

Pengelompokan Kecamatan berdasarkan Produktifitas Hasil Perkebunan di Kabupaten Polewali Mandar menggunakan Metode *Fuzzy C-Means*

Hasminarni Putri*¹, Arnita Irianti², Wawan Firgiawan³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sulawesi Barat

E-mail: *¹hasminarni@unsulbar.ac.id, ²arnitairianti@unsulbar.ac.id,

³wawanfirgiawan@unsulbar.ac.id

Abstrak

Kabupaten Polewali Mandar adalah salah satu kabupaten yang ada di Provinsi Sulawesi Barat yang potensial dari Sektor Perkebunan. Hal ini dikarenakan kabupaten ini mempunyai banyak sumber daya alam yang melimpah yang jika dikelola dengan baik dapat meningkatkan ekonomi masyarakat. Namun, belum adanya informasi yang tersedia terkait daerah produktif yang potensial dari hasil pertanian dan perkebunan di kabupaten ini menjadikan pengelolaan sumber daya alam menjadi kurang optimal. Penelitian ini mengungkap kontribusi dari implementasi algoritma Fuzzy C-Means (FCM) dalam menganalisis produktivitas hasil perkebunan di Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat. Dengan menggunakan tiga parameter utama, yaitu nama wilayah, luas lahan, dan jumlah produksi untuk tanaman seperti Kelapa Dalam, Kelapa Hibrida, Kopi Robusta, Kakao, dan Kemiri, penelitian ini berhasil membentuk lima kluster yang memberikan pemahaman mendalam tentang pola distribusi hasil perkebunan. Hasil pengelompokan ini memberikan dasar untuk mengoptimalkan sektor pertanian di kabupaten tersebut. Informasi karakteristik produktivitas dalam setiap kluster menjadi penting dalam pengambilan keputusan terkait pertanian, alokasi sumber daya, dan perencanaan wilayah oleh pemerintah daerah. Dalam konteks saran, penelitian ini diharapkan dapat diperluas untuk mendapatkan hasil yang lebih aktual, serta kajian lebih lanjut terkait penambahan parameter untuk meningkatkan ketepatan implementasi algoritma Fuzzy C-Means dalam mengelompokkan kecamatan berdasarkan produktivitas hasil perkebunan di Kabupaten Polewali Mandar.

Kata kunci— Fuzzy C-Means, perkebunan, pengelompokan

Abstract

Polewali Mandar Regency is one of the districts in West Sulawesi Province that has potential in the Plantation Sector. This is because this district has many abundant natural resources which, if managed well, can improve the community's economy. However, there is no available information regarding potential productive areas of agricultural and plantation products in this district, making natural resource management less than optimal. This research reveals the contribution of implementing the Fuzzy C-Means (FCM) algorithm in analyzing the productivity of plantation products in Polewali Mandar Regency, West Sulawesi. By using three main parameters, namely the name of the region, land area, and production amount for crops

such as Deep Coconut, Hybrid Coconut, Robusta Coffee, Cocoa, and Candlenut, this research succeeded in forming five clusters that provide an in-depth understanding of plantation product distribution patterns. The results of this grouping provide a basis for optimizing the agricultural sector in the district. Information on productivity characteristics in each cluster is important in decision making regarding agriculture, resource allocation and regional planning by local governments. In the context of suggestions, it is hoped that this research can be expanded to obtain more actual results, as well as further studies related to adding parameters to increase the accuracy of implementing the Fuzzy C-Means algorithm in grouping sub-districts based on plantation product productivity in Polewali Mandar Regency.

Keywords— Fuzzy C-Means, plantation, clustering

1. PENDAHULUAN

Sektor perkebunan menjadi salah satu potensi unggulan Indonesia sebagaimana yang kita ketahui bahwa Indonesia merupakan negara agraris yang dimana mempunyai sumber kekayaan sumber daya alam flora yang besar dan berpotensi [1,2]. Beberapa jenis komoditas perkebunan yang banyak dikembangkan oleh para petani di Indonesia bermacam-macam mulai dari kelapa, karet, umbi-umbian, kacang-kacangan dan lain sebagainya, seperti halnya di Sulawesi Barat khususnya di Kabupaten Polewali Mandar.

Sulawesi Barat merupakan sebuah provinsi yang dimekarkan dari Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2004 yang dimana dengan luas 16.937,18 km² dan mejadi provinsi ke-33 di Indonesia dengan ibu kota berada di Kabupaten Mamuju. Sulawesi Barat merupakan wilayah yang mempunyai potensial yang dapat dilihat dari sumber daya alam yang ada di daratan dan lautan di Sulawesi Barat [3].

Salah satu yang menjadi kabupaten andalan dari Sulawesi Barat adalah Kabupaten Polewali Mandar. Dimana kabupaten ini banyak mempunyai sumber daya alam yang melimpah yang dimana diolah para petani di Sulawesi Barat dalam memenuhi kebutuhan ekonominya. Dengan adanya sumber daya alam ini dapat meningkatkan ekonomi masyarakat. Namun, belum adanya informasi terkait daerah produktif yang potensial dari hasil pertanian dan Perkebunan di Kabupaten ini menjadikan pengelolaan sumber daya alam kurang optimal sehingga dapat menghambat pertumbuhan ekonomi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan kecamatan berdasarkan produktifitas kecamatan di Kabupaten Polewali Mandar dalam hal hasil Perkebunan, sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Tamaela [4]. Dengan terbentuknya kelompok-kelompok tersebut nantinya akan diketahui kelompok mana yang menghasilkan paling produktif dan yang kurang produktif, sehingga distribusi hasil tanaman perkebunan tersebut dapat di kontrol dan dapat dipetakan. Adapun tanaman perkebunan yang di jadikan variabel adalah produksi kelapa dalam, kelapa hibrida, kakao, kopi robusta, dan kemiri.

Salah satu yang dapat dilakukan adalah dengan membuat sebuah sistem yang dimana dapat mengelompokkan hasil perkebunan masyarakat dengan memanfaatkan algoritma *Fuzzy C-Means* dimana algoritma ini bekerja dengan cara melakukan *clustering*. Analisis *clustering* dengan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* diharapkan dapat digunakan untuk mempermudah proses klasterisasi lahan pertanian berdasarkan jenis dan atribut yang telah ditentukan. Selain itu, hasil analisis dan implementasi dapat menjadi bahan pertimbangan dalam proses analisis dan pengambilan kebijakan pemerintah Kabupaten Polewali Mandar dalam menyalurkan bantuan misalnya, pemberian benih, bibit, dan alat bantuan pertanian dengan didukungnya pengetahuan dari data yang tersedia. Penggunaan Algoritma *Fuzzy C-Means* bertujuan untuk melihat variasi hasil kluster yang dihasilkan dari algoritma yang dilakukan

implementasi pada aplikasi yang dibuat berdasarkan pada banyaknya jumlah data yang tersedia.

2. METODE

2.1 Jenis penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Jenis penelitian kuantitatif adalah jenis penelitian yang merupakan investasi sistematis mengenai sebuah fenomena dengan mengumpulkan data yang dapat diukur menggunakan teknik statistik, matematika, atau komputasi. Jenis penelitian kuantitatif bertujuan untuk mengembangkan dan menggunakan berbagai model sistematis, berbagai teori, dan hipotesis. Pada intinya, penelitian kuantitatif merupakan suatu proses pengukuran menggunakan data angka.

2.2 Fuzzy C-Means

Fuzzy C-Means (FCM) adalah algoritma yang digunakan untuk melakukan clustering data sesuai berdasarkan keberadaan tiap-tiap titik data sesuai dengan derajat keanggotaannya [5]. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981 [6]. FCM ini merupakan. Berikut adalah contoh penerapan algoritma *clustering Fuzzy C-Means* [7,8]:

- 1) Input data yang akan di cluster adalah kecamatan dimana data ini berupa matriks berukuran $n \times p$ (n = jumlah sampel data, dan p = atribut setiap data). X_{kj} = data sampel ke- k ($k = 1, 2, 3, \dots, n$), atribut ke- j ($j = 1, 2, 3, \dots, m$).
- 2) Menentukan:
 - a. Jumlah *cluster* = c ,
 - b. Pangkat pembobot = m ,
 - c. Maksimum iterasi = MaxIter ,
 - d. Error terkecil yang diinginkan = ϵ ,
 - e. Fungsi objektif awal = $P_0 = 0$,
 - f. Iterasi awal = $t = 1$
- 3) Bangkitkan bilangan random ($\mu_{ik}, i = 1, 2, 3, c; k = 1, 2, \dots, n$) sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U

$$U_0 = \begin{bmatrix} \mu_{11}(x_1) & \mu_{12}(x_2) & \dots & \mu_{1c}(x_c) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \mu_{n1}(x_1) & \mu_{n2}(x_2) & \dots & \mu_{nc}(x_c) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Matriks partisi pada *fuzzy clustering* harus memenuhi kondisi sebagai berikut:

$$\mu_{ik} = [0,1]; (1 \leq i \leq c; 1 \leq k \leq n) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \mu_{ik} = 1; 1 \leq i \leq c$$

$$0 < \sum_{i=1}^n \mu_{ik} = 1; 1 \leq i \leq c$$

Hitung jumlah setiap kolom (atribut):

$$Q_i = \sum_{i=1}^c (\mu_{ik}) \quad (3)$$

dengan $j = 1, 2, 3, \dots, m$ kemudian hitung:

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_j} \quad (4)$$

Ket:

U = Matriks Partisi Awal

μ = Bilangan *Random*

Q_i = Jumlah dari setiap kolom nilai random sebuah matriks

j = Jumlah Objektif

- 4) Hitung fungsi objektif pada iterasi ke- t , P_t dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_t = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (X_{kj} - V_{ij})^2 \right] (\mu_{ik})^m \right) \quad (5)$$

ket:

- P_t = Fungsi objektif pada iterasi ke- t
 X_{kj} = Data sampel ke- k , atribut ke- j
 V_{ij} = Data ke- i , atribut ke- j
 μ_{ik} = Derajat keanggotaan untuk data sampel ke- i pada *cluster* ke- k

5) Hitung perubahan matriks partisi:

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^p (X_{kj} - V_{ij})^2]^{-\frac{1}{p-1}}}{\sum_{i=1}^c [\sum_{j=1}^p (X_{kj} - V_{ij})^2]^{-\frac{1}{p-1}}} \quad (6)$$

Ket :

- V_{kj} = Pusat *cluster* ke- k untuk atribut ke- j
 X_{ij} = Data ke- i , atribut ke- j
 μ_{ik} = Derajat keanggotaan untuk data sampel ke- i pada *cluster* ke- k

6) Cek kondisi berhenti:

- Jika $(|P_t - P_{t-1}| < \xi)$ atau $(t < \text{iterasi maksimal})$ maka berhenti;
- Jika tidak: maka $t = t + 1$ kemudian ulang langkah ke-4.

2.3 Teknik Analisis Data

Adapun teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis data kuantitatif dimana teknik analisis data kuantitatif ini merupakan suatu kegiatan pengolahan data setelah proses pengumpulan data. Jenis analisis data dari teknik analisis data kuantitatif menggunakan teknik statistik dan deskriptif dimana data yang diperoleh akan di presentasikan kedalam algoritma *Fuzzy C-Means* kemudian di deksripsikan hasil yang diperoleh dari proses pengujian program.

2.3 Pengujian (Testing)

Tahap selanjutnya adalah tahapan pengujian, dimana peneliti akan melakukan pengujian terhadap aplikasi yang dibuat untuk melihat penerapan algoritma *Fuzzy C-Means* dalam melakukan *clustering* atau pengelompokkan kecamatan berdasarkan hasil pertaniannya. Hal tersebut dilakukan dengan terlebih dahulu memasukkan data uji kedalam program yang telah dibuat kemudian melakukan running untuk melihat hasil clustering dari data yang dimasukkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahap pengumpulan dan pengolahan data

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berisi data produktivitas hasil perkebunan di setiap kecamatan di Kabupaten Polewali Mandar. Dataset ini mencakup beberapa atribut penting yang digunakan sebagai dasar dalam proses pengelompokkan. Atribut-atribut yang terdapat dalam dataset antara lain:

- Nama Kecamatan: Nama dari setiap kecamatan di Kabupaten Polewali Mandar.
- Luas Lahan: Luas lahan yang digunakan untuk pertanian pada setiap kecamatan.
- Jumlah Produksi: Jumlah produksi hasil perkebunan pada setiap kecamatan.

Dataset ini memiliki tujuan untuk memberikan data yang cukup representatif tentang karakteristik produktivitas hasil perkebunan di Kabupaten Polewali Mandar. Data ini akan digunakan sebagai input untuk algoritma FCM dalam proses pengelompokkan. Tabel 1 berikut adalah gambaran dari dataset luas wilayah yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 1 Bobot Kriteria Jawaban Skala *Likert*

Kecamatan	Luas Area (Hektar)				
	Kelapa Dalam	Kelapa Hibrida	Kopi Robusta	Kakao	Kemiri
Tinambung	2112	83	0	289	0
Balanipa	1149	29	3	316	62
Limboro	1724	136	36	1465	377
Tubbi Taramanu	162	0	668	6699	3688
Alu	770	23	131	1683	144
Campalagian	3618	421	11	2253	45
Luyo	539	42	60	5583	295
Wonomulyo	442	0	0	388	0
Mapilli	3230	103	19	4568	89
Tapango	2581	616	253	5516	289
Matakali	960	462	0	1812	59
Bulo	229	65	150	5170	298
Polewali	152	63	0	793	30
Binuang	2106	412	19	3421	81
Anreapi	611	251	174	4932	818
Matangnga	92	0	255	4284	138

(Sumber: Badan Pusat Statistika, 2023)

Sedangkan untuk data jumlah produksi pertanian untuk setiap wilayah kabupaten di polewali mandar dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Data Produksi Tanaman Perkebunan Kabupaten Polewali Mandar

Kecamatan	Jumlah Produksi (Ton)				
	Kelapa Dalam	Kelapa Hibrida	Kopi Robusta	Kakao	Kemiri
Tinambung	2182	203	0	191	0
Balanipa	508	72	0	114	64
Limboro	1567	193	2	1031	154

Kecamatan	Jumlah Produksi (Ton)				
	Kelapa Dalam	Kelapa Hibrida	Kopi Robusta	Kakao	Kemiri
Tubbi Taramanu	54	0	170	4839	698
Alu	591	31	19	829	46
Campalagian	2610	475	7	1045	13
Luyo	459	39	34	4185	37
Wonomulyo	442	0	0	388	0
Mapilli	3230	103	19	4568	89
Tapango	2581	616	253	5516	289
Matakali	960	462	0	1812	59
Bulo	229	65	150	5170	298
Polewali	152	63	0	793	30
Binuang	2106	412	19	3421	81
Anreapi	611	251	174	4932	818
Matangnga	92	0	255	4284	138

(Sumber: Badan Pusat Statistika, 2023)

3.2 Hasil Penelitian

Penelitian ini menghasilkan keluaran berupa program yang dimana dibuat menggunakan bahasa pemrograman python dan php. Aplikasi yang dibuat ditampilkan kedalam website untuk melihat hasil pengelompokan data. Dalam implementasi algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM), dataset produktivitas hasil perkebunan di Kabupaten Polewali Mandar berhasil dianalisis dan dikelompokkan menjadi beberapa kelompok kecamatan berdasarkan karakteristik produktivitas. Pengelompokkan dilakukan dengan menggunakan nilai fuzziness (m) sebesar 2 dengan mengambil jumlah klaster (c) sebanyak 5 klaster.

Hasil pengelompokkan tersebut divisualisasikan dalam bentuk grafik yang menunjukkan letak setiap kecamatan dalam bidang dengan sumbu x mewakili luas lahan dan sumbu y mewakili jumlah produksi. Klaster-klaster diberikan warna yang berbeda untuk mempermudah identifikasi.

Metode pengelompokan, seperti algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM), bekerja dengan cara mengelompokkan data menjadi beberapa kelompok berdasarkan kesamaan karakteristik atau atribut yang dimiliki oleh setiap data. Berikut adalah langkah-langkah umum tentang bagaimana FCM bekerja:

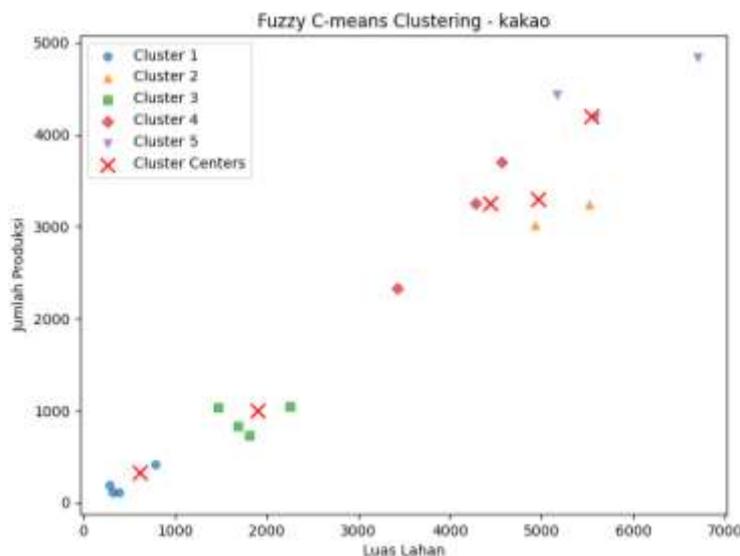
1. **Inisialisasi:** Langkah pertama adalah menginisialisasi pusat-pusat klaster awal secara acak atau berdasarkan beberapa metode inisialisasi. Pusat-pusat klaster awal ini akan digunakan sebagai titik awal dalam pengelompokan.

2. **Perhitungan Keanggotaan:** Untuk setiap data, perhitungan dilakukan untuk menentukan sejauh mana data tersebut memiliki tingkat keanggotaan pada setiap kluster. Ini dilakukan dengan menggunakan persamaan FCM yang menghitung tingkat keanggotaan berdasarkan jarak antara data dan pusat kluster.
3. **Perhitungan Pusat Kluster Baru:** Setelah tingkat keanggotaan dihitung, pusat-pusat kluster baru dihitung dengan menggunakan tingkat keanggotaan dan data aktual. Pusat kluster baru ini mencerminkan titik tengah dari data yang tergabung dalam kelompok tersebut.
4. **Iterasi:** Langkah-langkah perhitungan keanggotaan dan perhitungan pusat kluster baru diulang dalam serangkaian iterasi. Dalam setiap iterasi, pusat-pusat kluster diperbarui berdasarkan data baru dan tingkat keanggotaan baru.
5. **Konvergensi:** Proses iteratif berlanjut sampai pusat-pusat kluster konvergen atau sampai batas iterasi yang ditentukan tercapai. Konvergensi terjadi ketika perubahan pusat kluster antar iterasi sangat kecil atau tidak signifikan.
6. **Hasil Pengelompokan:** Setelah iterasi selesai, hasil pengelompokan diperoleh. Setiap data akan memiliki tingkat keanggotaan pada setiap kluster, dan data akan tergabung dalam kelompok yang memiliki tingkat keanggotaan tertinggi.

Pada akhirnya, data akan dikelompokkan dalam beberapa kelompok berdasarkan karakteristik yang mirip. FCM memiliki kemampuan untuk memberikan hasil yang lebih fleksibel dengan menggunakan nilai fuzziness (m), yang memungkinkan setiap data memiliki tingkat keanggotaan yang difusikan pada semua kluster.

Berikut adalah hasil pengujian yang didapatkan pada penelitian ini dengan mengambil sampel 16 kecamatan di Polewali Mandar dengan 2 parameter yaitu luas lahan (ha) dan jumlah produksi (ton) untuk setiap lahan perkebunan yaitu kelapa dalam, kelapa hibrida, kopi robusta, kakao dan kemiri. Pada gambar 1-5 dibawah merupakan hasil kluster atau pengelompokan data berdasarkan produktivitas lahan perkebunan menggunakan sampel yang di ujikan.

1) Hasil *cluster* Perkebunan Kakao

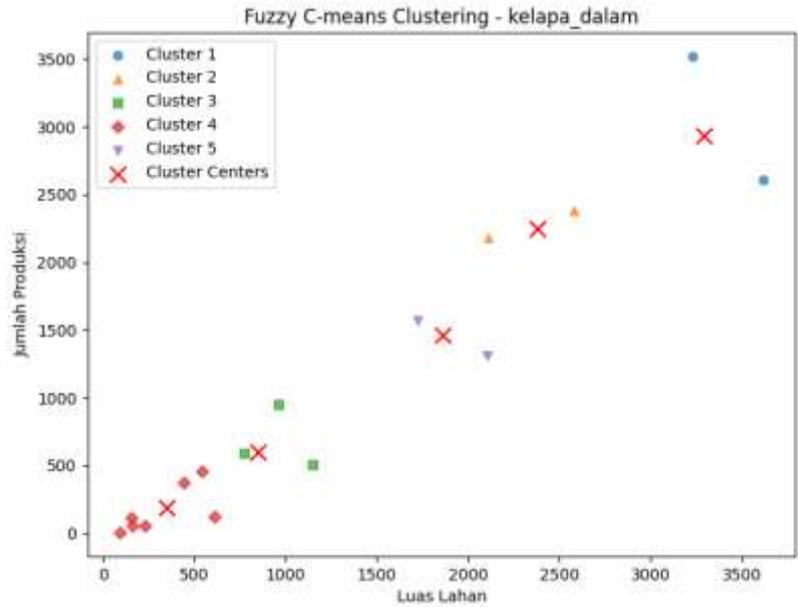


Gambar 1 Visualisasi Hasil Pengelompokan Data Kakao

Pada hasil kluster tanaman Kakao, dimana hasil yang didapatkan bahwa wilayah yang paling produktif pada hasil perkebunan Kakao ditempati oleh kecamatan Limboro,

Alu, Campalagian, dan Matakali. Sehingga untuk saran pengembangan komoditi Kakao bisa dipertimbangkan pada wilayah tersebut.

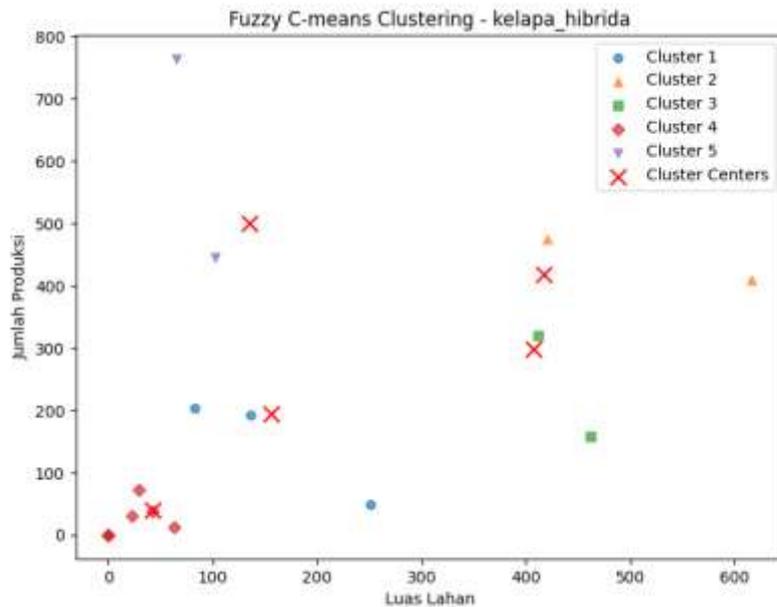
2) Hasil *cluster* Perkebunan Kelapa Dalam



Gambar 2 Visualisasi Hasil Pengelompokan Kelapa Dalam

Pada hasil kluster tanaman Kelapa dalam, dimana hasil yang didapatkan bahwa wilayah yang paling produktif pada hasil perkebunan kelapa dalam ditempati oleh kecamatan Tinambung dan Tapango. Sehingga untuk saran pengembangan komoditi Kelapa dalam bisa dipertimbangkan pada wilayah tersebut.

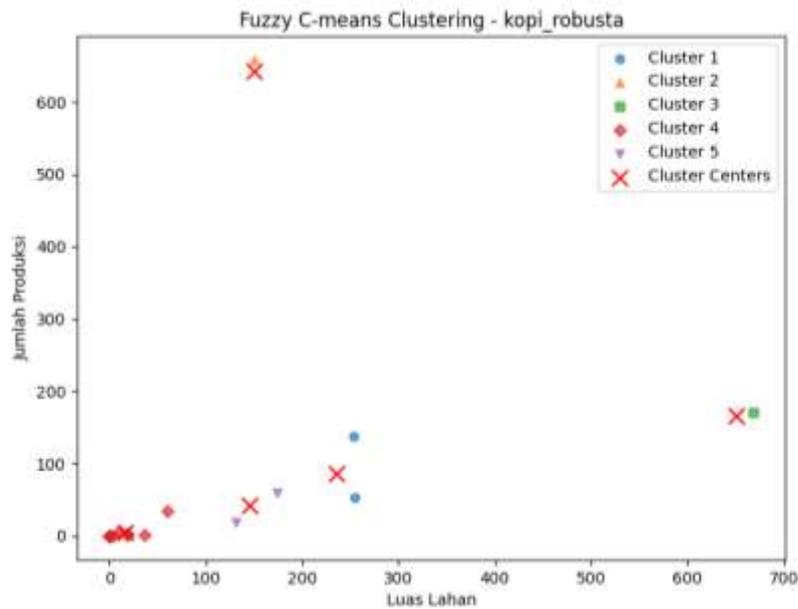
3) Hasil *cluster* Perkebunan Kelapa Hibrida



Gambar 3 Visualisasi Hasil Pengelompokan Kelapa Hibrida

Pada hasil kluster tanaman Kelapa hibrida, dimana hasil yang didapatkan bahwa wilayah yang paling produktif pada hasil perkebunan kelapa dalam ditempati oleh kecamatan Makali dan Binuang. Sehingga untuk saran pengembangan komoditi Kelapa hibrida bisa dipertimbangkan pada wilayah tersebut.

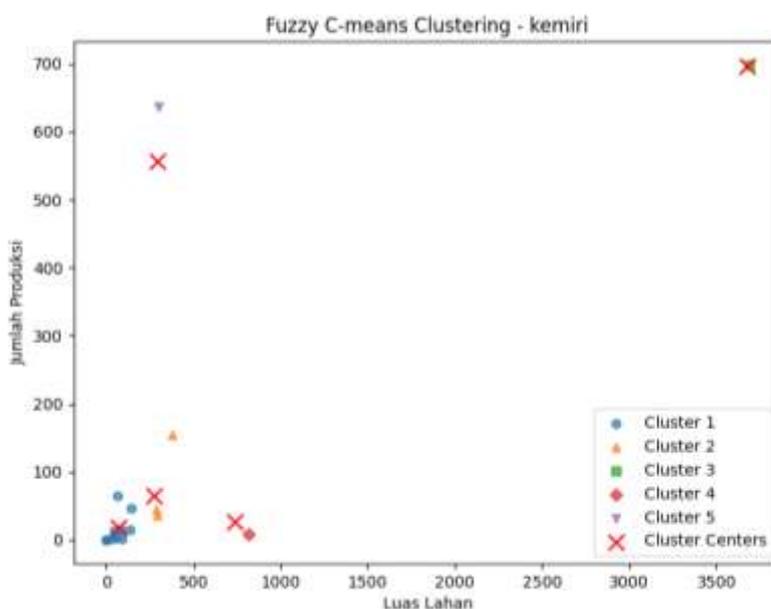
4) Hasil *cluster* Perkebunan Kopi Robusta



Gambar 4 Visualisasi Hasil Pengelompokan Kopi Robusta

Pada hasil kluster tanaman Kopi Robusta, dimana hasil yang didapatkan bahwa wilayah yang paling produktif pada hasil perkebunan kelapa dalam ditempati oleh kecamatan Tapango dan Matanga. Sehingga untuk saran pengembangan komoditi Kopi Robusta bisa dipertimbangkan pada wilayah tersebut.

5) Hasil *cluster* Perkebunan Kemiri



Gambar 5 Visualisasi Hasil Pengelompokan Kemiri

Pada hasil kluster tanaman Kemiri, dimana hasil yang didapatkan bahwa wilayah yang paling produktif pada hasil perkebunan kelapa dalam ditempati oleh kecamatan Bulu. Sehingga untuk saran pengembangan komoditi Kemiri bisa dipertimbangkan pada wilayah tersebut.

Beberapa kluster menunjukkan konsentrasi luas lahan yang lebih besar dengan jumlah produksi yang bervariasi, sementara kluster lain menunjukkan luas lahan yang lebih kecil namun memiliki jumlah produksi yang lebih tinggi. Hal ini dapat menunjukkan adanya perbedaan dalam pengelolaan pertanian antar daerah.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan algoritma *Fuzzy C-Means* sebagai metode *clustering* untuk mengelompokkan kecamatan di Kabupaten Polewali Mandar berdasarkan produktivitas perkebunan. Aplikasi yang dikembangkan memungkinkan pengguna untuk mengunggah dataset perkebunan dalam format CSV, dan selanjutnya, algoritma *Fuzzy C-Means* digunakan untuk mengelompokkan kecamatan ke dalam kluster berdasarkan karakteristik produktivitasnya. Hasilnya tidak hanya menyajikan informasi kluster dengan label dan kecamatan yang termasuk, tetapi juga memberikan insight mengenai produktivitas relatif dari setiap kluster. Dengan urutan kluster berdasarkan produktivitas, aplikasi memberikan pemahaman yang jelas. Visualisasi hasil *clustering*, termasuk gambar persebaran kecamatan dan lokasi pusat kluster, memberikan pemahaman intuitif. Informasi tambahan, seperti persentase kecamatan dalam setiap kluster, menambah kompleksitas pemahaman distribusi kluster. Secara keseluruhan, aplikasi ini potensial sebagai alat bantu pengambilan keputusan untuk perencanaan dan pengembangan sektor perkebunan di Kabupaten Polewali Mandar, dengan menyediakan wawasan yang jelas tentang kluster perkebunan yang paling produktif.

REFERENSI

- [1] Abdurrahman, D. D., Agus, F., & Putra, G. M. (2021). Implementasi Algoritma Partitioning Around Medoids (PAM) untuk Mengelompokkan Hasil Produksi Komoditi

- Perkebunan (Studi Kasus: Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur). *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*.
- [2] Herwindo. (2017). *Pembakuan Statistik Perkebunan*. Litbang Pertanian RI.
- [3] Muliah, S., & Pasambe, D. (2021). *Prospek Pengembangan Pertanian di Propinsi Sulawesi Barat*. *Jurnal Litabang Pertanian*.
- [4] Tamaela, J., Sedyono, E., & Setiawan, A. (2017). *Cluster Analysis Menggunakan Algoritma Fuzzy C-means dan K-means Untuk Klasterisasi dan Pemetaan Lahan Pertanian di Minahasa Tenggara*. *Jurnal Buana Informatika*, Volume 8, Nomor 3.
- [5] Sanusi, W., & Zaky, A. (2020). *Analisis Fuzzy C-Means dan Penerapannya Dalam Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan Berdasarkan Faktor-faktor Penyebab Gizi Buruk*. OJS UNM.
- [6] Ahmadi, A., & Hartati, S. (2013). *Penerapan Fuzzy C-Means dalam Sistem Pendukung Keputusan untuk Penentuan Penerima Bantuan Langsung Masyarakat (BLM) PNPMMPd (Studi Kasus PNPM-MPd Kec. Ngadirojo Kab. Pacitan)*. *Berkala MIPA*.
- [7] Nurjanah, Farmadi, A., & Indriani, F. (2014). *Implementasi Metode Fuzzy C-Means pada Sistem Clustering Data Varietas Padi*. *Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer*, Vol. 01, No. 01, pp. 23–32.
- [8] Rahakbauw, Ilwaru, & Hahury, M. H. (2017). *Implementasi Fuzzy C-Means Clustering Dalam Penentuan Beasiswa*. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*.