

## Analisis Keberagaman Input Produksi Usahatani Tembakau Kabupaten Bojonegoro dengan Pendekatan Multivariat *Cluster*

\*Jannatun Naim, Moh. Yusuf Dawud, dan Noor Djohar

Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Bojonegoro

Jl. Lettu Suyitno No.2, Kalirejo, Kec. Bojonegoro, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur

\*e-mail korespondensi : [naimjannatun08@gmail.com](mailto:naimjannatun08@gmail.com)

**Abstract.** *The plantation sector plays a strategic role in the national economy, with tobacco serving as a key commodity that employs a significant number of workers. This is evidenced by the tobacco industry's ability to employ an average of 47,840 people. Bojonegoro Regency is one of the largest tobacco producers in East Java; however, its productivity remains volatile due to variations in farmers' use of production inputs. To date, agricultural policies have tended to be general in nature and have not taken into account the differentiation in farming practices, thereby creating a significant disparity in the use of production inputs in the field. This study aims to cluster tobacco farmers based on their patterns of production input use using a Multivariate Cluster Analysis approach via the K-Means algorithm. The method used is quantitative descriptive analysis through a survey of 100 respondents selected via simple random sampling across six major production sub-districts. The selection of the K-Means clustering algorithm is based on its effectiveness in classifying large datasets into homogeneous groups to identify farming behavior patterns at the micro level. The variables analyzed included land area, seeds, fertilizers, labor, pesticides, and capital, with cluster validity validated using the Elbow method and Silhouette Coefficient. The majority of farmers in Bojonegoro are of productive age with 16–25 years of farming experience; however, elementary school education dominates, and land ownership is limited ( $\leq 0.5$  ha). The study identified two farmer clusters: Cluster 1 (22% of farmers) characterized by large-scale farming operations, and Cluster 2 (78% of farmers) characterized by small-scale operations. These findings confirm that strategies to increase tobacco productivity in Bojonegoro cannot be standardized. Future policies must be tailored and aligned with the specific characteristics of each cluster.*

**Keywords :** *K-Means, Multivariate Cluster Analysis, Production Input, Tobacco.*

**Abstrak.** Sektor perkebunan memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional, dengan tembakau sebagai komoditas unggulan penyerap tenaga kerja yang signifikan. Hal tersebut dibuktikan melalui industri tembakau yang mampu menyerap tenaga kerja dengan rata-rata 47.840 orang. Kabupaten Bojonegoro merupakan salah satu produsen tembakau terbesar di Jawa Timur, namun produktivitasnya masih fluktuatif yang disebabkan oleh variasi pola penggunaan input produksi di tingkat petani. Selama ini, kebijakan pertanian cenderung bersifat generalis dan belum mempertimbangkan diferensiasi perilaku usahatani, sehingga menciptakan kesenjangan penggunaan input produksi yang nyata di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan petani tembakau berdasarkan pola penggunaan input produksi dengan pendekatan *Multivariat cluster Analysis* melalui algoritma *K-Means*. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif melalui survei terhadap 100 responden yang dipilih secara *simple random sampling* di enam kecamatan sentra produksi. Pemilihan algoritma *K-Means clustering* didasarkan pada kemampuannya yang efektif dalam mengklasifikasikan data besar menjadi kelompok-kelompok homogen guna mengidentifikasi pola perilaku usahatani dalam skala mikro. Variabel yang dianalisis meliputi luas lahan, bibit, pupuk, tenaga kerja, pestisida, dan modal, dengan validasi jumlah *cluster* menggunakan metode *Elbow* dan *Silhouette Coefficient*. Mayoritas petani di Bojonegoro berusia produktif dengan pengalaman bertani 16–25 tahun, namun dominansi tingkat pendidikan SD serta sempitnya kepemilikan lahan ( $\leq 0,5$  ha). Hasil penelitian mengidentifikasi dua *cluster* petani: *Cluster 1* (22% petani) dengan karakteristik usahatani skala besar, serta *Cluster 2* (78% petani) dengan karakteristik skala kecil. Temuan ini menegaskan bahwa strategi peningkatan produktivitas tembakau di Bojonegoro tidak dapat diseragamkan. Kebijakan ke depan harus bersifat afirmatif dan sesuai dengan karakter pada masing-masing *cluster*.

**Kata kunci :** Input Produksi, K-Means, Multivariate Cluster Analysis, Tembakau.

### PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu sektor yang memegang peran penting dalam perekonomian nasional. Kontribusinya terlihat pada peningkatan Produk Domestik Bruto (PDB) yang signifikan yaitu sebesar Rp.2.012,74 triliun di tahun 2019 menjadi Rp.2.617,67 triliun di tahun 2023. Peningkatan tersebut didukung oleh beberapa subsektor pendukungnya dengan penyumbang PDB terbesar pada subsektor perkebunan yang mengalami pertumbuhan selama periode 2019-2023 sebesar 12,55% (Kementan, 2024). Peningkatan kontribusi subsektor perkebunan terhadap PDB membuktikan bahwa komoditas Perkebunan memiliki peran dalam mendukung pertumbuhan ekonomi nasional. Sampai dengan saat ini sektor perkebunan tetap menyerap tenaga kerja terbesar dan menjadi penopang perekonomian di pedesaan (Efendi & Sulistyaningsih, 2019). Peran nyata subsektor perkebunan dalam peningkatan ekonomi lokal maupun nasional semakin diperkuat oleh komoditas tembakau yang menjadi tulang punggung ekonomi masyarakat pada berbagai daerah.

Tembakau merupakan salah satu komoditas unggulan yang berperan aktif dalam perkembangan ekonomi nasional. Peran industri tembakau sebagai devisa negara serta penyerapan tenaga kerja mampu membantu masyarakat dalam perekonomian lokal dan nasional. Hal tersebut dibuktikan oleh penelitian Madhani et al. (2024) yang menyebutkan bahwa industri tembakau mampu menyerap tenaga kerja dengan rata-rata 47.840 orang untuk unit usaha 3.894 dalam kurun waktu 2019-2022. Peningkatan ekonomi lokal dan nasional ini tercermin nyata pada tingkat provinsi, dimana Jawa Timur menjadi salah satu produsen tembakau terbesar di Indonesia.

Jawa Timur menjadi salah satu provinsi dengan produksi tembakau tertinggi di Indonesia, dengan produksi tembakau mencapai 109 ribu ton pada tahun 2023 (Badan Pusat Statistik, 2024). Salah satu daerah Jawa Timur yang berpotensi pada usahatani tembakau yaitu Bojonegoro dengan produksi tembakau mencapai 19.797 ton di tahun 2023 (Direktorat Perkebunan Jendral, 2024). Hal tersebut menjadikan Bojonegoro salah satu kota yang potensial dalam pengembangan usaha tembakau. Pada penelitian Durroh et al. (2024) dijelaskan bahwa produksi tembakau di Bojonegoro mengalami peningkatan dari tahun 2014-2023 hal ini disertai dengan peningkatan harga tembakau yang mencapai Rp 1939,394/ton per tahun. Potensi pada Kabupaten Bojonegoro didukung oleh basis produksi petani tembakau yang tersebar secara spesifik di beberapa kecamatan sentra.

Berdasarkan total produksi tembakau Bojonegoro yang tinggi beberapa kecamatan di Bojonegoro memiliki potensi yang besar. Diantaranya Kepohbaru, Kedungadem, Baureno, Sugihwaras, Sukosewu, dan Temayang sebagai kecamatan dengan total produksi yang tinggi. Produksi tembakau yang tinggi didukung dengan kondisi geografis di Bojonegoro serta harga tembakau yang cenderung stabil, menjadi salah satu alasan bagi petani Bojonegoro untuk budidaya tanaman tembakau. Meskipun telah didukung oleh kondisi geografis, namun keberhasilan produksi di lapangan bergantung pada manajemen faktor-faktor teknis yang dilakukan oleh petani.

**Tabel 1.** Produksi Tembakau di Kabupaten Bojonegoro

Kecamatan	Luas Areal Tanam (Ha)	Jenis Tembakau	Total Produksi (Ton)	
			Rajangan	Daun Basah
Kepohbaru	4.498	Virginia	6.342,18	37.333,4
Kedungadem	374	Jawa	348,27	2.050,1
	1.989	Virginia	902,4	5.312
Baureno	1.758	Virginia	2.478,78	14.591,4
	1.248	Jawa	1.759,68	10.358,7
Sugihwaras	997	Virginia	10.358,7	8.275,1
	580	Jawa	348,27	2.050,1
Sukosewu	2.441	Virginia	902,4	5.312
	3.089	Jawa	1.088,52	6.407,6

Sumber: Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Bojonegoro (2024)

Tingginya produksi tembakau di Bojonegoro dipengaruhi beberapa faktor utama seperti cuaca, iklim, curah hujan, dan input produksi. Pada penelitian Nurdiana et al. (2022) dijelaskan bahwa hasil pengujian secara simultan input produksi meliputi luas lahan, bibit, pupuk kimia, pupuk campuran, pestisida, dan tenaga kerja berpengaruh signifikan terhadap produksi tembakau. Meskipun berpengaruh nyata terhadap produksi tembakau namun dalam penggunaan input produksi sering terjadi inefisiensi, sehingga hal ini dapat mempengaruhi jumlah produksi dan kondisi ekonomi petani. Hal tersebut didasari dengan prinsip setiap usahatani baik skala besar maupun kecil menuntut adanya optimalisasi dan efisiensi penggunaan input produksi agar petani mendapatkan keuntungan ekonomi yang maksimal (Chintia et al., 2025). Penelitian Kemala et al. (2021) mengungkapkan bahwa ketidaktepatan dalam pengelolaan biaya variabel dapat menurunkan pendapatan petani secara signifikan. Pada Kabupaten Bojonegoro permasalahan tersebut diperburuk dengan adanya ketimpangan penggunaan tenaga kerja luar keluarga yang mencapai 49,43% dari total biaya eksplisit serta ketergantungan petani terhadap penggunaan input kimia yang tinggi (Pamungkas et al., 2023). Perbedaan penggunaan input produksi tembakau mempengaruhi pada jumlah produksi di Bojonegoro yang cenderung fluktuatif, sehingga menjadi hambatan dalam mencapai keuntungan ekonomi yang maksimal bagi petani.

Meskipun penggunaan input produksi memiliki kaitan erat dengan produktivitas, ketidaktepatan dalam pengelolaannya dapat memicu inefisiensi yang berdampak pada fluktuasi produksi. Berbeda dengan penelitian terdahulu oleh Eka et al. (2021) yang menggunakan regresi linear untuk menganalisis efisiensi faktor produksi secara agregat, penelitian ini lebih mendalami mengenai heterogenitas input produksi pada level mikro. Pendekatan ini cukup krusial dikarenakan perbedaan karakteristik petani dalam mengelola usahatannya. Sehingga kebijakan yang bersifat generalis sering kali berjalan inefektif ketika di lapangan. Hal ini sejalan dengan temuan Abdullah & Fatah (2025) penggunaan teknik data mining terbukti efektif dalam memetakan pola produksi untuk mengungkap karakteristik usahatani yang tersembunyi, yang selama ini belum banyak dibahas secara mendalam dalam konteks spesifik komoditas tembakau di Kabupaten Bojonegoro.

Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini menggunakan *Multivariate Cluster Analysis* dengan algoritma *K-Means* sebagai metode penyelesaiannya. *K-Means* merupakan metode pengelompokan non-hierarki yang mengelompokkan data berdasarkan karakteristik yang serupa tanpa memerlukan pengajuan hipotesis (Akhmad, 2015). Metode ini memungkinkan analisis terhadap banyak variabel secara bersamaan, sehingga pola penggunaan input yang berbeda dapat diidentifikasi secara objektif untuk membentuk segmentasi petani yang homogen. Berdasarkan pendekatan tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menjawab: bagaimana pola diversifikasi

penggunaan input produksi dapat dikelompokkan untuk mengidentifikasi tipologi petani di Kabupaten Bojonegoro? Hasil segmentasi ini diharapkan menjadi dasar bagi penyusunan kebijakan pertanian yang lebih afirmatif, tepat sasaran, dan berkelanjutan guna untuk mengoptimalkan produktivitas petani secara merata.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Bojonegoro dengan enam kecamatan terpilih yaitu Kepohbaru, Kedungadem, Baureno, Sugihwaras, Sukosewu, dan Temayang. Keenam kecamatan ini dipilih berdasarkan luas lahan dan total produksi serta jenis tembakau yang ditanam, pertimbangan tersebut dilakukan untuk menggambarkan karakteristik penggunaan input produksi pada tiap petani di enam kecamatan tersebut. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2025-Januari 2026 untuk pengumpulan data primer.

Metode Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Dikatakan sebagai penelitian kuantitatif karena data yang digunakan pada penelitian ini berupa angka yang dapat diolah secara statistik. Penelitian kuantitatif digunakan untuk mengukur frekuensi, mengidentifikasi hubungan antarvariabel, atau menemukan pola dalam populasi tertentu (Damanik et al., 2025). Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, yang bertujuan untuk menggambarkan serta menjelaskan karakteristik suatu fenomena secara sistematis (Sulistiyawati et al., 2022). Sehingga dengan pendekatan deskriptif kuantitatif dapat menggambarkan kondisi umum petani, karakteristik usahatani, serta pola penggunaan input produksi tembakau. Sementara itu, untuk mengidentifikasi kelompok petani menggunakan *Multivariate Cluster Analysis* dengan algoritma *K-Means*. Sebagai metode *unsupervised learning*, pendekatan ini tidak memerlukan pengajuan hipotesis dikarenakan fokus utamanya adalah membentuk segmentasi petani berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik input serta kedekatan jarak antar *cluster*. Dengan metode ini, variasi pola usahatani dapat dikelompokkan ke dalam tipologi yang lebih spesifik.

Teknik pengambilan sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah Teknik *simple random sampling*. Jumlah sampel petani tembakau diambil menggunakan teknik slovin menurut Sugiyono. Rumus *slovin* untuk menentukan sampel dari jumlah populasi 40.413 petani tembakau adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Keterangan:

n = ukuran sampel/jumlah responden

N = ukuran populasi

e = Persentase kelonggaran ketelitian kesalahan pengambilan sampel yang masih ditolerir

nilai e = 10% untuk jumlah populasi besar

Berdasarkan perhitungan dari rumus *slovin* didapat bahwa total sampel yang diambil sebanyak 100 petani dari enam kecamatan. Lalu untuk menghitung jumlah sampel yang akan dijadikan responden pada setiap kecamatan menggunakan rumus:

$$Ni = \frac{Nk}{N} \times 100$$

Keterangan:

Ni = jumlah sampel petani tembakau masing-masing kecamatan

Nk = Jumlah populasi petani tembakau masing-masing Kecamatan

N = Jumlah seluruh petani tembakau di 6 Kecamatan

100 = jumlah target petani tembakau yang diambil

Dari rumus di atas diketahui jumlah responden yang diambil untuk masing-masing kecamatan. Jumlah responden pada masing-masing kecamatan yaitu Kepohbaru 30 petani, Baureno 17 petani, Kedungadem 23 petani, Sugihwaras 15 petani, Sukosewu 7 petani, dan Temayang 8 petani. Proses pengumpulan data primer ini dilakukan dengan wawancara langsung kepada pelaku usahatani tembakau dengan menggunakan alat bantu kuisioner yang diisi langsung oleh petani. Selanjutnya data primer dianalisis menggunakan *Multivariate cluster Analysis* algoritma *K-Means* dengan menggunakan software SPSS versi 31 0.2.0 (126). Proses dilanjut dengan analisis deskriptif untuk mengidentifikasi karakteristik pada masing-masing kelompok yang telah terbentuk.

Langkah-langkah *clustering* K-Means

1. Menentukan variable yang digunakan,

Pada penelitian ini variable tersebut meliputi: luas lahan, bibit, pupuk, tenaga kerja, pestisida, dan modal

2. Melakukan standarisasi data dengan Z-score

Standarisasi data dilakukan karena satuan dari variable yang berbeda sehingga diperlukan untuk standarisasi agar tidak ada satu variable yang mendominasi pada proses pengelompokan.

Rumus Z-score:

$$Z_{ik} = \frac{X_{ik} - \bar{X}_k}{S_k}$$

Keterangan:

$Z_{ik}$ : nilai hasil standarisasi variable ke-k untuk petani ke-i

$X_{ik}$ : nilai asli variable ke-k untuk petani ke-i

$\bar{X}_k$ : nilai rata-rata variable ke-k

$S_k$ : standar deviasi variable ke-k

Z positif bila nilainya lebih besar dari rata-rata

3. Menentukan jumlah *cluster* dengan metode *Elbow*

Langkah-langkah perhitungan elbow:

a. Menghitung total *Within-Cluster Sum Of Squares* (WCSS) untuk tiap nilai k, yaitu ukuran homogenitas dalam *cluster*.

b. Membuat grafik antara jumlah *cluster* (k) dengan nilai WCSS.

c. Titik di mana penurunan WCSS mulai melambat (seperti siku/*elbow*) menunjukkan jumlah *cluster* optimal

4. Validasi Hasil *cluster* menggunakan *Silhouette Coefficient*, untuk memastikan bahwa jumlah *cluster* yang dibentuk cukup baik.

5. Proses K-Means

a. menentukan k centeroid awal (*cluster centers*) secara acak

b. Proses iterasi, pengulangan nilai ceteroid hingga tidak ada perubahan signifikan pada keanggotaan *cluster* (konvergen) dan pengelompokan data berdasarkan perhitungan jarak *euclidean*. Menurut Anderberg (1973) dalam Rahmawati et al. (2024) perhitungan jarak *euclidean* melalui rumus:

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

Keterangan:

$d(x_i, x_j)$  = jarak antara objek i dan j,

p = jumlah variabel,

$x_{ik}, x_{jk}$  = nilai variabel ke-k untuk objek i dan j.

c. *Final cluster* berdasarkan nilai dari proses iterasi

d. Signifikansi variabel menggunakan tabel ANOVA

e. Distribusi anggota pada masing-masing *cluster*

6. Visualisasi hasil *cluster* model

Langkah terakhir pada analisis *cluster K-Means* yaitu dengan visualisasi hasil dengan *Scatter Plot*, agar mempermudah dalam mendeskripsikan *cluster*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Responden

Umur petani tembakau merupakan salah satu karakteristik yang dapat mempengaruhi kinerja dalam berusahatani. Apabila dilihat dari aspek fisik, maka petani yang lanjut usia semakin berkurang produktifitasnya. Sedangkan, jika dilihat dari aspek kedewasaan berpikir dan pertimbangan langkah yang harus diambil dalam berusahatani, petani usia produktif akan lebih berpikir cermat dan tajam (Sulistiya & Sofwani, 2022). Berdasarkan dari 100 kuisisioner yang telah disebarkan kepada responden, dapat diketahui bahwa karakteristik umur petani tembakau di Kabupaten Bojonegoro terdapat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Data Petani Sampel Berdasarkan Umur

Umur	Jumlah Petani	Persentase
30 - 40	9	9%
41 - 50	36	36%
51 - 60	43	43%
61 - 70	9	9%
71 - 80	3	3%
Total	100	100%

Sumber: Data Primer (2026)

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa dari 100 responden petani tembakau banyak petani yang berada pada interval umur 51-60 tahun yang berjumlah 43 orang dengan persentase 43%. Sedangkan untuk petani yang berada pada interval 71-80 tahun berjumlah 3 orang dengan persentase sebesar 3%. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa umur petani responden terbesar terdapat pada interval 51-60 tahun. Pada umur tersebut petani telah banyak pengalaman dalam berusahatani tembakau, sehingga dengan hal tersebut dapat meningkatkan produksi yang maksimal (Eka et al., 2021).

Pengalaman Bertani merupakan berapa lama waktu yang telah petani lakukan dalam menjalankan usahatannya. Petani yang telah lama terlibat dalam aktivitas pertanian umumnya memiliki pemahaman yang lebih mendalam dan wawasan tentang kondisi lahan dibandingkan dengan petani yang baru saja mulai terjun ke bidang pertanian (Gusti et al., 2021). Sehingga hal tersebut mempengaruhi pola usahatani pada masing-masing petani. Berdasarkan dari 100 kuesioner yang telah disebarakan kepada responden, dapat diketahui bahwa karakteristik umur petani tembakau di Kabupaten Bojonegoro terdapat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Data petani sampel berdasarkan pengalaman bertani

Pengalaman	Jumlah	Persentase
1 - 15	27	27%
16 - 25	31	31%
26 - 35	20	20%
36 - 45	17	17%
46 - 55	5	5%
Total	100	100%

Sumber: Data Primer (2026)

Pada tabel di atas menunjukkan bahwa berdasarkan 100 responden yang dipilih pengalaman Bertani terbanyak pada interval 16-25 tahun berjumlah 31 petani dengan Tingkat persentase sebesar 31%. Sedangkan untuk pengalaman Bertani sedikit pada interval 46-55 tahun berjumlah 5 petani dengan Tingkat persentase sebesar 5%. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa petani tembakau memiliki pengalaman Bertani yang cukup lama, sehingga dalam hal memahami dan menangani komoditi tembakau cukup baik.

Luas lahan merupakan besaran luas dari lahan yang digarap untuk usahatani tembakau. Luas lahan mempengaruhi jumlah produksi tembakau, dikarenakan perhitungan banyaknya bibit yang ditanam bergantung pada luas lahan yang di garap. Hal ini sejalan dengan penelitian (Irma et al., 2025) yang menjelaskan bahwa luas lahan berpengaruh nyata terhadap jumlah produksi tembakau, sehingga semakin besar luas lahan yang digunakan maka semakin besar juga produksi tembakau.

**Tabel 4.** Data Petani Sampel Berdasarkan Luas Lahan

Luas Lahan	Jumlah	Persentase
0 - 0,25	25	25%
0,26 - 0,5	38	38%
0,6 - 0,75	6	6%
0,76 - 1	26	26%
1,1 - 2	5	5%
Total	100	100%

Sumber: Hasil Olah Data Primer (2026)

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa banyak petani yang menggarap luas lahan berada pada interval 0,26-0,5 Ha yang berjumlah 38 petani dengan persentase sebesar 38%. Sedangkan sedikit petani yang menggarap luas lahan pada interval 1,1-2 Ha berjumlah 5 petani dengan persentase 5%. Dapat diketahui bahwa banyak petani yang menggarap dengan luas lahan  $\leq 0,5$  Ha sehingga hal ini dapat mempengaruhi produktivitas komoditi tembakau. Kondisi ini menunjukkan bahwa Sebagian besar petani masih berada pada skala lahan kecil, hal ini berpotensi membatasi efisiensi penggunaan input produksi serta pencapaian produktivitas tembakau secara optimal.

Tingkat Pendidikan petani dalam berusahatani tembakau dapat mempengaruhi bagaimana petani dalam melakukan perawatan dan keterbukaan petani terhadap ilmu pengetahuan.

**Tabel 5.** Data Petani Sampel Berdasarkan Tingkat Pendidikan

Tingkat Pendidikan	Jumlah	Persentase
SD	48	48%
SMP	25	25%
SMA	25	25%
S1	2	2%
Total	100	100%

Sumber: Data Primer (2026)

Pada tabel di atas dapat diketahui bahwa Tingkat Pendidikan petani tembakau di 6 kecamatan terbanyak lulusan SD yang berjumlah 48 petani dengan persentase 48%. Sedangkan untuk petani paling sedikit bergelar Sarjana berjumlah 2 petani dengan persentase sebesar 2%. Kondisi pendidikan yang didominasi lulusan SD dan SMP ini dapat berimplikasi pada keterbatasan petani dalam pengelolaan teknik usahatani tembakau dan pemanfaatan ilmu pengetahuan secara optimal.

### Proses Olah Data

Dalam penelitian ini proses olah data dimulai dari mempersiapkan data responden serta menentukan variable yang akan dianalisis menggunakan algoritma *K-Means clustering* lalu dilanjutkan dengan proses *clustering* pada SPSS.

#### 1. Standarisasi data dengan *z-score*

Tahap awal pada olah data yaitu Standarisasi data. Standarisasi data sendiri merupakan proses awal untuk data yang memiliki satuan berbeda. Pada penelitian ini terdapat perbedaan satuan tiap variable data, maka dari itu tahap ini bertujuan untuk menyamakan satuan pada data yang akan dikelompokkan. Proses Standarisasi mengubah nilai setiap atribut agar memiliki rata-rata 0 dan standar deviasi 1, sehingga variabel dengan skala besar tidak mendominasi pada hasil *clustering* (Syaqila & Fakhriza, 2025). Hasil *Z-score* data nanti akan digunakan sebagai data utama dalam *clustering*. Berikut Adalah data yang telah melalui tahapan standarisasi pada SPSS:

**Tabel 6.** Nilai *Z-score* pada masing-masing variabel uji

No	Z-Score: Jumlah Bibit (Pohon)	Z-Score: Jumlah Pupuk (Kg)	Z-Score: Jumlah Pestisida (L)	Z-Score: Total TK (HOK)	Z-Score: Luas Lahan (Ha)	Z-Score: Modal (RP)
1	-,21618	,91482	-,08222	,15623	104,983	,01379
2	,48118	,43997	-,10297	-,49095	-,29576	-,23785
3	,48118	123,139	-,10643	-,19325	104,983	-,04390
4	-,21618	-,12986	-,10989	-,65922	-,29576	-,41152
5	-,21618	,91482	-,06493	-,43918	-,29576	-,01507
...	....	....	....	....	....	....
100	117,855	-,35145	-,11680	-,14147	104,983	-,01966

Sumber: Hasil Olah Data Primer (2026)

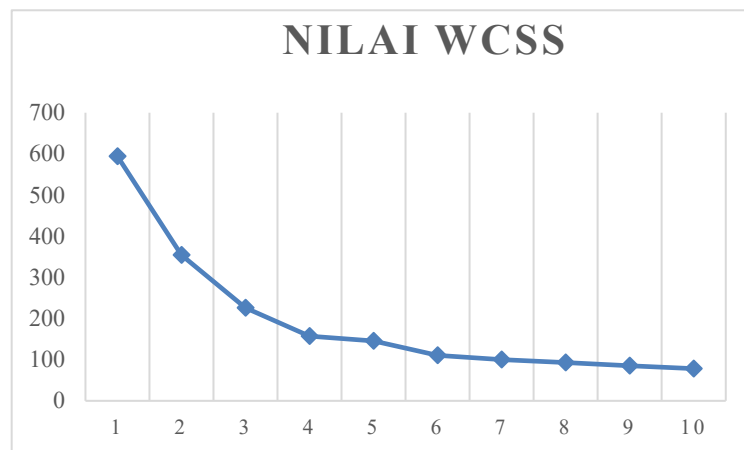
#### 2. Pembentukan *k*

Langkah awal dalam Proses *clustering* dengan algoritma K-Means yaitu dengan menentukan jumlah *cluster* (*k*) secara random. Algoritma K-Means dimulai dengan menetapkan *k* sebagai parameter masukan, lalu secara acak memilih *k* titik pusat kelompok dari dataset untuk tahap inisialisasi (Fahim, 2020). Pada penelitian ini, penentuan jumlah *k* dilakukan melalui pendekatan komparatif antara metode *Elbow*, *Silhouette Coefficient*, dan analisis stabilitas keanggotaan kelompok. Hal ini sejalan dengan pendekatan yang dilakukan oleh Rahmawati et al. (2024) yang membandingkan *Elbow Method* dan *Silhouette Coefficient*, dengan penambahan *Davies Bouldin Index* untuk validasi hasil pengelompokan yang lebih komprehensif. Pemilihan jumlah *cluster* tidak hanya bergantung pada validitas statistik, melainkan juga pada signifikansi praktis dan interpretasi karakteristik usahatani di lapangan.

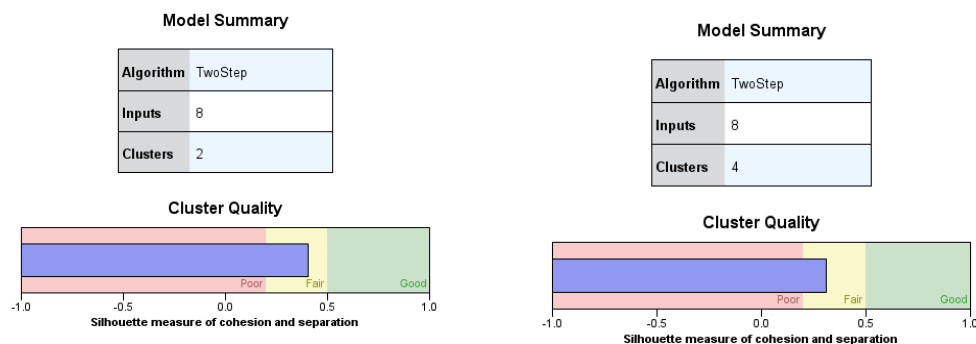
Table 7. Nilai Within-Cluster Sum of Squares (WCSS) pada Berbagai Jumlah Cluster

Jumlah Cluster	Nilai WCSS
1	594
2	355
3	226
4	157
5	145,38
6	111
7	100
8	93
9	85
10	78

Sumber: Hasil Olah Data Primer (2026)



Gambar 1. Grafik Metode Elbow



Gambar 2. Hasil Silhouette Coefficient C2 (kiri) dan C4 (kanan)

Metode *elbow* digunakan sebagai alat pendukung visual untuk membantu dalam proses evaluasi jumlah *cluster* (Rajsya & Rachman, 2024). Pada grafik *elbow* dapat dilihat bahwa penurunan nilai dari C1 hingga C4 cukup tajam, lalu penurunan nilai mulai melandai pada C5 hingga C10. Dapat diketahui bahwa sudut siku pada grafik *elbow* berada pada titik C4. Selanjutnya untuk *Silhouette Coefficient* merupakan sebuah ukuran yang mencerminkan tingkat kesamaan data dalam suatu kelompok, dan dihitung untuk masing-masing objek dalam kelompok tersebut. Hasil *Silhouette Coefficient* menunjukkan bahwa blok biru terdapat pada area kuning yang menandakan bahwa pembentukan *cluster* bisa dikatakan cukup baik. Nilai  $k=2$  berada pada angka 0,4 sementara untuk  $k=4$  menurun pada angka 0,3. Berdasarkan pendapat Rousseeuw (1987) yang menegaskan bahwa nilai *silhouette* yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa struktur pengelompokan lebih kuat dalam kumpulan data tersebut. Sementara itu, untuk

evaluasi jumlah anggota pada setiap *cluster*, ditemukan bahwa stabilitas anggota *cluster* terdapat pada  $k=2$  dengan masing-masing *cluster* beranggotakan 28 dan 72 petani. Disisi lain, untuk persebaran anggota  $k=4$  masing-masing beranggotakan 3, 30, 66, dan 1, dimana terdapat satu *cluster* yang hanya beranggotakan 1 petani. Hal ini menunjukkan bahwa persebaran anggota kelompok yang terlalu sedikit, cenderung tidak stabil sehingga menunjukkan adanya pencilan (*outlier*) dalam segmentasi *cluster*.

Dengan demikian, jumlah  $k=2$  dipilih karena memberikan representasi yang lebih kuat dan tidak menghasilkan pencilan (*outlier*) yang berlebihan dibandingkan dengan  $k=4$ . Selain itu, analisis stabilitas persebaran anggota menunjukkan bahwa  $k=2$  mampu membagi petani ke dalam segmen yang lebih stabil dan bermakna secara manajerial, yaitu kelompok petani skala besar dan skala kecil. Hal ini sejalan dengan pendapat Hair et al. (2019) yang menyatakan bahwa sebuah *cluster* harus memiliki relevansi praktis pada persebaran anggota *cluster* yang stabil.

### 3. Penentuan ceteroid (*cluster centers*)

Langkah selanjutnya yaitu penentuan ceteroid awal untuk masing-masing variable. Penentuan nilai ceteroid awal pada proses ini dilakukan secara random yang dibentuk secara otomatis oleh sistem SPSS. Nilai ceteroid awal ini masih bersifat acak sehingga belum dapat dijadikan data acuan dalam karakteristik untuk *clustering*. Nilai ceteroid awal akan dilanjutkan ke proses iterasi untuk memperbarui data hingga mencapai titik stabil. Dengan kata lain output ini merupakan tampilan pertama dari proses *clustering* yang selanjutnya akan dilanjutkan ke proses iterasi untuk mencapai kestabilan data.

**Tabel 8.** Pusat *Cluster* Awal pada Variable Input

Initial Cluster Centers	Cluster	
	1	2
Z-score: jumlah bibit (pohon)	3,96801	-1,05302
Z-score: jumlah pupuk (kg)	2,49766	-0,82631
Z-score: jumlah pestisida (L)	-0,08222	9,89460
Z-score: total TK (HOK)	4,63474	-0,80160
Z-score: Luas lahan (Ha)	3,74102	-1,10312
Z-score: modal (RP)	5,70599	-0,49084

Sumber: Hasil Olah Data Primer (2026)

Pada tabel diatas, *initial cluster* untuk  $k=1$  dominan positif yang berarti bahwa penggunaan input berada pada rata-rata tau diatas, sehingga dapat dikatakan bahwa  $k=1$  memiliki karakteristik penggunaan sumber daya yang tinggi. Sementara untuk  $k=2$  memiliki karakteristik penggunaan sumber daya yang kecil, dapat dilihat bahwa nilai Z-score pada hampir keseluruhan variabel negatif yang berarti bahwa penggunaan input berada di bawah rata-rata normal.

### 4. Proses Iterasi

Proses iterasi merupakan proses pengulangan nilai ceteroid awal (*initial cluster centers*) dan pengelompokkan data berdasarkan perhitungan jarak *euclidean*. Iterasi berlanjut hingga ceteroid stabil sehingga tidak ada perpindahan *cluster*. Pada penelitian ini proses iterasi berlangsung hingga iterasi ke-10, hal ini dikarenakan adanya batas maksimum iterasi tercapai. Hal tersebut dapat dikatakan stabil jika nilai dari iterasi terakhir sangat kecil atau 0,000.

**Tabel 9.** Perubahan Centroid pada Setiap Iterasi Algoritma K-Means

Iteration	Iteration History <sup>a</sup>	
	Change in Cluster Centers	
	1	2
1	8,354	9,795
2	0,586	0,297
3	0,365	0,149
4	0,191	0,075
5	0,216	0,080
6	0,076	0,027
7	0,077	0,026
8	0,087	0,028
9	0,175	0,050
10	0,101	0,028

Sumber: Hasil Olah Data Primer (2026)

Pada tabel diatas perubahan pusat *cluster* sangat besar berada pada proses iterasi 1 dengan nilai 8,354 untuk  $k=1$  dan 9,795 untuk C2. Besarnya nilai tersebut dikarenakan sistem sedang melakukan reposisi *cluster* dengan menyesuaikan persebaran data secara real. Pada iterasi berikutnya nilai *change in cluster* terus mengalami penurunan secara konsisten, yang menandakan bahwa algoritma telah mencapai titik stabil untuk perpindahan *cluster*.

#### 5. Final Cluster

Pada *final cluster* merupakan output akhir dari proses *clustering*, dengan memuat karakteristik masing-masing kelompok berdasarkan nilai dari Z-score. Jika nilai positif dapat diartikan bahwa data tersebut berada di atas rata-rata total. Sedangkan untuk nilai negatif dapat diartikan bahwa data tersebut berada di bawah rata-rata total.

**Tabel 9.** Hasil Proses Final Clusters dengan Z-score

	Final Cluster Centers	
	Cluster	
	1	2
Z-score: jumlah bibit (pohon)	1,35606	-0,38248
Z-score: jumlah pupuk (kg)	1,21700	-0,34326
Z-score: jumlah pestisida (L)	-0,08364	0,02359
Z-score: total TK (HOK)	1,27998	-0,36102
Z-score: Luas lahan (Ha)	1,30060	-0,36684
Z-score: modal (RP)	1,35445	-0,38202

Sumber: Hasil Olah Data Primer (2026)

Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa hampir keseluruhan nilai variable memiliki nilai positif dengan masing-masing; jumlah bibit (1,35), jumlah pupuk (1,21), total TK (1,27), luas lahan (1,30), dan modal (1,35). Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa  $k=1$  merupakan kelompok petani dengan penggunaan input produksi tinggi sehingga skala usahatani yang dilakukan besar. Untuk  $k=2$  hampir keseluruhan nilai variable menunjukkan tanda nilai negatif dengan nilai masing-masing sebesar; jumlah bibit (-0,38), jumlah pupuk (-0,34), total TK (-0,36), luas lahan (-0,36), dan modal (-0,38). Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa  $k=2$  merupakan kelompok petani dengan penggunaan input produksi kecil, sehingga skala usahatani yang dilakukan masih skala kecil dengan penggunaan input dan modal yang terbatas.

Sedangkan untuk variable pestisida dimana nilai C1 sebesar -0,08 dan C2 dengan nilai 0,02, dapat diartikan bahwa penggunaan pestisida pada usahatani tembakau cenderung sama atau variable pestisida tidak menjadi pembeda utama antara kelompok. Sehingga dalam proses *clustering* ini variable pembeda terdapat pada jumlah bibit, jumlah pupuk, jumlah pestisida, total TK dan luas lahan yang digunakan. Tahap selanjutnya yaitu signifikansi variable berdasarkan tabel ANOVA. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui apakah variable yang digunakan telah berkontribusi dalam membedakan kedua *cluster* atau bahkan tidak berkontribusi dalam pembentukannya.

Tabel 10. Hasil Analisis ANOVA Masing-Masing Cluster

	ANOVA				F	Sig.
	Cluster		Error			
	Mean Square	df	Mean Square	df		
Z-score: jumlah bibit (pohon)	51,866	1	0,481	98	107,840	0,000
Z-score: jumlah pupuk (kg)	41,774	1	0,584	98	71,539	0,000
Z-score: jumlah pestisida (L)	0,197	1	1,008	98	0,196	0,659
Z-score: total TK (HOK)	46,210	1	0,539	98	85,783	0,000
Z-score: Luas lahan (Ha)	47,711	1	0,523	98	91,163	0,000
Z-score: modal (RP)	51,743	1	0,482	98	107,303	0,000

Sumber: Hasil Olah Data Primer (2026)

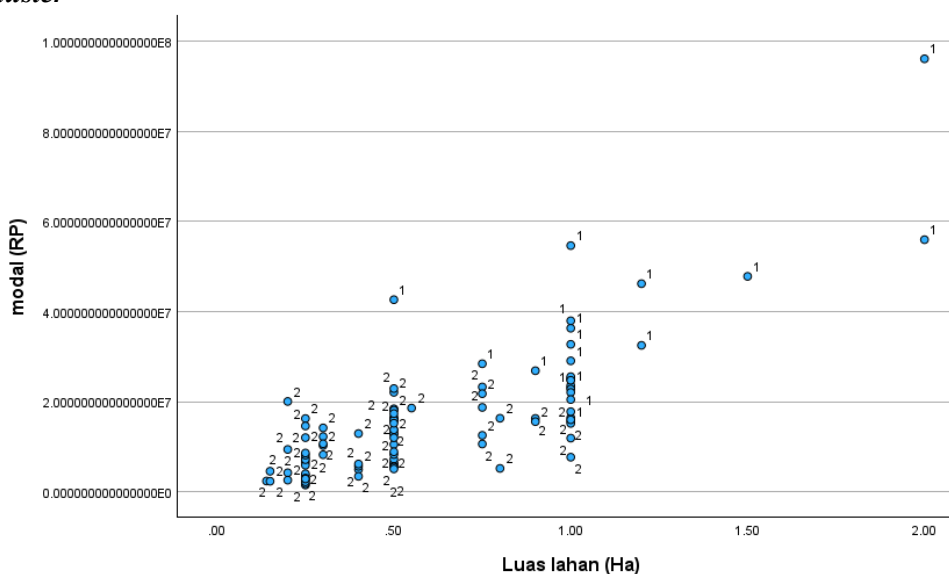
Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa variable dengan nilai sig <0,01 dianggap sebagai variable pembeda utama yang membedakan tiap cluster yaitu jumlah bibit, jumlah pupuk, jumlah pestisida, total TK, dan modal. Hal tersebut dapat dikatakan bahwa penggunaan dari 5 variabel tersebut pada masing-masing petani di setiap cluster berbeda. Sedangkan variable pestisida dengan nilai 0,659 (>0,05), dapat dikatakan bahwa penggunaan variable tersebut tidak terlalu jauh berbeda antara petani di setiap cluster. Sehingga variable dengan nilai sig >0,05 dianggap gagal menjadi pembeda kelompok. Hal ini dikarenakan pada variable jumlah pestisida antara petani memiliki pola penggunaan yang homogen dan tidak bergantung pada skala usahatani namun dipengaruhi oleh intensitas dari serangan hama. Jika tembakau diserang hama hanya sebagian kecil, maka penggunaan pestisida tidak dilakukan. Lain halnya jika hama ulat menyerang hampir keseluruhan tembakau, maka diperlukan pengaplikasian pestisida.

### 6. Distribusi Anggota Cluster

Tahap terakhir pada proses ini yaitu menghitung seberapa banyak petani yang masuk ke dalam masing-masing kelompok. Distribusi anggota cluster menunjukkan jumlah anggota petani pada masing-masing cluster dari 100 responden yaitu 22 petani pada Cluster 1 (petani skala besar) dan 78 petani pada Cluster 2 (petani skala kecil).

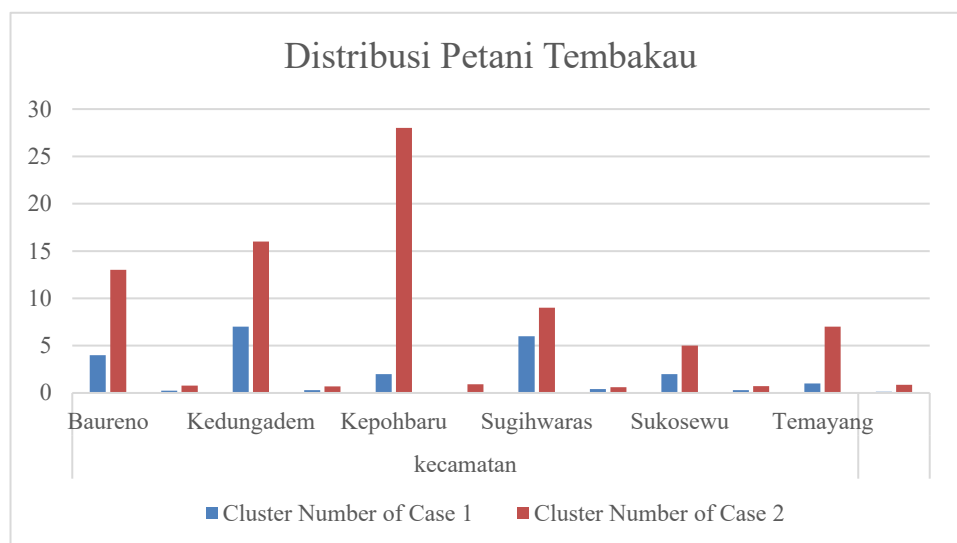
Variabel pembeda utama dalam temuan ini terdapat pada modal dan luas lahan yang mempertegas pemisah antar cluster. Validasi visual melalui scatter plot, terlihat bahwa persebaran k=2 secara konsisten berada pada titik bawah kiri yang mencerminkan keterbatasan dalam penggunaan modal dan luas lahan yang kecil. Sedangkan persebaran k=1 berada pada kanan atas dengan penggunaan modal dan luas lahan yang tinggi. Dengan ini terbukti bahwa algoritma telah membagi kelompok petani berdasarkan kapasitas ekonomi dan penggunaan input produksi.

### Karakteristik Cluster



Gambar3. Visualisasi Cluster dengan Scatter Plot (Output SPSS)

Distribusi anggota *cluster* per kecamatan disajikan pada Gambar diatas. Sumbu Y menyatakan jumlah petani tembakau, sementara untuk sumbu X menyatakan nama Kecamatan produksi. Data menunjukkan bahwa Kecamatan Sugihwaras dengan proporsi petani yang masuk dalam *cluster* 1 mencapai 40%, sementara di Kecamatan Kepohbaru, dominasi *cluster* 2 dengan nilai 93%. Variasi ini menunjukkan bahwa potensi agribisnis tembakau tidak terdistribusi merata secara geografis. Perbedaan proporsi ini dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti kemudahan akses irigasi, kedekatan dengan mitra usaha, ketersediaan modal lokal pada kecamatan tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian Nuraida et al. (2025) yang menyatakan bahwa keberhasilan usahatani di Bojonegoro sangat dipengaruhi oleh aksesibilitas petani terhadap modal dan kemitraan. Hal tersebut didukung oleh Juwartini et al. (2025) yang menyatakan bahwa efisiensi saluran distribusi tembakau Virginia di Bojonegoro sangat menentukan posisi tawar petani dalam memperoleh margin keuntungan.



Gambar 4. Distribusi *cluster* pada Masing-Masing Kecamatan

Hasil analisis *cluster* ini menunjukkan bahwa adanya heterogenitas dalam struktur usahatani di Kabupaten Bojonegoro. Berdasarkan hasil analisis *cluster* terbentuk 2 jenis kelompok petani dengan karakteristik yang cukup berbeda jauh.

1. C1 (petani Skala besar) memiliki nilai Z-score positif pada variable bibit, pupuk, tenaga kerja, luas lahan, dan modal. Petani pada *cluster* ini mengelola lahan  $>0,5$  Ha dengan penggunaan modal  $>Rp$  22.000.000. Mayoritas di *cluster* 1 menggunakan bibit jenis Virginia dengan jumlah 17 petani dan tanam tembakau sebanyak 21.000-40.000 pohon. Pada *cluster* 1 penggunaan pestisida terbagi menjadi 2 yaitu penggunaan pestisida besar dan kecil. Penggunaan pestisida besar dengan rentang volume 500 ml – 2,5 L terdapat 11 petani, sedangkan penggunaan pestisida kecil dengan rentang volume 0 – 450 ml terdapat 11 petani. Penggunaan pestisida dipengaruhi oleh luas lahan serta banyaknya serangan hama atau gulma dalam 1 periode tanam.
2. C2 (petani skala kecil) memiliki nilai Z-score negatif pada variable bibit, pupuk, tenaga kerja, luas lahan, dan modal. Petani pada *cluster* ini mengelola lahan  $\leq 0,5$  Ha dengan penggunaan modal yang  $< Rp$  20.000.000. Penggunaan bibit pada *cluster* ini didominasi oleh jenis Virginia dengan jumlah 67 petani dan populasi tanaman sebanyak 2.000-11.000 pohon. Pada *cluster* 2 penggunaan pestisida dengan rentang volume 500 ml – 2L terdapat 24 petani, sedangkan untuk penggunaan pestisida rentang volume 0 – 450 ml terdapat 54 petani. Hal ini menunjukkan bahwa petani dengan skala usahatani kecil menggunakan input produksi mulai dari modal, luas lahan, penggunaan pestisida yang terbatas juga.

Temuan menarik muncul pada perilaku penggunaan pestisida. Pada C1 terdapat penggunaan input yang masif dengan variasi volume (500 ml – 2,5 L) yang mengindikasikan bahwa penggunaan input tidak hanya didorong oleh luas lahan, melainkan sangat responsif terhadap intensitas serangan hama yang bersifat lokal. Di sisi lain, dominasi 78% petani pada C2 yang menggunakan input rendah, mengindikasikan adanya keterbatasan akses modal yang membatasi petani dalam peningkatan produktivitas. Temuan ini diperkuat oleh penelitian Kurniawan & Azizah (2018) di Kabupaten Buleleng, yang membuktikan bahwa variabel penambahan modal memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap produktivitas tembakau. Sehingga petani dengan modal yang lebih besar secara signifikan mampu mencapai tingkat produktivitas yang jauh lebih tinggi dibandingkan petani dengan modal terbatas. Hal ini

menegaskan bahwa penggunaan input produksi di Bojonegoro tidak bersifat homogen, sehingga intervensi pemerintah yang bersifat generalis berisiko tidak tepat sasaran. Secara metodologis, hasil ini memvalidasi bahwa penggunaan algoritma K-Means berhasil mengungkap segmentasi petani yang selama ini tersembunyi di balik data rata-rata agregat. Hal tersebut diperkuat dengan penelitian Patandianan et al. (2025) yang menyatakan bahwa penerapan algoritma K-Means terbukti efektif untuk melakukan pengelompokan berdasarkan variabel produksi, yang kemudian dapat membantu dalam merencanakan kebijakan peningkatan produktivitas yang lebih akurat dan terarah pada wilayah atau kelompok sasaran.

Dalam merancang kebijakan mengenai peningkatan produksi komoditi tembakau tidak dapat disamaratakan, hal ini diperlukan pertimbangan terhadap karakteristik petani. Berdasarkan pada hasil analisis *K-Means Clustering* yang ditemukan bahwa mayoritas petani (78%) berada pada *cluster 2* dengan karakteristik penggunaan modal dan luas lahan yang kecil, maka pemerintah kabupaten perlu adanya perumusan kebijakan yang dapat meningkatkan kapasitas produksi dan pemberdayaan kepada petani tembakau. Sementara untuk *cluster 1* dengan 22 % petani berada pada *cluster* ini memiliki karakteristik penggunaan modal dan luas lahan yang besar sehingga penggunaan input produksi pada *cluster 1* lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata petani tembakau. Hal ini dapat terjadi inefisiensi dalam penggunaan input produksi, disamping itu *cluster 1* menjadi potensi besar sebagai kelompok penggerak utama produksi tembakau di Kabupaten Bojonegoro. Pendekatan kebijakan pada *cluster 1* disarankan pada peningkatan daya saing dan juga efisiensi usahatani.

### KESIMPULAN

Penelitian ini mengidentifikasi adanya heterogenitas struktural dalam usahatani tembakau di Kabupaten Bojonegoro melalui pendekatan *multivariate cluster analysis* dengan algoritma *K-Means*. Hasil analisis menunjukkan bahwa petani tembakau terbagi menjadi dua kelompok, yakni kelompok dengan skala usahatani besar (*cluster 1*) sebesar 22% dan kelompok usahatani skala kecil (*cluster 2*) yang mendominasi sebanyak 78%. Pemilihan jumlah dua *cluster* tersebut didasarkan pada pertimbangan stabilitas keanggotaan dan relevansi praktis di lapangan, yang mampu meminimalkan munculnya *outlier* yang tidak stabil dibandingkan hasil teknis *Elbow* pada  $k=4$ . Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah berupa pemetaan perilaku penggunaan input produksi yang lebih spesifik. penelitian ini menegaskan bahwa kebijakan pengembangan usahatani tidak dapat disamaratakan, melainkan harus berbasis pada karakteristik petani. Untuk kelompok petani skala kecil, pemerintah disarankan memprioritaskan kebijakan fasilitasi akses modal dan pendampingan input guna menjaga keberlangsungan usahatani, sementara bagi kelompok skala besar, intervensi kebijakan diarahkan pada efisiensi penggunaan input melalui inovasi teknologi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. H., & Fatah, Z. (2025). Analisis Produksi Cabai Rawit Indonesia Menggunakan Algoritma K- Means Clustering. *JURNAL ILMIAH SAINS TEKNOLOGI DAN INFORMASI (JITI)*, 3(1), 66–74.
- Akhmad, K. W. S. (2015). *BASIC MULTIVARIAT*. BuatBuku. com. [https://www.google.co.id/books/edition/BASIC\\_MULTIVARIAT/PdZGEQAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=basic+multivariat+dr+kukuh&pg=PR11&printsec=frontcover](https://www.google.co.id/books/edition/BASIC_MULTIVARIAT/PdZGEQAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=basic+multivariat+dr+kukuh&pg=PR11&printsec=frontcover)
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Indikator Pertanian Provinsi Jawa Timur, Badan Pusat Statistik 2023* (Vol. 18, Issue 1). Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. <https://jatim.bps.go.id/id/publication/2024/11/22/d5055617ff89f10adc29dc93/indikator-pertanian-provinsi-jawa-timur-2023.html>
- Chintia, A. C., Efrita, E., Kurniati, N., & Marwan, E. (2025). Analisis Usahatani Pakcoy (*Brassica rapa L.*) Pada Sistem Urban Farming. *Jurnal MeA (Media Agribisnis)*, 10(April), 24–30. <https://doi.org/10.33087/mea.v10i1.269>
- Damanik, M. R., Rusli, R., Manik, R. L., & Khadafi, M. (2025). Metode Penelitian Kuantitatif: Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Intelek Insan Cendikia*, 2(7), 13479–13496.
- Direktorat Perkebunan Jendral. (2024). *BUKU Statistik perkebunan 2023-2025 JILID*. Direktorat Jenderal Perkebunan. <https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/24142>
- Durroh, B., Fitriyani, H., Studi Manajemen Agribisnis, P., & Pertanian, F. (2024). Analysis of Tobacco Production and Prices Trends in Bojonegoro. *Jurnal Ilmiah Sosio Agribis (JISA) ISSN*, 24, 113–120.
- Efendi, K., & Sulistyaningsih, S. (2019). Kajian Ekonomi Tenaga Kerja Sub Sektor Perkebunan Tembakau Berbasis Gender (Studi Kasus Di Desa Suboh Kecamatan Kabupaten Situbondo). *Agribios*, 17(2), 92. <https://doi.org/10.36841/agribios.v17i2.620>
- Eka, D., Astuti, W., Supardi, S., Awami, S. N., Hastuti, D., Studi, P., Fakultas, A., Universitas, P., & Hasyim, W. (2021). FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKSI TEMBAKAU (*Nicotiana tabacum*) DI

- KECAMATAN SULANG KABUPATEN REMBANG Dessriana. *Jurnal Social Economic Of Agriculture*, 10(01), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.26418/j.sea.v10i1.46831>
- Fahim, A. (2020). Finding the Number of Clusters in Data and Better Initial Centers for K-means Algorithm. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 12(6), 1–20. <https://doi.org/10.5815/ijisa.2020.06.01>
- Gusti, I. M., Gayatri, S., Subhan, A., & Tani, K. (2021). Pengaruh Umur , Tingkat Pendidikan dan Lama Bertani terhadap Pengetahuan Petani Mengenai Manfaat dan Cara Penggunaan Kartu Tani di Kecamatan Parakan Tha Affecting of Farmer Ages , Level of Education , and Farming Experience toward the Level of Farmer Know. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 19(2), 209–221. <https://doi.org/https://doi.org/10.36762/jurnaljateng.v19i2.926>
- Irma, S., Sujarwo, & Suhartini. (2025). Efisiensi teknis, alokatif, dan ekonomi usahatani tembakau di kabupaten lumajang (pendekatan. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis (JEPA)*, 9, 285–295. <https://doi.org/https://doi.org/10.21776/>
- Juwartini, Darsan, & Ningsih, F. S. (2025). ANALISIS EFISIENSI SALURAN DISTRIBUSI TEMBAKAU VIRGINIA ( Studi Kasus Penjualan Daun Basah dan Kering Rajangan di Desa Sumberharjo Bojonegoro ). *Jurnal Ilmiah Membangun Desa Dan Pertanian (JIMDP)*, 2748(105). <https://doi.org/https://orcid.org/0009-0002-8221-5779>
- Kemala, N., Alawiyah, W., & Yuanwiarno, P. (2021). Pendapatan Usahatani Kelapa Sawit Pasca Umur Produktif Di Desa Bukit Makmur Kecamatan Sungai Bahar Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal MeA (Media Agribisnis)*, 6(1), 23–32.
- Kementan. (2024). Buku Outlook Komoditas Perkebunan Tembakau. In A. . Astrid & R. K. Putra (Eds.), *Pusat Data dan Sistem Informasi Kementerian Pertanian*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian 2024. <https://satudata.pertanian.go.id/details/publikasi/699#:~:text=Jawa Timur dengan rata-rata produksi tahun 2019-2023>
- Kurniawan, P. I., & Azizah, N. Y. (2018). Pengaruh Penambahan Modal Terhadap Produktivitas Pertanian Tembakau Di Kabupaten Buleleng. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 23(2), 68–77. <https://doi.org/10.17977/um017v23i22018p068>
- Madhani, A. P., Muchtar, M., & Sihombing, P. R. (2024). Pertumbuhan Ekonomi , Upah Minimum , Jumlah. *Jurnal Bayesia: Jurnal Ilmiah Statistika Dan Ekonometrika*, 4(1)(May), 20–32.
- Nuraida, L., Sutrisno, J., & Barokah, U. (2025). Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keuntungan Usahatani Tembakau di Kabupaten Bojonegoro. *Media Agro Jurnal Ilmu Pertanian*, 21(2), 118–135. <https://doi.org/https://doi.org/10.31942/mediagro.v21i2.13037>
- Nurdiana, I., Nangameka, Y., & Iftitah Anugerah Yekti, G. (2022). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Usaha Tani (Nacotiana Tabacum) di Desa Buduan Kecamatan Suboh Kabupaten Situbondo. *Prosiding Nasional 2022 Universitas Abdurachman Saleh Situbondo*, 1(1), 327–333.
- Pamungkas, A. B., Rahayu, E. S., & Antriyandarti, E. (2023). Risiko Usahatani Tembakau di Daerah Hilir Bengawan Solo Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Dinamika Sosial Ekonomi*, 24(1), 27–40.
- Patandianan, A., Irsyad, A., & Rivani Ibrahim, M. (2025). Penerapan Algoritma K-Means Clustering Dalam Pengelompokan Produksi Padi Di Provinsi Kalimantan Timur. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(5), 7443–7452. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i5.14651>
- Rahmawati, T., Yuciana, W., & Puspita, K. (2024). Analisis perbandingan silhouette coefficient dan metode elbow pada pengelompokan provinsi di indonesia berdasarkan indikator ipm dengan k-medoids 1,2,3. *JURNAL GAUSSIAN*, 13, 13–24. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.13.1.13-24>
- Rajsya, A., & Rachman, A. (2024). Rancang Bangun Penerapan Metode Elbow Pada K-Means Untuk Clustering Data Persediaan Barang. *LINIER: Literatur Informatika Dan Komputer*, 1(4), 395–403. <https://doi.org/https://doi.org/10.33096/linier.v1i4.2539>
- Rousseuw, P. J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, 53–65. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0377-0427\(87\)90125-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7)
- Sulistiya, & Sofwani, M. B. (2022). TEMANGGUNG CONTRIBUTION OF TOBACCO TO FARMERS INCOME IN TEGALREJO VILLAGE NGADIREJO SUB DISTRICT TEMANGGUNG DISTRICT. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(3), 1580–1596. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.37159/jpa.v24i3.2442>
- Sulistiyawati, W., Wahyudi, S. T., & Trinuryono, S. (2022). Analisis (Deskriptif Kuantitatif) Motivasi Belajar Siswa Dengan Model Blended Learning Di Masa Pandemi Covid19. *Kadikma*, 13(1), 68–73.
- Syaqila, S., & Fakhriza, M. (2025). K-Means Clustering Untuk Mengukur Pengaruh Kompetensi Terhadap Kinerja Pegawai. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 6(2), 1420–1431. <https://doi.org/10.47065/josh.v6i2.6758>