

Implementasi Algoritma K-Medoids pada Klasterisasi Produksi Jenis Tanaman Pangan di Provinsi Jawa Timur

FADIAH IRINE DWIANA, SAIFUL BAHRI

Jurusan Matematika, Fakultas SAINTEK, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel
Jl. Ir. H. Soekarno, Kecamatan Gunung Anyar, No.682, Surabaya

Email: 09040220054@student.uinsby.ac.id

Abstrak

Masih ada beberapa kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur yang belum optimal dalam produksi jenis tanaman pangan, karena produktivitas tinggi dan rendah yang tidak stabil, supaya produksi jenis tanaman pangan tetap produktif untuk kesejahteraan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan produksi jenis tanaman pangan dengan jumlah tinggi dan rendah tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur menggunakan algoritma K-Medoids. Algoritma K-Medoids termasuk algoritma pengelompokkan yang cukup efisien terhadap data kecil dan mampu mengatasi *outlier*. Data yang digunakan adalah produksi jenis tanaman pangan (padi, beras, jagung, dan kedelai) per ton di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2022. Analisis *cluster* ini menghasilkan dua *cluster* optimal dengan nilai *silhouette coefficient* tertinggi yaitu 0.61. Hasil analisis penelitian ini terbentuk 2 *cluster* pada *cluster* pertama yaitu 33 kabupaten/kota dengan produksi jenis tanaman pangan tinggi, *cluster* kedua yaitu 5 kabupaten/kota dengan produksi jenis tanaman pangan rendah.

Kata kunci: Algoritma K-Medoids, Analisis *Cluster*, Produksi Jenis Tanaman Pangan, *Silhouette Coefficient*.

Abstract

There are still several districts/cities in East Java Province that are not yet optimal in the production of food crops, because high and low productivity is unstable, so that the production of food crops remains productive for the welfare of the community. This research aims to group the production of food crops with high and low quantities in each district/city in East Java Province using the K-Medoids algorithm. The K-Medoids algorithm is a grouping algorithm that is quite efficient for small data and is able to deal with outliers. The data used is the production of food crops (rice, rice, corn and soybeans) per ton in East Java Province in 2022. This cluster analysis produces two optimal clusters with the highest silhouette coefficient value, namely 0.61. The results of this research analysis formed 2 clusters in the first cluster, namely 33 districts/cities with high production of food crops, the second cluster, namely 5 districts/cities with low production of food crops.

Keywords: Cluster Analysis, K-Medoids Algorithm, Production of Food Crops, Silhouette Coefficient.

1. PENDAHULUAN

Provinsi Jawa Timur merupakan provinsi agraris dengan udara dan tanah yang subur, sehingga cocok untuk pemanfaatan sektor pertanian. Terdapat tujuh kategori untuk sektor pertanian yaitu tanaman pangan, tanaman perkebunan, tanaman obat-obatan, peternakan, kehutanan, perikanan, dan lain-lain [1,2]. Dalam konteks pangan, kebutuhan pangan akan meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Banyak jenis tanaman pangan yang menjadi kebutuhan utama untuk memenuhi kecukupan gizi badan manusia, beserta karbohidrat, protein, mineral dan zat gizi yang dapat bermanfaat bagi proses hidup dan kesehatan manusia. Jenis tanaman pangan antara lain padi, jagung, kedelai, kacang tanah, kacang hijau, dan ubi kayu [3].

Produksi jenis tanaman pangan tidak selalu naik tetapi kadang-kadang menurun karena berbagai masalah yang dihadapi oleh petani seperti benih, pupuk, pestisida, hama, dan tenaga kerja di sektor pertanian. Tidak semua kabupaten/kota Jawa Timur mempunyai produktivitas tanaman pangan yang sama, sehingga perlu dilakukan klusterisasi untuk mengetahui kabupaten/kota yang mempunyai produktivitas tinggi dan rendah, supaya produksi jenis tanaman pangan tetap produktif untuk keuntungan dan kesejahteraan petani serta menjamin ketahanan pangan [4,5].

Salah satu metode yang tepat untuk mengklusterisasikan produksi jenis tanaman pangan adalah algoritma K-Medoids. Algoritma K-Medoids *clustering* berperan dengan menggunakan titik-titik data sebagai data perwakilan untuk mengurangi rentang data yang luas di antara data yang berbeda [6]. Keunggulan algoritma K-Medoids dapat mengatasi kekurangan dari algoritma K-Means yang rentan terhadap *noise & outlier*, menyebabkan data dengan nilai tinggi menjadi beralih dari distribusi data. Keunggulan lainnya adalah K-Medoids nilai hasil *clustering* tak bergantung pada urutan dimana kumpulan data dimasukkan. Hal ini menyebabkan K-Medoids dianggap lebih baik dari algoritma K-Means [7,8].

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu yang menerapkan algoritma K-Medoids, seperti penelitian Siti Asmiatun dan tim yang diperoleh adalah 4 *cluster* dimana hasil menunjukkan bahwa frekuensi jalan pada keadaan baik, sedang, rusak ringan dan berat dengan rata-rata *Silhouette Coefficient* sebesar 0.57432 [9]. Selanjutnya, penelitian oleh Syamsul Bahri dan tim memperoleh *Silhouette Coefficient* terbaik sebesar 0.394 dengan jumlah 2 *cluster* [10]. Selain itu, penelitian yang dilakukan Citra Fathia Palembang dan tim yang membandingkan metode K-Means dengan Metode K-Medoids menegaskan bahwa metode K-Medoids mengungguli metode K-Means menurut validitas K-Medoids nilai DBI lebih kecil yaitu 0.648 dibandingkan nilai validitas DBI K-Means 7.52 dengan menghasilkan 2 *cluster* [11]. Tidak hanya itu, penelitian Dewa Ayu Indah Cahya Dewi dan tim yang membandingkan metode *elbow* dan *silhouette coefficient* pada algoritma K-Medoids menghasilkan koefisien *silhouette* kualitas *cluster* yang lebih baik karena DBI lebih rendah dibandingkan *clustering* K-Medoids dengan metode *elbow*[12].

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, akan dilakukan klusterisasi produksi jenis tanaman pangan dengan menggunakan algoritma K-Medoids di Provinsi Jawa Timur sehingga dapat dijadikan acuan dan masukan bagi pihak terkait seperti dinas pertanian dan ketahanan pangan dalam pemerataan produksi jenis tanaman pangan di seluruh wilayah di masa depan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Pangan. Tanaman pangan salah satu sektor pertanian yang memiliki posisi strategis di perekonomian nasional. Tanaman pangan dapat tumbuh di pasar lokal, nasional, dan ekspor [13]. Tanaman pangan berfungsi untuk untuk asupan dan sebagai suplai energi. Pada umumnya jenis tanaman pangan adalah padi, beras, jagung, dan kedelai. Ketersediaan pangan yang ada harus memenuhi kebutuhan pangan seluruh penduduk. Oleh karena itu, penyediaan tanaman pangan yang dimaksud adalah produksi padi, beras, jagung dan kedelai perlu dipantau dan dipelajari secara lebih intensif agar pemenuhannya juga terpenuhi [14].

2.2. Clustering. *Clustering* adalah teknik pengelompokan *record*, observasi, atau pengelompokan kategori yang memiliki objek yang sama [15]. *Clustering* dipertimbangkan secara ketat, jika menghasilkan *cluster* yang mengandung objek dengan kualitas kesamaan yang tinggi di dalam *cluster* yang serupa tetapi dengan kualitas kemiripan yang rendah dengan objek yang berbeda, maka *clustering* dikatakan baik. Ada beberapa pendekatan yang digunakan untuk melakukan analisis *cluster*. Dua pendekatan yang dapat digunakan secara luas adalah teknik *clustering* berbasis partisi dan teknik *clustering* hierarkis [16].

2.3. Algoritma K-Medoids. K-Medoids *Clustering* adalah teknik *clustering* berbasis partisi perpaduan antara n objek menjadi k *cluster*. Objek dalam kelompok objek yang membentuk *cluster* dikenal sebagai medoids [17]. Berikut langkah implementasi algoritma K-Medoids [18]:

- (1) Menentukan nilai k yang dibentuk untuk jumlah *cluster*.
- (2) Menghitung jarak objek ke tiap *cluster* yang paling dekat menggunakan *Euclidian distance* dengan rumus sebagai berikut

$$d_{ab} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ak} - x_{bk})^2} \quad (1)$$

Keterangan:

- p : Banyak variabel
 d_{ab} : Jarak nilai a dan b
 x_{ak} : Nilai a dari variabel k
 x_{bk} : Nilai b dari variabel k

- (3) Menentukan secara acak pusat *cluster* baru sebagai anggota non medoids untuk setiap objek.
- (4) Menghitung jarak setiap objek di setiap *cluster* ke anggota non medoids.
- (5) Menghitung jumlah simpangan (S) dengan cara jumlah *distance* baru dikurangi dengan jumlah *distance* lama. Jika $S < 0$, harus menukarkan objek dengan *cluster* non medoids agar terbentuk nilai k baru sebagai medoids.
- (6) Mengulangi langkah sebelumnya yaitu langkah 3, 4 dan 5 sampai medoids tidak berubah lagi, sehingga mendapatkan *cluster* dan anggota masing-masing.

2.4. Silhouette Coefficient. Metode *silhouette coefficient* merupakan perpaduan dua metode yaitu metode *cohesion* dan metode *separation*. Metode ini digunakan untuk melihat kualitas dan kekuatan *cluster* [19]. Nilai *silhouette* untuk semua data dengan jumlah *cluster* k , dapat didefinisikan sebagai $Sil(c)$ yang dihitung melalui Persamaan (2) yaitu nilai rata-rata untuk semua *cluster*. Berikut langkah-langkah untuk menghitung *silhouette coefficient* [20] :

$$sil(c) = sil(k) \frac{1}{|k|} \sum_{i=1}^k sil(c_i) \quad (2)$$

Keterangan:

- $sil(k)$: Nilai *silhouette* untuk semua *cluster*
 $|k|$: Banyak *cluster* k
 $sil(c_i)$: Nilai rata-rata *silhouette*

Penafsiran nilai *silhouette coefficient* disajikan pada Tabel 1 berikut ini [21] :

TABEL 1. Interpretasi *silhouette coefficient*

Nilai <i>silhouette coefficient</i>	Keterangan
0.71 – 1.00	Struktur kuat
0.51 – 0.70	Struktur baik
0.26 – 0.50	Struktur lemah
≤ 0.25	Tidak terstruktur

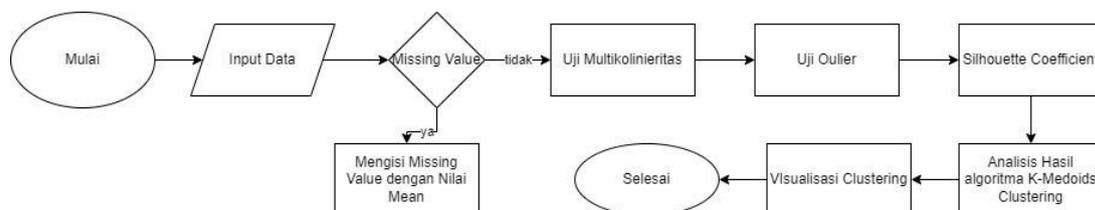
3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini termasuk kategori penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah suatu bentuk penelitian yang sistematis, terencana dan terstruktur. Proses penelitian ini didasarkan pada kemampuan mengolah data berupa angka [22]. Data di penelitian ini bersumber dari *website* resmi jatim.bps.go.id yang berupa data sekunder yaitu data produksi jenis tanaman pangan (padi, beras, jagung, dan kedelai) di seluruh Provinsi Jawa Timur pada tahun 2022. Data dianalisis menggunakan metode algoritma K-Medoids untuk *clustering* data produksi jenis tanaman. Berikut sampel data produksi jenis tanaman pangan di Provinsi Jawa Timur disajikan dalam Tabel 2.

TABEL 2. Sampel data produksi jenis tanaman pangan di Provinsi Jawa Timur

No.	Kabupaten/Kota	Tanaman pangan			
		Padi	Beras	Jagung	Kedelai
1.	Pacitan	90955.25	52519.38	100013	6122
1.	Ponorogo	370435.11	213896.69	238283	27414
3.	Trenggalek	117346.67	67758.3	90076	10124
...
...
38.	Batu	5912.16	3413.8	1055	-

Data pada Tabel 2 akan di analisis dengan metode algoritma K-Medoids *clustering* dengan langkah-langkah yang disajikan dalam flowchart Gambar 1 berikut.



GAMBAR 1. Flowchart algoritma k-medoids *clustering*

Gambar 1 dapat dirincikan tahap penelitian sebagai berikut:

- (1) Menginput data sekunder untuk dianalisis yaitu data produksi jenis tanaman pangan di Provinsi Jawa Timur yaitu padi, beras, jagung dan kedelai.
- (2) Melakukan pengecekan terhadap *missing value*, apabila terdapat *missing value* pada data penelitian maka *missing value* diisi dengan nilai mean.
- (3) Melakukan uji multikolinieritas.
- (4) Melakukan uji terhadap *outlier*, apabila terdapat *outlier* maka dapat dianalisis dengan algoritma K-Medoids.
- (5) Menentukan jumlah *cluster* optimal dengan menggunakan nilai *Silhouette Coefficient* dengan persamaan 2.
- (6) Melakukan analisis hasil algoritma K-Medoids.
- (7) Melakukan analisis hasil visualisasi *clustering*.
- (8) Selesai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

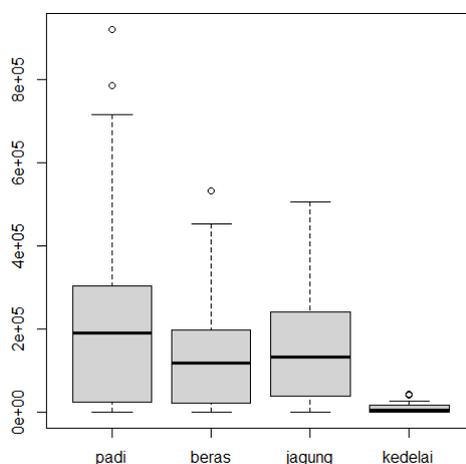
4.1. **Missing value.** Dalam penelitian ini digunakan 4 variabel dalam klusterisasi kabupaten/kota di Jawa Timur, adapun variabelnya yaitu produksi jenis tanaman pangan beras, jagung dan kedelai. Sebelum menjalankan algoritma K-Medoids, setiap data akan diperiksa ada tidaknya *missing value* karena jika ada *missing value* akan berpengaruh pada hasil pemrosesan data. Berikut adalah hasil dari *missing value* pada produksi jenis tanaman pangan beras, padi, jagung dan kedelai sebagaimana dibuktikan pada gambar samping di bawah ini.

padi	beras	jagung	kedelai
Mode :logical	Mode :logical	Mode :logical	Mode :logical
FALSE:38	FALSE:38	FALSE:37	FALSE:33
		TRUE :1	TRUE :5

GAMBAR 2. *Missing value*

Gambar 2 terlihat bahwa untuk produksi jenis tanaman pangan padi dan beras tidak ada *missing value* yang ditunjukkan dengan “FALSE”. Sedangkan untuk produksi jenis tanaman pangan jagung 1 data *missing value* dan untuk tanaman pangan kedelai 5 data *missing value* yang ditunjukkan dengan “TRUE” untuk *missing value* tersebut diisi dengan nilai *mean*.

4.2. **Data Outlier.** Mendeteksi *outlier* menggunakan *boxplot* untuk melihat data mana yang digunakan memiliki *outlier*. Jika ada data atau titik yang muncul dari *boxplot*, maka data tersebut memiliki data *outlier*. Berikut data *outlier* disajikan di Gambar 3.



GAMBAR 3. Visualisasi data *outlier*

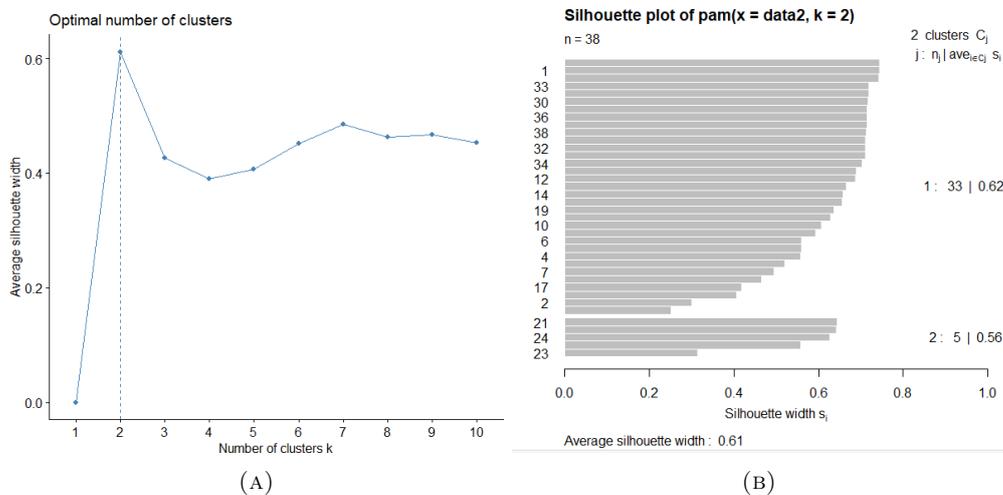
Gambar 3. Dapat dilihat bahwa pada variabel padi, beras dan kedelai memiliki data *outlier*, yaitu ada titik yang muncul dan berada jauh dari pusat data sehingga metode *cluster* yang dapat digunakan dalam penelitian ini adalah metode algoritma K-Medoids karena pada K-Medoids menjadi pusat *cluster* yaitu objek medoids, lalu memetakan setiap objek ke *cluster* yang paling dekat dengan medoids sehingga sesuai untuk data yang berisi *outlier*.

4.3. **Penentuan Jumlah Cluster.** Dalam menentukan berbagai jumlah *cluster* atau *k* untuk menggunakan metode *silhouette coefficient*, metode ini menggunakan pendekatan nilai rata-rata untuk memprediksi kualitas *outlier* yang terbentuk. Jadi semakin tinggi nilai rata-rata maka semakin baik *cluster*. Di bawah ini adalah nilai *silhouette coefficient* untuk $k = 2, 3, 4$ pada Tabel 3.

TABEL 3. Nilai *silhouette coefficient* tiap *cluster*

Jumlah <i>cluster</i>	Nilai <i>silhouette coefficient</i>
2	0.61
3	0.43
4	0.39

Berdasarkan nilai *silhouette coefficient* tiap k , nilai tertinggi yaitu *cluster* 2 sehingga diperoleh *cluster* optimal yaitu $k = 2$, *cluster* tersebut termasuk *cluster* berstatus produksi jenis tanaman pangan tinggi dan rendah. Hasil dari jumlah *cluster* k yang terbentuk dibuktikan pada Gambar 4.

GAMBAR 4. *Silhouette coefficient*

Gambar 4(A) menunjukkan nilai *silhouette coefficient* dimana grafik titik tertinggi adalah nilai k optimal yaitu didapatkan k optimal yaitu $k = 2$ untuk jumlah *cluster* yang optimal. Kemudian validasi dilakukan dengan rata-rata nilai silhouette yang terbentuk untuk $k = 2$. Jika dilihat dari plot *silhouette coefficient* setiap daerah *cluster* sesuai atau belum di Gambar 4(B). Berdasarkan Gambar 4(B) diketahui bahwa nilai rata rata *silhouette coefficient* sebesar 0.61. Hal ini dapat disimpulkan bahwa setiap anggota di tiap *cluster* sudah sesuai karena semua grafik histogram menuju arah ke kanan atau bernilai positif. Apabila terdapat grafik menuju arah kiri atau bernilai negatif maka ada anggota *cluster* terletak di *cluster* yang kurang sesuai. Karena sesuai dengan Tabel 1 interpretasi nilai *silhouette coefficient* sebesar 0.61 atau dapat dinyatakan nilai *silhouette coefficient* $0.61 < 1.00$ maka *cluster* termasuk struktur baik.

4.4. Hasil Clustering. Algoritma K-Medoids menentukan pusat medoids dengan menggunakan k optimal sebanyak 2 *cluster*, maka pusat medoids disajikan pada Tabel 4.

TABEL 4. Pusat medoids

Kabupaten/Kota	Cluster	Padi	Beras	Jagung	Kedelai
Bangkalan	1	193329.4	111632.3	132884	13868
Bojonegoro	2	715198.8	412970.2	225553	28056

Pada Tabel 4 diperoleh pusat medoids pada *cluster* 1 yaitu di kabupaten Bangkalan dan *cluster* 2 di Kabupaten Bojonegoro. Berdasarkan 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur terbentuk 2 *cluster* dengan status tinggi dan rendah. Berikut hasil clustering untuk 2 *cluster*:

TABEL 5. Hasil clustering

Cluster	Kabupaten/Kota	Jumlah
1	Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Kediri, Malang, Lumajang, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Madiun, Magetan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya, Kota Batu	33
2	Jember, Ngawi, Bojonegoro, Tuban, Lamongan	5

Pada Tabel 5 dijelaskan bahwa *Cluster* 1 berstatus produksi jenis tanaman pangan tinggi yaitu Kabupaten Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Kediri, Malang, Lumajang, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Madiun, Magetan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya, dan Kota Batu. Dari ke tiga puluh tiga Kabupaten di *cluster* 1 dominan jumlah produksi jenis tanaman pangan tinggi yaitu pada tanaman padi misalnya saja di kabupaten Banyuwangi produksi padi mencapai 462584.81 ton. Kabupaten Madiun produksi beras mencapai 242503.71 ton. Kabupaten Sumenep dan Kabupaten Kediri hampir selisih sedikit untuk memproduksi jagung yaitu mencapai 396067 ton. Untuk produksi kedelai tertinggi di Kabupaten Banyuwangi yakni sebesar 44636 ton. Maka dari itu 33 kabupaten tersebut termasuk di *cluster* 1 yang berstatus produksi jenis tanaman pangan tinggi.

Cluster 2 berstatus produksi jenis tanaman pangan rendah, kabupaten yang termasuk *cluster* ini adalah Kabupaten Jember, Ngawi, Bojonegoro, Tuban, Lamongan. Dari ke-5 kabupaten yang termasuk di *cluster* ini produksi jenis tanaman pangan rendah misalnya di Kabupaten Tuban, produksi kedelai hanya 1894 ton. Jadi dari analisis ini hasil dari clustering penggunaan *cluster* plot, menunjukkan untuk *cluster* 1 adalah daerah yang berwarna merah dan *cluster* 2 adalah daerah yang berwarna hijau. *Cluster* plot hasil clustering berikut disajikan pada Gambar 5.

4.5. Visualisasi Hasil *Clustering*.

Gambar 6 telah diperoleh hasil *cluster* produksi jenis tanaman pangan di Provinsi Jawa Timur. Hasil *cluster* menggunakan algoritma K-Medoids, untuk daerah produksi jenis tanaman pangan tinggi yaitu *cluster* 1 pada peta berwarna merah yaitu Kabupaten Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Kediri, Malang, Lumajang, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Madiun, Magetan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya, Kota Batu. Kabupaten Banyuwangi salah satu daerah di peringkat 1 yang memiliki hasil produksi terbaik dari jenis tanaman pangan, khususnya kedelai. *cluster* 2 pada peta berwarna biru merupakan daerah produksi jenis tanaman pangan rendah yaitu Kabupaten Jember, Ngawi, Bojonegoro, Tuban, dan Lamongan. Kabupaten yang terdapat di *cluster* ini memiliki produksi jenis tanaman pangan yang rendah karena di salah satu kabupaten kemungkinan produksi jenis tanaman pangan masih sedikit.

Berdasarkan hasil klusterisasi produksi jenis tanaman pangan di Provinsi Jawa Timur, maka dapat memberikan perhatian kepada pihak terkait khususnya Kementerian Pertanian dan Ketahanan Pangan dalam meningkatkan jumlah produksi jenis tanaman pangan terutama padi, beras, jagung dan kedelai. Terutama memprioritaskan daerah di *cluster* 2 dengan produksi jenis tanaman pangan rendah. Dengan demikian, ketahanan tanaman pangan dapat diatur dengan baik. Jika persediaan produksi jenis tanaman pangan memadai,

Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Kediri, Malang, Lumajang, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Madiun, Magetan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya, Kota Batu dan produksi jenis tanaman pangan rendah dengan 5 kabupaten yaitu Kabupaten Jember, Ngawi. Produksi jenis tanaman pangan tinggi yaitu kedelai. Nilai *silhouette coefficient* sebesar 0.61 menunjukkan hasil *clustering* ini baik, sehingga dapat dijadikan bahan acuan untuk pihak terkait seperti Kementerian Pertanian dan Ketahanan Pangan dalam meratakan produksi jenis tanaman pangan di seluruh kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur untuk tahun-tahun yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Sub, S. Tanaman, And P. Terhadap, *Digital Digital Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Universitas Universitas Jember Jember*. 2019.
- [2] A. F. Sunartomo, "Kapasitas Penyuluh Pertanian Dalam Upaya Meningkatkan Produktivitas Pertanian Di Jawa Timur," *Agriekonomika*, Vol. 5, No. 2, 2016, Doi: 10.21107/Agriekonomika.V5i2.1343.
- [3] F. J. Kaunang, R. Rotikan, And G. S. Tulung, "Pemodelan Sistem Prediksi Tanaman Pangan Menggunakan Algoritma Decision Tree Crop Prediction System Using Decision Tree Algorithm," Vol. 4, No. 1, Pp. 213–218, 2018.
- [4] S. A. Ritonga, M. Safii, I. Parlina, And H. S. Tambunan, "Teknik Data Mining Dalam Mengelompokkan Produktivitas Padi Menurut Provinsi Menggunakan," No. September, Pp. 651–660, 2019.
- [5] N. P. Dharshinni And C. Fandi, "Penerapan Metode K-Medoids Clustering Untuk Mengelompokkan Ketahanan Pangan," *J. Media Inform. Budidarma*, Vol. 6, No. 4, P. 2301, 2022, Doi: 10.30865/Mib.V6i4.4939.
- [6] S. Ramadhani, D. Azzahra, U. I. Negeri, And S. S. Kasim, "Comparison Of K-Means And K-Medoids Algorithms In Text Mining Based On Davies Bouldin Index Testing For Classification Of Student 'S Thesis," Vol. X, No. X, Pp. 24–33, 2022.
- [7] Fajriana, "Analisis Algoritma K-Medoids Pada Sistem Klusterisasi Produksi Perikanan Tangkap," Vol. 7, No. 2, Pp. 263–269, 2021.
- [8] E. Setyowati, A. Rusgiyono, And M. A. Mukid, "Analisis Pengelompokan Daerah Menggunakan Metode Non-Hierarchical Partitioning K-Medoids Dari Hasil Komoditas Pertanian Tanaman Pangan," *J. Gaussian*, Vol. 4, No. 4, Pp. 825–836, 2015.
- [9] S. Asmiatun, N. Wakhidah, A. N. Putri, U. Semarang, And K. Jalan, "Penerapan Metode K-Medoids Untuk Pengelompokan Kondisi Jalan Di Kota Semarang 1,2," Vol. 6, No. 2, 2020.
- [10] S. Bahri And D. M. Midyanti, "Penerapan Metode K-Medoids Untuk Pengelompokan Mahasiswa Application Of K-Medoids Method For Dropout," Vol. 10, No. 1, Pp. 165–172, 2023, Doi: 10.25126/Jtiik.2023106643.
- [11] C. Sukmayadi, A. Primajaya, And I. Maulana, "Penerapan Algoritma K-Medoids Dalam Menentukan Daerah Rawan Banjir Di Kabupaten Karawang," Vol. 6, No. 3, Pp. 187–196, 2021.
- [12] D. Ayu, I. Cahya, D. Ayu, And K. Pramita, "Analisis Perbandingan Metode Elbow Dan Silhouette Pada Algoritma Clustering K-Medoids Dalam Pengelompokan Produksi Kerajinan Bali," Vol. 9, No. 3, 2019.
- [13] N. Winahyu, "Gmail.Com," Pp. 50–54.
- [14] A. Septya, P. Pradana, And F. T. Industri, "Produksi Tanaman Pangan Kabupaten Kediri Jawa Timur," Vol. 3, No. 2, Pp. 9–15, 2019.
- [15] F. Hardiyanti, H. S. Tambunan, I. S. Saragih, P. Studi, And S. Informasi, "Penerapan Metode K-Medoids Clustering Pada Penanganan Kasus," Vol. 3, No. 2012, Pp. 598–603, 2019, Doi: 10.30865/Komik.V3i1.1666.
- [16] Indah Nuryani & Dedi Darwis, "Analisis Clustering Pada Pengguna Brand Hp Menggunakan Metode K-Means," Vol. 1, No. 1, Pp. 190–211, 2021.
- [17] D. Nasution And D. Nasution, "Penerapan K-Medoids Dalam Mengelompokkan Produksi Padi Di Indonesia Pada Masa Pandemi Covid-19," Vol. 4, Pp. 26–35, 2022.
- [18] F. Alfiah, D. Al Farizi, And E. Widodo, "Analisis Clustering K-Medoids Berdasarkan Indikator Kemiskinan Di Jawa Timur Tahun 2020 K-Medoids Clustering Analysis Based On Poverty Indicators In East Java In 2020," Vol. 22, No. April, Pp. 1–7, 2022.
- [19] D. F. Pramesti, M. T. Furqon, And C. Dewi, "Implementasi Metode K-Medoids Clustering Untuk Pengelompokan Data Potensi Kebakaran Hutan/Lahan Berdasarkan Persebaran Titik Panas (Hotspot)," Vol. 1, No. 9, Pp. 723–732, 2017.
- [20] S. Paembonan And H. Abduh, "Penerapan Metode Silhouette Coeficient Untuk Evaluasi Clustering Obat," Vol. 6, No. 2, Pp. 48–54, 2021.
- [21] R. Goejantoro, "Perbandingan Pengelompokan K-Means Dan K-Medoids Pada Data Potensi Kebakaran Hutan/ Lahan Berdasarkan Persebaran Titik Panas (Studi Kasus: Data Titik Panas Di Indonesia Pada 28 April 2018)," Vol. 10, No. April 2018, Pp. 143–152, 2019.

- [22] M. Waruwu, "Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif Dan Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method)," *J. Pendidik. Tambusai*, Vol. 7, No. 1, Pp. 2896–2910, 2023.