

PENGELOMPOKAN KECAMATAN DI KABUPATEN JEMBER BERDASARKAN TANAMAN PANGAN DENGAN ALGORITMA FUZZY C- MEANS DAN METODE *ELBOW*

Ahmad Rofiki Said , Deni Arifianto , Habibatul Aziza Al Faruq
Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Jember
e-,mail : Rofikisaid@gmail.com

Abstract

Jember Regency is known as one of the largest food crop producing regions in Indonesia. Jember has become one of the national food barns. The natural resources owned by Jember Regency make this area a chance to become an agrarian-based industrial city, according to the head of the economic development team of the Bank Indonesia Jember representative office, the growth of the agricultural sector in Jember in 2018 is 0.08% over the past five years growth has continued to decline this has an impact on GRDP (Gross Regional Domestic Product). Based on previous research, this study was conducted to classify sub-districts in Jember Regency based on agricultural production of food crops with the Fuzzy C-Means algorithm. For optimum cluster measurement in determining the best cluster, the method used is the Elbow method. The data used are data on agricultural production of food crops in 2018 in 31 districts in Jember Regency. From a series of tests ranging from 2 clusters to 10 clusters, optimum clusters are produced in 3 clusters based on the distance of SSE (Sum of Squares Error) on the Elbow method. Cluster 1 consists of 12 sub-districts, while Cluster 2 consists of 14 sub-districts and Cluster 3 consists of 5 sub-districts.

Keywords: *Jember Regency, Clustering, Fuzzy C-Means, Elbow*

1. PENDAHULUAN

Jember dikenal sebagai salah satu daerah penghasil tanaman pangan terbesar di Indonesia. Jember menjadi salah satu lumbung pangan nasional. Kekayaan alam yang dimiliki Kabupaten Jember menjadikan daerah ini berpeluang menjadi kota industri berbasis agraris, kondisi geografis Jember sangat subur yang menyebabkan komoditi perkebunan dan pertanian dapat tumbuh dengan baik. Jember dapat diprioritaskan sebagai daerah pengembangan investasi berbasis agrobisnis dan agro industri dengan memberdayakan kemampuan kompetitif baik sumber daya alam maupun sumber daya manusia (Kusmiaji, 2011).

Menurut Hakim (2019) yang merupakan kepala tim pengembangan ekonomi kantor perwakilan Bank Indonesia Jember, pertumbuhan sektor pertanian Jember pada tahun 2018 adalah 0,08 % selama lima tahun terakhir, pertumbuhannya terus menurun, hal ini berdampak terhadap PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) Kabupaten Jember, ketua forum komunikasi petani Jember, Jumantoro (2019) menilai program penataan dan peningkatan sumber daya manusia di sektor pertanian di Jember gagal. Banyak potensi pertanian yang seharusnya berkembang ditinggalkan, sektor irigasi, budidaya dan pemasaran dibiarkan, proses pelaksanaan kebijakan pertanian tidak tepat sasaran sehingga kondisi pertanian semakin terpinggirkan.

Menurut data BPS (Badan Pusat Statistik) tahun 2019 Kabupaten Jember. Jumlah produksi padi pada tahun 2017 sebanyak 960 602 kw sedangkan pada tahun 2018 sebanyak 984 201 kw, produksi jagung pada tahun 2017 sebanyak 370 973 kw sedangkan pada tahun 2018 sebanyak 356 269 kw, produksi ubi kayu tahun 2017 sebanyak 20 377 kw sedangkan pada tahun 2018 sebanyak 141 051 kw, produksi ubi jalar tahun 2017 sebanyak 5135 kw sedangkan pada tahun 2018 sebanyak 26 556 kw, produksi kacang tanah tahun 2017 sebanyak 5 240 kw sedangkan pada tahun 2018 sebanyak 1 888 kw, sedangkan produksi kedelai pada tahun 2017 sebanyak 19 164 kw sedangkan pada tahun 2018 sebanyak 13 886 kw. Guna menunjang program pemerintah dalam menganalisa tingkat ketahanan pangan yang berkelanjutan, maka

kecamatan di Kabupaten Jember perlu dikelompokkan berdasarkan karakteristik hasil produksi pertanian agar bantuan yang diberikan pemerintah lebih tepat sasaran. Untuk itu *clustering* dilakukan untuk mengoptimalkan hasil pertanian tanaman pangan dengan mengelompokkan daerah yang menghasilkan produksi tanaman pangan di Kabupaten Jember dengan *clustering*. Tujuannya adalah untuk mengetahui daerah potensial penghasil produksi pertanian tanaman pangan dan mengetahui daerah tersebut cocok untuk produksi tanaman pangan.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rivani (2010) dengan studi kasus “Aplikasi *K-Means cluster* untuk pengelompokan provinsi berdasarkan produksi padi, jagung, kedelai dan kacang hijau tahun 2009”. Tujuan utama dari penelitian tersebut untuk mengetahui pengelompokan 33 provinsi di Indonesia berdasarkan produksi tanaman pangan, dan mengetahui *cluster* provinsi mana yang memproduksi padi, jagung, kedelai dan kacang hijau paling banyak dan paling sedikit pada tahun 2009. Data yang digunakan adalah data produksi tanaman pangan tahun 2009 diperoleh dari kementerian pertanian 2010. Penelitian tersebut menghasilkan jumlah *cluster* yang ditentukan adalah 3 *cluster* dan tidak menggunakan indeks pengukuran dalam menentukan *cluster* optimal. Setiap *cluster* menghasilkan karakteristik masing-masing di 33 provinsi di Indonesia, *cluster* 1 memiliki karakteristik data dengan anggota *cluster* terendah dan *cluster* 2 memiliki karakteristik data dengan anggota *cluster* sedang. Dan pada *cluster* 3 memiliki karakteristik data dengan anggota *cluster* tertinggi.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Taqwim (2019) dengan studi kasus “Analisis segmentasi pelanggan dengan RFM Model pada PT. Arthamas Citra Mandiri menggunakan metode *Fuzzy C-Means Clustering*” tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik pelanggan untuk mendapatkan pelanggan yang menguntungkan bagi perusahaan. Data yang digunakan adalah data riwayat transaksi pelanggan pada tahun 2017 yang berjumlah 981 transaksi. Penelitian tersebut menghasilkan jumlah *cluster* yang ditentukan adalah 4 *cluster*.

Cluster 3 memiliki karakteristik data dengan anggota *cluster* tertinggi dan *cluster 4* memiliki karakteristik data dengan anggota *cluster* sedang. Sedangkan *cluster 1* dan *2* memiliki karakteristik data dengan anggota *cluster* terendah.

Fuzzy C-Means adalah suatu teknik untuk pengclusteran atau pengelompokan data yang mana keberadaan tiap-tiap data dalam satu *cluster* ditentukan oleh fungsi keanggotaan. Metode *Fuzzy C-Means* memiliki kelebihan dalam penempatan pusat *cluster* yang lebih tepat dibandingkan dengan metode *cluster* lainnya. Sehingga dapat mengatasi kelemahan dari metode *K-Means* dengan memperbaiki pusat *cluster* secara berulang yang mengakibatkan pusat *cluster* akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Selain itu akurasi metode *Fuzzy C-Means* ini lebih baik daripada metode *K-Means*. Penelitian menunjukkan algoritma *Fuzzy C-Means* adalah algoritma terbaik dibandingkan dengan algoritma *Self-Organization Map (SOM)*, *neural network*, *K-Means* dan *clustering hierarki* (Nurika, 2017). Indeks kinerja *Elbow* merupakan teknik pengukuran yang digunakan untuk menentukan *cluster* optimum. Metode *Elbow* sangat mudah diimplementasikan dengan cara melihat grafik dari nilai *k* yang akan diinputkan (Merliana, 2015). Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis melakukan suatu penelitian dengan judul pengelompokan kecamatan di Kabupaten Jember berdasarkan pertanian tanaman pangan dengan algoritma *Fuzzy C-Means* dan metode *Elbow*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Produksi

Produksi adalah kegiatan yang mentransformasikan semua konektifitas yang menghasilkan kegiatan/aktivitas sehingga *output* atau *inputnya* adalah barang atau jasa, serta kegiatan yang dapat mendukung keberlangsungan (Assauri, 2008).

2.2 Pertanian

Pertanian adalah suatu bentuk produksi yang khas, yang didasarkan pada proses pertumbuhan tanaman dan hewan. Petani mengelola dan merangsang pertumbuhan tanaman dan hewan dalam suatu usaha tani, dimana kegiatan produksi merupakan bisnis,

sehingga pengeluaran dan pendapatan sangat penting artinya (Mosher, 1966).

2.3 Data Mining

Data mining adalah serangkaian proses untuk menggali nilai tambah dari suatu kumpulan data berupa pengetahuan yang selama ini tidak diketahui secara manual (Pramudiono, 2006). *Data mining* adalah bidang keilmuan yang menyatukan teknik dari pembelajaran mesin, pengenalan pola, statistik, *database* dan visualisasi untuk pengenalan permasalahan pengambilan informasi dari *database* yang besar (Larose, 2005). Menurut Larose ada beberapa proses yang dilakukan oleh *data mining* yaitu :

- Deskripsi yaitu mengidentifikasi pola yang tersembunyi secara tersenyembunyi dan mengubah pola menjadi aturan yang dapat dimengerti oleh para ahli.
- Prediksi yaitu mengklasifikasi berdasarkan perilaku yang akan diperkirakan yang akan datang.
- Estimasi yaitu seperti prediksi kecuali kecuali untuk variabel estimasi lebih kearah numerik.
- Klasifikasi yaitu proses sebuah menemukan model fungsi dan mendeskripsikan data ke kelas-kelas.
- Clustering* yaitu pengelompokan data tanpa berdasarkan kelas tertentu kepada objek tersebut.
- Asosiasi yaitu menemukan atribut yang muncul dalam waktu.

2.4 Clustering

Clustering adalah sebuah proses untuk mengelompokan data ke dalam beberapa *cluster* atau kelompok sehingga data satu *cluster* memiliki tingkat kemiripan yang maksimum dan data antar *cluster* memiliki kemiripan yang minimum (Tan, 2006).

2.5 Fuzzy C-Means

Fuzzy C-Means (FCM) adalah suatu teknik pengelompokan data yang keberadaan tiap-tiap data dalam suatu kelompok ditentukan oleh nilai atau derajat keanggotaan tertentu dan teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981. *Fuzzy C-Means* menerapkan pengelompokan *fuzzy*, dimana setiap data menjadi anggota dari beberapa *cluster* dimana setiap data dapat menjadi anggota dari beberapa *cluster* dengan derajat

keanggotaan yang berbeda-beda pada setiap *cluster*.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004), langkah-langkah algoritma *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut:

1. *Input* data yang akan di *cluster* X , berupa matriks berukuran $n \times m$ (n =jumlah sampel data, m = atribut setiap data).

X_{ij} = data sampel ke- i ($i=1,2,\dots,n$), atribut ke- j ($j = 1,2,\dots,m$).

2. Menentukan:

- Jumlah *cluster* (c)
- Pangkat (w)
- Maksimum iterasi (MaxIter)
- Error terkecil yang diharapkan (ξ)
- Fungsi objektif awal ($P_0 = 0$)
- Iterasi awal ($t=1$)

3. Menentukan bilangan *random* μ_{ik} , $i = 1, 2, 3, \dots, n$; $k = 1, 2, 3, \dots, c$; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U (derajat keanggotaan dalam *cluster*). μ_{ik} adalah derajat keanggotaan yang merujuk pada seberapa besar kemungkinan sesuatu data bisa menjadi anggota kedalam suatu *cluster*. Posisi dan nilai matriks dibangun secara *random*. Dimana nilai keanggotaan terletak pada interval 0 sampai dengan 1. Pada posisi awal matriks partisi U masih belum akurat begitu juga pusat *cluster*nya. Sehingga kecenderungan data untuk masuk suatu *cluster* juga belum akurat.

Hitung setiap kolom atribut:

$$Q_j = \sum_{k=1}^c \mu_{ik}$$

Keterangan:

Q_j adalah jumlah nilai dengan derajat keanggotaan per kolom = 1 Dengan $j = 1, 2, \dots, m$.

4. Menghitung pusat *cluster* ke- k : V_{kj} dengan $k=1, 2, 3, \dots, c$; dan $j=1, 2, 3, \dots, m$

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

Keterangan:

V_{kj} = Pusat *cluster*

i = iterasi

μ_{ik}

= perubahan matriks partisi

X_{ij} = atribut

5. Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke- t . Fungsi objektif digunakan sebagai syarat perulangan untuk mendapatkan pusat *cluster* yang tepat. Sehingga diperoleh kecenderungan data untuk masuk ke *cluster* mana pada langkah akhir.

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

Keterangan:

P_t = Fungsi objektif

$\sum_{i=1}^n$ = jumlah data yang di *cluster*

$\sum_{i=1}^n$ = jumlah perhitungan *cluster* awal

1. Menghitung Fungsi Objektif

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

Dengan $i=1,2,\dots,n$; dan $k=1,2,\dots,c$.

2. Memeriksa kondisi berhenti:

- Jika $(|P_t - P_{t-1}| < \xi)$ atau ($t > \text{MaxIter}$) maka berhenti.
- Jika tidak ($t = t + 1$), mengulang ke langkah empat.

2.6 Metode Elbow

Metode *elbow* merupakan suatu metode penentuan jumlah *cluster* optimum atau terbaik untuk menghasilkan suatu informasi dengan cara melihat persentase hasil perbandingan antara jumlah *cluster* yang akan membentuk siku pada suatu titik. Metode ini memberikan ide atau gagasan dengan cara memilih nilai *cluster* dan kemudian menambah nilai *cluster* tersebut untuk dijadikan model data dalam penentuan *cluster* terbaik. Selain itu persentase perhitungan yang dihasilkan menjadi perbandingan antara jumlah *cluster* yang ditambah, hasil persentase yang berbeda dari setiap nilai *cluster* dapat ditunjukkan dengan menggunakan grafik sebagai sumber informasinya. Jika nilai *cluster* pertama dengan nilai *cluster* kedua memberikan sudut dalam grafik atau nilainya mengalami penurunan paling signifikan atau paling besar maka nilai

cluster tersebut adalah yang terbaik. Secara tabel, jarak antara 2 titik *cluster* dapat dihitung dengan cara mengurangi nilai SSE (*Sum of Squares Error*) antara 2 titik *cluster* (Merliana, Ernawati & Santoso, 2015).

Berikut ini merupakan rumus SSE:

$$SSE = \sum_{k=1}^k \sum_{x_i \in S_k} |X_i - C_k|^2$$

Keterangan:

X_i = Fitur atau atribut data ke i

C_k = Fitur atau atribut titik pusat custer ke- i

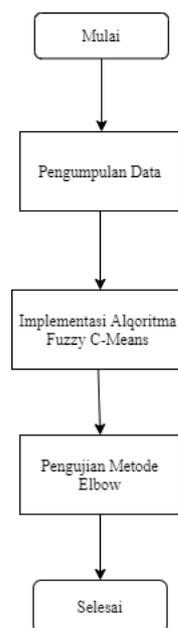
2.7 Rstudio

RStudio adalah bahasa pemrograman dan sistem perangkat lunak yang dirancang khusus untuk mengerjakan segala hal terkait komputasi statistik. Bahasa pemrograman ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1993 oleh dua orang pakar statistik yaitu Ross Ihaka dan Robert Gentleman di Auckland University, New Zealand (Pratama, 2018).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan, antaran lain:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

3.2 Pengumpulan Data

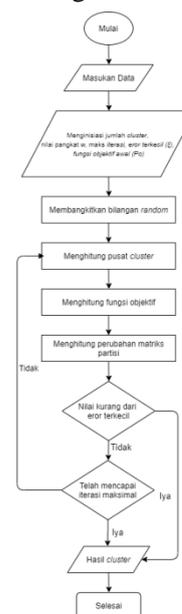
Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari BPS (Badan Pusat Statistik) Kabupaten Jember berupa data sekunder hasil

produksi pertanian tanaman pangan tahun 2018. Variabel yang digunakan dalam pengelompokan kecamatan di Kabupaten Jember berdasarkan produksi pertanian tanaman padi, jagung, ubi kayu, ubi jalar, kacang tanah dan kedelai pada tahun 2018.

Dataset yang digunakan untuk penelitian ini adalah hasil produksi pertanian perkecamatan di Kabupaten Jember sebanyak 31 kecamatan dengan atribut hasil produksi pertanian tanaman padi, jagung, ubi kayu, ubi jalar, kacang tanah dan kedelai. Dimana data tersebut akan di *cluster* menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* dengan metode *Elbow* sebagai metode optimasi *cluster* guna mengetahui jumlah *cluster* optimum yang digunakan, pada bab ini data yang digunakan data sampel sebanyak 15 data untuk dihitung.

3.3 Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means

Diagram alur dari algoritma *Fuzzy C-Means* yang digunakan berdasarkan jumlah data hasil produksi pertanian di 31 kecamatan di Kabupaten Jember, pada umumnya kinerja *Fuzzy C-Means* sebagai berikut:



Gambar 2. Flowchart Fuzzy C-Means

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Pengujian

Pada bab IV ini membahas yaitu mengenai hasil dari perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya. Data yang sudah didapat

akan di *cluster* dengan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* selanjutnya diolah dengan menggunakan metode *elbow* untuk mendapatkan *cluster* optimum atau *cluster* terbaik. Data yang digunakan adalah data produksi pertanian tanaman pangan per kecamatan di Kabupaten Jember pada tahun 2018.

No	Kecamatan	Padi	Jagung	Ubi Kayu	Ubi Jalar	Kacang Tanah	Kedelai
1	Kencong	37901	14180	2391	0	6	927
2	Gumukmas	46228	43923	0	0	0	0
3	Puger	40281	26840	1552	0	0	508
4	Wuluhan	30156	42206	0	7242	18	0
5	Ambulu	22474	33877	9033	4843	7	14
6	Tempurejo	19439	45571	16432	0	21	50
7	Silo	26509	17374	0	0	101	0
8	Mayang	28591	9470	6292	2820	23	0
9	Mumbulsari	34393	4070	0	0	0	0
10	Jenggawah	42491	20818	770	0	1	116
11	Ajung	42073	7240	3217	571	15	36
12	Rambipuji	38055	8708	0	750	0	550
13	Balung	35872	15264	3372	0	1	1012
14	Umbulsari	15454	2303	0	0	1	208
15	Sembo	24712	1602	1842	833	44	32
16	Jombang	42853	4334	1514	0	0	1668
17	Sumberbaru	55430	3791	0	0	63	11
18	Tanggul	55586	8037	2075	0	786	969
19	Bangsalsari	50238	8037	19003	505	407	7635
20	Panti	36604	7016	2760	3826	9	0
21	Sukorambi	25954	2893	7266	0	0	126
22	Arjasa	19186	2630	20392	792	88	0
23	Pakusari	20010	488	717	0	0	0
24	Kalisat	26218	6776	7062	2000	25	12
25	Ledokombo	44552	3904	14488	928	12	0
26	Sumberjambe	25799	4201	10186	0	0	0
27	Sukowono	28958	1529	0	0	0	0
28	Jelbuk	16389	5443	5848	0	200	0
29	Kaliwates	8125	1063	0	0	0	7
30	Sumbersari	21010	3497	838	323	0	5
31	Patrang	22760	5619	4001	1115	0	0

Tabel 1. Data produksi pertanian 2018

4.2 Fuzzy C-Means pada Rstudio

Pada data produksi pertanian tanaman pangan yang diolah menggunakan *Tools Rstudio*. Menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* dengan 2 *cluster* sampai 10 *cluster*. Hasil dari *output* yang diperintah pada *Rstudio* ialah jumlah iterasi, pusat *cluster*, fungsi objektif dan derajat keanggotaan setiap objek terhadap tiap *cluster*, *cluster* yang dihasilkan dari perintah algoritma *Fuzzy C-Means* pada *Tools Rstudio* yaitu setelah dijalankan akan muncul ke dalam *plot* dari setiap *cluster* yang sudah terbentuk. Berikut adalah contoh dari *plot* pada 3 *cluster* hasil dari algoritma *Fuzzy C-Means* di *Rstudio*.

Gambar 3. Plot 3 *cluster* pada *Rstudio*.

Keterangan:

- Pada gambar plot 4.5 *cluster* 1 ditandai dengan lingkaran warna merah terdapat 12 kecamatan yaitu Kecamatan Kencong, Mumbulsari, Jenggawah, Ajung, Rambipuji, Balung, Jombang, Sumberbaru, Tanggul, Bangsalsari, Panti dan Ledokombo.

Tabel 2. Produksi pertanian pada *cluster* 1

No	Kecamatan	Padi	Jagung	Ubi Kayu	Ubi Jalar	Kacang Tanah	Kedelai
1	Kencong	37901	14180	2391	0	6	927
2	Mumbulsari	34393	4070	0	0	0	0
3	Jenggawah	42491	20818	770	0	1	116
4	Ajung	42073	7240	3217	571	15	36
5	Rambipuji	38055	8708	0	750	0	550
6	Balung	35872	15264	3372	0	1	1012
7	Jombang	42853	4334	1514	0	0	1668
8	Sumberbaru	55430	3791	0	0	63	11
9	Tanggul	55586	8037	2075	0	786	969
10	Bangsalsari	50238	8037	19003	505	407	7635
11	Panti	36604	7016	2760	3826	9	0
12	Ledokombo	44552	3904	14488	928	12	0

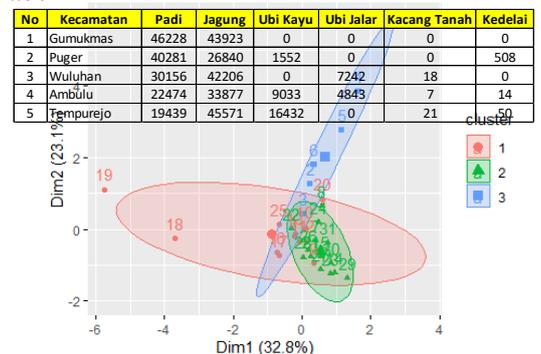
- Pada *cluster* 2 ditandai dengan lingkaran warna hijau terdapat 14 kecamatan yaitu Silo, Mayang, Umbulsari, Sembo, Sukorambi, Arjasa, Pakusari, Kalisat, Sumberjambe, Sukowono, Jelbuk, Kaliwates, Summersari dan Patrang.

Tabel 3. Produksi pertanian pada *cluster* 2

No	Kecamatan	Padi	Jagung	Ubi Kayu	Ubi Jalar	Kacang Tanah	Kedelai
1	Silo	26509	17374	0	0	101	0
2	Mayang	28591	9470	6292	2820	23	0
3	Umbulsari	15454	2303	0	0	1	208
4	Sembo	24712	1602	1842	833	44	32
5	Sukorambi	25954	2893	7266	0	0	126
6	Arjasa	19186	2630	20392	792	88	0
7	Pakusari	20010	488	717	0	0	0
8	Kalisat	26218	6776	7062	2000	25	12
9	Sumberjambe	25799	4201	10186	0	0	0
10	Sukowono	28958	1529	0	0	0	0
11	Jelbuk	16389	5443	5848	0	200	0
12	Kaliwates	8125	1063	0	0	0	7
13	Sumbersari	21010	3497	838	323	0	5
14	Patrang	22760	5619	4001	1115	0	0

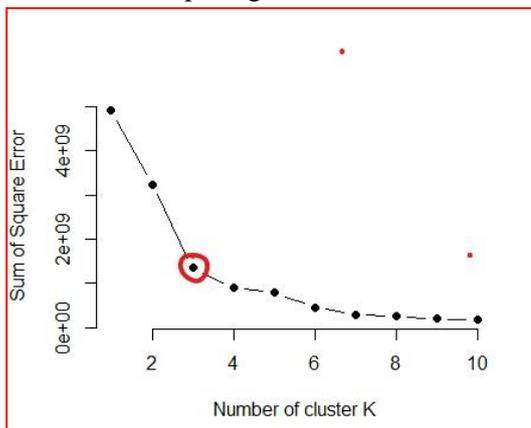
- Pada *cluster* 3 ditandai dengan lingkaran warna biru terdapat 5 kecamatan yaitu Gumukmas, Puger, Wuluhan, Ambulu dan Tempurejo.

Tabel 4. Cluster plot



4.3 Penentuan jumlah cluster optimum

Setelah diproses *cluster* menggunakan *Fuzzy C-Means*, kemudian menentukan *cluster* optimumnya dengan menggunakan metode *elbow* sebagai penentuan *cluster* terbaik. Hasil dari perhitungan metode *elbow* pada tools *Rstudio* akan ditampilkan dalam bentuk data yaitu nilai SSE (*Sum of Squares Error*) dan bentuk grafik yang terdiri dari sumbu x dan sumbu y. Nilai pada sumbu x adalah jumlah *cluster* yaitu 2 *cluster* hingga 10 *cluster*, sedangkan pada sumbu y adalah hasil nilai dari SSE (*Sum Of Squares Error*) yang dihasilkan dari pusat setiap *cluster*. Berikut hasil dari metode *elbow* yang membentuk siku pada grafik di *Rstudio*:



Gambar 4. Hasil grafik metode *elbow*

Pada gambar 4.7 dari hasil menggunakan *Rstudio* metode *elbow* bahwa titik yang membentuk siku terdapat pada 3 *cluster*, yang mana dari 1 *cluster* ke 3 *cluster* yang membentuk siku. Kemudian dari titik 3 *cluster* ke titik selanjutnya diikuti nilai yang relatif konstan jadi, *cluster* optimum terdapat pada 3 *cluster*. Tabel 5 Hasil dari nilai SSE metode *elbow* diambil dari *Rstudio*.

C	SSE	Jarak
1	4911057822	-
2	3236838007	1674219815
3	1346820692	1890017315
4	897089429	449731263
5	780577122	116512307
6	455656928	324920194
7	293908574	161748354
8	255848268	38060306
9	198570387	57277881
10	162130069	36440318

Dalam metode *elbow*, untuk nilai *cluster* yang diambil sebagai *cluster* optimum atau terbaik ialah titik yang membentuk siku, penjelasan pada titik yang membentuk siku ialah pada titik yang terjadi penurunan yang signifikan yaitu pada 3 titik *cluster*. Dan yang optimum terdapat pada 3 *cluster* karena setelah titik 3 *cluster* itu diikuti nilai yang relatif konstan. Pada data nilai dari SSE (*Sum Of Squares Error*) yaitu pada tabel 4.5, dengan cara menghitung nilai selisih jarak antar *cluster*, $C2 - C1 = 323683007 - 4911057822 = 1674219815$ dan seterusnya.

Titik siku pada grafik metode *elbow* pada tools *Rstudio* terdapat pada 3 *cluster* dengan jarak 1 *cluster* ke 2 *cluster* yaitu 1674219815 dan jarak 2 *cluster* ke 3 *cluster* yaitu 1890017315.

4.4 Profiling cluster optimum

Hasil dari proses *clustering* menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* dan mencari *cluster* optimum menggunakan metode *elbow*, diketahui bahwa *cluster* optimumnya berada di 3 *cluster*. Kemudian untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing *cluster*, dilakukan *profiling cluster*, *profiling cluster* yaitu penggambaran karakteristik masing-masing *cluster* untuk menjelaskan bagaimana mereka bisa berbeda secara relevan pada tiap dimensi. Pada data jumlah produksi pertanian tanaman pangan setiap kecamatan yang masuk ke dalam kelompok *cluster* 1, *cluster* 2 dan *cluster* 3 berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, dari hasil 3 *cluster* yang terdiri dari 1 *cluster* sampai 3 *cluster* ialah sebagai berikut:

Pada tabel *cluster* 1 untuk menghitung produksi terendah yaitu dengan menghitung nilai minimum, dan menghitung produksi tertinggi dengan menghitung nilai maksimum.

Tabel 6. Karakteristik *Cluster* 1.

Cluster 1	Padi	Jagung	Ubi Kayu	Ubi Jalar	Kacang Tanah	Kedelai
Produksi terendah	34393	3791	0	0	0	0
Produksi tertinggi	55586	20818	19003	3826	786	7635

Tabel 6. Yaitu data *cluster 1* terdiri dari 12 anggota kecamatan dengan rentang produksi pertanian tanaman pangan padi 34393 kw s/d 55586 kw, produksi jagung 3791 kw s/d 20818 kw, produksi ubi kayu 0 kw s/d 19003 kw, produksi ubi jalar 0 kw s/d 3826 kw, produksi kacang tanah 0 kw s/d 786 kw dan produksi kedelai 0 kw s/d 7635 kw.

Pada tabel *cluster 2* untuk menghitung produksi terendah yaitu dengan menghitung nilai minimum, dan menghitung produksi tertinggi dengan menghitung nilai maksimum.

Tabel 7. Karakteristik *Cluster 2*.

Cluster 2	Padi	Jagung	Ubi Kayu	Ubi Jalar	Kacang Tanah	Kedelai
Produksi terendah	8125	488	0	0	0	0
Produksi tertinggi	28958	17374	20392	2820	200	208

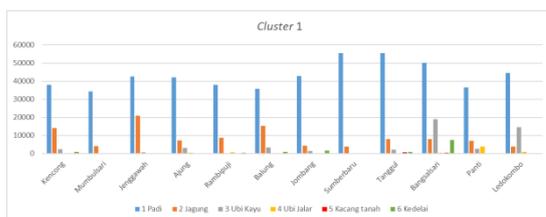
Pada tabel 7. Yaitu pada *cluster 2* terdiri dari 14 anggota kecamatan dengan produksi pertanian tanaman pangan padi 8125 kw s/d 28958 kw, produksi jagung 488 kw s/d 17374 kw, produksi ubi kayu 0 kw s/d 20392 kw, produksi ubi jalar 0 kw s/d 2820 kw, produksi kacang tanah 0 kw s/d 200 kw dan produksi kedelai 0 kw s/d 208 kw.

Pada tabel *cluster 3* untuk menghitung produksi terendah yaitu dengan menghitung nilai minimum, dan menghitung produksi tertinggi dengan menghitung nilai maksimum.

Tabel 8. Karakteristik *Cluster 3*

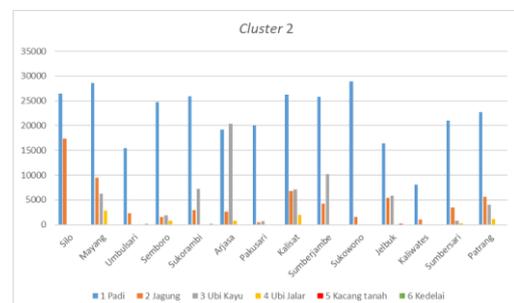
Cluster 3	Padi	Jagung	Ubi Kayu	Ubi Jalar	Kacang Tanah	Kedelai
Produksi terendah	19439	26840	0	0	0	0
Produksi tertinggi	46228	45571	16432	7242	21	508

Pada tabel 8. Yaitu pada *cluster 3* terdiri dari 5 anggota kecamatan dengan produksi pertanian tanaman pangan padi 19439 kw s/d 46228 kw, produksi jagung 26840 kw s/d 45571 kw, produksi ubi kayu 0 kw s/d 16432 kw, produksi ubi jalar 0 kw s/d 7242 kw, produksi kacang tanah 0 kw s/d 21 kw dan produksi kedelai 0 kw s/d 508 kw.



Gambar 5. Diagram karakteristik *cluster 1*

Dari hasil karakteristik enam komponen produksi pertanian tanaman pangan yang didapatkan dari *Microsoft Excel* dalam bentuk diagram. Pada *cluster 1* kecamatan Kencong produksi padi 37901 Kw, jagung 14180 Kw, ubi kayu 2391 Kw, kacang tanah 6 Kw dan kedelai 927 Kw, pada daerah ini tidak memproduksi ubi jalar. Kecamatan Mumbulsari produksi padi 34393 Kw, jagung 4070 Kw, pada daerah ini tidak memproduksi ubi kayu, ubi jalar, kacang tanah dan kedelai, kecamatan Jenggawah produksi padi 42491 Kw, jagung 20818 Kw, ubi kayu 770 Kw, kacang tanah 1 Kw dan kedelai 116 Kw, pada daerah ini tidak memproduksi ubi jalar. Kecamatan Ajung produksi padi 42073 Kw, jagung 7240 Kw, ubi kayu 3217 Kw, ubi jalar 571 Kw, kacang tanah 15 Kw dan kedelai 36 Kw, kecamatan Rambipuji produksi padi 38055 Kw, jagung 8708 Kw, ubi jalar 750 Kw, kedelai 36 Kw, pada daerah ini tidak memproduksi ubi kayu dan kacang tanah. Kecamatan Balung produksi padi 35872 Kw, jagung 15264 Kw, ubi kayu 3372 Kw, kacang tanah 1 Kw, kedelai 1012 Kw pada daerah ini memproduksi ubi jalar. Kecamatan Jombang produksi padi 42853 Kw, jagung 4334 Kw, ubi kayu 1514 Kw, kedelai 1668 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi jalar dan kacang tanah. Kecamatan Sumberbaru produksi padi 55430 Kw, jagung 3791 Kw, kacang tanah 63 Kw, kedelai 11 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi kayu dan ubi jalar. Kecamatan Tanggul produksi padi 55586 Kw, jagung 8037 Kw, ubi kayu 2075 Kw, kacang tanah 786 Kw, kedelai 969 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi jalar. Kecamatan Bangsalari produksi padi 50238 Kw, jagung 8037 Kw, ubi kayu 19003 Kw, ubi jalar 505 Kw, kacang tanah 407 Kw dan kedelai 7635 Kw. Kecamatan Panti produksi padi 36604 Kw, jagung 7016 Kw, ubi kayu 2760 Kw, ubi jalar 3826 Kw, kacang tanah 9 Kw pada daerah ini tidak memproduksi kedelai. Kecamatan Ledokombo produksi padi 44552 Kw, jagung 3904 Kw, ubi kayu 14488 Kw, ubi jalar 928 Kw, kacang tanah 12 Kw pada daerah ini tidak memproduksi kedelai.



Gambar 6. Diagram karakteristik *cluster 2*

Pada *cluster 2* kecamatan Silo produksi padi 26509 Kw, jagung 17374 Kw, kacang tanah 101 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi kayu, ubi jalar dan kedelai. Kecamatan Mayang produksi padi 28591 Kw, jagung 9470 Kw, ubi kayu 6292 Kw, ubi jalar 2820 Kw, kacang tanah 23 Kw pada daerah ini tidak memproduksi kedelai. Kecamatan Umbulsari produksi padi 15454 Kw, jagung 2303 Kw, kacang tanah 1 Kw, kedelai 208 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi kayu dan ubi jalar. Kecamatan Semboro produksi padi 24712 Kw, jagung 1602 Kw, ubi kayu 1842 Kw, ubi jalar 833 Kw, kacang tanah 44 Kw dan kedelai 32 Kw. Kecamatan Sukorambi produksi padi 25954 Kw, jagung 2893 Kw, ubi kayu 7266 Kw, kedelai 126 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi jalar dan kacang tanah. Kecamatan Arjasa produksi padi 19186 Kw, jagung 2630 Kw, ubi kayu 20392 Kw, ubi jalar 792 Kw, kacang tanah 88 Kw pada daerah ini tidak memproduksi kedelai. Kecamatan Pakusari produksi padi 20010 Kw, jagung 488 Kw, ubi kayu 717 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi jalar, kacang tanah dan kedelai. Kecamatan Kalisat produksi padi 26218 Kw, jagung 6776 Kw, ubi kayu 7062 Kw, ubi jalar 2000 Kw, kacang tanah 25 Kw dan kedelai 12 Kw. Kecamatan Sumberjambe produksi padi 25799 Kw, jagung 4201 Kw, ubi kayu 10186 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi jalar, kacang tanah, dan kedelai. Kecamatan Sukowono produksi padi 28958 Kw, jagung 1529 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi kayu, ubi jalar, kacang tanah, dan kedelai. Kecamatan Jelbuk produksi padi 16389 Kw, jagung 5443 Kw, ubi kayu 5848 Kw, kacang tanah 200 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi jalar dan kedelai. Kecamatan Kaliwates produksi padi 8125 Kw, jagung 1063 Kw, kedelai 7 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi kayu, ubi jalar dan kacang tanah. Kecamatan Summersari produksi padi 21010 Kw, jagung 3497 Kw, ubi kayu 838 Kw, ubi jalar 323 Kw, kedelai 5 Kw pada daerah ini tidak memproduksi kacang tanah. Kecamatan

Patrang produksi padi 22760 Kw, jagung 5619 Kw, ubi kayu 4001 Kw, ubi jalar 1115 Kw pada daerah ini tidak memproduksi kacang tanah dan kedelai.



Gambar 7. Diagram karakteristik *cluster 3*

Pada *cluster 3* kecamatan Gumukmas produksi padi 46228 Kw, jagung 43923 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi kayu, ubi jalar, kacang tanah dan kedelai. Kecamatan Puger produksi padi 40281 Kw, jagung 26840 Kw, ubi kayu 1552 Kw, kedelai 508 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi jalar dan kacang tanah. Kecamatan Wuluhan produksi padi 30156 Kw, jagung 42206 Kw, ubi jalar 7242 Kw, kacang tanah 18 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi kayu dan kedelai. Kecamatan Ambulu produksi padi 22474 Kw, jagung 33877 Kw, ubi kayu 9033 Kw, ubi jalar 4843 Kw, kacang tanah 7 Kw dan kedelai 14 Kw. Kecamatan Tempurejo produksi padi 19439 Kw, jagung 45571 Kw, ubi kayu 16432 Kw, kacang tanah 21 Kw, kedelai 50 Kw pada daerah ini tidak memproduksi ubi jalar.

Dari karakteristik *cluster optimum* di atas dapat disimpulkan bahwa pada *cluster 1* produksi padi sebanyak 55586 Kw lebih tinggi dibandingkan pada *cluster 3* sebanyak 46228 Kw dan *cluster 2* sebanyak 28958 Kw. Pada *cluster 3* produksi jagung sebanyak 45571 Kw lebih tinggi dibandingkan pada *cluster 1* sebanyak 20818 Kw dan *cluster 2* sebanyak 17374 Kw. Pada *cluster 2* produksi ubi kayu 20392 Kw lebih tinggi daripada *cluster 1* sebanyak 19003 Kw dan *cluster 3* sebanyak 16432 Kw. Sementara produksi ubi jalar *cluster 3* sebanyak 7242 Kw lebih tinggi daripada *cluster 1* sebanyak 3826 Kw dan *cluster 2* sebanyak 2000 Kw. Pada produksi kacang tanah *cluster 1* sebanyak 786 Kw lebih tinggi daripada *cluster 2* sebanyak 200 Kw dan *cluster 3* sebanyak 21 Kw. Sedangkan produksi kedelai

cluster 1 sebanyak 7635 Kw lebih tinggi daripada *cluster* 3 sebanyak 508 Kw *cluster* 2 sebanyak 208 Kw dan.

Berdasarkan hasil dari *cluster* optimum keanggotaan kecamatan pada *cluster* 1 yang beranggotakan 12 kecamatan yaitu Kencong, Mumbulsari, Jenggawah, Ajung, Rambipuji, Balung, Jombang, Sumberbaru, Tanggul, Bangsalsari, Panti dan Ledokombo. *cluster* 2 beranggotakan 14 kecamatan yaitu Silo, Mayang, Umbulsari, Semboro, Sukorambi, Arjasa, Pakusari, Kalisat, Sumberjambe, Sukowono, Jelbuk, Kaliwates, Summersari dan Patrang. *cluster* 3 beranggotakan 5 kecamatan yaitu Gumukmas, puger, Wuluhan, Ambulu dan Tempurejo.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis di atas, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penerapan algoritma *Fuzzy C-Means* dari data produksi pertanian tanaman pangan untuk mengelompokkan kecamatan di kabupaten Jember maka didapat perhitungan menghasilkan 3 *cluster* optimum dengan nilai jarak SSE (*Sum of Squares Error*) 1 *cluster* ke 2 *cluster* yaitu 1674219815 dan 2 *cluster* ke 3 *cluster* pada metode *elbow* dengan nilai 1890017315. Hasil dari nilai antara jarak 1 *cluster* ke 3 *cluster* tersebut merupakan nilai jarak yang mengalami penurunan paling besar dan kemudian diikuti oleh nilai jarak yang relatif konstan, sehingga pada nilai 3 *cluster* merupakan nilai *cluster* optimum.

2. Dari hasil perhitungan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means*, pengelompokan kecamatan di kabupaten Jember pada *cluster* 1 terdapat 12 kecamatan yaitu: Kencong, Mumbulsari, Jenggawah, Ajung, Rambipuji, Balung, Jombang, Sumberbaru, Tanggul, Bangsalsari, Panti dan Ledokombo. Sementara untuk *cluster* 2 terdapat 14 kecamatan yaitu: Silo, Mayang, Umbulsari, Semboro, Sukorambi, Arjasa, Pakusari, Kalisat, Sumberjambe, Sukowono, Jelbuk, Kaliwates, Summersari dan Patrang. Sedangkan *cluster* 3 terdapat 5 kecamatan yaitu: Gumukmas, Puger, Wuluhan, Ambulu dan Tempurejo. Dari karakteristik

cluster optimum di atas dapat disimpulkan bahwa pada *cluster* 1 produksi padi sebanyak 55586 Kw lebih tinggi dibandingkan pada *cluster* 3 sebanyak 46228 Kw dan *cluster* 2 sebanyak 28958 Kw. Pada *cluster* 3 produksi jagung sebanyak 45571 Kw lebih tinggi dibandingkan pada *cluster* 1 sebanyak 20818 Kw dan *cluster* 2 sebanyak 17374 Kw. Pada *cluster* 2 produksi ubi kayu 20392 Kw lebih tinggi daripada *cluster* 1 sebanyak 19003 Kw dan *cluster* 3 sebanyak 16432 Kw. Sementara produksi ubi jalar *cluster* 3 sebanyak 7242 Kw lebih tinggi daripada *cluster* 1 sebanyak 3826 Kw dan *cluster* 2 sebanyak 2000 Kw. Pada produksi kacang tanah *cluster* 1 sebanyak 786 Kw lebih tinggi daripada *cluster* 2 sebanyak 200 Kw dan *cluster* 3 sebanyak 21 Kw. Sedangkan produksi kedelai *cluster* 1 sebanyak 7635 Kw lebih tinggi daripada *cluster* 3 sebanyak 508 dan *cluster* 2 sebanyak 208 Kw.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Badan Pusat Statistika. 2019. Kabupaten Jember Dalam Angka. Jember: *Badan Pusat Statistik*. 3509.1901. Diakses pada tanggal 7 Maret 2020.
- Anonim. 2017. "*Pengertian Produksi Menurut Para Ahli Lengkap*". <<https://www.indonesiastudents.com/4-pengertian-produksi-menurut-para-ahli-lengkap/>>. Diakses pada tanggal 29 Mei 2020.
- Aditya, M. 2017. Penerapan Metode K-Means clustering untuk mengelompokkan potensi produksi buah-buahan di provinsi daerah istimewa Yogyakarta. <https://id.123dok.com/document/q05n0r9y-penerapan-metode-k-means-clustering-untuk-mengelompokkan-potensi-produksi-buah-buahan-di-provinsi-daerah-istimewa-yogyakarta-1.html>. Diakses pada tanggal 29 April 2020.
- Ahmadi, A. 2013. Penerapan Fuzzy C-Means dalam Sistem Pendukung Keputusan untuk Penentuan Penerima Bantuan Langsung Masyarakat. September 2013, 23(3), 264–273. Diakses pada tanggal 05 Mei 2020.
- Agusta, Y. 2014. "*Clustering*". April, 2014. <<https://Yudiagusta.Wordpress.Com> /<https://yudiagusta.wordpress.com/clusteri>

