

## Analisis Produksi Daging Ternak di Indonesia Menggunakan Fuzzy C-Means Clustering

Chalawatul Ais, Abdulloh Hamid, Dian Candra Rini Novitasari

Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Jl. Ahmad Yani 117, Surabaya, 60237, Indonesia

E-mail: [chalawatulais10@gmail.com](mailto:chalawatulais10@gmail.com), [diancrini@uinsby.ac.id](mailto:diancrini@uinsby.ac.id)

### Abstrak

Produksi peternakan di Indonesia merupakan salah satu jenis makanan yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat. Indonesia masih mengimpor daging memenuhi kebutuhan pangan masyarakatnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan provinsi di Indonesia yang memiliki produksi daging ternak tinggi dan produksi daging ternak rendah pemerintah dapat memaksimalkan daerah yang memiliki produksi daging ternak tinggi dan mengupayakan peningkatan produksi daging ternak pada daerah yang memiliki produksi rendah. Pengelompokan diperlukan untuk mengidentifikasi kelompok provinsi penghasil daging ternak dengan produksi tinggi dan rendah. Data dikelompokkan menjadi 2 cluster menggunakan FCM dengan nilai indeks silhouette sebesar 0,95664, cluster pertama dengan total produksi daging tertinggi terdapat 3 provinsi (Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur) dan cluster kedua dengan total produksi daging terendah terdapat 31 provinsi. Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur sebagian besar berprofesi sebagai peternak karena ketersediaan lahan yang cukup.

**Kata kunci:** Provinsi di Indonesia, Produksi Daging Ternak, Fuzzy C-Means, Pengelompokan, Indeks Silhouette

### 1. Pendahuluan

Era globalisasi saat ini menyebabkan arus perdagangan barang dan jasa semakin hingga melampaui batas-batas wilayah atau negara. Indonesia merupakan negara dengan kapasitas produksi dan pasar pangan yang cukup besar dan berkewajiban untuk memenuhi kebutuhan pangan rakyatnya secara berdaulat dan mandiri. Ekspor dan impor pangan merupakan kebijakan pemerintah pusat yang diatur secara eksplisit oleh Menteri Perdagangan dan non-pemerintah [1].

Kebutuhan dan kekurangan daging untuk konsumsi masyarakat selalu terjadi setiap tahunnya. Produksi daging ternak memiliki peran penting bagi perekonomian negara, namun saat ini produksi daging ternak dalam keadaan defisit yang menyebabkan pemerintah harus melakukan impor. Ketersediaan sumber protein hewani dalam skala nasional dapat dilihat dari perkembangan populasi dan produksi daging ternak. Wilayah Indonesia yang merupakan sumber utama daging ternak

produksi, adalah pulau Jawa [2].

Konsumsi masyarakat merupakan salah satu faktor pendukung terbentuknya komoditas domestik bruto. Menurut Rodhiyah dan Anggita, konsumsi pangan masyarakat yang paling besar protein hewani atau protein yang berasal dari hewan ternak. Oleh karena itu, produk peternakan merupakan komoditas yang bernilai tinggi [3]. Banyak hewan ternak di Indonesia yang produksinya berupa daging antara lain sapi, kambing, kerbau, ayam, kuda, dan domba. buku Data Bisnis Peternakan 2020 karya Dr. Rochadi Tawaf MS dkk. di [agribisnisnetwork.com](http://agribisnisnetwork.com) mengatakan bahwa populasi produksi ternak terbesar berada di pulau Jawa.

Metode Fuzzy C-Means (FCM) merupakan teknik pengelompokan data dimana setiap titik dalam cluster ditentukan oleh derajat keanggotaannya [4]. Jumlah cluster dari algoritma Fuzzy C-Means yang akan dibentuk perlu diketahui terlebih dahulu. Oleh karena itu algoritma ini dapat disebut sebagai

pengelompokan yang diawasi [5]. J. C. Bezdek pertama kali memperkenalkan teknik ini pada tahun 1981. Keluaran dari FCM menghasilkan informasi yang dapat digunakan dalam membangun sistem inferensi fuzzy [6].

Algoritma Fuzzy C-Means clustering akan mengelompokkan objek-objek berdasarkan kemiripannya ke dalam beberapa kelas [7]. Setiap objek memiliki kemiripan yang tinggi dalam satu cluster, sedangkan objek dalam satu cluster dengan objek dalam cluster lain memiliki kemiripan yang rendah [8].

Rahman Syarif dkk membuktikan keunggulan fuzzy c-means dibandingkan k-means pada penelitian yang berjudul Perbandingan Algoritma K-Means dan Algoritma Fuzzy C Means (FCM) pada Pengelompokan Moda Transportasi Berbasis GPS. Nilai Silhouette Index untuk clustering Fuzzy C-Means lebih signifikan dan cenderung lebih konsisten dibandingkan dengan nilai akurasi dan nilai silhouette index untuk metode K-Means Clustering [9].

Herlina dkk juga membandingkan fuzzy c-means dibandingkan dengan algoritma Gaussian Mixture Model pada penelitiannya yang berjudul Perbandingan Algoritma Fuzzy C-Means (FCM) dan Algoritma Mixture pada Pengelompokan Data Curah Hujan di Kota Bengkulu. Fuzzy C-Means merupakan metode yang cocok yang dapat digunakan sebagai pendukung keputusan dalam mengelompokkan data dengan dimensi yang cukup besar karena pengelompokan data didasarkan pada derajat keanggotaan untuk meningkatkan pusat cluster yang dihasilkan dalam mencapai minimasi fungsi target yang menggambarkan jarak dari titik-titik data. Dengan adanya pusat cluster tersebut pencarian lokasi terbaik dapat dilakukan dengan lebih cepat, yang ditandai dengan penghentian iterasi [10]. Pada data produksi daging ternak juga telah diterapkan metode k-means untuk melihat kedekatan data dalam satu cluster dengan menggunakan uji silhouette index. Setelah dilakukan percobaan menggunakan k-means, didapatkan nilai silhouette index dari k-means dengan 2 cluster sebesar 0.9294 dan 3 cluster sebesar 0.6829. Diketahui bahwa nilai indeks siluet k-means lebih kecil dibandingkan dengan nilai indeks siluet yang diperoleh dari metode fuzzy c-means. Oleh karena itu, metode fuzzy c-means clustering dipilih untuk digunakan dalam penelitian ini.

Penelitian mengenai pengelompokan atau clustering telah banyak dilakukan dalam sebuah penelitian. Penelitian tentang Fuzzy C-Means Clustering telah diterapkan pada berbagai bidang, diantaranya adalah pertanian [11] [12] [13], ekonomi [4] [14], deteksi penyakit [6] [7] dan lain sebagainya, sehingga Fuzzy C-Means merupakan algoritma yang cukup handal untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan klasifikasi objek atau clustering.

Tingkat konsumsi protein nasional semakin meningkat setiap tahunnya, terutama konsumsi daging, sementara pemerintah masih mengimpor daging ternak untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakatnya. Penelitian ini bertujuan untuk membantu pemerintah mengoptimalkan produksi daging dalam negeri, dengan harapan bahwa

Pemerintah dapat mempertahankan daerah-daerah di Indonesia yang memiliki produksi daging yang tinggi dan meningkatkan daerah-daerah yang produksinya masih rendah. Upaya-upaya ini dapat meningkatkan produksi daging dalam negeri dan mengurangi jumlah impor daging yang selama ini dilakukan pemerintah.

## 2. Tinjauan Pustaka

### Peternakan

Pengembangan pangan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor lahan dan faktor produksi. Faktor produksi dipengaruhi oleh benih atau bibit, pupuk, jumlah ternak, dan faktor pembiayaan. Hal tersebut memegang peranan penting dalam kehidupan sosial budaya masyarakat Indonesia [1]. Sebelum tahun 1970-an, hampir sebagian besar petani Indonesia memiliki ternak. Bahkan pada saat itu, Indonesia juga mampu mengeksport sapi dan kerbau ke beberapa negara.

Pulau Jawa merupakan sentra produksi daging ternak, dengan kontribusi sebesar 56,3% dari total produksi daging ternak nasional [15]. Pengeluaran per kapita per bulan menurut konsumsi daging, telur, susu, dan ikan atau kelompok protein hewani pada tahun 2015 sebesar 18,6% dan pada tahun 2016 sebesar 17,84%, dapat dilihat dari penjelasan di atas bahwa dari tahun 2015 ke tahun 2016 terjadi penurunan konsumsi pangan sumber protein hewani [3].

Pemerintah telah berusaha untuk mencapai target swasembada daging sebagai sumber protein dengan meningkatkan produksi pangan hewani selama lebih dari sepuluh tahun. Tingkat konsumsi protein hewani di Indonesia baru mencapai 4,7 gram/orang/hari, yang berarti tingkat konsumsi protein hewani masyarakat Indonesia masih jauh lebih rendah dibandingkan dengan negara lain. Filipina, Thailand, dan Malaysia rata-rata sudah mencapai lebih dari 10 gram/orang/hari. Kemudian di Jepang, Australia, dan Selandia Baru yang merupakan negara maju, rata-rata konsumsi protein hewani sudah mencapai di atas 20 gram/kapita/hari [16].

Kebutuhan pangan dari daging ternak selalu meningkat setiap tahunnya. Pemerintah mengimpor daging ternak, terutama daging sapi, untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakatnya. Pemerintah Indonesia berkomitmen pada tahun 2026 tidak mengimpor daging ternak dan fokus untuk meningkatkan populasi daging ternak dalam negeri [2].

### Pengelompokan Fuzzy C-Means

Fuzzy C-Means clustering (FCM) merupakan teknik pengelompokan data dimana keberadaan setiap titik data dalam sebuah cluster ditentukan oleh derajat keanggotaannya [17]. FCM menggunakan model pengelompokan fuzzy dengan indeks fuzzy menggunakan Euclidean Distance

sehingga data dapat menjadi anggota semua kelas atau cluster yang terbentuk dengan derajat keanggotaan yang berbeda antara 0 sampai 1 [14].

Keuntungan dari metode FCM adalah bahwa penempatan pusat cluster lebih tepat dibandingkan dengan metode cluster lainnya [17]. Fuzzy C-Means merupakan algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan klasifikasi objek atau pengelompokan [11].

Fuzzy C-Means clustering adalah salah satu dari sekian banyak metode clustering yang merupakan bagian dari Soft Clustering [18]. Keluaran dari Fuzzy C-Means clustering adalah

tidak termasuk dalam sistem inferensi fuzzy tetapi ada di bentuk derajat keanggotaan dan pusat-pusatnya (pusat-pusat klaster). Kedua komponen ini dapat berupa digunakan untuk membangun sistem inferensi fuzzy [13].

Proses awal dari FCM adalah menentukan pusat cluster. Pada kondisi ini, pusat cluster belum tentu benar [19]. Setiap data memiliki derajat keanggotaan di setiap cluster [8]. Secara berulang-ulang, nilai keanggotaan dan pusat cluster dapat diperbaiki sehingga pusat cluster akan menempati titik yang benar. Algoritma dari Fuzzy C-Means adalah sebagai berikut [11]:

- Data yang akan di-cluster ke X adalah dalam bentuk matriks dengan ukuran  $n \times m$ . Dengan informasi sebagai berikut.

m: atribut pada setiap data n:  
banyak sampel data Xij:  
sampel data ke j

- Tentukan w (Peringkat),  $\xi$  (Tingkat Kesalahan), t = 1 (Iterasi Awal), c (Jumlah Cluster), MaxIter (Iterasi Maksimum),  $p_0 = 0$  (Fungsi objektif awal).

- Menghasilkan angka acak di mana k adalah 1, 2, ..., c dan i adalah 1, 2, ..., n adalah anggota-matriks yang partisi awalnya adalah U. Menghitung jumlah di setiap kolom:

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

$j = 1, 2, \dots, n$

Menghitung :

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i} \quad (2)$$

$Q_i$  = Jumlah setiap kolom  
 $\mu_{ik}$  = Nomor Acak

- Menghitung pusat klaster,  $k_j$  di mana 1, 2, ..., m dan adalah 1, 2, ..., n

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (3)$$

- Menghitung fungsi objektif selama iterasi ke-t yang disebut  $P_t$

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2] (\mu_{ik})^w) \quad (4)$$

$P_t$  = Fungsi objektif saat iterasi ke-t

- Menghitung perubahan pada matriks partisi

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{w-1}}{\sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{w-1}} \quad (5)$$

Dengan k adalah 1, 2, ..., c dan i adalah 1, 2, ..., n

Periksa kondisi pada saat berhenti. Jika ( $t$  lebih dari MaxIter) atau  $(|P_t - P_{t-1}| \text{ kurang dari } \xi)$ , iterasi akan berhenti, dan jika iterasi

tidak memenuhi syarat  $t+1 = t$ , ulangi langkah langkah keempat.

### Indeks Siluet

Mengetahui jumlah cluster yang tepat saat melakukan analisis cluster tidaklah mudah. Salah satu teknik untuk memvalidasi keakuratan hasil cluster adalah dengan menggunakan silhouette index. Pengujian ini menunjukkan seberapa tepat fitur dan struktur yang digunakan sehingga dapat mengetahui apakah data berada pada cluster yang tepat [20].

Koefisien Silhouette digunakan untuk melihat kualitas dan kekuatan klaster, mengukur kedekatan data dengan klaster dan mengukur jarak antara data dengan klaster. Metode ini merupakan gabungan dari metode kohesi dan pemisahan [21]. Silhouette index test merupakan model pengujian yang juga sering digunakan untuk memvalidasi kedekatan hubungan antar objek dalam sebuah cluster untuk menentukan jarak antar cluster dan akurasi indeks di setiap cluster [22]. Uji indeks siluet dapat menentukan kualitas dan kekuatan klaster dan seberapa baik objek dalam klaster tersebut.

Nilai indeks siluet berkisar dari -1 hingga 1 [12]. Jika nilai indeks siluet mendekati -1 atau kurang dari 0, objek berada di klaster yang salah. Jika indeks siluet lebih besar dari 0 atau mendekati 1, maka objek berada di klaster yang tepat, dan jika siluet indeks sama dengan 0, maka objek berada di antara 2 cluster [23]. Rumus Uji Silhouette index adalah:

$$S(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S(x_i) \quad (6)$$

Rumus nilai Koefisien Siluet secara umum:

$$SC = \frac{1}{K} \sum_{c=1}^N S(x_c) \quad (7)$$

Siluet Koefisien nilai rumus dengan persamaan:

$$S(x_i) = \frac{b_c - a_c}{\max[b_c, a_c]} \quad (8)$$

Dimana:

$a_c$  = rata-rata kemiripan objek  $i$  dalam 1 cluster.

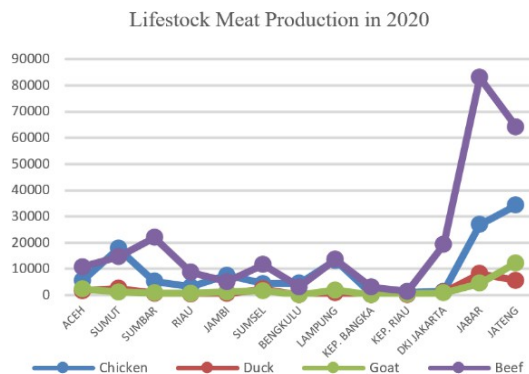
$b_c$  = rata-rata kemiripan objek di setiap cluster selain cluster tempat  $i$  berada.

$S(x_i)$  = lebar kluster siluet ke- $i$ .  $N$  = jumlah data

$K$  = jumlah cluster

### 3. Metode Penelitian

Studi ini mengandalkan data numerik dari produksi daging ternak di Indonesia. Data tersebut diambil dari situs resmi Badan Pusat Statistik. Tabel 1 adalah set data yang akan digunakan dalam penelitian ini. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data produksi daging ternak di 34 provinsi di Indonesia pada tahun 2020, yang meliputi empat variabel yaitu daging sapi, kambing, ayam, dan bebek. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Fuzzy C-Means clustering [14].



Gbr. 1. Plot data sampel

Variabel  $x$  dalam data yang digunakan dalam penelitian ini adalah 34 provinsi di Indonesia. Sementara itu, variabel  $y$  pada data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah produksi daging ternak pada tahun 2020. Plot dari data tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Data untuk produksi daging ternak

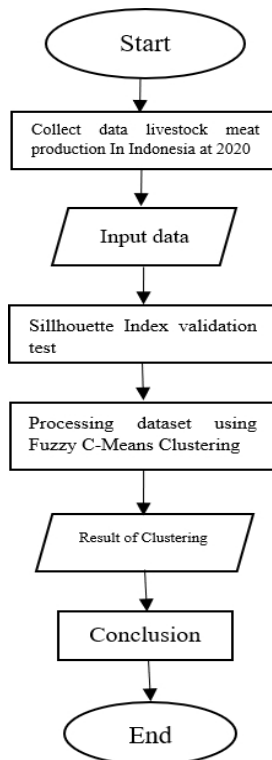
Tida k.	Provinsi	Ayam	Bebek	Kambing	Daging sapi
1	Aceh	5549	1697	2276	10740
2	Sumatera Utara	17853	2577	1187	14570
3	Sumatera Barat	5309	693	733	22022
4	Riau	3113	256	705	8611
5	Jambi	7589	531	1141	5094
6	Sumatera Selatan	4353	2354	1697	11615
7	Bengkulu	4557	68	114	3149
8	Lampung	13224	767	1921	13522
9	Pulau Bangka	555	59	77	3015
10	Kepulauan Riau	1061	24	472	1401
11	Jakarta	1412	1094	842	19195
12	Jawa Barat	26943	8122	4454	82948
13	Jawa Tengah	34201	5598	12177	64154
14	Yogyakarta	5317	429	1769	7338
15	Jawa Timur	50562	9881	25995	105874
16	Banten	4123	1373	4331	41394
17	Bali	3313	324	991	9081
18	NTB	11640	1169	323	10962
19	NTT	11810	178	2921	13116
20	Kalimantan Barat	3207	292	421	5404
21	Pusat Kalimantan	2235	175	222	3851
22	Kalimantan Selatan	2803	1642	271	6458
23	Timur Kalimantan	5075	139	573	7489
24	Utara Kalimantan	1311	20	101	591
25	Sulawesi Utara	2772	140	131	3484
26	Pusat Sulawesi	8540	896	1409	5011
27	Selatan Sulawesi	26458	2892	1143	18184
28	Sulawesi Tenggara	12013	390	314	4405
29	Gorontalo	2472	54	229	1924
30	Sulawesi Barat	5871	226	184	2175
31	Maluku	267	48	235	2193
32	Maluku Utara	1117	87	78	860
33	Papua Barat	1613	59	74	1970
34	Papua	4901	108	293	3827

Langkah-langkah dalam penelitian ini meliputi:

- Mencari data sebagai referensi penelitian dan juga referensi penelitian yang berhubungan dengan clustering.

- b. Tahap kedua adalah mengumpulkan data produksi daging ternak.
- c. Melakukan Uji Validasi indeks Siluet pada data produksi.
- d. Kami memproses data pengelompokan menggunakan metode pengelompokan Fuzzy C-Means.
- e. Hasil akhir dari proses Fuzzy C-Means diperoleh.

Berikut ini adalah diagram alir dari langkah-langkah penelitian:



#### 4. Hasil dan Analisis

##### Uji Indeks Siluet

Uji silhouette index (SI) digunakan untuk mengetahui apakah data sudah tepat berada di dalam cluster. Nilai rata-rata silhouette index menggambarkan evaluasi dari hasil clustering yang telah dilakukan. Selain itu juga dapat digunakan untuk memilih cluster yang sesuai [23]. Kriteria struktur silhouette index berdasarkan nilai rata-rata, yaitu pada interval 0,7 - 1,0 adalah struktur kuat, 0,51 - 0,69 adalah struktur cukup, 0,26 - 0,49 adalah struktur lemah, dan kurang dari 0,25 adalah tidak ada struktur [6].

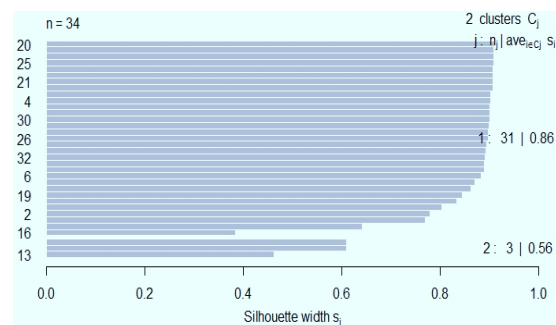
Pada Tabel 1, data telah dihitung dengan bantuan perangkat lunak RStudio. Data tersebut diolah menggunakan metode Fuzzy C-Means Clustering, dan

Selanjutnya dilakukan uji silhouette index untuk menentukan jumlah cluster dengan nilai terbaik yang akan digunakan dalam penelitian ini. Pada Tabel 2, terdapat empat nilai silhouette index dari 2 cluster hingga 5 cluster. Dengan nilai tersebut, terlihat bahwa nilai silhouette index terbaik berada pada cluster 2. Dengan nilai tersebut, disimpulkan bahwa nilai silhouette index terbaik berada pada cluster 2. Silhouette index dengan 2 cluster memiliki nilai 0.95664, yang berarti setiap objek berada pada cluster yang benar. Jadi, pada penelitian ini hasil produksi daging menjadi 2 cluster.

**Tabel 2.** Tabel 2. Hasil uji validasi indeks siluet

	2 Cluster	3 Cluster	4 Cluster	5 Cluster
SI	0,95664	0,74562	0,70499	0,

Objek sudah berada di cluster yang tepat dengan nilai indeks siluet 2 cluster pada Tabel 2. Jika dilakukan percobaan 3, 4, atau 5 cluster, hasilnya tidak sebaik menggunakan 2 cluster. Gambar 2 di bawah ini merupakan hasil plotting uji indeks Silhouette pada data produksi daging tahun 2020 dengan menggunakan 2 cluster. Gambar 2 menjelaskan bahwa uji validasi Silhouette Index pada data produksi daging ternak di 34 provinsi di Indonesia dengan 2 cluster menggunakan metode Fuzzy C-Means Clustering memiliki nilai yang baik pada setiap indeksnya.



**Gbr. 2.** Plot hasil indeks siluet

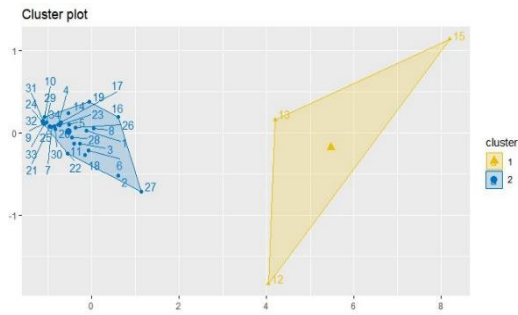
Gambar 2 menjelaskan bahwa nilai indeks siluet yang diperoleh pada penelitian ini cukup baik karena tidak ada garis di sebelah kiri titik nol atau nilai minus. Angka 13, 16, 2,... 34 pada Gambar 2 merepresentasikan posisi titik untuk setiap data pada Tabel 1.

##### Hasil Perhitungan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif produksi daging ternak di 34 provinsi di Indonesia pada tahun 2020 dengan empat produk daging ternak, yaitu daging ayam, bebek, kambing, dan sapi, yang diambil dari situs resmi BPS Indonesia.

Pengelompokan pada penelitian ini menggunakan Fuzzy C-Means Clustering karena dimensi data yang digunakan cukup signifikan. Dataset pada Tabel 1, dikelompokkan menggunakan Fuzzy C-Means Clustering

sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:



Gbr. 3. Cluster Plot produksi daging ternak pada tahun 2020.

Hasil pengelompokan ditunjukkan pada Gambar 3. Angka 1, 2, 3,... 34 pada Gambar 3 menunjukkan posisi titik untuk setiap data pada Tabel 1. Sebagai contoh, angka 12 pada Gambar 3 menunjukkan bahwa data ke-12<sup>ke-</sup> pada Tabel 1 adalah provinsi Jawa Barat. Jawa Barat berada di sekitar area kuning atau di sekitar cluster 1, yang berarti data tersebut termasuk ke dalam cluster tinggi. Angka 27 pada Gambar 3 menunjukkan bahwa data ke-27<sup>th</sup> pada Tabel 1 adalah provinsi Sulawesi Selatan. Sulawesi Selatan berada di sekitar area berwarna biru atau di sekitar cluster 2, yang berarti data tersebut termasuk dalam cluster rendah, dan seterusnya.

Pada Gambar 3 grafik berwarna kuning mewakili cluster 1 karena titik-titik data cukup berdekatan, dengan hasil yang diperoleh pada cluster 1 sebanyak 3 provinsi. Sedangkan grafik berwarna biru mewakili cluster 2 karena titik-titik data sangat berdekatan satu sama lain, dengan hasil yang diperoleh pada cluster 2 sebanyak 31 provinsi.

1. *Klaster 1*: Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur
2. *Klaster 2*: Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Kepulauan Bangka Belitung, Kepulauan Riau, DKI Jakarta, DI Yogyakarta, Banten, Bali, NTB, NTT, Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat dan Papua.

Selanjutnya, untuk menentukan kelompok provinsi dengan produksi daging ternak rendah dan tinggi dapat dianalisis dari pusat cluster (centroid). Centroid yang bernilai tinggi akan menjadi kelompok provinsi dengan produksi daging ternak tinggi. Sedangkan centroid yang bernilai rendah merupakan kelompok provinsi dengan produksi daging ternak yang rendah. Nilai centroid akan dihitung dengan menggunakan rumus 3. Nilai centroid dari setiap cluster dengan masing-masing komoditas ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pusat produksi daging ternak

Cluster	Ayam	Bebek	Kambing	Daging sapi
1	35875,4	7665,1	13562,8	82753,6
2	5733,4	642,51	824,9	7846,4

Untuk komoditas ayam, dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa cluster 1 > cluster 2, artinya provinsi yang berada pada cluster 1 memiliki produksi daging yang lebih tinggi dibandingkan dengan provinsi yang berada pada cluster 2 yang memiliki produksi daging yang rendah. Untuk komoditas itik, dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa cluster 1 > cluster 2, maka provinsi yang berada di cluster 1 memiliki produksi daging yang lebih tinggi dibandingkan dengan provinsi yang berada di cluster 2 yang memiliki produksi daging yang rendah.

Untuk komoditas Kambing, dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa cluster 1 > cluster 2, maka provinsi yang berada pada cluster 1 memiliki produksi daging yang lebih tinggi dibandingkan dengan provinsi yang berada pada cluster 2 yang memiliki produksi daging yang rendah. Untuk komoditas daging sapi, dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa cluster 1 > cluster 2, maka provinsi yang berada pada cluster 1 memiliki produksi daging yang lebih tinggi dibandingkan dengan provinsi yang berada pada cluster 2 yang memiliki produksi daging yang rendah.

Gambar 3 menunjukkan hasil pengelompokan dengan dua klaster berdasarkan kedekatan data. Titik-titik kuning pada Gambar 3 menunjukkan Cluster 1, yang berisi data dari provinsi-provinsi dengan produksi daging ternak yang tinggi dan titik-titik biru menunjukkan Cluster 2, yang berisi data dari provinsi-provinsi dengan produksi daging ternak yang rendah. Ayam, bebek, kambing, dan sapi termasuk di antara hewan ternak yang disebutkan dalam laporan ini. Hal ini menunjukkan bahwa provinsi-provinsi yang berada di klaster 1 atau klaster yang banyak memproduksi daging ternak menghasilkan lebih banyak ayam, bebek, kambing, dan sapi dibandingkan dengan provinsi-provinsi yang berada di klaster 2.



Gbr. 4. Peta pengelompokan provinsi di Indonesia berdasarkan produksi daging ternak

Gambar 4 adalah peta Indonesia dengan sentra-sentra produksi dan ketersediaan daging ternak. Warna merah pada peta menunjukkan provinsi-provinsi di Indonesia dengan produksi daging yang tinggi. Warna hijau pada peta menunjukkan provinsi-provinsi di Indonesia dengan produksi daging yang rendah.

Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2020, cluster 1 merupakan kelompok provinsi dengan total hasil produksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok lokal di cluster 2. Sedangkan klaster 2 merupakan kelompok provinsi dengan produksi daging yang rendah. Provinsi yang memiliki produksi daging ternak yang tinggi antara lain Jawa Barat,

Jawa Tengah dan Jawa Timur. Hal ini diperkuat oleh buku Data Bisnis Peternakan 2020 karya Dr. Rochadi Tawaf MS dkk. di [agribusinessnetwork.com](http://agribusinessnetwork.com) yang menyebutkan bahwa sebagian besar produksi ternak tertinggi berada di Pulau Jawa.

Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur memiliki lahan yang cukup untuk memelihara ternak [24]. Masyarakat Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur sebagian besar berprofesi sebagai peternak, oleh karena itu di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur produksi daging ternaknya tinggi.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: 1. Pengklasteran menggunakan Fuzzy C-Means terbentuk menjadi 2 klaster dengan klaster 1 (tinggi) yang terdiri dari provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur dan klaster 2 (rendah) yang terdiri dari provinsi Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, kep. Bangka Belitung, Kepulauan Riau, DKI Jakarta, DI Yogyakarta, Banten, Bali, NTB, NTT, Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat dan Papua.

Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur memiliki area yang cukup luas untuk peternakan, dan sebagian besar bekerja sebagai peternak. Akibatnya, ketiga provinsi ini menghasilkan daging terbanyak di Indonesia.

Uji indeks Silhouette dapat digunakan untuk memvalidasi algoritma Fuzzy C-Means clustering pada produksi daging ternak di Indonesia pada tahun 2020. Pada penelitian ini, nilai uji silhouette adalah 0.95664, dimana nilai Silhouette Index  $> 0.51$ . Pernyataan ini menunjukkan bahwa pengelompokan yang dilakukan sudah benar dan tepat.

## Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada Jurusan Matematika UIN Sunan Ampel Surabaya yang telah memberikan dukungan penuh, dan terima kasih banyak kepada BPS Indonesia yang telah menyediakan data produksi daging ternak sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

## Referensi

- [1] Fauzin, "Pengaturan Impor Pangan Negara Indonesia Berbasis pada Kedaulatan Pangan," *J. Pamator*, vol. 14, no. 1, hal. 19, 2021, doi:

[doi.org/10.21107/pamator.v14i1.10497](https://doi.org/10.21107/pamator.v14i1.10497).

- [2] S. Rusdiana, "Fenomena kebutuhan pangan asal daging dapat dipenuhi melalui peningkatan usaha sapi potong di peternak," *J. Sos. Pertan. dan Agribisnis*, vol. 13, no. 1, 2019.
- [3] R. Umaroh dan A. Vinantia, "Analisis Konsumsi Protein Hewani pada Rumah Tangga Indonesia Analysis of Animal Protein Consumption in Indonesia Households Pendahuluan," no. 1, hlm. 2232, 2019.
- [4] M. Hardiyanti, Y. Retno, W. Utami, W. Laksito, and Y. Saptomo, "Pemetaan Daerah Berpotensi Transmigran di Kecamatan Kartasura dengan Metode Fuzzy C-Means Clustering," *J. TIKomSiN*, vol. 6, no. 1, 2018.
- [5] D. C. R. Novitasari dan I. Werdiningsih, *Logika Fuzzy: Dasar, Logika dan Algoritma*. Surabaya: 978-623-6613-03-0, 2020.
- [6] D. A. Fasich, "Klastering Emosi Berdasarkan Gelombang Otak Sinyal EEG Menggunakan Fuzzy C-Means Clustering," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [7] D. C. R. Novitasari, M. F. Rozi, and R. Veriani, "Klasifikasi Kelainan Pada Jantung Melalui Citra Iris Mata Menggunakan Fuzzy C-Means Sebagai Pengambil Fitur Iris dan Klasifikasi Menggunakan Support Vector Machine," *INTEGER J. Inf. Teknol.*, pp. 1-10, 2018.
- [8] E. Hadinata dan R. W. Sembiring, "Perluasan Algoritma untuk Penentuan Titik Awal Menggunakan Metode Algoritma Clustering dengan Fuzzy C-Means," *Springer Int. Publ*, vol. 1, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-51281-5.
- [9] R. Syarif, M. T. Furqon, and S. Adinugroho, "Perbandingan Algoritme K- Means Dengan Algoritme Fuzzy C Means (FCM) Dalam Clustering Moda Transportasi Berbasis GPS," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.* vol. 2, no. 10, pp. 4107-4115, 2018.
- [10] H. L. Sari and D. Suranto, "Perbandingan Algoritma Fuzzy C-Means (FCM) Dan Algoritma Mixture Dalam Penclusteran Data Curah Hujan Kota Bengkulu," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf*, pp. 7-15, 2016.
- [11] N. Afifah, D. C. Rini, dan A. Lubab, "Pengklasteran Lahan Sawah di Indonesia Sebagai Evaluasi Ketersediaan Produksi

- Pangan Menggunakan Fuzzy C-Means," *J. Mat. "MANTIK"*, vol. 02, no. 01, pp. 40-45, 2016.
- [12] N. Ulinnuha, "Pengelompokan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Produksi Perkebunan Menggunakan Fuzzy C-Means," *J. Ilm. Teknol. dan Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 8-12, 2020.
- [13] A. U. Laelasari, "Penerapan Metode Clustering Means (C-Means) dan Fuzzy Tahani Pada Sistem Informasi Hewan ternak Sapi Berkualitas Berbasis website (Studi Kasus: Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Semarang)," Universitas Negeri Semarang, 2016.
- [14] T. S. Jaya, "Sistem Pemilihan Perumahan dengan Metode Kombinasi Fuzzy C- Means Sistem Pemilihan Perumahan dengan Metode Kombinasi Fuzzy C- Means Clustering dan Simple Additive Weighting," *J. Sist. Inf. Bisnis*, vol. 1, no. Desember, pp. 153-158, 2018, doi: 10.21456/volliss3pp153-158.
- [15] Priyono dan H. AAR, "Dinamika Produksi Daging Sapi di Pulau Jawa melalui Pendekatan Dinamika Produksi Daging Sapi di Pulau Jawa melalui Pendekatan Ekonometrik," dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 2017, no. Agustus, pp. 249-257, doi: 10.14334/Pros.Semnas.TPV-2017- p.249-257.
- [16] M. Ariani, A. Suryana, S. H. Suhartini, dan H. P. Saliem, "Keragaan Konsumsi Pangan Hewani Berdasarkan Wilayah dan Pendapatan di Tingkat Rumah Tangga," *Anal. Kebijak. Pertan.*, vol. 16, no. 2, hlm. 147, 2018, doi: 10.21082/akp.v16n2.2018.147-163.
- [17] Yohannes, "Analisis Perbandingan Algoritma Fuzzy C-Means," dalam *Seminar Penelitian Tahunan*, 2016, vol. 2, no. 1, pp. 151-155.
- [18] S. Panda, S. Sahu, P. Jena, dan S. Chattopadhyay, "Membandingkan Teknik Pengelompokan Fuzzy-C Means dan K-Means: Sebuah Studi Komprehensif," *Adv. Comput. Sci. Eng. Appl.*, pp. 451-460, 2012, doi: 10.1007/978-3-642-30157-5\_45.
- [19] A. Fauzi and Priati, "Data Mining dengan Teknik Clustering Menggunakan Algoritma K-Means pada Data Transaksi Superstore," in *Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya (SNIA)*, 2017, no. September, pp. 15-19.
- [20] D. F. Azuri and R. S. Pontoh, "Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Pulau Jawa Berdasarkan Pembangunan Manusia Berbasis Gender Menggunakan Bisecting K-Means," pp. 27-28, 2016.
- [21] M. Anggara, H. Sujiani, and N. Helfi, "Pemilihan Distance Measure Pada K- Means Clustering Untuk Pengelompokan Member Di Alvaro Fitness," *J. Sist. dan Teknol. Inf.* vol. 1, no. 1, pp. 1-6, 2016.
- [22] R. R. P. Prayogo and J. L. Buliali, "Penentuan jumlah cluster optimum pada segmen rute penerbangan menggunakan data automatic dependent surveillance-broadcast," *J. Ilm. Teknol. Inf.* vol. 18, no. 1, pp. 48-56, 2020.
- [23] F. Wang, J. D. Kelleher, dan J. Pugh, "Analisis Penerapan Siluet Sederhana untuk Evaluasi Validitas Pengelompokan k-means Analisis Penerapan Siluet Sederhana untuk Evaluasi k-means," no. Juli, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-62416-7.
- [24] Dishanpangternak, "Rencana dan Strategi (RENSTRA) Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan Provinsi Jawa Barat," *Reviu*, no. 358, 2018.