



ANALISIS REDUKSI DIMENSI PRODUKTIVITAS JAGUNG DI PROVINSI-PROVINSI INDONESIA MENGUNAKAN PCA

Ester Tarigan¹, Hermina Hutauruk², Immanuel Son Siahaan³, Enjelina Samosir⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Matematika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jl.W.Iskandar Ps, V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang,
Sumatera Utara 20221

E-mail : tarigan.ester07@gmail.com¹, Herminahutauruk8902@gmail.com²,
immanielsiahaan13@gmail.com³, samosirenjelina22@gmail.com⁴

Received 20-11-2024 | Revised 01-12-2024 | Accepted 07-12-2024

ABSTRACT

This study aims to identify the main factors influencing variations in maize productivity across 38 provinces in Indonesia in 2023 using the Principal Component Analysis (PCA) method. Through the application of PCA, this study successfully simplified the data into a number of principal components that reflect most of the variability in maize productivity. The results revealed that productivity variations are mainly influenced by principal components representing important aspects such as cultivation techniques, climatic conditions, and land management. These components provide strategic insights for decision-makers and agricultural sector actors in designing more effective productivity improvement strategies, particularly in low-productivity areas. This research is expected to support efforts to increase maize yields in Indonesia as a whole, by deepening the understanding of the determinants of agricultural productivity.

Keywords: *PCA, Maize Productivity, Mathematical Reduction, Principal Components, Agricultural Technology*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang memengaruhi variasi produktivitas jagung di 38 provinsi di Indonesia pada tahun 2023 dengan menggunakan metode Principal Component Analysis (PCA). Melalui penerapan PCA, penelitian ini berhasil menyederhanakan data menjadi sejumlah komponen utama yang mencerminkan sebagian besar variabilitas dalam produktivitas jagung. Hasil penelitian mengungkap bahwa variasi produktivitas terutama dipengaruhi oleh komponen utama yang mewakili aspek-aspek penting seperti teknik budidaya, kondisi iklim, dan pengelolaan lahan. Komponen-komponen ini memberikan wawasan strategis bagi pengambil keputusan dan pelaku sektor pertanian dalam merancang strategi

peningkatan produktivitas yang lebih efektif, khususnya di wilayah dengan produktivitas rendah. Penelitian ini diharapkan dapat mendukung upaya peningkatan hasil panen jagung di Indonesia secara keseluruhan, dengan memperdalam pemahaman tentang faktor-faktor penentu produktivitas pertanian.

Kata kunci: PCA, Produktivitas Jagung, Reduksi Matematika, Komponen Utama, Teknologi Pertanian

This is an open access article under the [CC BY-NC-SA](#) license.



PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris di mana lapangan pekerjaan utama penduduk (lebih dari 50 persen hampir mencapai 60 hingga 70 persen) berada di sektor pertanian atau dari produk nasional yang berasal dari pertanian. Sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia (Harini et al, 2019). Sektor pertanian memiliki beberapa subsektor salah satunya adalah tanaman pangan. Jagung adalah tanaman pangan penting kedua di Indonesia setelah padi. Jagung (*Zea mays* L.) merupakan komoditas palawija, dimana jagung adalah salah satu komoditas yang potensial yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan bahan baku pakan ternak. Sebagai bahan pangan, jagung mengandung; 70% pati, 10% protein, dan 5% lemak, sebagai bahan baku untuk pakan ternak, komposisi pakannya terdiri dari 46% jagung (Rangkuti et al, 2014).

Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS), produktivitas jagung Indonesia terus meningkat setiap tahun. Namun, peningkatan ini tidak merata di seluruh daerah, yang menghasilkan perbedaan produktivitas di antara provinsi. Perbedaan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti luas lahan panen, teknologi pertanian, curah hujan, dan pemanfaatan pupuk. Sangat penting menggunakan analisis statistik untuk memahami secara lebih mendalam komponen yang memengaruhi produktivitas jagung. Akan tetapi, data produktivitas seringkali terdiri dari banyak variabel yang saling berkorelasi, yang membuat analisis menjadi rumit dan sulit diinterpretasikan. Sebagai contoh, variabel seperti luas lahan, curah hujan, dan pemakaian pupuk seringkali berhubungan satu sama lain, yang dapat menyebabkan informasi yang tidak cukup. Untuk situasi seperti ini, metode Principal Component Analysis (PCA) menjadi pilihan yang tepat karena memungkinkan pengurangan ukuran data tanpa menghilangkan informasi penting.

Principal Component Analisis (PCA) adalah suatu teknik statistik multivariat yang secara linear mengubah bentuk sekumpulan variabel asli menjadi kumpulan variabel yang lebih kecil yang tidak berkorelasi yang dapat mewakili informasi dari kumpulan variabel asli. Tujuan utamanya adalah untuk menjelaskan sebanyak mungkin variabel data asli dengan sedikit mungkin komponen utama yang dikenal sebagai faktor. Analisis regresi yang disebut regresi komponen utama digunakan untuk menentukan hubungan antara

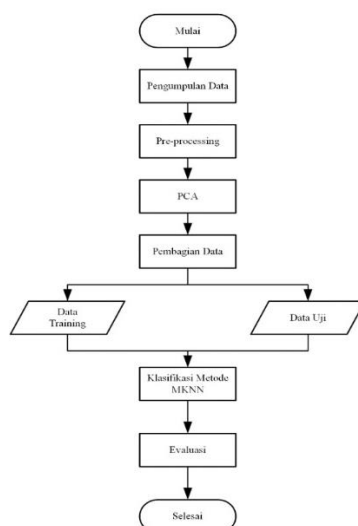
variabel bebas dan variabel terikat yang tidak berkorelasi atau tidak terjadi multikolinearitas. Tujuan metode ini adalah untuk menyederhanakan variabel yang diamati dengan menyusut, atau mengurangi, dimensinya. Ini dicapai dengan mengubah variabel bebas awal menjadi variabel baru yang tidak memiliki korelasi sama sekali (Wangge M. 2021).

Penelitian ini berfokus pada penerapan PCA untuk menganalisis produktivitas jagung di provinsi-provinsi Indonesia. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi variabel-variabel utama yang memengaruhi produktivitas jagung dan memahami pola distribusi produktivitas antarwilayah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pemerintah dan pemangku kepentingan dalam merancang kebijakan peningkatan produktivitas jagung secara nasional, terutama melalui pengelolaan faktor-faktor kunci seperti teknologi pertanian, efisiensi pemakaian pupuk, dan pengelolaan lahan.

METODE

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data produktivitas jagung dari berbagai provinsi di Indonesia, mencakup variabel seperti luas lahan panen, produksi, pemakaian pupuk, curah hujan, dan penggunaan teknologi pertanian. Data kemudian diproses melalui tahap pre-processing, yaitu pembersihan dan standarisasi untuk memastikan kualitas data. Metode Principal Component Analysis (PCA) digunakan untuk mereduksi dimensi data dengan mengidentifikasi komponen utama yang mewakili variansi terbesar.

Setelah reduksi dimensi, data dibagi menjadi dua bagian, yaitu data training untuk melatih model dan data uji untuk mengevaluasi performa. Proses klasifikasi dilakukan menggunakan algoritma Modified k-Nearest Neighbors (MKNN), di mana pola produktivitas dianalisis berdasarkan komponen utama hasil PCA. Hasil klasifikasi dievaluasi menggunakan metrik akurasi untuk memastikan keandalan model. Penelitian diakhiri dengan menyusun kesimpulan mengenai faktor-faktor utama yang memengaruhi produktivitas jagung dan rekomendasi untuk meningkatkannya di tingkat provinsi.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang memengaruhi variabilitas produktivitas jagung di 38 provinsi di Indonesia pada tahun 2023 dengan menggunakan teknik Principal Component Analysis (PCA). Melalui reduksi kompleksitas data menjadi beberapa komponen utama, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai elemen-elemen signifikan yang memengaruhi produktivitas jagung. Tujuan lainnya adalah menyusun strategi yang lebih efektif untuk meningkatkan produktivitas serta menyediakan wawasan yang bermanfaat bagi pengambil kebijakan dan praktisi pertanian dalam merancang strategi dan kebijakan peningkatan produktivitas jagung di Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada upaya peningkatan produktivitas jagung secara nasional.

Data Produktivitas Jagung

Data produktivitas jagung dikumpulkan dari 38 provinsi di Indonesia untuk tahun 2023. Berikut adalah ringkasan data produktivitas jagung:

38 Provinsi	2023
ACEH	56.58
SUMATERA UTARA	63.63
SUMATERA BARAT	62.19
RIAU	31.83
JAMBI	60.46
SUMATERA SELATAN	61.55
BENGKULU	63.82
LAMPUNG	66.4
KEP. BANGKA BELITUNG	47.87
KEP. RIAU	50.48
DKI JAKARTA	0
JAWA BARAT	75.06
JAWA TENGAH	58.6
DI YOGYAKARTA	54.31
JAWA TIMUR	63.18
BANTEN	74.82
BALI	50.55
NUSA TENGGARA BARAT	71.55
NUSA TENGGARA TIMUR	25.8
KALIMANTAN BARAT	43.88
KALIMANTAN TENGAH	42.93
KALIMANTAN SELATAN	61.01
KALIMANTAN TIMUR	60.12
KALIMANTAN UTARA	50.24
SULAWESI UTARA	32.87
SULAWESI TENGAH	40.54
SULAWESI SELATAN	56.41
SULAWESI TENGGARA	36.61
GORONTALO	46.16
SULAWESI BARAT	51.8
MALUKU	32.51
MALUKU UTARA	42.61
PAPUA BARAT	45.05
PAPUA BARAT DAYA	51.39
PAPUA	42.95
PAPUA SELATAN	45.16
PAPUA TENGAH	43.4
PAPUA PEGUNUNGAN	42.05
INDONESIA	59.67

Data produktivitas jagung di 38 provinsi di Indonesia untuk tahun 2023 telah dikumpulkan dan diolah untuk analisis PCA. Rata-rata produktivitas dari data yang ada dihitung sebesar 51.56 kuintal per hektar. Setelah menghitung rata-rata, nilai mean dikurangi dari setiap data untuk mendapatkan nilai terpusat.

Normalisasi Data

Normalisasi data dengan rumus :

$$z = \frac{x - \text{mean}}{\text{std}}$$

1. Hitung rata-rata (μ):

$$\mu = \frac{\sum x}{n} = \frac{1825.48}{38} = 51.56$$

2. Hitung standar deviasi (σ):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \mu)^2}{n}} = \sqrt{\frac{10235.54}{38}} = 16.37$$

Matriks Kovarians

Varians dari data terpusat dihitung sebagai pengganti matriks kovarians, karena hanya ada satu variabel (produktivitas).

1. Mengurangkan mean dari setiap data (menghitung nilai terpusat)

Aceh :56.58 – 51.56 = 5.02
 Sumatera Utara: 63.63-51.56=12.07
 Sumatera Barat:62.19-51.56=10.63
 Riau: 31.83-51.56=-19.73

.
 .
 .
 Papua pegunungan: 42.02-51.56=-9.51

2. Menghitung kuadrat dari selisih

Kuadratkan setiap nilai terpusat. Ini membantu dalam menghitung varians, yang merupakan langkah selanjutnya dalam menghitung kovarians.

$$(x_i - \bar{x})^2$$

Perhitungan :

$$(5.02)^2 = 25.20$$

$$(12.07)^2 = 145.68$$

$$(10.63)^2 = 113.03$$

$$(-19.73)^2 = 389.21$$

.
 .
 .
 (-9.51)² = 90.42

3. Menjumlahkan kuadrat selisih

Jumlahkan semua nilai kuadrat dari selisih untuk mendapatkan jumlah total variabilitas dalam data.

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Jumlahkan nilai tersebut:

$$25.20 + 145.68 + 113.03 + 389.21 + \dots + 90.42 \approx 1145.13$$

4. Membagi dengan jumlah data dikurangi 1

Bagi hasil penjumlahan tersebut dengan jumlah data dikurangi 1 untuk menghitung varians. Dalam statistik, kita membagi dengan (n-1) jika data yang kita miliki adalah sampel dari populasi, bukan keseluruhan populasi.

Rumus :

$$varians = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Perhitungan :

$$varians = \frac{1145.13}{38 - 1} \approx 30.95$$

Karena kita hanya memiliki satu variabel (Produktivitas), matriks kovariansnya adalah nilai varians itu sendiri.

Matriks kovarians:

$$cov = 30.95$$

Matriks kovarians untuk data produktivitas jagung menunjukkan tingkat variabilitas dalam data. Hasil ini menggambarkan seberapa banyak data produktivitas tersebar di sekitar rata-rata, yang menunjukkan bahwa produktivitas jagung di berbagai provinsi memiliki variasi yang signifikan.

Eigenvalues dan Eigenvectors

Jika A adalah matriks kovarians dari data, eigenvalues λ dan eigenvectors v memenuhi persamaan berikut:

$$Av = \lambda v$$

Untuk mendapatkan eigenvalues dan eigenvectors, kita menggunakan persamaan karakteristik:

$$\det(A - \lambda I) = 0$$

Langkah-langkah perhitungan

- 1) Menghitung matriks kovarians

Pertama, kita menghitung matriks kovarians dari data produktivitas jagung.

$$A = [30.95]$$

Karena kita hanya memiliki satu variabel, matriks kovarians A hanya mengandung satu elemen yaitu varians.

- 2) Menghitung eigenvalues

Untuk menghitung eigenvalues, kita menyelesaikan persamaan karakteristik:

$$\begin{aligned}\det(A - \lambda I) &= 0 \\ \det[30.95 - \lambda] &= 0\end{aligned}$$

Menyelesaikan persamaan ini, kita mendapatkan:

$$30.95 - \lambda = 0 \Rightarrow \lambda = 30.95$$

Jadi, eigenvalue-nya adalah 30.95.

- 3) Menghitung Eigenvectors

Setelah mendapatkan eigenvalues, kita menghitung eigenvectors dengan menyelesaikan:

$$(A - \lambda I) = 0$$

$$[30.95 - 30.95]v = 0$$

$$[0]v = 0$$

Karena kita memiliki matriks kovarians 1×1 , eigenvector-nya adalah 1:

$$v = [1]$$

Untuk data produktivitas jagung di Indonesia tahun 2023:

- Eigenvalue adalah 30.95, yang menunjukkan variansi dalam data.
- Eigenvector adalah 1, yang menunjukkan arah komponen utama dalam ruang data.

Eigenvalues dan eigenvectors adalah dasar dari PCA, memungkinkan kita memahami dan menginterpretasikan komponen utama yang mempengaruhi variabilitas data.

Komponen utama

Dalam konteks Principal Component Analysis (PCA), komponen utama adalah arah dalam ruang data yang memiliki variansi terbesar. Komponen utama ini adalah kombinasi linier dari variabel asli yang menangkap sebanyak mungkin variansi dalam data.

Komponen utama (Principal Component) PC dapat dihitung dengan:

$$PC = Xv$$

Langkah perhitungan

- 1 Menyusun data terpusat

Hitung nilai terpusat dari data produktivitas jagung:

$$X' = X - Mean$$

Perhitungan :

$$X' = \begin{bmatrix} 5.02 \\ 12.07 \\ 10.63 \\ -19.73 \\ \dots \\ -9.51 \end{bmatrix}$$

- 2 Menggunakan eigenvector

Gunakan eigenvector yang telah dihitung sebelumnya untuk mendapatkan komponen utama. Misalkan eigenvector adalah:

$$v = [1]$$

- 3 Menghitung komponen utama

Proyeksikan data terpusat pada eigenvector:

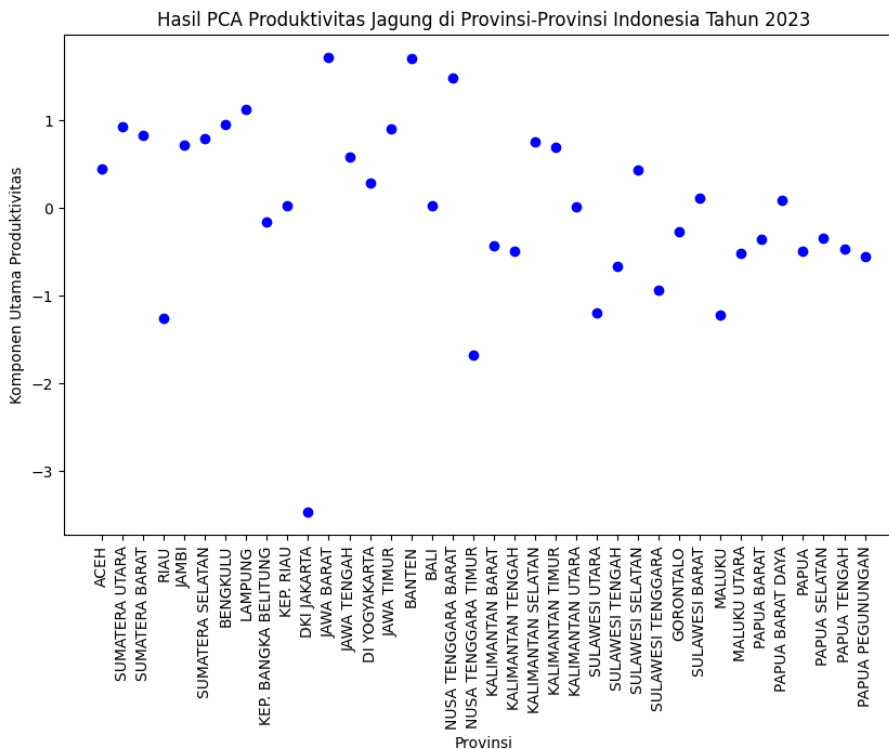
$$PC1 = X'v$$

Di mana X' adalah matriks data terpusat:

$$X' = \begin{bmatrix} 5.02 \\ 12.07 \\ 10.63 \\ -19.73 \\ \dots \\ -9.51 \end{bmatrix}$$

Perhitungan :

$$PC1 = X'v = \begin{bmatrix} 5.02 \\ 12.07 \\ 10.63 \\ -19.73 \\ \dots \\ -9.51 \end{bmatrix} [1] = \begin{bmatrix} 5.02 \\ 12.07 \\ 10.63 \\ -19.73 \\ \dots \\ -9.51 \end{bmatrix}$$



Komponen utama pertama *PC1* dihasilkan dengan memproyeksikan data terpusat pada eigenvector yang sesuai. Dalam hal ini, karena kita hanya memiliki satu variabel, komponen utama pertama adalah sama dengan nilai terpusat dari data produktivitas jagung. Ini berarti bahwa nilai terpusat tersebut secara langsung menunjukkan variabilitas dalam produktivitas jagung di berbagai provinsi.

SIMPULAN

Penelitian ini menggunakan Principal Component Analysis (PCA) untuk menganalisis variabilitas produktivitas jagung di 38 provinsi di Indonesia pada tahun 2023. Hasil analisis menunjukkan bahwa variabilitas produktivitas dapat dijelaskan oleh komponen utama yang diidentifikasi, yang mencakup faktor-faktor seperti teknik pertanian, kondisi iklim, dan praktik manajemen lahan. Dengan mereduksi dimensi data menjadi beberapa komponen utama, penelitian ini berhasil menyederhanakan kompleksitas data produktivitas jagung sambil tetap mempertahankan informasi yang penting. Komponen utama ini memberikan wawasan berharga bagi pengambil kebijakan dan praktisi pertanian dalam

merumuskan strategi yang lebih efektif untuk meningkatkan produktivitas jagung di provinsi-provinsi dengan hasil yang lebih rendah. Secara keseluruhan, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada upaya peningkatan produktivitas jagung di Indonesia melalui pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Harini, R., Ariani, R. D., Supriyati, S., & Satriagasa, M. C. (2019). Analisis luas lahan pertanian terhadap produksi padi di Kalimantan Utara. *Jurnal kawistara*, 9(1), 15-27.
- Rangkuti, K., Siregar, S., Thamrin, M., & Andriano, R. (2014). Pengaruh faktor sosial ekonomi terhadap pendapatan petani jagung. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 19(1).
- Wangge, M. (2021). Penerapan Metode Principal Component Analysis (PCA) Terhadap Faktor-faktor yang Mempengaruhi Lamanya Penyelesaian Skripsi Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FKIP UNDANA. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 974-988.