



## Clustering The Use Of Puskesmas Soreang Medicine Using The Fuzzy C-Means Method

**Mukrim, Muh. Ridwan Nur, Andi Ranggareksa, Asmaul Husna, Fhatiah Adiba\***

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

\* Corresponding Author E-mail: adibafhatiah@unm.ac.id

### **Abstract**

*Medicine inventory management in puskesmas is a crucial aspect in providing optimal health services. Problems such as discrepancies in procurement, excess stock, and lack of stock require the right solution. This study applied the Fuzzy C-Means (FCM) method to classify drug data management at the Soreang Health Center. Data from 100 types of Medicinewere used to group Medicinebased on the intensity of their use. The findings showed that FCM was able to group Medicineinto three categories: high, medium, and low, with an accuracy rate of 85.61%. The implication is that this study provides insight for the management of the Soreang Health Center in optimizing drug inventory management, enabling more effective drug planning and procurement. This method can be applied in other health centers to improve drug management practices.*

**Keywords**— *Fuzzy, C-means, Cluster, Medicine*

### **Abstrak**

*Manajemen persediaan obat di puskesmas adalah aspek krusial dalam penyediaan layanan kesehatan yang optimal. Permasalahan seperti ketidaksesuaian dalam pengadaan, kelebihan stok, dan kekurangan stok memerlukan solusi yang tepat. Penelitian ini menerapkan metode Fuzzy C-Means (FCM) untuk mengklasifikasikan pengelolaan data obat di Puskesmas Soreang. Data dari 100 jenis obat digunakan untuk mengelompokkan obat berdasarkan intensitas penggunaannya. Temuan menunjukkan bahwa FCM mampu mengelompokkan obat menjadi tiga kategori: tinggi, sedang, dan rendah, dengan tingkat akurasi 85,61%. Penelitian ini memberikan wawasan bagi manajemen Puskesmas Soreang dalam mengoptimalkan pengelolaan persediaan obat, memungkinkan perencanaan dan pengadaan obat yang lebih efektif. Metode ini dapat diterapkan di puskesmas lain untuk meningkatkan praktik pengelolaan obat.*

**Kata kunci**— *Fuzzy, C-means, Kluster, Obat*

## **1. PENDAHULUAN**

Pemerintah memiliki peran krusial dalam menyediakan layanan kesehatan bagi masyarakat melalui puskesmas, yang merupakan garda terdepan dalam memberikan pelayanan kesehatan dengan standar tinggi. Sebagai Unit Pelaksana Teknis Dinas di tingkat Kabupaten/Kota, Puskesmas, seperti Puskesmas Soreang di Kabupaten Bandung [1], memiliki tanggung jawab utama dalam mengembangkan kesehatan masyarakat, termasuk layanan ibu dan anak, keluarga berencana, gizi, lingkungan, pencegahan penyakit, dan promosi kesehatan.

Untuk itu, efektivitas manajemen puskesmas, pelayanan farmasi, kesehatan masyarakat, dan laboratorium sangat penting untuk menyediakan layanan kesehatan yang optimal [2].

Manajemen obat yang efektif sangat penting dalam operasional Puskesmas. Namun, Puskesmas sering kali mengalami ketidaksesuaian dalam proses pengadaan obat. Terkadang, obat masih tersedia dalam stok namun tetap dibeli kembali, menyebabkan penumpukan persediaan yang tidak diperlukan [3]. Di sisi lain, ada kekurangan stok pada obat-obatan yang sering digunakan, karena penggunaannya melebihi persediaan yang tersedia. Salah satu teknik clustering yang populer adalah Metode *Fuzzy C-Means* (FCM) [4]. Algoritma ini termasuk dalam kategori algoritma *machine learning unsupervised* yang dikenal luas dan terbukti lebih efisien dibandingkan dengan algoritma clustering lainnya [5]. FCM bekerja dengan melakukan iterasi untuk mengoreksi posisi pusat cluster dan tingkat keanggotaan yang mungkin tidak tepat pada awalnya. Proses iterasi ini berlanjut sampai posisi pusat cluster yang optimal tercapai [6]. FCM memiliki beberapa keunggulan. Pertama, metode ini dapat menentukan jumlah cluster terlebih dahulu, yang membedakannya dari metode lain seperti k-means. Selain itu, FCM cenderung menempatkan pusat cluster dengan lebih akurat dibandingkan dengan metode k-means [7]. FCM juga mampu mendeteksi cluster tingkat lanjut dan menunjukkan hubungan antara berbagai pola cluster. Selain itu, FCM dapat melakukan *clustering* pada beberapa variabel sekaligus, sehingga meningkatkan kegunaannya dalam analisis data multidimensi [8].

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang menginvestigasi Metode *Fuzzy C-Means* (FCM) [9], telah mengusulkan solusi untuk mengatasi kelemahan dalam FCM. Salah satu pendekatan yang diajukan melibatkan penggunaan jaringan saraf dan indeks Xie dan Beni, sementara pendekatan lainnya menggunakan histogram. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode yang disarankan berhasil meningkatkan kinerja algoritma FCM dasar dan bahkan lebih unggul dibandingkan metode lain yang telah diusulkan dalam literatur sebelumnya. Studi yang dilakukan [10], mengenai 35 resep obat Mongolia untuk pengobatan sindrom panas menyimpulkan bahwa FCM menghasilkan pengelompokan yang lebih efektif daripada HCM. Penemuan ini memiliki dampak yang luas dalam analisis pengelompokan resep obat Mongolia dan dapat berkontribusi secara signifikan dalam proses pengambilan keputusan terkait pengembangan obat baru. Penelitian [3] memanfaatkan data penjualan obat di Puskesmas Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku. Proses pengklasteran menjadi krusial dalam analisis data, di mana objek-objek dikelompokkan ke dalam klaster berdasarkan kesamaan tertentu. Salah satu teknik yang diterapkan adalah *Fuzzy C-Means*. Dari hasil analisis menggunakan 3 klaster, diperoleh nilai fungsi objektif sebesar 21,1896. Klaster pertama mengandung 13 jenis obat, klaster kedua mengandung 4 jenis obat, dan klaster ketiga mengandung 3 jenis obat. Temuan ini memberikan wawasan penting untuk manajemen persediaan obat dan pengembangan strategi pemasaran yang lebih efektif.

Berdasarkan temuan penelitian sebelumnya, studi ini memilih metode *Fuzzy C-Means* untuk mengklasifikasikan data pengelolaan obat di Puskesmas Soreang. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai pengelolaan dan pengelompokan data obat di Puskesmas Soreang melalui penerapan teknik clustering tersebut. Penelitian bertujuan untuk memahami bagaimana metode ini dapat diterapkan secara efektif dalam mengelompokkan intensitas penggunaan obat. Dengan demikian, penelitian akan membantu dalam mengidentifikasi pola penggunaan obat yang lebih akurat, yang pada gilirannya akan memungkinkan pengurangan pemborosan dalam pengadaan obat dan pengalokasian sumber daya yang lebih efisien di Puskesmas. Selanjutnya, penelitian juga bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana metode *Fuzzy C-Means* dapat mengoptimalkan pengelolaan stok obat. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang pola permintaan dan konsumsi obat, diharapkan Puskesmas dapat melakukan pengelolaan stok obat dengan lebih efektif dan efisien, memastikan ketersediaan obat yang memadai tanpa kelebihan atau kekurangan yang berlebihan. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi berarti terhadap peningkatan praktik pengelolaan obat di Puskesmas Soreang dan mungkin juga bisa diterapkan di lokasi lain dengan konteks serupa.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Clustering

Clustering adalah teknik penting dalam kehidupan sehari-hari yang memungkinkan pengelompokan data ke dalam kategori-kategori tertentu [11]. Menjelaskan bahwa clustering melibatkan pengelompokan objek yang serupa ke dalam kelompok-kelompok yang berbeda [12]. Hal ini memungkinkan kita untuk memahami pola dan karakteristik data dengan lebih baik [13]. juga menekankan pentingnya clustering dalam mengidentifikasi hubungan antara berbagai objek atau variabel. Dalam praktiknya, [13] *clustering* digunakan dalam berbagai bidang, seperti bisnis untuk segmentasi pasar dan dalam bidang kesehatan untuk mengelompokkan pasien berdasarkan profil kesehatan mereka. Dengan demikian, clustering memberikan wawasan yang berharga dalam berbagai konteks kehidupan sehari-hari. *Clustering* adalah metode untuk mengelompokkan data sehingga mempermudah analisis berdasarkan kesamaan karakteristik. Dengan mengelompokkan data berdasarkan kesamaan ini, kita dapat mengekstraksi informasi yang signifikan dan bermanfaat. Ini merupakan proses yang penting dalam pengelolaan dan pemahaman data yang digunakan dalam berbagai bidang [14].

### 2.2 Fuzzy C-Means

*Fuzzy C-Means* (FCM) merupakan salah satu metode penting dalam analisis data yang berfungsi untuk mengelompokkan data ke dalam kelompok-kelompok berdasarkan pola atau karakteristik tertentu yang memiliki kesamaan. FCM memungkinkan data memiliki tingkat keanggotaan yang fuzzy terhadap kelompok-kelompok yang ada, membedakannya dari metode clustering klasik seperti K-Means. Penerapan FCM telah ditemukan dalam berbagai bidang seperti sistem diagnostik medis, pemodelan sistem pemasaran, dan manajemen kualitas udara [6]. Secara keseluruhan, Metode C-Means atau *Fuzzy C-Means* adalah salah satu pendekatan yang penting dalam analisis data dan memiliki potensi besar untuk memberikan kontribusi yang berarti di berbagai bidang aplikasi. Dengan kemampuannya dalam mengelompokkan data secara fleksibel dan memahami pola-pola data yang kompleks [15], FCM menjadi alat yang penting dalam pengambilan keputusan yang tepat dan efisien

### 2.3 Pengelolaan Data

Penelitian ini memanfaatkan dataset yang terdiri dari 100 jenis obat yang tersedia di salah satu puskesmas di Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Variabel yang digunakan mencakup jumlah stok awal, penerimaan, dan persediaan obat. Metode yang diterapkan adalah clustering menggunakan analisis *Fuzzy C-Means*. Tujuan dari metode *Fuzzy C-Means* adalah untuk mengelompokkan jenis-jenis obat ke dalam beberapa kelompok berdasarkan variabel-variabel yang telah ditetapkan oleh peneliti [16]. Proses ini diawali dengan penetapan pusat-pusat cluster, yang berfungsi sebagai penanda lokasi rata-rata setiap kelompok. Melalui serangkaian iterasi untuk memperbaiki posisi pusat-pusat cluster dan tingkat keanggotaan tiap titik data, proses ini memastikan bahwa pusat-pusat cluster dan tingkat keanggotaan mendekati posisi yang paling tepat untuk masing-masing titik data.

Berikut adalah algoritma *clustering* FCM:

- 1) Data yang akan dikelompokkan diwakili oleh matriks  $X$  dengan ukuran  $n \times p$ , di mana  $n$  merupakan jumlah sampel data dan  $p$  adalah atribut dari setiap data.  $X_{kj}$  menggambarkan sampel data ke- $k$  ( $k = 1, 2, \dots, n$ ) dengan atribut ke- $j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, m$ ).
- 2) Menentukan:
  - a) Menentukan jumlah cluster =  $c$ ;
  - b) Menetapkan pangkat pembobot =  $m$ ;
  - c) Menetapkan iterasi maksimum =  $MaxIter$ ;
  - d) Menentukan error terkecil yang diharapkan =  $\xi$ ;
  - e) Memulai dengan fungsi objektif awal =  $P_0 = 0$ ;
  - f) Memulai iterasi awal =  $t = 1$ .

- 3) Hasilkan serangkaian angka acak menggunakan persamaan 1 ( $\mu_{ik}$ ,  $i = 1, 2, \dots, c$ ;  $k = 1, 2, \dots, n$ ) yang akan berperan sebagai komponen-komponen utama matriks awal U.

$$U_0 = \begin{bmatrix} \mu_{11}(x_1) & \mu_{12}(x_2) & \cdots & \mu_{1c}(x_c) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \mu_{c1}(x_1) & \mu_{c2}(x_2) & \cdots & \mu_{cn}(x_c) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Pada fuzzy clustering, matriks partisi harus memenuhi persyaratan sesuai dengan persamaan 2 dan 3 berikut:  $\mu_{ik}$  harus berada dalam rentang [0,1] untuk setiap  $i$  dari 1 hingga  $c$  dan setiap  $k$  dari 1 hingga  $n$ .

$$\sum_{i=1}^n \mu_{ik} = 1; 1 \leq i \leq c \quad (2)$$

$$0 < \sum_{i=1}^c \mu_{ik} < c; 1 \leq k \leq n \quad (3)$$

- 4) Menghitung total setiap kolom (atribut) menggunakan persamaan 4:

$$Q_j = \sum_{i=1}^c (\mu_{ik}) \quad (4)$$

dengan  $j = 1, 2, 3, \dots, m$ , lalu hitung dengan persamaan 5:

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_j} \quad (5)$$

- 5) Lakukan perhitungan untuk menentukan pusat cluster ke- $k$  menggunakan persamaan 6 dan 7, yang disebut  $V_{ij}$ . Variabel  $i$  berkisar dari 1 hingga  $c$ , sementara  $j$  berkisar dari 1 hingga  $m$ , menunjukkan atribut-atribut dalam setiap cluster.

$$V_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n ((\mu_{ik})^m \cdot X_{kj})}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^m} \quad (6)$$

$$V = \begin{pmatrix} V_{11} & \cdots & V_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ V_{c1} & \cdots & V_{cm} \end{pmatrix} \quad (7)$$

- 6) Pada iterasi ke- $t$ , perhitungkan nilai fungsi objektif  $P_t$  dengan menggunakan persamaan 8 yang diberikan di bawah ini:

$$P_t = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c \left( \left[ \sum_{j=1}^m (X_{kj} - V_{ij}) \right]^2 (\mu_{ik})^m \right) \quad (8)$$

- 7) Lakukan perubahan matriks menggunakan persamaan 9 berikut:

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (X_{kj} - V_{ij})^2]^{-\frac{1}{p-1}}}{\sum_{i=1}^c [\sum_{j=1}^m (X_{kj} - V_{ij})^2]^{-\frac{1}{p-1}}} \quad (8)$$

- 8) Cek Mengevaluasi kondisi berhenti:

- Apabila ( $|P_t - P_{t-1}| < \xi$ ) atau ( $t < \text{iterasi maksimal}$ ) terpenuhi, proses dihentikan;
- Jika tidak terpenuhi, langkah selanjutnya adalah menambahkan nilai  $t$  dengan 1 dan

mengulangi langkah ke-4.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelompokan data persediaan obat pada penelitian ini menggunakan *metode Fuzzy C-Means* (FCM), berikut hasil dan pembahasannya akan diuraikan.

- 1) Matriks partisi  $U$  dibentuk dengan dimensi  $n \times p$ , dimana  $n$  mewakili jumlah sampel data ( $n = 100$ ) dan  $p$  merupakan atribut atau parameter untuk setiap data ( $p = 3$ ).  $X_{kj}$  merujuk pada data sampel ke- $k$  ( $k = 1, 2, \dots, n$ ) dengan atribut ke- $j$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ ). Data yang dianalisis ditampilkan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Data Obat Puskesmas Soreang

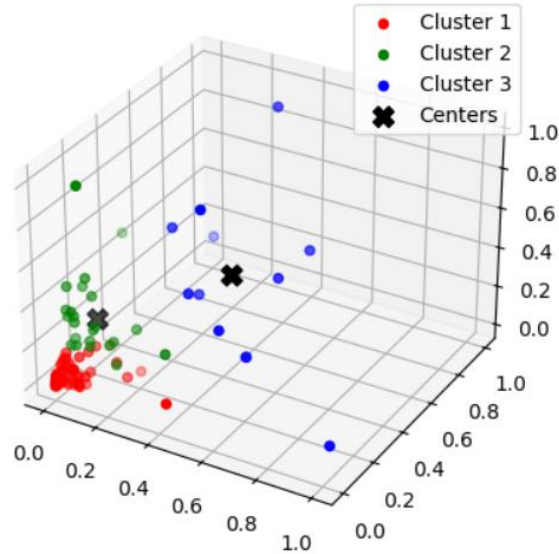
No	Variabel	Min	Max
1	Stok awal	0	5000
2	Penerimaan	0	2400
3	Persediaan	0	1000

Keterangan:

- Stok awal : Jumlah obat yang tersedia di gudang pada awal periode.  
 Penerimaan : Jumlah obat yang diterima dari pemasok selama periode tertentu.  
 Persediaan : Jumlah obat yang tersedia untuk digunakan.

- 2) Menentukan parameter
  - a) Jumlah cluster = 3  
Jumlah cluster dipilih menjadi tiga karena dalam penelitian ini data obat dikelompokkan menjadi tiga cluster: tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan intensitas penggunaan.
  - b) Pangkat pembobot = 2  
Pangkat pembobot dipilih sebagai 2 karena ini adalah salah satu nilai yang umum digunakan dalam FCM untuk memberikan bobot pada masing-masing data dalam proses clustering.
  - c) Maksimum iterasi = 100  
Maksimum iterasi ditetapkan menjadi 100 untuk memberikan batasan pada jumlah iterasi yang dilakukan agar proses clustering tidak berjalan terlalu lama.
  - d) Error terkecil yang diharapkan =  $10^{-1} = 0.1$   
Error terkecil yang diharapkan ditetapkan sebagai 0.1 untuk menentukan kriteria berhenti iterasi ketika error sudah mencapai nilai tersebut.
  - e) Fungsi Objektif awal = 0  
Fungsi objektif awal diatur menjadi 0 sebagai nilai awal sebelum proses clustering dimulai.
  - f) Iterasi awal = 1  
Iterasi awal diatur sebagai 1 untuk memulai proses clustering dari iterasi pertama.
- 3) Bilangan acak ( $\mu_{ik}$ , di mana  $i$  berkisar dari 1 hingga  $c$  dan  $k$  berkisar dari 1 hingga  $n$ ) dibuat sebagai elemen-elemen yang akan dimasukkan ke dalam matriks partisi awal  $U$ .
- 4) Menentukan serangkaian nilai acak ( $\mu_{ik}$ ,  $i = 1, 2, \dots, c$ ;  $k = 1, 2, \dots, n$ ), yang nantinya akan diaplikasikan sebagai komponen-komponen dalam matriks partisi awal  $U$ .
- 5) Dengan menggunakan titik pusat cluster  $V$ , dilakukan penentuan pusat cluster  $V_{3K4}$ 

0.02974924	0.03336407	0.04721106
0.09970432	0.11200373	0.30461893
0.4632489	0.3542883	0.50243823
- 6) Pada iterasi awal, nilai dari fungsi objektifitas: 4.955347571
- 7) Kondisi false, pada iterasi 20



Gambar 1 Hasil Clustering FCM menggunakan Python

Tabel 2 Hasil Clustering Penggunaan Obat

Intensitas Penggunaan	Clustering	Manual	Phyton
Tinggi	1	65	65
Sedang	2	23	23
Rendah	3	12	12

Dalam *cluster* pertama (Kelompok 1) Tabel 2, diproyeksikan terdapat jenis obat dengan tingkat kehadiran yang tinggi, dengan jumlah keseluruhan mencapai 65 anggota. Di cluster kedua (Kelompok 2), tergolong obat-obatan dengan tingkat kehadiran sedang, yang beranggotakan 23 individu. Sedangkan, pada cluster ketiga (Kelompok 3), ditemukan obat-obatan dengan tingkat kehadiran yang lebih rendah, dengan jumlah keseluruhan mencapai 12 anggota.

Tabel 3 Perbandingan Prediksi awal dengan hasil cluster

Intensitas Penggunaan	Clustering	Prediksi	Hasil cluster	%Error
Tinggi	1	59	65	10.17 %
Sedang	2	25	23	8 %
Rendah	3	16	12	25 %
<b>Mean Absolute Percentage Error</b>				<b>14.39 %</b>
<b>Tingkat akurasi</b>				<b>85.61 %</b>

Tabel 3 menyajikan perbandingan antara prediksi awal dan hasil cluster untuk tiga kategori intensitas penggunaan obat: tinggi, sedang, dan rendah. Analisis menunjukkan bahwa hasil cluster memiliki deviasi dari prediksi awal, dengan persentase kesalahan masing-masing 10.17%, 8%, dan 25% untuk kategori tersebut. Meskipun demikian, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) hanya sebesar 14.39%, dan tingkat akurasi keseluruhan mencapai 85.61%, menunjukkan bahwa hasil cluster secara umum mendekati prediksi awal dengan baik.

#### 4. KESIMPULAN

Metode *Fuzzy C-Means* (FCM) terbukti efektif dalam mengelompokkan intensitas penggunaan obat di Puskesmas Soreang ke dalam tiga kategori, yaitu tinggi, sedang, dan rendah, dengan tingkat akurasi mencapai 85,61% dan tingkat kesalahan rata-rata yang relatif

kecil. Hasil ini menunjukkan kemampuan FCM dalam mengidentifikasi pola penggunaan obat yang lebih tepat dibandingkan dengan perkiraan manual, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang berbasis data. Dengan klasifikasi yang lebih akurat, pengelola puskesmas dapat merencanakan pengadaan dan distribusi obat secara lebih efisien, meminimalkan pemborosan akibat stok berlebih, dan mencegah kelangkaan pada obat-obatan esensial. Hasil penelitian ini juga menunjukkan potensi metode FCM untuk diadaptasi di fasilitas kesehatan lain dengan kondisi serupa, sekaligus membuka peluang penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan strategi manajemen persediaan berbasis data dengan pendekatan komputasi cerdas.

## 5. SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi kombinasi FCM dengan metode lain guna meningkatkan akurasi dan stabilitas hasil. Uji coba pada data dengan cakupan waktu yang lebih panjang dan variabel tambahan seperti harga dan masa kadaluarsa obat juga penting untuk memperkaya analisis. Selain itu, pengembangan sistem berbasis perangkat lunak untuk mengotomasi proses clustering di puskesmas dapat meningkatkan pemanfaatan hasil penelitian ini dalam praktik pengelolaan obat sehari-hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Risma, J. Panjaitan, S. F. M. Lubis, M. Andin, and S. H. Purba, "Study Literatur: Analisis Efektivitas Pelayanan Kesehatan Di Puskesmas Dalam Implementasi Sistem Informasi Manajemen Puskesmas (SIMPUS)," *J. Kolaboratif Sains*, vol. 8, no. 1, pp. 990–996, 2025.
- [2] A. Pradipta, M. N. Sutoyo, and A. Paliling, "Public Education to Maintain the Quality of Population Data," *MEKONGGA J. Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 21–26, 2024, doi: 10.69616/mekongga.v1i1.171. <https://doi.org/10.69616/mekongga.v1i1.171>
- [3] A. S. Suhardin, D. Upuy, and A. H. Hiariey, "Penerapan Metode Fuzzy C-Means Untuk Memprediksi Persediaan Obat," *Param. J. Mat. Stat. dan Ter.*, vol. 2, no. 02, pp. 155–160, 2023. <https://doi.org/10.30598/parameter2i02pp155-160>
- [4] Z. Qadri, M. A. Maolani, M. G. Awaluddin, F. Adiba, and A. H. Nasurullah, "Smartphone Recommendations Based on Specifications Using Fuzzy Tahani," *J. Media Inf. Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 19–26, 2025. <https://doi.org/10.69616/mit.v2i1.210>
- [5] A. H. Nasrullah, A. M. Fajar, M. A. Taufiq, N. Rahmat, and F. Adiba, "Evaluation Of Fuzzy C-Means Method For District Clustering," *Media Comput. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 117–128, 2024, doi: 10.69616/mcs.v1i2.203.
- [6] H. Rusnedy, G. W. Nurcahyo, and S. Sumijan, "Identifikasi Tingkat Pemakaian Obat Menggunakan Metode Fuzzy C-Means," *J. Inf. dan Teknol.*, pp. 196–201, 2021. <https://doi.org/10.37034/jidt.v3i4.152>
- [7] O. A. Dhewa and A. P. Aji, "Chicken Cage Incubator Cooling Control System Using Fuzzy Logic," *Media Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–30, 2024, doi: 10.69616/mcs.v1i1.177. <https://doi.org/10.69616/mcs.v1i1.177>
- [8] F. B. Y. Bisilisin and R. N. Naatonis, "Pengelompokan Jenis Rumput Laut Menggunakan Fuzzy C-Means Berbasis Citra," *J. Manaj. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 36–44, 2021. <https://doi.org/10.36595/misi.v4i1.212>
- [9] H. Abdellahoum, N. Mokhtari, A. Brahimi, and A. Boukra, "CSFCM: An improved fuzzy C-Means image segmentation algorithm using a cooperative approach," *Expert Syst. Appl.*, vol. 166, p. 114063, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114063>
- [10] T. Z. Chun-Sheng, "Research of Mongolian Heat Syndrome Medicine Prescription Classification Method Based on Fuzzy C-means Algorithm," in *2020 IEEE 11th International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, IEEE,

- 2020, pp. 305–309. <https://doi.org/10.1109/ICSESS49938.2020.9237750>
- [11] F. Klawonn and G. Hoffmann, “Using fuzzy cluster analysis to find interesting clusters,” in *International Conference on Soft Methods in Probability and Statistics*, Springer, 2022, pp. 231–239. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-15509-3\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-031-15509-3_31)
- [12] G. R. Jannah, A. G. S. Bittara, A. M. Udin, A. H. Nasrullah, and F. Adiba, “The Determination of Electronic Goods Inventory at Rahmah Store Using the Fuzzy Tsukamoto Method,” *Media Comput. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 91–98, 2024, doi: 10.69616/mcs.v1i2.204. <https://doi.org/10.69616/mcs.v1i2.204>
- [13] W. Widyawati, W. L. Y. Saptomo, and Y. R. W. Utami, “Penerapan Agglomerative Hierarchical Clustering Untuk Segmentasi Pelanggan,” *J. Ilm. SINUS*, vol. 18, no. 1, pp. 75–87, 2020. <https://doi.org/10.30646/sinus.v18i1.448>
- [14] R. Scitovski *et al.*, “Data Clustering,” *Clust. Anal. Appl.*, pp. 31–64, 2021. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-74552-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-74552-3_3)
- [15] T. G. Manik, W. I. Rahayu, and R. N. S. Fathonah, “Perbandingan Metode Fuzzy C-Means Dan K-Means Clustering Pada Data Penggunaan Obat Di RS National Hospital Surabaya,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 591–597, 2023. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.6430>
- [16] D. Nurmin, M. N. Hayati, and R. Goejantoro, “Penerapan Metode Fuzzy C-Means Pada Pengelompokan Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat Tahun 2020,” *EKSPONENSIAL*, vol. 13, no. 2, pp. 189–196, 2022. <https://doi.org/10.30872/eksponensial.v13i2.1068>



© 2025 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) (CC BY-SA 4.0).