

ABSTRAK

Penelitian ini mengungkapkan kontribusi dari implementasi algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM) dalam menganalisis produktivitas hasil perkebunan di Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat. Dengan menggunakan tiga parameter utama, yaitu nama wilayah, luas lahan, dan jumlah produksi untuk tanaman seperti Kelapa Dalam, Kelapa Hibrida, Kopi Robusta, Kakao, dan Kemiri, penelitian ini berhasil membentuk lima kluster yang memberikan pemahaman mendalam tentang pola distribusi hasil perkebunan. Hasil pengelompokan ini memberikan dasar untuk mengoptimalkan sektor pertanian di kabupaten tersebut. Informasi karakteristik produktivitas dalam setiap kluster menjadi penting dalam pengambilan keputusan terkait pertanian, alokasi sumber daya, dan perencanaan wilayah oleh pemerintah daerah. Dalam konteks saran, penelitian ini diharapkan dapat diperluas untuk mendapatkan hasil yang lebih aktual, serta kajian lebih lanjut terkait penambahan parameter untuk meningkatkan ketepatan implementasi algoritma *Fuzzy C-Means* dalam mengelompokkan kecamatan berdasarkan produktivitas hasil perkebunan di Kabupaten Polewali Mandar.

Keywords: *Fuzzy C-Means*, perkebunan, pengelompokan.

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

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

Sulawesi Barat merupakan sebuah provinsi yang dimekarkan dari Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2004 yang dimana dengan luas 16.937,18 km² dan menjadi provinsi ke 33 di Indonesia dengan ibu kota berada di Kabupaten Mamuju. Sulawesi Barat merupakan wilayah yang mempunyai potensial yang dapat dilihat dari sumber daya alam yang ada di daratan dan lautan di Sulawesi Barat (Muliah & Pasambe, 2021).

Salah satu yang menjadi kabupaten andalan dari Sulawesi Barat adalah Kabupaten Polewali Mandar. Dimana kabupaten ini banyak mempunyai sumber daya alam yang melimpah yang dimana diolah para petani di Sulawesi Barat dalam memenuhi kebutuhan ekonominya. Dengan adanya sumber daya alam ini dapat meningkatkan ekonomi masyarakat.

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

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

B. RUMUSAN MASALAH

Adapun rumusan masalah yang dapat penulis kemukakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara pengelompokkan kecamatan di Kabupaten Polewali Mandar berdasarkan produktivitas perkebunan?
2. Bagaimana penerapan algoritma *Fuzzy C-means* dalam proses *clustering* kecamatan di Polewali Mandar berdasarkan produktifitas hasil perkebunan ?
3. Bagaimana penerapan algoritma *Fuzzy C-means* untuk pengelompokkan perkebunan yang paling produktif?

C. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan kecamatan berdasarkan produktivitas perkebunan di Kabupaten Polewali Mandar.
2. Tujuan penelitian adalah untuk menerapkan algoritma *Fuzzy C-Means* dalam melakukan *clustering* hasil perkebunan di Kabupaten Polewali Mandar?
3. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mencari kelompok perkebunan yang paling produktif di Kabupaten Polewali Mandar.

D. BATASAN MASALAH

Penelitian ini diperlukan batasan masalah untuk membatasi permasalahan agar tidak meluas. Adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada proses clustering atau pengelompokan kecamatan di Polewali Mandar berdasarkan pada hasil perkebunan.
2. Penelitian ini menggunakan algoritma Fuzzy C-Means dalam melakukan *clustering* hasil perkebunan di Polewali Mandar.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan pada penelitian ini adalah Bahasa pemrograman PHP.

E. MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat yang dapat dirasakan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Sebagai sarana informasi untuk masyarakat khususnya pemerintah di Kabupaten Polewali Mandar dalam upaya kebijakan dalam menyalurkan bantuan berupa sarana dan prasarana perkebunan .
2. Sebagai sumber informasi atau ilmu tambahan baru untuk penelitian selanjutnya khususnya pada penerapan *clustering* menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. PERKEBUNAN

Pengertian dan definisi yang digunakan dalam Buku Pembakuan Statistik Perkebunan 2007 mengacu pada UU No 18 Tahun 2004 mengenai Perkebunan serta Buku Konsep dan Definisi Baku Statistik Pertanian (BPS). Perkebunan adalah segala kegiatan yang mengusahakan tanaman tertentu pada tanah dan/atau media tumbuh lainnya dalam ekosistem yang sesuai, mengolah dan memasarkan barang dan jasa hasil tanaman tersebut, dengan bantuan ilmu pengetahuan dan teknologi, permodalan serta manajemen untuk mewujudkan kesejahteraan bagi pelaku usaha perkebunan dan masyarakat (Herwindo, 2017).

Lahan perkebunan merupakan lahan usaha pertanian yang luas, biasanya terletak di daerah tropis atau subtropis, yang digunakan untuk menghasilkan komoditas perdagangan (pertanian) dalam skala besar dan dipasarkan ke tempat yang jauh, bukan untuk konsumsi lokal. Perkebunan dapat ditanami oleh tanaman industri seperti kakao, kelapa, dan teh. Dalam pengertian bahasa Inggris, “perkebunan” dapat mencakup *plantation* dan *orchard*. Ukuran luas perkebunan sangat relatif dan tergantung ukuran volume komoditas yang dipasarkannya. Namun demikian, suatu perkebunan memerlukan suatu luas minimum untuk menjaga keuntungan melalui sistem produksi yang diterapkannya. Selain itu, perkebunan selalu menerapkan cara monokultur, paling tidak untuk setiap blok yang ada di dalamnya. Ciri yang lainnya, walaupun tidak selalu demikian, adalah

terdapat instalasi pengolahan atau pengemasan terhadap komoditi yang dipanen di lahan perkebunan itu, sebelum produknya dikirim ke pembeli (Herwindo, 2017).

Dalam penelitian yang penulis akan lakukan dimana akan melakukan pengelompokan kecamatan di kabupaten Polewali Mandar berdasarkan potensi perkebunan. Dalam pengelompokannya akan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means*. Dimana kita ketahui bahwa di Kabupaten Polewali Mandar terdapat hasil pertanian seperti kelapa dalam, kelapa hibrida, kakao, kopi robusta, dan kemiri. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing produk pertanian yang akan digunakan pada penelitian ini.

1) Kelapa Dalam

Kelapa Dalam adalah salah satu jenis kelapa yang memiliki ciri khas buahnya yang berbentuk bulat dan keras dengan kulit tebal. Buah kelapa dalam biasanya memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan kelapa biasa yang kita kenal. Kelapa dalam umumnya ditanam untuk mendapatkan daging kelapa yang lebih padat dan kaya akan minyak. Minyak kelapa dari kelapa dalam sering digunakan dalam industri makanan, kosmetik, dan produk perawatan tubuh. Pohon kelapa dalam, seperti kelapa pada umumnya, juga dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, termasuk penggunaan serat kelapa dan air kelapa.



Gambar 2.1 Kelapa Dalam (sumber: <https://disbun.kaltimprov.go.id/artikel/kelapa-dalam>)

2) Kelapa Hibrida

Kelapa hibrida adalah varietas kelapa yang dihasilkan melalui persilangan antara dua jenis kelapa yang berbeda. Kelapa hibrida sering dihasilkan untuk menggabungkan sifat-sifat yang diinginkan dari kedua varietas tersebut, seperti daya tahan terhadap penyakit atau peningkatan produksi buah.



Gambar 2.2 Kelapa Hibrida (sumber: <https://mediaperkebunan.id/kelapa-hibrida-hengniu-tahun-ke-3-berbuah/>)

3) Kakao

Kakao adalah tanaman yang menghasilkan biji kakao, yang merupakan bahan utama untuk membuat cokelat. Tanaman kakao tumbuh di daerah tropis dan subtropis, dan bijinya diekstraksi untuk menghasilkan bubuk kakao dan mentega kakao, bahan-bahan utama dalam industri cokelat.



Gambar 2.3 Buah Kakao (sumber: <https://agri.kompas.com/read/2023/06/20/125507284/ciri-ciri-kakao-siap-panen-dan-cara-pemanenan-yang-benar>)

4) Kopi Robusta

Kopi Robusta adalah salah satu jenis kopi yang berasal dari spesies *Coffea canephora*. Kopi ini memiliki rasa yang lebih kuat dan pahit dibandingkan dengan kopi Arabika, yang merupakan jenis kopi lainnya. Kopi Robusta umumnya tumbuh di daerah dengan ketinggian yang lebih rendah dan memiliki tingkat keasaman yang lebih rendah.



Gambar 2.4 Kopi Robusta (sumber: <https://awsimages.detik.net.id/community/media/visual/2022/06/29/fakta-unik-kopi-robusta-2>)

5) Kemiri

Kemiri adalah tanaman yang menghasilkan buah berbentuk bulat kecil yang dikenal sebagai kemiri atau candlenut. Biji kemiri mengandung minyak yang sering digunakan dalam masakan, terutama dalam hidangan tradisional di beberapa wilayah di Asia Tenggara. Minyak kemiri juga dapat digunakan dalam produk perawatan kulit dan rambut.



Gambar 2.5 Biji Kemiri (sumber: <https://lindungihutan.com/blog/mengenal-pohon-kemiri-dan-manfaatnya/>)

Berdasarkan jenis usaha Perkebunan tersebut maka penelitian ini menghasilkan luaran untuk memberikan gambaran dari implementasi algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM) untuk menganalisis produktivitas hasil perkebunan di Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat. Dengan menggunakan tiga parameter utama, yaitu nama wilayah, luas lahan, dan jumlah produksi untuk memberikan pemahaman mendalam tentang pola distribusi hasil perkebunan..

B. CLUSTERING

Clustering adalah proses pengelompokan objek berdasarkan informasi yang diperoleh dari data yang menjelaskan hubungan antar objek dengan prinsip untuk memaksimalkan kesamaan antar anggota satu kelas dan meminimumkan kesamaan antar kelas atau *cluster*. Terdapat dua tahapan yang harus dilakukan dalam analisis *cluster*, yaitu (Sanusi & Zaky, 2020):

- 1) Memutuskan apakah jumlah *cluster* ditentukan atau tidak,
- 2) Menentukan algoritma yang akan digunakan dalam clustering.

Sedangkan untuk Untuk memutuskan berapa jumlah *cluster* yang akan dibentuk dapat memilih satu diantara dua pendekatan baik itu *Hard Clustering* atau *Soft Clustering*. Pemilihan pendekatan yang digunakan tergantung jenis data yang akan dikelompokkan. Dimana dalam penggunaannya *hard clustering* lebih digunakan pada data dalam bentuk *crisp* dan untuk *soft clustering* digunakan

apabila data berbentuk *fuzzy*. Pada penelitian ini penulis akan menggunakan metode *clustering* yaitu *fuzzy c-means* dalam mengelompokkan kecamatan di Kabupaten Polewali Mandar berdasar potensi perkebunannya.

C. FUZZY C-MEANS

Fuzzy C-Means (FCM) adalah salah satu teknik pengelompokan atau *clustering* data yang mana keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh derajat keanggotaannya. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981. FCM ini merupakan algoritma yang digunakan untuk melakukan *clustering* data sesuai berdasarkan keberadaan tiap-tiap titik data sesuai dengan derajat keanggotaannya (Sanusi & Zaky, 2020). Berikut adalah contoh penerapan algoritma *clustering Fuzzy C-Means*.

Misalkan terdapat dataset sebagai berikut:

Tabel 2.1 Contoh Dataset

No	Wilayah	Luas Lahan (Ha)	Jumlah Produksi (ton)
1	Wilayah A	20	60
2	Wilayah B	25	55
3	Wilayah C	30	70
4	Wilayah D	18	45
5	Wilayah E	15	50
6	Wilayah F	28	62
7	Wilayah G	22	58
8	Wilayah H	21	48

(Sumber: Contoh data penelitian)

Langkah Penyelesaian:

1. Input data yang akan di *cluster* adalah Kecamatan dimana data ini berupa matriks berukuran $n \times p$ (n = jumlah sampel data, dan p = atribut setiap data).
 X_{kj} = data sampel ke- k ($k = 1, 2, 3, \dots, n$), atribut ke- j ($j = 1, 2, 3, \dots, m$).

2. Menentukan nilai untuk:

Jumlah cluster	= c,
Pangkat pembobot	= m,
Maksimum iterasi	= MaxIter,
Error terkecil yang diinginkan	= ϵ ,
Fungsi objektif awal	= $P_0 = 0$,
Iterasi awal	= $t = 1$

3. Membangkitkan bilangan random:

- *Kluster 1: (25, 60)*
- *Kluster 2: (18, 50)*

4. Iterasi:

- a. Menghitung tingkat keanggotaan (matriks partisi):

$$U_{ij} = \frac{1}{\left(\frac{d_{ij}}{d_{ik}}\right)^{\frac{2}{m-1}} + \left(\frac{d_{ij}}{d_{ik}}\right)^{\frac{2}{m-1}}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Contoh perhitungan U_{11} :

- $d_{11} = \sqrt{(20 - 25)^2 + (60 - 60)^2} = 5$
- $d_{12} = \sqrt{(20 - 18)^2 + (60 - 50)^2} = 10.2$
- $U_{11} = \frac{1}{\left(\frac{25}{10,2}\right)^1 + \left(\frac{25}{10,5}\right)^1} \approx 0.16$
- $U_{12} = \frac{1}{\left(\frac{10,2}{25}\right)^1 + \left(\frac{10,5}{25}\right)^1} \approx 0.84$

Langkah ini di ulang untuk semua U_{ij} .

- b. Pembaruan matriks keanggotaan / Menghitung Pusat Kluster Baru:

$$C_j = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m \cdot U_j^m \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N U_j^m \cdot x_i} \dots\dots\dots (2.1)$$

Contoh perhitungan C_1 :

$$- C_{1,Atribut 1} = \frac{U_{11}^2 \cdot 2 + U_{21}^2 \cdot 3}{U_{11}^2 + U_{21}^2} \approx$$

$$- C_{1,Atribut 2} = \frac{U_{11}^2 \cdot 3 + U_{21}^2 \cdot 5}{U_{11}^2 + U_{21}^2} \approx$$

Contoh perhitungan C_2 :

$$- C_{2,Atribut 1} = \frac{U_{12}^2 \cdot 2 + U_{22}^2 \cdot 3}{U_{12}^2 + U_{22}^2} \approx$$

$$- C_{2,Atribut 2} = \frac{U_{12}^2 \cdot 3 + U_{22}^2 \cdot 5}{U_{12}^2 + U_{22}^2} \approx$$

5. Hitung pusat cluster ke - k, V_{kj} dengan $k = 1, 2, \dots, c$ dan $j = 1, 2, \dots, m$

(Fungsi Objektif)

$$J = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C u_{ij}^m \cdot || x_i - c_j ||^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

Contoh perhitungan J :

$$J = u_{11}^2 \cdot || (2, 3) - (3.92, 6.02) ||^2 + u_{11}^2 \cdot || (2, 3) - (3.21, 5.09) ||^2 + \dots$$

6. Pemeriksaan Kriteria Berhenti

- a) Hitung error atau perbedaan antara pusat cluster baru dan pusat cluster awal.
- b) Jika tidak: $t = t + 1$, ulangi langkah ke-2.

7. Hasil cluster yang disarankan

Hasil akhir akan menunjukkan wilayah mana yang termasuk dalam masing-masing cluster dan pusat cluster yang merepresentasikan cluster tersebut.

Anda dapat menyesuaikan parameter, seperti jumlah kluster dan derajat kefuzzzyan, serta mengulangi langkah-langkah ini sesuai kebutuhan Anda.

D. PYTHON

Python adalah bahasa pemrograman yang memiliki beberapa konsep dasar yang membentuk dasar cara bahasa ini berfungsi. Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang sering digunakan dalam pengembangan perangkat lunak, pengembangan web, analisis data, kecerdasan buatan, dan banyak bidang lainnya. Dibuat pada awal tahun 1990 oleh Guido van Rossum, Python dikenal dengan sintaksis yang mudah dibaca dan jelas, yang memungkinkan pengembang untuk mengekspresikan ide-ide kompleks dengan kode yang relatif ringkas (Nurjanah, Farmadi, & Indriani, 2014).

E. PHP

PHP adalah bahasa pemrograman *web server-side* yang bersifat *open source*, PHP juga merupakan script yang terintegrasi dengan HTML dan berada pada server (*server-side HTML embedded script*). PHP juga merupakan script yang digunakan untuk membuat halaman website yang sangat dinamis, dinamis berarti halaman tampilan yang akan ditampilkan dibuat saat halaman itu diminta oleh client. PHP pertama kali dibuat oleh Rasmus Lerdorf seorang pemrogram C yang handal dari Greenland Denmark di tahun 1995. PHP diberi nama FI (*Form Interpreted*) yang digunakan untuk mengelola *form* dari web. Pada

perkembangannya, kode-kode yang digunakan dirilis untuk umum sehingga mulai banyak dikembangkan oleh programmer diseluruh dunia (Solichin, 2021).

Bahasa program PHP sering digunakan karena PHP adalah bahasa *open-source* yang memiliki kesederhanaan dan memiliki beberapa fitur built-in yang berfungsi untuk menangani kebutuhan standart dalam pembuatan aplikasi web. PHP juga merupakan bahasa script yang paling mudah dipahami karena memiliki beberapa referensi. PHP juga dapat digunakan untuk berbagai sistem operasi antara lain: *Unix, Macintosh* serta *windows*. PHP dapat dijalankan secara *runtime* melalui *console* serta dapat menjalankan perintah-perintah system. *Open source* disini memiliki arti kode-kode PHP terbuka untuk umum dan tidak berbayar atas pembelian dari license. *Web server* yang mendukung PHP dapat ditemukan dimana-mana, mulai dari *Apache, IIS, Lighttpd* hingga *Xitami* dengan konfigurasi yang relatif mudah. Selain itu PHP juga dilengkapi dengan berbagai macam pendukung lain seperti terhubung langsung keberbagai macam databasea yang populer seperti *Oracle, MySQL* dan lain-lain (Solichin, 2021).

Pada penelitian ini penulis akan menggunakan bahasa pemograman PHP dalam membuat program website untuk pengelompokkan atau *clustering* kecamatan di Kabupaten Polewali Mandar berdasarkan potensi perkebunannya.

F. FLASK

Flask adalah kerangka kerja (*framework*) web yang ditulis dalam bahasa pemrograman Python. Kerangka kerja web seperti Flask menyediakan seperangkat alat dan struktur untuk mempermudah pembuatan aplikasi web.

Dalam hal ini, Flask memungkinkan untuk membangun aplikasi web dengan cara yang efisien dan sederhana menggunakan bahasa pemrograman Python yang populer (Solichin, 2021). Beberapa poin penting tentang Flask (Solichin, 2021):

1. **Minimalis dan Sederhana:** Flask dirancang dengan prinsip kebersihan dan kesederhanaan. Ini berarti didapatkan struktur dasar yang cukup untuk membangun aplikasi web, tetapi tidak ada banyak komponen kompleks yang dipaksa kepada Anda.
2. **Routing URL:** Flask memungkinkan untuk mendefinisikan rute URL yang mengarah ke tampilan (*views*) tertentu dalam aplikasi. Ini memungkinkan menentukan bagaimana aplikasi merespons permintaan pada URL tertentu.
3. **Pengembangan Lokal yang Mudah:** Flask memiliki server pengembangan yang mudah digunakan yang memungkinkan untuk menjalankan aplikasi secara lokal saat mengembangkannya. Perubahan dapat dengan cepat terlihat tanpa perlu menyiapkan server yang lebih kompleks.
4. **Penggunaan Template:** Flask menggunakan Jinja2, sebuah mesin template yang kuat, untuk memungkinkan memisahkan kode Python dari tampilan HTML. Ini membantu dalam membangun tampilan web yang dinamis dan fleksibel.
5. **Ekstensibel:** yaitu dapat menambahkan berbagai ekstensi atau pustaka tambahan ke Flask untuk memperluas fungsionalitasnya. Ini memungkinkan mengintegrasikan hal-hal seperti otentikasi, basis data, dan fitur-fitur lain dengan mudah.

6. Dukungan untuk *RESTful*: Flask mendukung pembuatan layanan web *RESTful*, yang adalah pendekatan populer untuk membangun API dan aplikasi web berbasis data.

Flask cocok untuk pembuatan berbagai jenis aplikasi web, dari yang sederhana seperti situs pribadi hingga aplikasi yang lebih kompleks seperti *platform e-commerce* atau layanan web berbasis data. Dengan dokumentasi yang baik dan komunitas yang aktif, Flask adalah pilihan yang populer bagi pengembang Python yang ingin membangun aplikasi web dengan cepat dan efisien.

G. PENELITIAN TERKAIT

1. Jemaictry Tamaela, Eko Sedyono, dan Adi Setiawan pada tahun 2017 melakukan penelitian dengan judul “*Cluster Analysis Menggunakan Algoritma Fuzzy C-means dan K-means Untuk Klasterisasi dan Pemetaan Lahan Pertanian di Minahasa Tenggara*”. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis cluster dan implementasinya dengan menggunakan algoritma *fuzzy c-means* (FCM) dan *k-means* (KM) untuk mengelola data pertanian dari hasil data mining yang dilakukan. *Fuzzy c-means* (FCM) dan *k-means* (KM) diimplementasikan untuk menemukan dan membentuk klaster-klaster daerah lahan pertanian sesuai dengan jenis komoditi berdasarkan atribut-atribut pendukung yang digunakan. Hasil analisis dan implementasi dapat menyediakan informasi lahan seperti jumlah kluster, luas lahan, luas daerah, letak dan tingkat produktifitas. Hasil yang diperoleh dapat menjadi

bahan masukan dalam proses alih fungsi dan penataan lahan pertanian. Penggunaan *Open street map* merupakan solusi *open-source* yang diimplementasikan pada aplikasi dapat memberikan informasi visual daerah-daerah lahan pertanian berdasarkan klaster yang dihasilkan sehingga lebih mudah untuk dipahami (Tamalea, Sedyono, & Setiawan, 2017).

2. Rahakbauw, Ilwaru, dan Hahury pada tahun 2017 melakukan penelitian dengan judul “Implementasi *Fuzzy C-Means Clustering* Dalam Penentuan Beasiswa”. Dimana pada penelitian ini menghasilkan kesimpulan dimana Dari 14 data mahasiswa yang diperoleh, setelah diteliti dengan menggunakan metode FCM diperoleh 9 mahasiswa yang layak untuk menerima beasiswa. Setelah dibandingkan diperoleh 50% kecocokan hasil FCM dengan target, maka metode ini dapat dipertimbangkan untuk dipakai dalam penentuan kelayakan penerimaan beasiswa (Rahakbauw, Ilwaru, & Hahury, 2017).
3. Wahidah Sanusi, Ahmad Zaky, dan Besse nur Afni pada tahun 2017 melakukan penelitian dengan judul “Analisis *Fuzzy C-Means* dan Penerapannya Dalam Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan Berdasarkan Faktor-faktor Penyebab Gizi Buruk”. Adapun hasil yang diperoleh adalah dimana FCM melakukan pengelompokan dengan prinsip meminimumkan fungsi pengelompokannya dimana salah satu parameternya adalah fungsi keanggotaan dalam *fuzzy* (sebagai pembobot) yang disebut juga dengan *fuzzier*. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji metode pengelompokan dengan *Fuzzy C-Means Clustering* dan penerapannya dalam pengelompokan Kabupaten/Kota di Sulawesi Selatan berdasarkan Faktor-

faktor Penyebab Gizi Buruk yakni sarana dan tenaga kesehatan, kependudukan, perekonomian yang rendah, serta asupan gizi yang rendah. Dari hasil analisis pengelompokan *Fuzzy C-Means* dengan 2 cluster diperoleh fungsi objektif sebesar 1079141921,2224. Dimana kelompok pertama terdiri dari 18 kabupaten/kota sedangkan kelompok kedua terdiri atas 6 kabupaten (Sanusi & Zaky, 2020).

4. Nurjanna dan kawan-kawan pada tahun 2014 melakukan penelitian dengan judul “Implementasi Metode *Fuzzy C-Means* Pada Sistem *Clustering* Data Varietas Padi”. Dengan memanfaatkan data varietas padi hasil mutasi dengan sinar gamma dilakukan proses penggalian data dengan cara mengelompokkan data umur panen, anakan produktif, dan bobot 1000 menjadi 4 klaster menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means*. Dari informasi 4 klaster tersebut, dilakukan perangkingan klaster menggunakan metode Simple Additive Weighting dan diperoleh pengetahuan tentang varietas unggul berdasarkan umur panen, anakan produktif, dan bobot 1000 yaitu kuatek dengan dosis 30 krad (Nurjanah, Farmadi, & Indriani, 2014).
5. Faizal akbar pada tahun 2020 melakukan penelitian dengan judul “Pengelompokkan Data Dengan Menggunakan Metode *Fuzzy C-Means* Untuk Wilayah Rawan Bencana Tanah Longsor”. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem yang lebih terstruktur sebagai upaya mitigasi bencana longsor, yaitu dengan mengolah data tersebut menjadi suatu sistem informasi penanganan pra-bencana. Pengolahan data bencana alam yang dilakukan peneliti yaitu menggunakan teknik Data Mining, karena metode ini dapat

menjadi langkah awal dalam kegiatan mitigasi bencana melalui teknik penanganan non- fisik dengan menganalisa data historis dari data bencana longsor yang ada. Dari banyaknya konsep penganalisaan Data Mining, Clustering atau klasterisasi atau pengelompokkan yakni salah satu metode penganalisaan dengan proses partisi satu set objek data ke dalam himpunan bagian yang disebut dengan cluster. Partisi pada proses clustering tidak dilakukan secara manual melainkan dengan suatu algoritma (Pamusti, 2018). Algoritma yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah Fuzzy CMeans (FCM) (Bifawaidati, 2017). Algoritma Fuzzy C- Means memberi kebebasan dalam hal jumlah cluster yang akan dibuat. Kelebihan lainnya adalah ia dapat melakukan clustering lebih dari satu variabel secara sekaligus. Data-data beserta parameternya dapat dikelompokkan dalam beberapa cluster sesuai dengan kecenderungannya. Fuzzy C-Means juga memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan waktu komputasi yang cepat (Arista et al., 2017). diharapkan sistem informasi terkait dapat dijadikan acuan untuk antisipasi dan kewaspadaan dalam proses mitigasi peristiwa longsor serta dapat menjadi solusi atas permasalahan penanggulangan bencana tanah longsor di wilayah tersebut (Faizal Akbar, 2020).

6. Surya Agung Priambodo dan Achmad Zakki Falani pada tahun 2020 melakukan penelitian dengan judul “Pemanfaatan Data Mining Untuk Klasterisasi Potensi Produksi Beras Di Kabupaten Blitar Dengan Menggunakan Metode Fuzzy C-Means” penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daerah-daerah mana di Kabupaten Blitar yang memiliki hasil

produksi beras yang belum optimal. Sehingga nantinya perlu mendapat perhatian dan penanganan efektif dari pemerintah Kabupaten Blitar karena berkaitan dengan pengambilan kebijakan penyaluran bantuan yang dilakukan, misalnya yaitu pemberian benih, pemberian alat bantuan pertanian, dan penyuluhan petani. Dengan didukungnya pengetahuan dari data yang tersedia, harapannya nanti kebijakan yang di ambil sudah memiliki relevansi yang tepat (Surya Agung Priambodo & Acmad Zakki Falani, 2020).

7. Trissya Anjar Risqiyani dan Ayundyah Kesumawati., S.Si., M.Si pada tahun 2016 melakukan penelitian dengan judul “Pengelompokan Kabupaten Kota di Provinsi Jawa Tengah dengan Fuzzy C-Means Clustering (Studi Kasus : Jumlah Kasus Gizi Buruk, Faktor Sarana dan Tenaga Kesehatan serta Faktor Kependudukan di Jawa Tengah Tahun 2014)”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengelompokan wilayah-wilayah yang memiliki kasus gizi buruk tinggi, sarana dan tenaga kesehatan yang rendah, jumlah penduduk miskin yang tinggi dan IPM yang rendah untuk melaksanakan program pemerintah tentang kesehatan nasional. Salah satu pengelompokan yang cukup terkenal atau banyak yang digunakan adalah pengelompokan dengan Fuzzy C-Means. (Trissya Anjar Risqiyani & Ayundyah Kesumawati., S.Si., M.Si, 2016).
8. Erni Rouza dan Luth Fimawahib pada tahun 2020 melakukan penelitian dengan judul “Implementasi Fuzzy C-Means Clustering dalam Pengelompokan UKM Di Kabupaten Rokan Hulu”. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan jenis UKM yang ada di Rokan Hulu menggunakan metode Fuzzy C-Means Clustering dan membuat aplikasi berbasis Web untuk

mendata persebaran UKM yang dilengkapi dengan peta persebaran UKM. Fuzzy C-Mean Clustering (FCM) adalah teknik penclusteran data yang mana keberadaan tiap titik data dalam suatu cluster ditentukan oleh derajat keanggotaannya (Erni Rouza & Luth Fima Wahib, 2020).

9. Hinta Siti Sundari Dan Nida Ariani pada tahun 2019 melakukan penelitian dengan judul “Penerapan Data Mining Untuk Pengelompokan Penyakit Dengan Algoritma Fuzzy C-Means (Studi Kasus: UPT Puskesmas Salawu)” penelitian ini bertujuan untuk menemukan informasi mengenai pengelompokan penyakit yang diambil dari data kunjungan pasien diperlukan suatu teknik penggalian data yang tidak sedikit yaitu teknik data mining dengan menggunakan algoritma Fuzzy C-Means. Sistem ini dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan MySQL. Sedangkan metode perancangan perangkat lunak menggunakan model waterfall. Dari hasil pengujian sistem menghasilkan 4 cluster dengan nilai akurasi yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu sebesar 76% dan nilai PCI 0.6154.
10. Adrian Firmansyah, Aprilia Lutviana Dewi, Emalia Septiani Hirma, M. Bagus Adji Briliyanto, Muti Nurjannah, dan Rani Nooraenipada tahun 2020 melakukan penelitian dengan judul “Pengelompokan Titik Wilayah di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Berdasarkan Kualitas Udara Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means”. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan wilayah-wilayah di Provinsi DIY berdasarkan data kualitas udara yang terekam pada 75 titik amatan agar diperoleh gambaran umum karakteristik wilayah tertentu dengan masalah pencemaran udara spesifik

meliputi gas pencemar CO, SO₂, NO₂, dan O₃. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari Kementerian Lingkungan Hidup Provinsi DIY, sedangkan metode yang digunakan adalah fuzzy c-means clustering (Adrian Firmansyah, Aprilia Lutviana Dewi, Emalia Septiani Hirna, M. Bagus Adji Briliyanto, Muti Nurjannah, & Rani Nooraeni, 2020).

11. Dary Daris Abdurrahman, Fahrul Agus, Gubtha Mahendra Putra. 2021. Implementasi Algoritma Partitioning Around Medoids (PAM) untuk Mengelompokkan Hasil Produksi Komoditi Perkebunan (Studi Kasus: Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur). Penelitian ini menggunakan metode clustering Partitioning Around Medoids (PAM) dengan 3 distance measure yakni Euclidean Distance, Manhattan Distance, dan Chebyshev Distance. Untuk mengukur kualitas hasil cluster digunakan metode Silhouette Coefficient (SC). Semakin besar nilai SC, semakin baik kualitas cluster. Dari 3 kali uji coba dengan menggunakan 3 cluster, 5 cluster, dan 7 cluster diperoleh nilai rata-rata SC terbesar pada uji coba 5 cluster dengan nilai SC 0.954701931 pada distance measure Manhattan Distance (Abdurrahman, Agus, & Putra, 2021).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Hasil

Hasil penelitian implementasi algoritma Fuzzy C-Means (FCM) pada produktivitas hasil perkebunan di Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat memberikan kontribusi penting dalam pemahaman pola distribusi hasil perkebunan dan pengambilan keputusan terkait pertanian serta perencanaan wilayah. Pengelompokan berdasarkan karakteristik produktivitas menjadi dasar untuk mengoptimalkan pertanian di kabupaten tersebut, dengan 5 kluster yang menggunakan 3 parameter utama: nama wilayah, luas lahan, dan jumlah produksi untuk berbagai jenis tanaman seperti Kelapa Dalam, Kelapa Hibrida, Kopi Robusta, Kakao, dan Kemiri.

Hasil pengelompokan data produktivitas pertanian ini sangat relevan dalam konteks pertanian dan perencanaan wilayah di Kabupaten Polewali Mandar. Informasi tentang karakteristik produktivitas di setiap kluster dapat digunakan oleh pemerintah daerah dan pihak terkait untuk mengalokasikan sumber daya dan mengembangkan sektor pertanian. Keputusan terkait anggaran, program pertanian, dan perencanaan wilayah dapat diambil dengan lebih efektif berdasarkan pemahaman yang lebih mendalam tentang situasi pertanian di masing-masing kecamatan.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat dilanjutkan untuk memperoleh hasil yang lebih actual atau berdasarkan kondisi sebenarnya.
2. Adanya kajian terkait penambahan parameter lainnya terhadap implementasi algoritma *Fuzzy C-Means* dalam mengelompokkan kecamatan berdasarkan produktivitas hasil perkebunan di Kabupaten Polewali Mandar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, D. D., Agus, F., & Putra, G. M. (2021). Implementasi Algoritma Partitioning Around Medoids (PAM) untuk Mengelompokkan Hasil Produksi Komoditi Perkebunan (Studi Kasus: Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur). *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*.
- Ahmadi, A., & Hartati, S. (2013). Penerapan Fuzzy C-Means dalam Sistem Pendukung Keputusan untuk Penentuan Penerima Bantuan Langsung Masyarakat (BLM) PNPMMPd (Studi Kasus PNPM-MPd Kec. Ngadirojo Kab. Pacitan). *Berkala MIPA*.
- Herwindo. (2017). Pembakuan Statistik Perkebunan. *Litbang Pertanian RI*.
- Muliah, S., & Pasambe, D. (2021). Prospek Pengembangan Pertanian di Propinsi Sulawesi Barat. *Jurnal Litbang Pertanian*.
- Nurjanah, Farmadi, A., & Indriani, F. (2014). Implementasi Metode Fuzzy C-Means pada Sistem Clustering Data Varietas Padi. *Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer*, Vol. 01, No. 01, pp. 23–32.
- Nurjannah, Farmadi, A., & Indriani, F. (2014). Implementasi Metode Fuzzy C-Means Pada Sistem Clustering Data Varietas Padi. *Kumpulan jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*.
- Poerwanto, B., & Fa'rifah, R. Y. (2016). Analisis Cluster Menggunakan Algoritma K-Means. *Jurnal Ilmu Teknologi Informatika*, Vol. 6.
- Rachman, A., Aden, & Rusdiana, Y. (2019). Analisis Cluster Menggunakan Algoritma K-Means Cluster Untuk Clustering Jenis Penyakit Menular Pada Puskesmas Di Kecamatan Kota Tangerang. *Junral Sainatika Unpam*, Vol. 2, No. 1.
- Rahakbauw, D. L., Ilwaru, V. Y., & Hahury, M. J. (2017). Implementasi Fuzzy C-Means Clustering Dalam Penentuan Beasiswa. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*.
- Rahakbauw, Ilwaru, & Hahury, M. H. (2017). Implementasi Fuzzy C-Means Clustering Dalam Penentuan Beasiswa. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*.

- Sankoh, A. S., Musthafa, A. R., Rosadi, M. I., & Arifin, A. Z. (2015). Klasterisasi Jenis Musik Menggunakan Kombinasi Algoritma Neural Network, K-Means dan Particle Swarm Optimization. *Jurnal Buana Informatika*, Volume 6, Nomor 3.
- Sankoh, A. S., Musthafa, A., Rosidi, I. M., & Arifin, A. Z. (2015). Klasterisasi Jenis Musik Menggunakan Kombinasi Neural Network, K-Means dan Particle Swarm Optimization. *Journal Buana Informatika*.
- Sanusi, W., & Zaky, A. (2020). Analisis Fuzzy C-Means dan Penerapannya Dalam Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan Berdasarkan Faktor-faktor Penyebab Gizi Buruk. *OJS UNM*.
- Setiawan, R. (2021, November 17). *Black Box Testing Untuk Menguji Perangkat Lunak*. Retrieved from Dicoding Indonesia: <https://www.dicoding.com/blog/black-box-testing/>
- Solichin, A. (2021). Pemrograman Web dengan PHP dan MySQL. *Reserach Gate*.
- Tamaela, J., Sedyono, E., & Setiawan, A. (2017). Cluster Analysis Menggunakan Algoritma Fuzzy C-means dan K-means Untuk Klasterisasi dan Pemetaan Lahan Pertanian di Minahasa Tenggara. *Jurnal Buana Informatika*, Volume 8, Nomor 3.
- Tamalea, J., Sedyono, E., & Setiawan, A. (2017). Cluster Analysis Menggunakan Algoritma Fuzzy C-means dan K-means Untuk Klasterisasi dan Pemetaan Lahan Pertanian di Minahasa Tenggara. *Jurnal Buana Informatika*, Volume 8, Nomor 3 : 151-160.