

# Provincial Clustering in Indonesia Based on Plantation Production Using Fuzzy C-Means

Nurissaidah Ulinnuha  
UIN Sunan Ampel Surabaya  
nuris.ulinnuha@gmail.com

## ABSTRACT

*The plantation sector is one sector that plays an important role in the economy in Indonesia, which is to increase the country's foreign exchange. This study aims to cluster plantation products in Indonesia by province in 2017 using fuzzy c-means and silhouette index method. In this cluster, the data will be grouped into 3 clusters. The result of three clusters were obtained by 1 province in the first cluster with high plantation products, 27 province in the second cluster with low plantation products and 6 province in the third cluster with medium plantation products. In the silhouette index test, the silhouette index value of all clusters is 0,84321191 which means that the result of the grouping are appropriate.*

## Keywords

*cluster analysis, fuzzy c-means, plantation products, silhouette index*

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki keanekaragaman bentuk muka bumi baik daratan maupun lautan. Selain itu, Indonesia juga diperkaya dari letak astronomis dan juga geografisnya, dimana dari letak astronomisnya Indonesia dipengaruhi oleh keadaan iklim. Sedangkan letak geografis berpengaruh pada keadaan penduduk dan keadaan alam dari Indonesia. Kedua kondisi tersebut ternyata mempunyai hubungan yang erat dengan segala aktivitas penduduknya [1].

Berdasarkan kondisi geografis tersebut, Indonesia memiliki sumber daya alam yang sangat berlimpah. Sumber daya alam tersebut digunakan untuk keperluan peningkatan kesejahteraan manusia, salah satunya adalah dari sektor perkebunan. Sektor perkebunan merupakan salah satu sektor yang sangat berperan penting dalam perekonomian di Indonesia [2].

Menurut Badan Pusat Statistika (BPS) [3], sampai pada akhir tahun 2015 rata-rata hasil produksi perkebunan di Indonesia mengalami penurunan dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Berdasarkan adanya data tersebut pemerintah diharapkan dapat meningkatkan hasil produksi perkebunan Indonesia. Salah satu cara yang dapat dilakukan Pemerintah adalah dengan menjadikan sektor perkebunan menjadi sektor unggulan sehingga hasil produksi dari komoditas tersebut dapat meningkat [4].

Pengklasteran produksi komoditas dari sektor perkebunan terutama kopi, kelapa sawit, biji coklat dan karet berdasarkan provinsi dapat digunakan untuk meningkatkan produksi dari komoditas tersebut agar hasil produksi dapat meningkat [5]. Salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk proses pengklasteran adalah *Fuzzy C-Means (FCM)* [6]. Metode *Fuzzy C-Means (FCM)* sering digunakan dalam melakukan pengelompokkan,

karena metode ini memberikan hasil yang halus dan cukup efektif. Disamping itu, *Fuzzy C-Means (FCM)* mudah untuk diterapkan, lebih sederhana dan memiliki kemampuan untuk mengelompokkan data yang lebih besar [7].

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang pengklasteran atau pengelompokkan merupakan suatu hal yang sudah biasa ada dalam suatu penelitian, sehingga beberapa penelitian tersebut dijadikan sebagai referensi awal penelitian ini.

Penelitian yang berjudul "Pengklasteran Lahan Sawah di Indonesia Sebagai Evaluasi Ketersediaan Produksi Pangan Menggunakan *Fuzzy C-Means*", dengan permasalahan yang dihadapi adalah ketersediaan produksi pangan di setiap provinsi yang cenderung menurun. Berdasarkan kasus tersebut maka dilakukan pengklasteran lahan sawah setiap provinsi dan diklasterkan ke dalam tiga klaster yakni sempit, sedang dan luas yang menggunakan metode *Fuzzy C-Means (FCM)* [5].

Penelitian yang berjudul "Penerapan *Fuzzy C-Means* dalam Sistem Pendukung Keputusan untuk Penentuan Penerimaan Bantuan Langsung Masyarakat (BLM) PNPMPd (Studi Kasus PNPMPd Kec. Ngadirojo Kab. Pacitan)", dengan permasalahan yang dihadapi yaitu pemilihan kategori masyarakat miskin untuk penentuan penerimaan Bantuan Langsung Masyarakat (BLM). Berdasarkan kasus tersebut maka dilakukan pengambilan keputusan menggunakan *Fuzzy C-Means* dimana dalam proses pengambilan keputusannya terdapat kriteria-kriteria yang telah ditentukan [8].

### 2.2 Dasar Teori

#### 2.2.1. Perkebunan

Perkebunan adalah segala kegiatan yang mengusahakan tanaman tertentu pada tanah (lahan kering) dan media tumbuh lainnya dalam ekosistem yang sesuai dengan bantuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan adanya pengertian tersebut, menunjukkan bahwa perkebunan merupakan suatu kegiatan usaha yang dilakukan oleh rakyat ataupun perusahaan atau lembaga berbadan hukum. Beberapa contoh hasil perkebunan adalah minyak kelapa sawit, biji karet, biji kopi, biji coklat (kaka) dan lain-lain [4].

#### 2.2.2. *Fuzzy C-Means*

*Fuzzy C-Means (FCM)* adalah suatu teknik pengklasteran data yang bergantung pada nilai dari derajat keanggotaan untuk menentukan suatu *cluster* dari masing-masing data [6]. Keberadaan tiap titik-titik data dalam suatu *cluster* pada teknik pengklasteran metode FCM ditentukan oleh derajat keanggotaan [9]. FCM adalah algoritma populasi data pengklasteran yang terawasi, karena jumlah *cluster* ditentukan sesuai dengan hasil output yang diharapkan [10]. Algoritma FCM adalah sebagai berikut.

- Input data yang akan dikluster  $X$ , berupa matriks berukuran  $n \times m$  ( $n$  = jumlah sampel data,  $m$  = variabel input tiap data).  $X_{ij}$  = data sampel ke  $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ), variabel input ke  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ).
- Tentukan Jumlah *cluster* ( $c$ ), Pangkat ( $w$ ), Maksimum iterasi ( $\text{maxIter}$ ), Error terkecil yang diharapkan ( $\epsilon$ ), Fungsi objektif awal ( $P_0 = 0$ ), Iterasi awal ( $t = 1$ ).
- Bangkitkan bilangan random  $\mu_{ik}$ , sebagai elemen-elemen matriks partisi awal  $U$  dengan  $i = 1, 2, \dots, n$  dan  $k = 1, 2, 3, \dots, m$ . Hitung derajat keanggotaan:

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i} \quad (1)$$

- Hitung pusat *cluster* ke- $k$ :  $V_{kj}$  dengan  $k=1, 2, \dots, c$  dan  $j=1, 2, \dots, m$ , dimana  $X_{ij}$  adalah variabel fuzzy yang digunakan dan  $w$  adalah bobot.

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w) * X_{ij}}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (2)$$

- Hitung fungsi objektif pada iterasi ke- $t$ :

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left[ \left( \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right) (\mu_{ik})^w \right] \quad (3)$$

- Hitung perubahan matriks partisi:

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

- Cek kondisi berhenti:

- Jika:  $(P_t - P_{t-1}) < \epsilon$  atau  $(t > \text{MaxIter})$  maka berhenti
- Jika tidak:  $t = t + 1$ , ulangi langkah ke-d (persamaan 2)

### 2.2.3. Uji *Silhouette Index*

*Silhouette Index* adalah metode yang digunakan untuk validasi kluster pada tiap objek. *Silhouette Index* pertama kali dikembangkan oleh Kaufman dan Rousseeuw. Teknik ini memberikan representasi singkat tentang seberapa baik objek pada klasternya. *Silhouette Coefficient* mengevaluasi objek pada setiap kluster dengan memperhatikan nilai *silhouettenya*. Nilai *silhouette Coefficient* tiap objek dapat bervariasi antara -1 sampai dengan 1. Jika nilai *silhouette Coefficient*  $< 0$  maka objek berada dalam kelompok yang salah. Jika nilai *silhouette Coefficient*  $> 0$  maka objek berada pada kelompok yang benar dan jika nilai *silhouette Coefficient* = 0 maka objek berada pada kedua kluster sehingga objek tersebut belum dapat diputuskan untuk masuk di kelompok yang mana [11].

Rumus uji *Silhouette Coefficient* atau *Silhouette Index* adalah:

$$s(x_c) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N s(x_i) \quad (5)$$

dan nilai *Silhouette Coefficient* atau *Silhouette Index* secara global adalah:

$$SC = \frac{1}{k} \sum_{c=1}^k s(x_c) \quad (6)$$

dengan

$$s(x_i) = \frac{b_c - a_c}{\max[b_c, a_c]} \quad (7)$$

dimana

$a_c$  = rata-rata kemiripan objek  $i$  dengan lainnya dalam satu *cluster*.

$b_c$  = rata-rata kemiripan objek  $i$  dengan lainnya dalam masing-masing *cluster*.

$s(x_i)$  = lebar *silhouette cluster* ke- $i$ .

$N$  = banyaknya data.

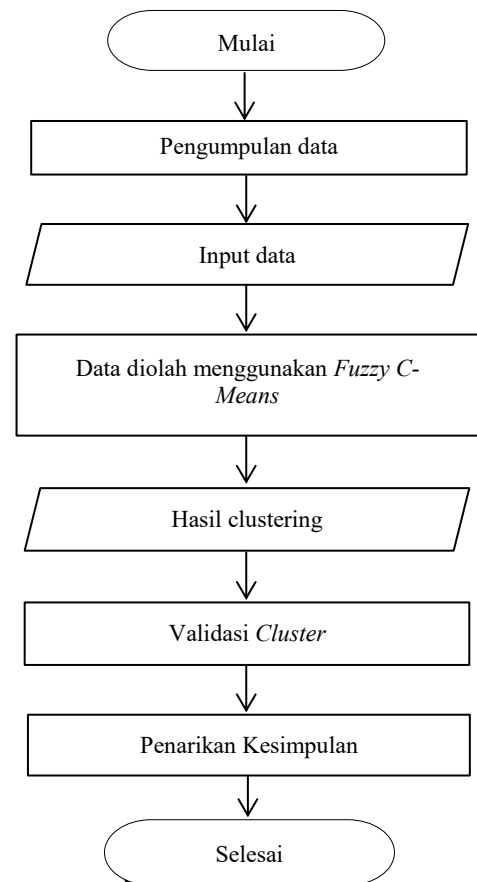
$K$  = banyaknya kluster.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian statistik terapan, yaitu salah satu jenis penelitian yang akan memberikan solusi dalam permasalahan secara praktis. Pada penelitian ini digunakan metode *Fuzzy C-Means (FCM)*. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data hasil produksi sektor perkebunan di Indonesia setiap provinsinya yang berjumlah 34 provinsi pada tahun 2017 dimana data tersebut diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS).

Variabel dalam penelitian ini adalah data hasil produksi kelapa sawit, data hasil produksi biji karet, data hasil produksi biji kopi dan data hasil produksi biji coklat (kakao).

Tahapan dalam penelitian ini adalah, yang pertama dilakukan yakni mencari literatur atau referensi yang berkaitan dengan pengklasteran. Kedua, mengumpulkan data produksi perkebunan. Ketiga yaitu mengkluster data menggunakan metode *Fuzzy C-Means (FCM)*. Keempat, validasi data dimana hasil *clustering* dari metode *Fuzzy C-Means (FCM)* dianalisis ketepatan dari setiap objeknya pada kluster yang ada. Lalu dilakukan uji *Silhouette Index* untuk validasi secara keseluruhan. Terakhir, diperoleh kesimpulan dari hasil *clustering* yang sudah divalidasi. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini terdapat pada Gambar 1.



## 4. PEMBAHASAN

### 4.1 Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil produksi sektor perkebunan yakni kelapa sawit, biji karet, biji kopi dan biji coklat (kakao) tahun 2017 pada instansi Badan Pusat Statistik (BPS). Data yang digunakan berjumlah 34 data dengan 4 variabel. Variabel yang dipakai dalam penelitian ini adalah kelapa sawit, biji karet, biji kopi dan biji coklat (kakao).

**Tabel 1. Sampel data hasil sektor perkebunan**

Provinsi	Tahun 2017			
	Kelapa Sawit	Biji Karet	Biji Kopi	Biji Coklat (Kakao)
Aceh	1148,90	100,70	68,50	31,80
Sumatera Utara	5845,80	462,00	660,00	19,10
Sumatera Barat	1196,60	159,70	21,80	52,20
Riau	9071,40	361,80	2,90	2,30
Jambi	2074,40	325,20	14,00	0,50
Sumatera Selatan	3605,00	997,70	120,90	3,10
Bengkulu	939,40	125,90	59,60	5,10
Lampung	512,60	156,80	116,30	35,70
Kep. Bangka Belitung	708,40	59,80	0,00	0,20
Kep. Riau	49,90	25,50	0,00	0,00

#### 4.2 Perhitungan Fuzzy C-Means

Data yang digunakan akan dihitung menggunakan metode *Fuzzy C-Means*, sehingga didapatkan hasil *clustering* seperti pada Tabel 2.

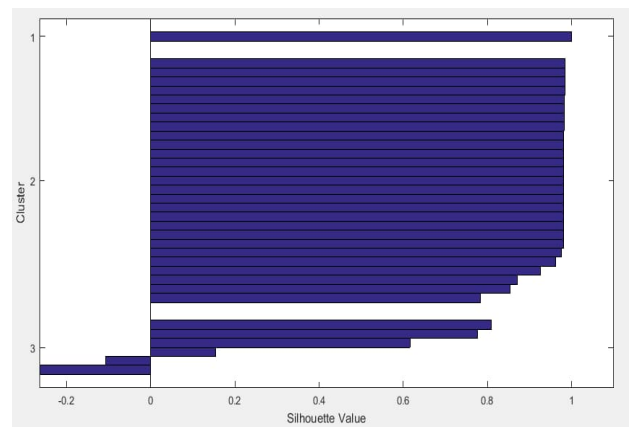
**Tabel 2. Hasil Fuzzy C-Means**

Cluster	Prosentase	Provinsi
1	2,941%	Riau
2	79,412%	Aceh, Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, Bali, NTB, NTT, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua
3	17,647%	Sumatera Utara, Jambi, Sumatera Selatan, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur

#### 4.3 Uji Silhouette Index

*Silhouette Index* adalah metode yang digunakan untuk validasi kluster pada tiap objek. Berdasarkan hasil *clustering* yang ada dari proses diatas, akan dilakukan uji *Silhouette Index* sehingga didapatkan hasil seperti pada Gambar 2.

Pada Gambar 2. terlihat bahwa ada dua data yang nilai *silhouette index*-nya negatif. Hal ini menunjukkan bahwa data tersebut tidak cocok untuk berada pada *cluster* tersebut. Sehingga, untuk mengatasi data yang *out of layer* perlu dilakukan pengklasteran kembali dengan jumlah kluster yang berbeda, misalnya menggunakan jumlah kluster 4, 2, 5 atau jumlah kluster yang lain. Berdasarkan jumlah kluster yang telah dilakukan yakni 3 kluster, didapat nilai *silhouette index* secara keseluruhan yaitu sebesar 0,84321191 dimana nilai tersebut > 0,51. Hal ini menunjukkan bahwa *cluster* yang terbentuk sudah sangat bagus dan sesuai.



**Gambar 2. Hasil Uji Silhouette Index**

#### 4.4 Interpretasi Kluster

Untuk mendefinisikan nama dari *cluster* dapat dilihat dari pusat *cluster* terakhir seperti pada Tabel 3.

**Tabel 3. Pusat Cluster Akhir**

	Kelapa Sawit	Biji Karet	Biji Kopi	Biji Coklat (Kakao)
Cluster 1	8497,549	377,828	113,505	5,133
Cluster 2	252,773	31,148	16,591	23,380
Cluster 3	3228,049	398,216	64,361	3,307

Untuk variabel produksi kelapa sawit terlihat bahwa pada *cluster* 1 (8497,549) > *cluster* 3 (3228,049) > *cluster* 2 (252,773). Hal ini berarti bahwa provinsi pada *cluster* 1 (Riau) memproduksi kelapa sawit terbanyak dibandingkan dengan jumlah produksi pada *cluster* yang lain dimana provinsi pada *cluster* 2 (Aceh, Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, Bali, NTB, NTT, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua) memproduksi kelapa sawit paling sedikit.

Untuk variabel produksi biji karet terlihat bahwa pada *cluster* 3 (398,216) > *cluster* 1 (377,828) > *cluster* 2 (31,148). Hal ini berarti bahwa provinsi pada *cluster* 3 (Sumatera Utara, Jambi, Sumatera Selatan, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur) memproduksi biji karet terbanyak

dibandingkan dengan jumlah produksi pada *cluster* yang lain dimana provinsi pada *cluster* 2 (Aceh, Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, Bali, NTB, NTT, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua) memproduksi biji karet paling sedikit.

Untuk variabel produksi biji kopi terlihat bahwa pada *cluster* 1 (113,505) > *cluster* 3 (64,361) > *cluster* 2 (16,591). Hal ini berarti bahwa provinsi pada *cluster* 1 (Riau) memproduksi biji karet terbanyak dibandingkan dengan jumlah produksi pada *cluster* yang lain dimana provinsi pada *cluster* 2 (Aceh, Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, Bali, NTB, NTT, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua) memproduksi biji kopi paling sedikit.

Untuk variabel produksi biji coklat terlihat bahwa pada *cluster* 2 (23,380) > *cluster* 1 (5,133) > *cluster* 3 (3,307). Hal ini berarti bahwa provinsi pada *cluster* 2 (Aceh, Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, Bali, NTB, NTT, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua) memproduksi biji karet terbanyak dibandingkan dengan jumlah produksi pada *cluster* yang lain dimana provinsi pada *cluster* 3 (Sumatera Utara, Jambi, Sumatera Selatan, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur) memproduksi biji coklat paling sedikit.

Berdasarkan pemaparan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa *cluster* 1 (Riau) merupakan *cluster* yang produksi kelapa sawit, biji karet, biji kopi dan biji coklat tinggi, *cluster* 3 (Sumatera Utara, Jambi, Sumatera Selatan, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur) merupakan *cluster* yang produksi kelapa sawit, biji karet, biji kopi dan biji coklat sedang dan *cluster* 2 (Aceh, Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, Bali, NTB, NTT, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua) yang menyatakan *cluster* dengan produksi kelapa sawit, biji karet, biji kopi dan biji coklat rendah.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dipaparkan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: (1) Pengklasteran menggunakan metode *Fuzzy C-Means* terbentuk tiga klaster dengan klaster 1 (Tinggi) dengan persentase sebesar 2,941% terdiri dari satu provinsi saja yaitu Riau. Klaster 2 (Rendah) dengan prosentase sebesar 79,412% terdiri dari Aceh, Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, Bali, NTB, NTT, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua. Klaster 3 (Sedang) dengan prosentase sebesar 17,647% terdiri dari Sumatera Utara, Jambi,

Sumatera Selatan, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur. (2) Uji *Silhouette Index* dapat diterapkan untuk memvalidasi *cluster* dari hasil pengelompokan provinsi di Indonesia. Pada uji tersebut terlihat bahwa untuk tiga *cluster* terdapat dua data yang memiliki nilai *silhouette* negatif, dimana memiliki arti bahwa data tersebut tidak cocok berada pada *cluster* tersebut dan seharusnya masuk ke dalam *cluster* yang lain. Pada uji tersebut terlihat pula bahwa untuk nilai *silhouette index* total sebesar 0,84321191 dimana nilai SI > 0,51. Hal tersebut menandakan bahwa pengelompokan yang dilakukan sudah bagus dan sesuai.

Saran pengembangan yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut adalah penelitian ini digunakan metode *clustering* yaitu *Fuzzy C-Means* dengan uji *silhouette index* sebagai uji validasi *clustering* untuk data hasil produksi dari sektor perkebunan di Indonesia pada tahun 2017. Bagi peneliti yang ingin melanjutkan penelitian ini, diharapkan untuk menggunakan metode *clustering* lain karena banyaknya metode *clustering* yang dapat digunakan. Disamping itu, diharapkan pula untuk menggunakan uji validasi *clustering* yang lain karena banyak uji validasi *clustering* yang dapat digunakan dalam penelitian ini. Bagi peneliti yang ingin menggunakan metode yang sama, disarankan untuk memakai jumlah *cluster* yang berbeda. Bisa empat atau dua atau yang lain agar tidak terjadi data yang *out of layer* dimana memiliki nilai *silhouette index* yang negatif.

## REFERENSI

- [1] Afifah, N., Rini, D. & Lubab, A., 2016. Pengklasteran Lahan Sawah di Indonesia Menggunakan Fuzzy C-Means. *Jurnal Matematika MANTIKS*, Volume 2, pp. 40-45.
- [2] Ahmadi, A. & Hartati, S., 2013. Penerapan Fuzzy C-Means dalam Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penentuan Penerima Bantuan Langsung Masyarakat (BLM) PNPM-MPd (Studi Kasus PNPM-MPd Kec. Ngadirojo Kab. Pacitan. *Berkala MIPA*, pp. 264-273.
- [3] Amalia, S., 2017. *Analisis Sektor Perkebunan Sebagai Pendorong Pertumbuhan Ekonomi Masyarakat Ditinjau dari Perspektif Ekonomi Islam*, Lampung: UIN Raden Intan Lampung.
- [4] Bambang, 2008. *Geografi Regional Indonesia*. Yogyakarta: s.n.
- [5] Kusumadewi, S., 2002. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [6] Prihaningrum, R., 2013. *Pengelompokan Penyakit Hepatitis dengan Menggunakan Metode Fuzzy C-Means*, Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- [7] Rizal, A. & Hakim, R., 2015. Metode K-Means Cluster dan Fuzzy C-Means Cluster (Studi Kasus: Indeks Pembangunan Manusia di Kawasan Indonesia Timur Tahun 2012). *Prosiding Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika UMS*, pp. 643-657.
- [8] Sari, H., 2016. Mixture dalam Pengclustering Data Curah Hujan Kota Bengkulu. *Jurnal Pseudocode*, pp. 7-15.

- [9] Suhariyanto, 2018. *Statistika Indonesia 2018*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [10] Sunarko, 2003. *Pemanfaatan Sumber Daya Alam di Indonesia*. Yogyakarta: Departemen Pendidikan Indonesia.
- [11] Wuryandari, T., Rusgiyono, A. & Setyowati, E., 2016. Pengelompokan Kabupaten/Kota Berdasarkan komoditas Pertanian Menggunakan Metode K-Medoids. *Media Statistika*, Volume 9, pp. 41-49.