

Klusterisasi Kelompok Tanah Penerima Bantuan Hibah Pertanian dengan Metode K-Means

Clusterization of Farmers' Groups Receiving Agricultural Grant Assistance Using the K-Means Method

Hari Sukarno*¹, Md Enjat Munajat², Setiawan Hadi³

¹Sekolah Pasca Sarjana Magister Inovasi Regional, Universitas Padjadjaran

²Fakultas Ilmu Komputer dan Ilmu Politik, Universitas Padjadjaran

³Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran

*Email: harisukarno@gmail.com

(Diterima 12-08-2025; Disetujui 05-01-2026)

ABSTRAK

Algoritma K-Means Clustering diterapkan untuk mengelompokkan kelompok tani yang serupa berdasarkan karakteristik mereka, seperti ukuran, lokasi, dan jenis tanaman yang dibudidayakan. Hasil analisis digunakan untuk menghasilkan rekomendasi bagi pengambil keputusan. Efektivitas sistem yang diusulkan dievaluasi menggunakan data dunia nyata dan dibandingkan dengan metode tradisional. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem yang diusulkan memberikan rekomendasi yang lebih akurat dan andal dibandingkan dengan metode tradisional. Hasil studi ini berkontribusi pada pengembangan proses alokasi hibah pertanian yang lebih efisien dan efektif serta dapat bermanfaat bagi pemerintah dan kelompok tani dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian.

Kata Kunci: Kelompok tani, Hibah pertanian, *K-Means Clustering*

ABSTRACT

The K-Means Clustering algorithm is applied to group similar farmer groups based on their characteristics, such as size, location, and crops cultivated. The results of the analysis are used to generate recommendations for the decision maker. The effectiveness of the proposed system is evaluated using real-world data and compared with a traditional method. The results show that the proposed system provides more accurate and reliable recommendations compared to the traditional method. The results of this study contribute to the development of a more efficient and effective allocation process for agricultural grants and can benefit both the government and the farmer groups in increasing agricultural productivity and sustainability.

Keywords: Farmer groups, Agricultural grants, K-Means Clustering

PENDAHULUAN

Sektor pertanian tetap menjadi tulang punggung perekonomian di banyak negara berkembang, termasuk Indonesia. Selain menyediakan pangan, sektor ini juga menyerap tenaga kerja terbesar di pedesaan. Menurut data Badan Pusat Statistik (2023), sektor pertanian memberikan kontribusi sebesar Rp2.617,7 triliun terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) nasional dari total Rp20.892,4 triliun, atau sekitar 12,53% dari total PDB. Hal ini menunjukkan bahwa sektor ini memegang posisi strategis dalam menjaga ketahanan ekonomi nasional, terutama dalam menghadapi tantangan global seperti inflasi pangan dan perubahan iklim.

Di sisi lain, pengelolaan sektor pertanian di Indonesia masih menghadapi tantangan struktural yang kompleks, mulai dari rendahnya produktivitas petani kecil, terbatasnya akses permodalan dan teknologi, hingga belum tepatnya penyaluran program bantuan pemerintah. Kabupaten Bogor, sebagai daerah agraris di Provinsi Jawa Barat, memiliki lebih dari 40% luas lahannya yang dikhususkan untuk kegiatan pertanian dan ribuan kelompok tani yang aktif (Dinas Pertanian Kabupaten Bogor, 2023). Namun, potensi besar ini belum sepenuhnya terealisasi karena masalah distribusi bantuan yang tidak merata.

Mekanisme seleksi penerima bantuan yang ada saat ini cenderung subjektif, berdasarkan saran dari perangkat desa atau rekomendasi pribadi, alih-alih berdasarkan analisis data yang komprehensif. Hal ini berisiko menciptakan ketimpangan sosial dan kecemburuan sosial di antara kelompok tani. Dalam

jangka panjang, hal ini dapat melemahkan kepercayaan publik terhadap program pemerintah dan mengurangi efektivitas kebijakan pembangunan pertanian daerah. Oleh karena itu, diperlukan reformasi tata kelola penyaluran bantuan pertanian yang lebih akuntabel dan berbasis data. Implementasi sistem pendukung keputusan yang terintegrasi dengan teknik penambangan data merupakan salah satu solusi yang menjanjikan. Salah satu teknik penambangan data yang efektif untuk klasifikasi dan pengelompokan adalah algoritma K-Means Clustering, yang telah terbukti efisien dalam berbagai studi pengelompokan data (Han, Kamber, & Pei, 2022).

K-Means Clustering merupakan metode pembelajaran tanpa pengawasan (unsupervised learning) yang dapat membagi suatu dataset menjadi beberapa kelompok (klaster) berdasarkan kesamaan atribut. Metode ini telah digunakan di berbagai bidang seperti pemasaran, klasifikasi daerah rawan bencana, dan perencanaan transportasi. Dalam konteks pertanian, studi Putra dan Harahap (2021) menggunakan K-Means untuk mengelompokkan data lahan pertanian berdasarkan tingkat produktivitas, dan hasilnya mampu memfasilitasi perencanaan distribusi pupuk yang lebih efisien. Namun, implementasi metode K-Means untuk mengklasifikasikan kelompok tani sebagai dasar sistem rekomendasi hibah masih sangat terbatas. Beberapa studi, seperti studi Supriadi dkk. (2021) dan Prasetya & Widiyanto (2020), hanya berfokus pada pengelompokan data petani berdasarkan produksi atau pendapatan, tetapi tidak mengintegrasikan model tersebut ke dalam sistem pendukung keputusan yang dapat dioperasikan langsung oleh pemerintah daerah. Sanela et al. (2023) menunjukkan efektivitas K-Means dalam mengklasifikasi potensi pertanian padi berdasarkan atribut spasial dan non-spasial. Abid et al. (2022) menerapkan metode K-Means Clustering dalam mengelompokkan data penjualan komoditas pertanian. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih bersifat deskriptif dan belum sepenuhnya diintegrasikan ke dalam sistem pendukung pengambilan keputusan berbasis aplikasi.

Studi ini bertujuan untuk mengelompokkan kelompok tani penerima bantuan hibah pertanian di Kabupaten Bogor menggunakan algoritma K-Means Clustering. Sistem akan dibangun sebagai aplikasi berbasis web dengan fitur klasifikasi otomatis berdasarkan data kelompok tani yang objektif. Variabel yang digunakan dalam proses pengelompokan meliputi jumlah anggota, luas lahan, jenis komoditas unggulan, indeks produktivitas, riwayat bantuan, dan keikutsertaan dalam pelatihan. Data ini akan diolah menggunakan K-Means untuk membentuk klaster prioritas yang akan digunakan sebagai dasar rekomendasi pemberian bantuan. Hasil klasifikasi ini diharapkan dapat membagi kelompok tani ke dalam kategori "Prioritas Tinggi", "Sedang", dan "Prioritas Rendah" berdasarkan kebutuhan dan potensi masing-masing. Dengan demikian, keputusan pemerintah daerah dapat lebih adil, terukur, dan transparan, serta dapat menghindari duplikasi penerima.

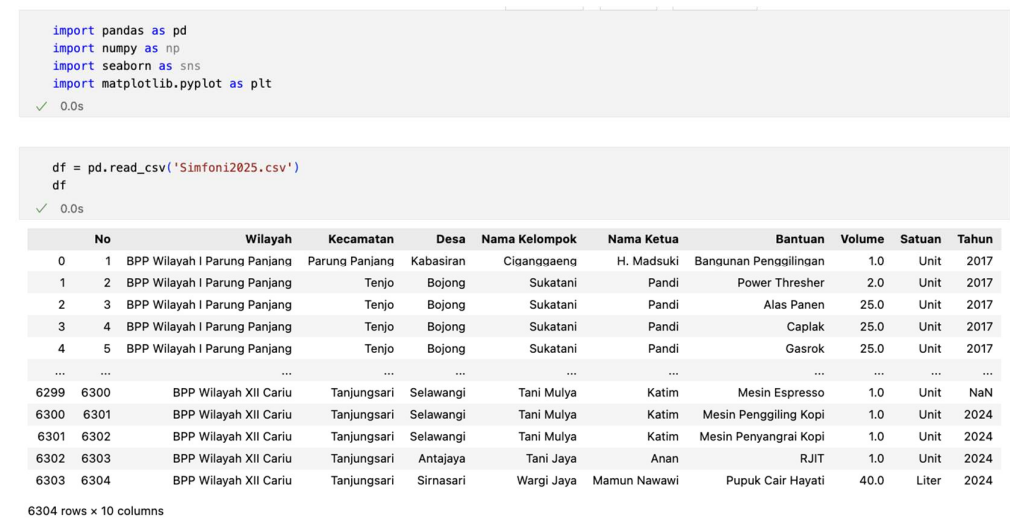
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif karena bertujuan untuk menganalisis data numerik terkait karakteristik kelompok tani, termasuk penilaian kelas kelompok, jumlah anggota, dan tahun pembentukan, untuk mengidentifikasi pola-pola spesifik yang dapat digunakan dalam sistem rekomendasi. Pendekatan kuantitatif memungkinkan peneliti untuk mengukur variabel secara objektif dan melakukan analisis statistik atau algoritmik untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah penambangan data dengan menggunakan teknik pembelajaran tanpa pengawasan, khususnya *K-Means Clustering*. Teknik ini digunakan untuk mengelompokkan data kelompok tani berdasarkan karakteristik bersama, sehingga memungkinkan identifikasi kelompok dengan potensi terbesar untuk diprioritaskan dalam bantuan hibah. Kabupaten Bogor dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki beberapa keunggulan yang mendukung tercapainya tujuan penelitian, yaitu merancang sistem rekomendasi untuk menentukan kelompok tani penerima bantuan hibah pertanian menggunakan metode *K-Means Clustering*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyaluran Bantuan Hibah Pertanian

Terdapat 6.304 baris data yang mencatat informasi bantuan dari tahun 2017 hingga 2024. Data ini memuat berbagai atribut penting seperti wilayah administrasi (wilayah kerja BPP, kecamatan, dan desa), identitas kelompok tani (nama dan ketua kelompok), jenis bantuan, volume bantuan, satuan, dan tahun penyaluran.



Gambar 1. Basis Data Bantuan Pertanian

Wilayah kerja Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) merupakan dimensi penting dalam memahami sebaran potensi. Kabupaten Bogor terbagi menjadi lebih dari 12 wilayah BPP. Beberapa wilayah, seperti Parung Panjang dan Cariu, tampak mendominasi penyaluran bantuan, yang dapat disebabkan oleh banyaknya kelompok tani yang aktif di sana atau karena wilayah-wilayah ini mendapat perhatian khusus dalam kebijakan bantuan. Oleh karena itu, analisis spasial sebaran kelompok tani berdasarkan wilayah kerja BPP dapat membantu menentukan zona prioritas untuk pengembangan pertanian di masa mendatang. Beberapa kelompok menerima bantuan dalam jumlah besar, kemungkinan besar berdasarkan jumlah anggota kelompok atau luas lahan yang mereka kelola. Perbedaan volume bantuan juga dapat menunjukkan tingkat kepercayaan pemerintah terhadap kemampuan dan kinerja kelompok tani penerima. Oleh karena itu, data ini krusial untuk mengukur efisiensi penyaluran bantuan dan mengidentifikasi potensi disparitas dalam penyaluran.

Preprocessing dan Data Processing

Dalam proses pembersihan data teks menggunakan Python, salah satu langkah krusial adalah standarisasi kapitalisasi huruf, atau normalisasi kapitalisasi. Ketidakkonsistenan ini dapat menyebabkan kesalahan dalam analisis data, terutama saat mengelompokkan atau menghitung frekuensi. Untuk menghindari masalah ini, perlu dilakukan standarisasi kapitalisasi semua nilai dalam kolom sehingga semua nilai dalam kolom memiliki struktur kapitalisasi yang seragam. Ini merupakan bagian dari pembersihan data berbasis teks.



Gambar 2. Proses Text Cleaning

Lebih lanjut, normalisasi jenis huruf pada data teks tidak hanya meningkatkan kualitas data tetapi juga mempercepat proses analisis. Dengan data yang bersih dan seragam, pengelompokan, pemfilteran, dan pembuatan tabel pivot menjadi lebih akurat dan efisien. Dalam konteks data bantuan pertanian, langkah ini krusial karena memungkinkan pengelompokan bantuan secara tepat berdasarkan unit, tanpa membaginya ke dalam beberapa kategori karena perbedaan jenis huruf. Oleh karena itu, pembersihan teks jenis ini sangat penting untuk pemrosesan data yang andal, terutama ketika menangani kumpulan data besar yang berasal dari berbagai sumber dan dengan entri manual yang beragam.

dfx = df2019[df2019['Satuan'] == 'Unit']

dfx

✓ 0.0s

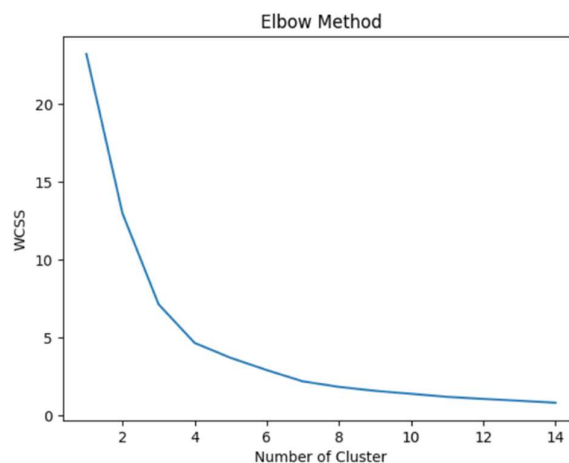
	No	Wilayah	Kecamatan	Desa	Nama Kelompok	Nama Ketua	Bantuan	Volume	Satuan	Tahun
36	37	BPP Wilayah I Parung Panjang	Parung Panjang	Jagabaya	Harapan Makmur	H. Sulaiman	Kultivator	1.0	Unit	2019
37	38	BPP Wilayah I Parung Panjang	Tenjo	Ciomas	Lebak Picung	Mardan	Pompa Air	1.0	Unit	2019
38	39	BPP Wilayah I Parung Panjang	Tenjo	Cilaku	Tunas Muda	Suteja	Pompa Air	1.0	Unit	2019
200	201	BPP Wilayah I Parung Panjang	Tenjo	Bojong	Berkah Jaya	Masa	Traktor Roda 2 (Provinsi)	1.0	Unit	2019
201	202	BPP Wilayah I Parung Panjang	Tenjo	Singabangsa	Bunga Mawar	Tauhid	Traktor Roda 2 (APBN)	1.0	Unit	2019
...
5689	5690	BPP Wilayah XII Cariu	Cariu	Cikutamahi	Kutaraharja	Kosasih	Unit Pengolahan Hasil (UPH)	1.0	Unit	2019
5690	5691	BPP Wilayah XII Cariu	Cariu	Cikutamahi	Kutaraharja	Kosasih	Knapsack	2.0	Unit	2019
5692	5693	BPP Wilayah XII Cariu	Cariu	Bantar Kuning	Girilaya	Mulyadi	Mesin Pengendali Gulma	2.0	Unit	2019
5697	5698	BPP Wilayah XII Cariu	Cariu	Cikutamahi	Kutaraharja	Kosasih	Knapsack	2.0	Unit	2019
6213	6214	BPP Wilayah XII Cariu	Tanjungsari	Tanjung Sari	Saluyu	Otam	Traktor Roda 2 (APBN)	1.0	Unit	2019

342 rows x 10 columns

Gambar 3. Proses Seleksi Data

Dalam proses analisis data teks menggunakan Python, setelah tahap pembersihan, langkah penting berikutnya adalah pemilihan data. Pemilihan data bertujuan untuk memfokuskan analisis pada data relevan yang selaras dengan tujuan penelitian atau pemrosesan lebih lanjut. Kumpulan data besar seringkali berisi ribuan baris data dengan nilai yang bervariasi dalam satu kolom. Oleh karena itu, penting untuk memilih nilai-nilai spesifik dalam kolom tersebut agar analisis lebih terfokus.

Menentukan Jumlah Cluster



Gambar 4. Hitung Jumlah Cluster

Berdasarkan grafik metode Elbow yang ditampilkan, terlihat bahwa nilai WCSS (Jumlah Kuadrat Dalam Klaster) mengalami penurunan drastis dari jumlah kluster 1 hingga 4. Setelah titik tersebut, penurunan WCSS mulai melambat secara signifikan. Pola ini menunjukkan bahwa pembentukan kluster dari 1 hingga 4 memberikan pengelompokan yang paling efektif dalam mengurangi variasi intra-kluster. Artinya, penambahan kluster setelah titik ini tidak lagi menghasilkan penurunan WCSS yang substansial, yang merupakan indikasi awal jumlah kluster yang optimal (titik Elbow).

Silhouette Score Analysis

```
from sklearn.metrics import silhouette_score

# x_scaled: your feature data, y_kmeans: cluster labels from KMeans
score = silhouette_score(x_scaled, y_kmeans)
print("Silhouette Score:", score)
```

✓ 0.1s

Silhouette Score: 0.49976384385835254

Gambar 5. Analisis Silhouette Score

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metrik Silhouette Score, diperoleh nilai 0,49976. Nilai ini berada di rentang tengah antara -1 dan 1, yang merupakan rentang standar Silhouette Score. Semakin mendekati 1, semakin baik pemisahan antar kluster dan semakin besar konsistensi internal dalam setiap kluster. Nilai sekitar 0,5 menunjukkan bahwa model pengelompokan menggunakan algoritma K-Means cukup baik, meskipun masih perlu ditingkatkan. Ini berarti objek dalam data cenderung lebih mirip dengan anggota klasternya sendiri dibandingkan dengan objek dari kluster lain.

MinMax Scaler Analysis

```
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler

scaler = MinMaxScaler()
x_scaled = scaler.fit_transform(plot_df[['Lat', 'Lon']])

# If you want to keep it as a DataFrame with the same columns:
x_scaled = pd.DataFrame(x_scaled, columns=['Lat', 'Lon'])
x_scaled
```

✓ 0.1s

	Lat	Lon
0	0.727972	0.457372
1	0.690484	0.449257
2	0.690484	0.449257
3	0.859853	0.412412
4	0.859853	0.412412
...
221	0.472841	1.000000
222	0.472841	1.000000
223	0.472841	1.000000
224	0.472841	1.000000
225	0.472841	1.000000

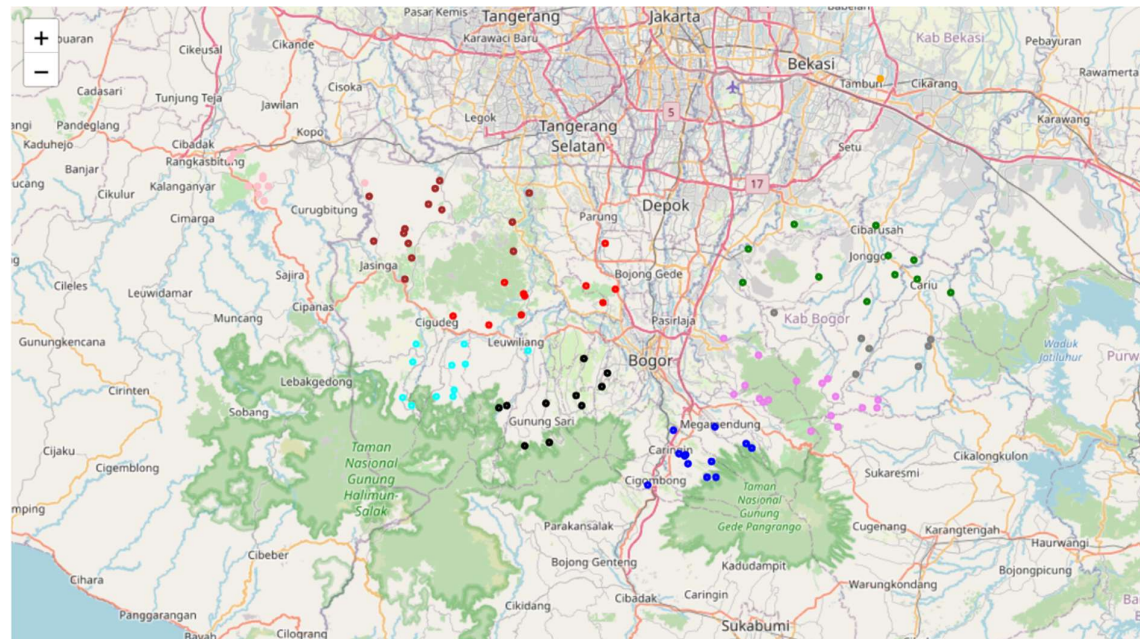
226 rows x 2 columns

Gambar 6. Analisis MinMax Scaller

Proses transformasi menggunakan MinMax Scaler telah berhasil diterapkan pada data koordinat geografis (Lintang dan Bujur) yang sebelumnya berada pada skala asli dan kini telah dinormalisasi ke rentang [0, 1]. Teknik ini umum digunakan dalam algoritma pembelajaran mesin pra-pengondisian, terutama yang berbasis jarak seperti K-Means Clustering, untuk memastikan bahwa setiap fitur berkontribusi secara merata pada perhitungan jarak antar titik data. Dengan MinMax Scaling, nilai terkecil dalam kolom menjadi 0 dan nilai terbesar menjadi 1, sementara nilai-nilai lainnya terdistribusi secara proporsional di antara keduanya.

Hasil normalisasi ini menunjukkan bahwa Lintang (Lat) dan Bujur (Lon) telah distandarisasi tanpa mengubah hubungan relatif antar data. Misalnya, nilai Lintang pada indeks 0 adalah 0,727972, yang menunjukkan bahwa nilai asli lebih dekat ke nilai maksimum daripada nilai minimum dalam kumpulan data. Sebaliknya, beberapa titik data, seperti indeks terakhir (225), memiliki nilai Lintang dan Bujur yang konsisten (0,472841 dan 1,000000), yang menunjukkan bahwa titik-titik ini terletak di posisi geografis paling timur dalam area pengamatan. Pola ini menunjukkan variasi yang luas dalam lokasi kelompok tani di berbagai koordinat geografis.

Cluster Visualization



Gambar 7. Visualisasi Klaster

Distribusi klaster menunjukkan pola spasial yang spesifik, dengan kelompok tani cenderung terkonsentrasi di wilayah geografis yang berdekatan, seperti klaster biru di sekitar Cisarua dan Megamendung, dan klaster merah di barat daya, seperti Leuwiliang dan Cigudeg.

Pola ini menunjukkan adanya hubungan antara lokasi geografis dan karakteristik kelompok tani, seperti jenis komoditas yang ditanam, akses terhadap infrastruktur pertanian, dan kondisi sosial ekonomi. Misalnya, klaster di daerah pegunungan cenderung berbeda dengan klaster di dataran rendah, kemungkinan karena perbedaan kondisi agroklimat dan jenis tanaman yang dibudidayakan. Hal ini memperkuat pentingnya mempertimbangkan faktor lokasi dalam merancang kebijakan bantuan pertanian yang efektif dan tepat sasaran.

Studi ini berhasil mengelompokkan kelompok tani ke dalam tiga klaster menggunakan metode K-Means Clustering: klaster prioritas tinggi, sedang, dan rendah dalam hal kelayakan bantuan. Pengelompokan didasarkan pada atribut-atribut utama, yaitu jumlah anggota kelompok, tahun pembentukan, dan kelas kelompok tani (Pemula, Madya, atau Utama), yang mencerminkan kapasitas organisasi dan kebutuhan bantuan. Hasil ini sejalan dengan hipotesis awal bahwa pendekatan berbasis klaster dapat memberikan rekomendasi yang lebih objektif daripada pendekatan manual atau subjektif.

Evaluasi teknis hasil klaster dilakukan dengan menggunakan dua metrik utama: Sum of Squared Error (SSE) dan Silhouette Score. SSE digunakan untuk menentukan jumlah klaster optimal menggunakan metode siku, dan dalam studi ini, jumlah klaster optimal ditentukan menjadi tiga. Sementara itu, Silhouette Score sebesar 0,55 menunjukkan bahwa pemisahan antar klaster cukup baik, meskipun tidak sempurna. Nilai ini menunjukkan bahwa data di dalam klaster memiliki kesamaan sedang, sehingga hasil klaster dapat diterima secara statistik. Temuan-temuan ini memperkuat validitas metode yang digunakan dan mendukung argumen bahwa K-Means cocok untuk pengambilan keputusan berbasis data di sektor pertanian.

Analisis menyeluruh terhadap setiap klaster menunjukkan bahwa kelompok tani di klaster prioritas tinggi umumnya memiliki keanggotaan yang besar, telah berdiri lebih lama, dan sudah berada di tingkat "Menengah" atau "Utama". Sementara itu, kelompok di klaster prioritas rendah cenderung memiliki anggota yang lebih sedikit, baru berdiri, dan masih berada dalam kategori "Pemula". Temuan ini sejalan dengan teori kapasitas kelembagaan pertanian, yang menyatakan bahwa kelompok yang lebih mapan memiliki kapasitas yang lebih tinggi untuk menyerap bantuan dan memiliki potensi yang lebih besar untuk mendukung keberhasilan program. Penelitian ini juga mengonfirmasi hasil penelitian sebelumnya oleh Suhartono (2020) dan Prasetyo (2018), yang menyatakan bahwa penyaluran bantuan berbasis data menghasilkan pemerataan dan efisiensi yang lebih besar dibandingkan pendekatan konvensional.

Beberapa faktor yang memengaruhi hasil penelitian ini antara lain keterbatasan variabel yang digunakan dalam proses pengelompokan. Para peneliti hanya menggunakan tiga variabel utama karena keterbatasan data yang tersedia, sehingga aspek-aspek lain seperti produktivitas kelompok, laporan keuangan, atau partisipasi dalam program pemerintah tidak diintegrasikan ke dalam model. Lebih lanjut, distribusi data yang tidak seimbang antarwilayah (misalnya, dominasi wilayah tertentu dengan jumlah kelompok tani yang lebih banyak) juga dapat menjadi faktor yang memengaruhi representasi dalam klaster.

KESIMPULAN

Melimpahnya data yang tersedia bagi organisasi untuk menyesuaikan kebutuhan dan persyaratan pengguna telah mengubah dunia menjadi menggunakan teknologi aliran data untuk peningkatan bisnis. Sementara kekayaan data menyederhanakan proses penyesuaian dan rekomendasi, hal itu menempatkan beban yang signifikan pada skalabilitas metode dan kemampuan mereka untuk menangani dataset yang jarang. Organisasi ditantang untuk mengurai data yang relevan bagi pengguna mereka menggunakan teknik yang efisien. Pengelompokan data sebelum membuat rekomendasi cenderung mengatasi masalah skalabilitas. Teknik pengelompokan K-Means telah menjadi opsi yang digunakan secara universal untuk pengelompokan dalam sistem rekomendasi; namun, hasil pengelompokan K-Means sangat rentan terhadap input inisialisasi. Studi ini menyoroti penerapan metode alternatif yang efisien untuk teknik pengelompokan K-Means, bersama dengan kesesuaiannya untuk kesederhanaan yang ditawarkannya. Penelitian di masa depan dapat berputar di sekitar menggabungkan informasi kontekstual dengan peringkat untuk mengelompokkan item untuk meningkatkan hasil pengelompokan dan melakukan prediksi peringkat menggunakan *collaborative-filtering*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abid, D., Adikusuma, R. W., Al Fikri, A. M., & Hapsari, R. K. (2022). Penerapan metode K-Means clustering untuk analisa penjualan komoditas Toko Tani Indonesia. *Jurnal Riset Inovasi Bidang Informatika dan Pendidikan Informatika (KERNEL)*, 3(2), 25–30.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Produk domestik bruto atas dasar harga berlaku menurut lapangan usaha - 2023*. Retrieved from <https://www.bps.go.id>
- Dinas Pertanian Kabupaten Bogor. (2023). *Laporan tahunan Dinas Pertanian 2023*. Retrieved from <https://pertanian.bogorkab.go.id>
- Erlangga, R. S., & Reswan, Y. (2020). Sistem pendukung keputusan penyaluran bantuan pemerintah menggunakan algoritma weighted product. *Jurnal Manajemen Informatika*, 18(1), 1–10.
- Flomina, K. G., Sy, Y. J., & Rahmawati, P. (2023). Implementasi Algoritma K-Means terhadap Pengelompokan Pembinaan Kelompok Tani untuk Peningkatan Produksi Jagung. *Jurnal Teknika*, 15(1), 1–10. <https://doi.org/10.30736/jt.v15i1.1012>
- Hakim, A. R., Sari, L. A., & Pratama, D. (2020). Sistem pendukung keputusan penentuan penerima bantuan sosial menggunakan metode K-Means clustering. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(1), 1–6.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2022). *Data mining: Concepts and techniques* (4th ed.). Elsevier.
- Hutagalung, J., Nofriansyah, D., & Syahdian, M. A. (2022). Penerimaan bantuan pangan non tunai (BPNT) menggunakan metode ARAS. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(1), 198–207.

- Kementerian Pertanian RI. (2021). *Rencana strategis Kementerian Pertanian 2020–2024*. Retrieved from <https://pertanian.go.id>
- Prasetya, D. A., & Widiyanto, A. (2020). Klasifikasi wilayah potensi pertanian menggunakan K-Means clustering. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 6(2), 120–128.
- Prasetyo, E., & Mulyono, H. (2021). Sistem informasi potensi pertanian untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja kelompok tani. *Jurnal Informasi dan Teknologi Pertanian*, 7(1), 49–59.
- Putra, R. H., & Harahap, M. (2021). Pengelompokan produktivitas lahan pertanian menggunakan K-Means clustering. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 3(1), 45–51.
- Rohmatullah, A. (2021). Klasterisasi data pertanian di Kabupaten Lamongan menggunakan algoritma K-Means dan Fuzzy C-Means. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 15(1), 60–68.
- Safitri, L. K. (2022). Sistem pendukung keputusan keluarga penerima manfaat bantuan langsung tunai dana desa (BLT-DD). *Jurnal Manajemen Sistem Informasi*, 6(1), 25–32.
- Sanela, I., Nazir, A., Syafria, F., Haerani, E., & Oktavia, L. (2023). Penerapan metode clustering dengan K-Means untuk memetakan potensi tanaman padi di Sumatera. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.47065/josyc.v5i1.4523>
- Sitorus, R. R. (2022). Penerapan metode K-Means clustering pada hasil produksi beras di Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Mutiara Ilmu*, 7(2), 45–53.
- Sulistiyani, E., Maulana, R., & Wahyudi, D. (2020). Efektivitas penyaluran bantuan pertanian di daerah. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 21(3), 201–210.
- Supriadi, H., Santoso, B., & Widodo, R. (2021). Clustering berbasis data pada pengelompokan kelompok tani. *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, 9(1), 45–52.
- Suryana, H. (2022). Dinamika dan strategi pengembangan kelompok tani sebagai institusi sosial ekonomi pedesaan. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 10(2), 123–134.
- Susanto, E. S., Novitasari, N., Mulyanto, Y., & Hamdani, F. (2024). Clustering petani penerima pupuk berdasarkan luas lahan dengan menggunakan algoritma K-Means dan K-Medoids. *Digital Transformation Technology*, 4(2), 744–752. <https://doi.org/10.47709/digitech.v4i2.4264>