -0,326 \\ -0,002 \\ -0,548 \\ -0,197 \\ 0,151 \end{bmatrix} \end{pmatrix}$$

$$c_2 = 0,5 \begin{bmatrix} -0,67967 \\ -0,13976 \\ -1,13755 \\ -0,19806 \\ 0,34917 \\ -0,74441 \\ -0,03386 \\ -1,11439 \\ -0,23936 \\ 0,36461 \end{bmatrix}$$

$$c_2 = \begin{bmatrix} -0,343108 \\ -0,070552 \\ -0,574253 \\ -0,099985 \\ 0,176269 \\ -0,375791 \\ -0,017093 \\ -0,562562 \\ -0,120833 \\ 0,184061 \end{bmatrix}$$

4.5.3 Perbandingan antara grup tahun 2019 dan tahun 2020 pada $k=3$

Berdasarkan output analisis vektor pada PCA matriks data tahun 2019 dengan tahun 2020, menggunakan persamaan $N = LM'ML'$ maka diperoleh nilai eigen dari matriks N :

$$N = \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0,345 & 0,468 & -0,105 & 0,123 & 0,376 & 0,315 & 0,470 & -0,121 & 0,119 & 0,378 \\ -0,358 & -0,068 & -0,561 & -0,007 & 0,213 & -0,392 & -0,012 & -0,549 & -0,028 & 0,222 \\ -0,219 & -0,117 & 0,191 & 0,607 & 0,174 & -0,199 & -0,096 & 0,209 & 0,611 & 0,187 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0,342 & -0,293 & -0,173 \\ 0,467 & -0,033 & -0,141 \\ -0,105 & -0,585 & 0,037 \\ 0,131 & -0,180 & 0,578 \\ 0,377 & 0,166 & 0,227 \\ 0,314 & -0,327 & -0,313 \\ 0,469 & 0,016 & -0,105 \\ -0,122 & -0,575 & 0,053 \\ 0,127 & -0,200 & 0,576 \\ 0,378 & 0,173 & 0,242 \end{bmatrix} \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0,342 & 0,467 & -0,105 & 0,131 & 0,377 & 0,314 & 0,469 & -0,122 & 0,127 & 0,378 \\ -0,293 & -0,033 & -0,585 & -0,180 & 0,166 & -0,327 & 0,016 & -0,575 & -0,200 & 0,173 \\ -0,173 & -0,141 & 0,037 & 0,578 & 0,227 & -0,313 & -0,105 & 0,053 & 0,576 & 0,242 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0,345 & -0,358 & -0,219 \\ 0,468 & -0,068 & -0,117 \\ -0,105 & -0,561 & 0,191 \\ 0,123 & -0,007 & 0,607 \\ 0,376 & 0,213 & 0,174 \\ 0,315 & -0,392 & -0,199 \\ 0,470 & -0,012 & -0,096 \\ -0,121 & -0,549 & 0,209 \\ 0,119 & -0,028 & 0,611 \\ 0,378 & 0,222 & 0,187 \end{bmatrix} \end{pmatrix}$$

$$N = \begin{bmatrix} 0,999971 & 0,000121 & 0,000044 \\ 0,0000121 & 0,999447 & -0,000064 \\ 0,000044 & -0,000064 & 0,999573 \end{bmatrix}$$

Sehingga di dapat nilai eigen valuenya senilai $\lambda_1 = 1$; $\lambda_2 = 0,9996$; $\lambda_3 = 0,9994$

dan vektor eigen senilai $[\underline{a}_1 \quad \underline{a}_2 \quad \underline{a}_3] = \begin{bmatrix} 0,976254 & 0,013247 & -0,216223 \\ 0,205064 & -0,378277 & 0,902694 \\ 0,069834 & 0,925598 & 0,372011 \end{bmatrix}$.

Kemudian cari nilai sudut kritisnya dengan menggunakan persamaan 2.9 didapat 0° ; $0,02^\circ$; dan $0,0247^\circ$.

Kemudian setelah mendapatkan nilai sudut kritisnya, selanjutnya mencari nilai bisector dengan menggunakan rumus $c_i = \{2(1 + \sqrt{\lambda_i})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} M' M \right) b_i$

sehingga di dapat :

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_1})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} M' M \right) \underline{b}_1$$

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_1})\}^{-1/2} \left(\underline{b}_1 + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} M' M \underline{b}_1 \right)$$

$$c_1 = \{2(1 + \sqrt{1})\}^{-1/2} \left(\begin{bmatrix} 0,248 \\ 0,434 \\ -0,204 \\ 0,161 \\ 0,423 \\ 0,213 \\ 0,449 \\ -0,216 \\ 0,153 \\ 0,427 \end{bmatrix} + \frac{1}{\sqrt{1}} \begin{bmatrix} 0,248 \\ 0,435 \\ -0,204 \\ 0,161 \\ 0,424 \\ 0,213 \\ 0,450 \\ -0,216 \\ 0,153 \\ 0,427 \end{bmatrix} \right)$$

$$c_1 = 0,5 \begin{bmatrix} 0,496842 \\ 0,869888 \\ -0,408812 \\ 0,322564 \\ 0,848001 \\ 0,427024 \\ 0,900179 \\ -0,433033 \\ 0,306269 \\ 0,85567 \end{bmatrix}$$

$$c_1 = \begin{bmatrix} 0,496842 \\ 0,869888 \\ -0,408812 \\ 0,322564 \\ 0,848001 \\ 0,427024 \\ 0,900179 \\ -0,433033 \\ 0,306269 \\ 0,85567 \end{bmatrix}$$

Setelah mendapat nilai bisektor dengan nilai eigen pertama, maka selanjutnya cari nilai bisektor dengan nilai eigen kedua dengan cara yang sama dengan mencari nilai bisektor menggunakan nilai eigen pertama.

$$c_2 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_2})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} M' M \right) \underline{b_2}$$

$$c_2 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_2})\}^{-1/2} \left(\underline{b_2} + \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} M' M \underline{b_2} \right)$$

$$c_2 = \{2(1 + \sqrt{0,99996})\}^{-1/2} \left(\begin{bmatrix} -0,062 \\ -0,076 \\ 0,388 \\ 0,566 \\ 0,085 \\ -0,031 \\ -0,078 \\ 0,400 \\ 0,578 \\ 0,094 \end{bmatrix} + \frac{1}{\sqrt{0,99996}} \begin{bmatrix} -0,046 \\ -0,080 \\ 0,387 \\ 0,569 \\ 0,085 \\ -0,038 \\ -0,082 \\ 0,394 \\ 0,580 \\ 0,093 \end{bmatrix} \right)$$

$$c_2 = 0,5 \begin{bmatrix} -0,1094 \\ -0,15655 \\ 0,77617 \\ 1,13654 \\ 0,1712 \\ -0,07028 \\ -0,16074 \\ 0,79457 \\ 1,1587 \\ 0,18694 \end{bmatrix}$$

$$c_2 = \begin{bmatrix} -0,054701 \\ -0,078278 \\ 0,388106 \\ 0,568298 \\ 0,085606 \\ -0,035142 \\ -0,080373 \\ 0,397304 \\ 0,579379 \\ 0,093473 \end{bmatrix}$$

Setelah mendapat nilai bisektor dengan nilai eigen pertama, maka selanjutnya cari nilai bisektor dengan nilai eigen kedua dengan cara yang sama dengan mencari nilai bisektor menggunakan nilai eigen pertama, kemudian cari nilai bisektor dengan menggunakan nilai eigen ketiga, karena perbandingan tahun 2018 dengan 2019 dimana $k=3$ sehingga menggunakan 3 nilai eigen pertama.

$$c_3 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_3})\}^{-1/2} \left(I + \frac{1}{\sqrt{\lambda_3}} M' M \right) \underline{b_3}$$

$$c_3 = \{2(1 + \sqrt{\lambda_3})\}^{-1/2} \left(\underline{b_3} + \frac{1}{\sqrt{\lambda_3}} M' M \underline{b_3} \right)$$

$$c_3 = \{2(1 + \sqrt{0,9994})\}^{-1/2} \left(\begin{bmatrix} -0,480 \\ -0,206 \\ -0,412 \\ 0,192 \\ 0,175 \\ -0,496 \\ -0,148 \\ -0,391 \\ 0,175 \\ 0,188 \end{bmatrix} + \frac{1}{\sqrt{0,9994}} \begin{bmatrix} -0,478 \\ -0,209 \\ -0,404 \\ 0,184 \\ 0,186 \\ -0,506 \\ -0,149 \\ -0,383 \\ 0,168 \\ 0,199 \end{bmatrix} \right)$$

$$c_3 = 0,5 \begin{bmatrix} -0,95836 \\ -0,41657 \\ -0,81696 \\ 0,37679 \\ 0,36235 \\ -1,00364 \\ -0,2988 \\ -0,775 \\ 0,34382 \\ 0,38845 \end{bmatrix}$$

$$c_3 = \begin{bmatrix} -0,479216 \\ -0,208302 \\ -0,40951 \\ 0,188407 \\ 0,181191 \\ -0,50186 \\ -0,149414 \\ -0,387527 \\ 0,171922 \\ 0,19424 \end{bmatrix}$$

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Perbandingan grup Tahun 2019 dengan Tahun 2020

Variabel Dimensi	Dimensi Perbandingan k					
	C_1	C_1	C_2	C_1	C_2	C_3
X1	0,343931	0,330555	-0,343108	0,496842	-0,054701	-0,479216
X2	0,467872	0,465453	-0,070552	0,869888	-0,078278	-0,208302
X3	-0,105652	-0,128592	-0,574253	-0,48812	0,388106	0,40951
X4	0,127405	0,123564	-0,099985	0,322564	0,568298	0,188407
X5	0,377039	0,384381	0,176269	0,848001	0,085606	0,181191
X6	0,31494	0,300238	-0,375791	0,427024	-0,035142	-0,50186
X7	0,47007	0,469782	-0,017093	0,900179	-0,080373	-0,149414
X8	-0,121806	-0,144294	-0,562562	-0,433033	0,397304	-0,387527
X9	0,123159	0,118484	-0,120833	0,306269	0,579379	0,171922
X10	0,378139	0,385793	0,184061	0,85567	0,093473	0,19424
Sudut Kritis	0,016912°	0,004472°	0,276512°	0°	0,02°	0,0247°

Berdasarkan tabel 4.6, dapat dilihat dari sudut yang terbentuk berdasarkan dimensi perbandingan sangat kecil. Hal ini menyatakan bahwa grup (matriks data) tahun 2019 dengan tahun 2020 cenderung mirip. Sehingga dapat dilihat dari setiap dimensi perbandingan bisektor dapat disimpulkan bahwa variabel-variabel yang diteliti menunjukkan kemiripan. Dan jika dilihat dari sudut kritis yang terbentuk maka dapat kita simpulkan bahwa antara tahun 2019 dengan tahun 2020 menunjukkan kemiripan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian karakteristik hasil produk perkebunan di Indonesia, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil analisis biplot 3 tahun berturut-turut menunjukkan bahwa konfigurasi koordinat provinsi dan vektor variabel hampir sama. Produksi setiap produk perkebunan berkorelasi sangat kuat dengan luas lahannya masing-masing.
2. Dari hasil perbandingan antara matriks data tahun 2018 dengan tahun 2019 dan antara tahun 2019 dengan tahun 2020, dapat dilihat dari sudut-sudut yang terbentuk antara dua subruang, pada sudut dimensi perbandingan sangat kecil yang menunjukkan kemiripan, variabel yang dominan menentukan kemiripan dari kedua matriks data adalah produksi dan luas lahan dari produk perkebunan itu sendiri.

5.2 Saran

Untuk Penelitian selanjutnya dapat dilakukan penambahan tahun matrik data dan variabel –variabel yang digunakan, serta dapat menerapkan analisis dua grup pada permasalahan perbandingan antara dua subruang dari matriks data yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarita, J. P., & Kartika, I. N. (2015). Pengaruh luas lahan, penggunaan pestisida, tenaga kerja, pupuk terhadap produksi kopi di kecamatan pekutatan kabupaten jembrana. *Jurnal EP Unud*, 4(7), 776–793.
- Amma, M., Saprida, & Salim, A. (2022). Pengaruh Modal, Luas Lahan Dan Harga Jual Terhadap Pendapatan Petani Nanas (Studi Kasus Desa Rengas II Kecamatan Payaraman Kabupaten Ogan Ilir). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Ekonomi Syariah*, 2(1), 53–58.
- Badan pusat statistik. (2020). *Statistik Kakao Indonesia 2020*. Badan pusat statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2023a). Statistik kopi di Indonesia. In *BPS(badan pusat statistik)*.
- Badan Pusat Statistik. (2023b). *Konsep Perkebunan*. Bps.Go.Id.
- Badan Pusat Statistsik. (2022). *Statistik Karet Indonesia 2021* (p. 127).
- Badan Pusat Statistsik. (2023). *Perkebunan*. Bps.Go.Id.
- Fitrianingsih, F., & Sugiyarto, S. (2019). Implementasi Analisa Komponen Utama untuk Mereduksi Variabel yang Mempengaruhi Perbaikan pada Fungsi Ginjal Tikus. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 6(2), 62.
- Ginting, I. P. B., Jamil, M., & Supristiwendi. (2022). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Di PT . Perkebunan Nusantara II Kebun Sawit Seberang Kabupaten Langkat. *Jurnal Penelitian Agrisamudra*, 9(1), 1–8.
- Irmeilyana, Amalia, I., Maiyanti, S. I., & Ngudiantoro. (2022). Model Regresi Data Panel Pada Faktor-Faktor Yang Menentukan Produksi Kopi Di Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2015-2021. *Jurnal Sains Terapan*, 8(1), 45–56.
- Irmeilyana, Cahyani, K. A., & Suprihatin, B. (2023). Aplikasi Analisis Biplot dan Analisis Klaster pada Data Usaha Perkebunan Karet di Indonesia. *Jurnal Penelitian Sains*, 25(1), 41–49.
- Irmeilyana, I. (2019). Aplikasi Perbandingan antar Subruang Variabel pada Tiga Sentra Kerajinan Tenun Songket Palembang. *Jurnal Infomedia*, 4(1), 8.
- Irmeilyana, I., Ngudiantoro, N., & Maiyanti, S. I. (2023). Application of Two Groups Analysis and Cluster Analysis on Comparison of Characteristics of Pagaralam Coffee Farmers Categories. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 17(1), 0101–0112.
- Irmeilyana, Ngudiantoro, Desiani, A., & Rodiah, D. (2019). Deskripsi hubungan luas areal dan produksi perkebunan kopi di provinsi sumatra selatan. *Proseding SEMIRATA BKS PTN Indonesia Barat*, 74–86.

- Izzah, N., & Damayanti, D. (2023). Pengaruh Jumlah Produksi dan Harga terhadap Nilai Ekspor Kakao Indonesia Tahun 2017-2020. *Transparansi : Jurnal Ilmiah Ilmu Administrasi*, 6(1), 78–85.
- Kharisma, B., & Nur, Y. H. (2019). Penentuan Komoditas Perkebunan Unggulan di Provinsi Jawa Barat Bayu. 14(1), 73–104.
- Krzanowski, W. J. (1979). Between-groups comparison of principal components. *Journal of the American Statistical Association*, 74(367), 703–707.
- Leleury, Z. A., & Wokanubun, A. E. (2015). Analisis Biplot Pada Pemetaan Karakteristik Kemiskinan Di Provinsi Maluku. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 9(1), 21–31.
- Ngudiantoro, Irmeilyana, Samsuri, & Suprihatin, B. (2020). Binary Logistic Regression Modeling on Net Income of Pagar Alam Coffee Farmers. *International Journal of Applied Sciences and Smart Technologies*, 2(2), 47–66.
- Nofriadi. (2016). Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Karet di Kecamatan Mestong Kabupaten Muara Jambi (Studi Kasus Desa Muaro Sebapo). *E-Jurnal Ekonomi Sumberdaya Dan Lingkungan*, 1–12.
- Nugroho, S. (2008). *Statiskita Multivariat Terapan*.
- Pradnyawati, I. G. A. B., & Cipta, W. (2021). Pengaruh Luas Lahan, Modal dan Jumlah Produksi Terhadap Pendapatan Petani Sayur di Kecamatan Baturiti. *Ekuitas: Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 9(1), 93.
- Republik Indonesia. (2009). *Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan*. Sekretariat Negara.
- Sangadji, S., Mahulete, A. S., & Marasabessy, D. A. (2022). Studi Produktifitas Tanaman Kelapa (*Cocos Nucifera L.*) di Negeri Tial Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Agrohut*, 13(2), 87–96.
- Tahir, N. I. (2021). Aplikasi Metode Analisis Komponen Utama dalam. *JOMTA Journal of Mathematics: Theory and Applications*, 3(2), 38–44.
- Widodo, A. B., & Mahagiyani. (2022). Analisis kebangkrutan dan mitigasi risiko pada perusahaan perkebunan. *Jurnal Pengelolaan Perkebunan (JPP)*, 3(1), 25–35.
- Widyawati, R. F. (2020). Analisis Keterkaitan Sektor Pertanian Dan Pengaruhnya Terhadap Perekonomian Indonesia (Analisis Input Ouput). *Jurnal Ilmiah Satyagraha*, 3(2), 140–157.

LAMPIRAN

Lampiran 1. a Data produksi dan luas lahan dari 5 produk perkebunan di Indonesia tahun 2018 pada Ditjenbun

No.	Provinsi	p_kopi	p_karet	p_kakao	p_kelapa	p_kelapasawit	La_kopi	La_karet	La_kakao	La_kelapa	La_kelapasawit
1	Aceh	70.774	93.662	39.395	63.500	1.037.402	124.236	99.055	99.492	102.204	494.229
2	Sumut	71.023	418.942	35.430	99.445	5.737.271	93.695	408.258	57.193	110.782	1.551.603
3	Sumbar	18.452	152.474	58.980	77.951	1.248.269	31.622	130.330	121.721	87.415	379.601
4	Riau	3.029	337.261	3.224	392.701	8.496.029	4.769	328.882	5.829	422.594	2.706.892
5	Kepri	0	29.406	2	11.565	28.853	2	23.203	37	32.408	7.875
6	Jambi	15.461	319.470	822	107.854	2.691.270	27.274	389.753	2.617	119.100	1.032.145
7	Sumsel	193.507	1.043.003	4.131	57.732	3.793.622	251.027	858.368	10.791	66.236	1.137.642
8	Babel	9	59.936	303	4.380	900.318	63	47.982	733	8.746	224.514
9	Bngkl	60.346	126.341	3.288	9.179	1.047.729	87.927	103.498	8.080	9.651	311.807
10	Lamp	110.597	174.077	58.271	86.937	487.203	156.919	168.146	80.712	93.329	201.612
11	Jabar	21.119	67.524	2.604	93.625	46.024	42.888	60.358	7.945	151.743	15.676
12	Bantn	2.564	17.607	2.772	43.267	38.406	6.166	17.851	8.082	75.833	19.366
13	Jatim	23.686	38.481	2.067	172.645	0	45.364	31.940	7.099	218.436	0
14	Jokja	483	29	1.773	47.369	0	1.724	31	5.164	40.045	0
15	Jatng	64.529	27.419	20.138	244.060	0	109.758	26.431	54.638	263.347	0
16	Bali	15.243	396	4.709	66.435	0	35.060	375	13.954	71.887	0
17	NTB	5.058	0	1.996	45.555	0	12.272	0	7.764	58.194	0
18	NTT	23.737	0	19.972	69.600	0	72.815	0	61.890	143.927	0
19	Kalbar	3.617	272.329	2.517	83.702	3.086.889	11.717	388.434	11.289	106.809	1.815.133
20	Kalng	397	161.915	1.370	15.696	7.230.094	1.955	288.866	2.305	34.089	1.640.883

21	Kalsel	1.517	188.375	88	25.245	1.464.226	3.053	200.459	685	40.873	542.420
22	Kaltim	297	79.868	2.393	10.675	3.786.477	2.550	66.452	7.298	21.890	1.434.485
23	Kalut	173	799	1.200	507	305.126	1.489	1.506	2.702	1.255	155.154
24	Sulut	3.892	0	5.881	262.521	0	7.634	0	16.448	275.331	0
25	Gornt	165	0	4.852	58.788	9.941	1.551	0	15.038	73.715	10.049
26	Sultng	2.817	4.575	125.473	193.898	383.617	8.883	6.388	283.626	219.964	134.856
27	Sulse	34.716	10.891	124.952	72.069	105.708	73.375	13.952	218.169	102.664	48.766
28	Sulbar	3.198	0	71.787	36.644	386.211	15.510	0	144.971	42.947	167.518
29	Sutngg	2.492	84	123.088	42.784	106.113	8.575	367	254.811	59.715	74.872
30	Maluku	400	1.393	8.237	103.002	23.590	1.254	6.517	26.105	114.412	11.117
31	Malut	10	0	9.584	209.791	0	120	0	24.933	201.684	0
32	papua	2.742	4.103	10.841	15.244	345.115	11.558	3.986	34.500	25.458	157.223
33	PaBar	1	0	5.239	15.782	98.127	22	0	14.394	21.268	50.912

Lampiran 1. b Data produksi dan luas lahan dari 5 produk perkebunan di Indonesia tahun 2019 pada Ditjenbun

No.	Provinsi	p_kopi	p_karet	p_kakao	p_kelapa	p_kelapasawit	La_kopi	La_karet	La_kakao	La_kelapa	La_kelapasawit
1	Aceh	71.182	93.462	44.181	63.586	1.081.822	125.259	99.749	96.468	102.788	500.118
2	Sumut	72.343	403.507	37.543	99.616	6.163.771	97.546	409.507	57.445	114.212	1.601.901
3	Sumbar	17.823	152.091	58.952	76.469	1.298.038	29.631	130.764	108.953	87.615	384.477
4	Riau	3.032	331.059	1.921	391.633	9.127.612	5.068	329.856	5.728	422.589	2.808.668
5	Kepri	0	28.970	2	11.565	31.067	4	23.243	39	33.135	8.012
6	Jambi	16.588	306.942	832	108.744	2.891.336	28.096	390.707	2.640	119.571	1.070.723
7	Sumsel	196.016	944.969	3.957	55.367	4.075.634	251.027	861.640	12.244	64.836	1.178.104
8	Babel	12	59.664	307	4.609	958.013	68	48.033	785	8.652	229.559
9	Bngkl	58.528	125.136	3.270	9.864	1.073.531	86.939	104.095	8.210	10.332	314.493
10	Lamp	110.921	170.715	58.177	85.294	508.772	156.862	172.497	80.706	93.143	203.674
11	Jabar	20.060	62.078	2.395	92.946	49.446	44.118	60.483	7.829	147.308	16.003
12	Bantn	2.567	14.851	2.694	42.801	41.261	6.132	18.012	8.077	75.850	19.949
13	Jatim	24.063	37.730	2.169	169.021	0	45.474	31.973	7.049	219.135	0
14	Jokja	479	24	1.851	45.790	0	1.580	33	5.113	38.745	0
15	Jatng	66.681	26.216	30.950	253.181	0	110.224	26.448	54.408	261.733	0
16	Bali	15.306	397	4.955	67.156	0	35.023	379	13.950	71.839	0
17	NTB	6.586	0	2.219	48.766	0	14.102	0	8.008	59.232	0
18	NTT	23.791	0	20.016	69.671	0	72.264	0	62.484	144.484	0
19	Kalbar	3.614	265.556	2.442	83.826	3.316.363	11.855	389.749	11.348	106.984	1.864.635
20	Kalng	382	153.471	1.404	14.779	7.748.444	2.325	290.111	2.998	32.900	1.675.753

21	Kalsel	1.353	178.480	110	25.161	1.556.612	2.567	201.464	710	40.797	552.569
22	Kaltim	267	72.080	2.360	8.591	4.044.753	2.518	67.187	7.295	21.428	1.461.168
23	Kabut	238	742	1.212	750	327.809	1.367	1.658	2.359	1.153	159.379
24	Sulut	3.681	0	5.804	265.507	0	7.634	0	16.464	275.524	0
25	Gornt	159	0	4.592	60.359	10.680	1.515	0	14.939	73.561	10.390
26	Sultng	2.888	4.414	127.669	193.823	412.134	8.888	6.483	282.773	220.511	139.050
27	Sulse	33.394	10.691	118.775	57.072	113.565	71.409	8.619	217.020	101.752	50.565
28	Sulbar	3.744	0	71.543	36.964	414.921	15.438	0	144.798	42.984	173.855
29	Sultngg	2.702	86	137.737	46.133	114.001	8.910	461	259.739	62.368	76.639
30	Malku	400	1.383	8.238	97.630	25.344	1.354	6.557	26.033	109.251	11.376
31	Malut	8	0	9.590	209.996	0	224	0	24.943	202.180	0
32	papua	2.785	4.070	10.845	15.244	370.771	11.588	4.196	34.599	25.458	160.927
33	PaBar	1	0	5.267	16.252	105.422	22	0	14.494	21.268	52.432

Lampiran 1. c Data produksi dan luas lahan dari 5 produk perkebunan di Indonesia tahun 2020 pada Ditjenbun

No.	Provinsi	p_kopi	p_karet	p_kakao	p_kelapa	p_kelapasawit	La_kopi	La_karet	La_kakao	La_kelapa	La_kelapasawit
1	Aceh	71.735	96.478	40.539	62.917	1.158.631	125.491	100.570	94.765	101.685	508.862
2	Sumut	72.922	409.569	34.475	98.588	6.601.399	97.731	410.224	56.349	112.999	1.630.744
3	Sumbang	18.037	152.642	54.100	75.664	1.390.199	29.757	130.978	107.016	86.675	390.554
4	Riau	3.083	344.961	1.783	387.961	9.775.672	5.102	330.677	5.590	418.270	2.850.003
5	Kepri	0	29.217	2	11.443	33.272	4	23.277	38	32.780	8.189
6	Jambi	16.864	314.999	763	107.600	3.096.621	28.271	391.714	2.593	118.289	1.086.623
7	Sumsel	199.324	978.611	3.631	54.784	4.365.004	252.731	863.455	12.028	64.140	1.196.915
8	Babel	12	59.922	310	4.561	1.026.031	69	48.068	803	8.560	234.136
9	Bngkl	59.518	129.170	3.000	9.760	1.149.752	87.528	104.671	8.065	10.221	319.027
10	Lamp	110.291	176.079	58.176	84.400	544.895	157.012	172.728	80.643	92.147	207.031
11	Jabar	22.291	63.058	2.291	91.979	52.956	44.752	60.741	7.696	145.722	16.413
12	Bantn	2.610	15.637	2.480	42.341	44.190	6.274	18.030	7.923	75.037	20.339
13	Jatim	24.456	38.896	1.996	167.219	0	45.748	32.033	6.902	216.783	0
14	Jokja	487	32	1.698	45.308	0	1.591	33	5.023	38.329	0
15	Jatng	68.796	27.125	31.395	250.617	0	110.895	26.454	54.468	258.960	0
16	Bali	15.606	401	5.087	66.452	0	34.643	384	13.949	71.061	0
17	NTB	6.691	0	2.036	48.253	0	14.184	0	7.867	58.597	0
18	NTT	24.122	0	18.371	68.945	0	73.632	0	61.371	142.943	0
19	Kalbar	3.675	271.848	2.241	82.956	3.551.825	11.935	390.790	11.148	105.851	1.904.015
20	Kalng	376	157.429	1.803	14.623	8.298.584	2.828	291.144	4.047	32.547	1.714.660

21	Kalsel	1.377	183.383	141	24.896	1.667.132	2.578	202.489	726	40.359	564.632
22	Kalim	250	73.091	2.165	8.501	4.331.930	2.450	67.850	7.166	21.198	1.492.934
23	Kalut	242	869	1.112	742	351.083	1.736	1.737	2.317	1.141	162.747
24	Sulut	37.433	0	5.325	262.875	0	7.683	0	16.173	272.700	0
25	Gornit	162	0	4.213	59.835	11.439	1.525	0	14.675	72.833	10.566
26	Sultng	2.949	5.354	128.198	191.864	441.381	9.130	6.503	284.215	218.204	141.652
27	Subsel	34.059	10.921	108.983	56.064	121.628	71.473	8.756	213.188	100.768	51.339
28	Sulbar	3.791	0	65.645	36.592	444.381	15.498	0	142.241	42.531	176.387
29	Sultngg	2.748	170	126.382	45.689	122.094	8.970	480	255.153	61.733	78.434
30	Maliku	406	1.578	7.559	96.602	27.144	1.363	6.577	25.540	108.079	11.645
31	Malut	8	0	8.799	207.785	0	226	0	24.502	200.011	0
32	papua	2.805	4.255	9.951	15.084	397.095	11.598	4.352	33.988	25.185	164.709
33	PaBar	1	0	4.833	16.081	112.907	22	0	14.238	21.040	53.454

Lampiran 2. a Nilai skor komponen tiap provinsi dari tahun 2018 sampai tahun 2020

No.	Provinsi	Tahun 2018		Tahun 2019		Tahun 2020	
		PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
1	Aceh	0,64981	-1,64745	0,64355	-1,67149	0,628552	-1,44645
2	Sumut	3,54157	-0,36399	3,60573	-0,44149	3,574329	-0,39655
3	Sumbar	-0,2139	-1,00768	-0,19827	-0,89003	-0,21531	-0,84589
4	Riau	4,15809	2,51593	4,237533	2,254001	4,288582	0,78648
5	Kepri	-1,3209	0,897784	-1,31934	0,96394	-1,33859	1,227054
6	Jambi	1,81919	1,050564	1,864975	1,026886	1,854036	0,974187
7	Sumsel	7,53071	-2,41294	7,463812	-2,28866	7,444372	-1,45122
8	Babel	-0,9606	1,035591	-0,95563	1,102516	-0,98024	1,399743
9	Bngkl	0,39934	-0,2069	0,374432	-0,09446	0,352147	0,387915
10	Lamp	1,27597	-2,56507	1,281773	-2,49935	1,231908	-2,21496
11	Jabar	-0,4668	0,322297	-0,48153	0,340019	-0,46817	0,305452
12	Bantn	-1,219	0,752499	-1,2262	0,795573	-1,23593	0,921452
13	Jatim	-0,3895	0,320397	-0,3896	0,277349	-0,37856	-0,02068
14	Jokja	-1,3965	0,834529	-1,40514	0,887002	-1,41876	1,065828
15	Jatng	0,30884	-1,0828	0,300392	-1,32034	0,321042	-1,80737
16	Bali	-1,0381	0,366091	-1,044	0,404997	-1,05845	0,53137
17	NTB	-1,2832	0,697477	-1,25985	0,714259	-1,27188	0,87211
18	NTT	-0,7799	-0,53906	-0,79054	-0,52299	-0,78885	-0,49494
19	Kalbar	1,95085	1,502854	1,985587	1,474913	1,975877	1,383417
20	Kaltng	1,80479	2,076733	1,805417	2,062676	1,788848	2,100381
21	Kalsel	0,09397	1,117976	0,093229	1,167477	0,076353	1,381643
22	Kaltim	0,31821	1,644638	0,300497	1,663503	0,281477	1,791055
23	Kalut	-1,366	0,93662	-1,36931	1,015175	-1,38763	1,33263
24	Sulut	-0,7673	0,68318	-0,76333	0,584196	-0,46097	-0,33362
25	Gornt	-1,3591	0,731861	-1,3593	0,770648	-1,36823	0,851284
26	Sultng	-1,5267	-2,91057	-1,52848	-3,03381	-1,54407	-3,81604
27	Sulsel	-1,1669	-3,27227	-1,21301	-3,12871	-1,21583	-3,04122
28	Sulbar	-1,5666	-1,21582	-1,56389	-1,17958	-1,57407	-1,04375
29	Sultngg	-1,9974	-2,75441	-2,03645	-2,99232	-2,03822	-2,95197
30	Malku	-1,2502	0,616219	-1,26539	0,621877	-1,26749	0,561512
31	Malut	-1,0326	0,640355	-1,03092	0,577893	-1,01523	0,124154
32	papua	-1,2924	0,481745	-1,29571	0,540602	-1,31251	0,792021
33	PaBar	-1,4576	0,753629	-1,46103	0,817744	-1,47855	1,074959

Lampiran 2. b Vektor Variabel dari tahun 2018 sampai tahun 2020

No	Variabel	Tahun 2018		Tahun 2019		Tahun 2020	
		PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
1	X1	0,348227	-0,36735	0,345563	-0,3587	0,342325	-0,29388
2	X2	0,467283	-0,07728	0,468205	-0,06847	0,467572	-0,0338
3	X3	-0,10369	-0,5487	-0,10542	-0,56125	-0,10589	-0,58571
4	X4	0,122729	0,020067	0,123312	-0,00768	0,131508	-0,18031
5	X5	0,375799	0,225336	0,376996	0,21319	0,377109	0,16657
6	X6	0,317593	-0,40155	0,31554	-0,39267	0,314363	-0,32703
7	X7	0,471983	-0,01398	0,470458	-0,01255	0,469716	0,016445
8	X8	-0,12057	-0,5384	-0,12127	-0,54916	-0,12235	-0,57591
9	X9	0,116899	0,005035	0,119239	-0,02882	0,127088	-0,20083
10	X10	0,376178	0,235582	0,378291	0,222223	0,378014	0,173072