

Algoritma *K-Medoids* Untuk Prediksi Hasil Produksi Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Curah Hujan

Vivi Nur Alaeyda¹, Lukman Bachtiar²

^{1,2}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Darwan Ali

¹vivinurlyda@gmail.com, ²lukman.bachtiar@gmail.com

Abstract

Oil palm is a variety of plantation crops that have an important role in the agricultural sector. Even so, there are several problems that are still unknown, one of which is the effect of rainfall on oil palm fruit yields. To understand the relationship between rainfall and oil palm yields, the clustering method uses the K-Medoids algorithm. The clustering method with the K-Medoids algorithm is used to classify oil palm yield data based on the rainfall that occurs. The purpose of using this algorithm is to determine the highest level of yield or production at PT. Sarana Titian Permata 2. In this study, the clustering results showed that there were four clusters produced. Based on performance testing, the best cluster chosen is 4 clusters. The selection of this cluster is based on the lowest Davies Bouldin Index (DBI) value obtained, which is -0.773 and the cluster results are obtained from data that has been grouped into four clusters. cluster 0 consists of 39 data, cluster 1 consists of 27 data, cluster 2 consists of 17 and cluster 3 consists of 13 data. By selecting this cluster, it is possible to identify oil palm yield groups that have better performance in relation to rainfall. This research provides a better understanding of the relationship between rainfall and oil palm yields in 2022 at PT. Sarana Titian Permata 2. By knowing the best clusters, efforts can be made to increase the productivity and efficiency of palm oil production based on existing rainfall conditions.

Keywords: K-medoids Algorithm; Rainfall; Oil Palm; DBI Performance

Abstrak

Kelapa sawit merupakan salah satu ragam tanaman perkebunan yang mempunyai peran penting dalam sektor pertanian. Meskipun demikian, terdapat beberapa masalah yang masih belum diketahui, salah satunya adalah pengaruh curah hujan terhadap hasil panen buah kelapa sawit. Untuk memahami hubungan antara curah hujan dan hasil panen kelapa sawit, maka metode klusterisasi menggunakan algoritma K-Medoids. Metode klusterisasi dengan algoritma K-Medoids digunakan untuk mengelompokkan data hasil panen kelapa sawit berdasarkan curah hujan yang terjadi. Tujuan dari penggunaan algoritma ini adalah untuk menentukan tingkat hasil panen atau produksi yang tertinggi di PT. Sarana Titian Permata 2. Dalam penelitian ini, hasil klusterisasi menunjukkan bahwa terdapat empat klaster yang dihasilkan. Berdasarkan pengujian performa, klaster terbaik yang dipilih adalah 4 klaster. Pemilihan klaster ini didasarkan pada nilai Davies Bouldin Index (DBI) terendah yang diperoleh, yaitu sebesar -0,773 dan hasil cluster yang didapatkan dari data yang telah dikelompokkan menjadi empat cluster. cluster 0 terdiri dari 39 data, cluster 1 terdiri dari 27 data, cluster 2 yang terdiri dari 17 dan cluster 3 terdiri dari 13 data. Dengan memilih klaster ini, dapat mengidentifikasi kelompok hasil panen kelapa sawit yang memiliki performa yang lebih baik dalam hubungannya dengan curah hujan. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang hubungan antara curah hujan dan hasil panen kelapa sawit pada tahun 2022 di PT. Sarana Titian Permata 2. Dengan mengetahui klaster terbaik, dapat dilakukan upaya untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi kelapa sawit berdasarkan kondisi curah hujan yang ada.

Kata kunci: Algoritma K-medoids, Curah Hujan, Kelapa sawit, Performa DBI

1. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan salah satu ragam tanaman perkebunan yang mempunyai peran penting dalam sektor pertanian [1]. Kelapa sawit juga tanaman yang termasuk pada golongan *palmae* alam tropis Indonesia yang beriklim tropis[2]. Perkiraan kematangan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit adalah bagian penting dalam pengelolaan panen kelapa sawit. Pengelolaan tanaman yang bagus dan berpotensi produksi tinggi tidak akan ada yang namanya apabila panen yang dilakukan tidak secara ideal atau terbaik. Terdapat beberapa aspek-aspek yang diprediksi berdampak pada penurunan produktivitas tanaman buah kelapa sawit seperti umur tanaman, jenis pupuk, curah hujan, tinggi-rendahnya permukaan tanah, jumlah wilayah tanaman perbloknya, sistem pengamanan produksi dan sistem panen pada aspek pemicu turunnya produksi yaitu buah busuk dan buah mentah yang dipanen [3].

Aspek yang sangat mempengaruhi tanaman kelapa sawit yaitu curah hujan, karena Menurut Hartley curah hujan dalam kesesuaian lahan kelapa sawit yang baik untuk per tahunnya yaitu mencapai sekitar 2000-2500 mm dan untuk curah hujan bulanan tidak ada yang di bawah 100 mm [4]. Kelembaban yang cukup akan mempengaruhi perkembangan tandan buah kelapa sawit. Jika curah hujan terlalu tinggi, terutama pada musim hujan yang berkepanjangan bisa menyebabkan tanah menjadi terlalu basah dan berdampak negatif sehingga tidak memaksimalkan produksi kegiatan panen [5].

Permasalahan yang mempengaruhi pada hasil panen produksi kelapa sawit yaitu tidak menentunya hasil kematangan buah sawit yang setiap bulannya. Maka dengan menurunnya curah hujan akan berdampak pada hasil kematangan buah kelapa sawit seperti kurang matang atau menjadi busuk. Penelitian ini diperlukannya pengelompokkan jumlah panen buah kelapa sawit dalam produksi tingkat kematangan buah kelapa sawit yang perbulannya berdasarkan curah hujan, dengan menggunakan analisis klasterisasi dalam *data mining*.

Data mining adalah proses penggalian atau pengumpulan informasi pada sebuah data penting dengan kadar besar dan menggunakan berbagai macam bidang ilmu didalamnya seperti *artificial intelligence*, *machine learning* atau pembelajaran mesin, teknik statistika maupun matematika [6]. *Data mining* juga merupakan proses berpola yang dibuat mengecek sejumlah data besar dengan menggunakan proses klasifikasi, asosiasi, estimasi/prediksi hingga *clustering* [7]. Algoritma yang digunakan pada penelitian ini ialah *clustering* algoritma *k-medoids* yang menjadi suatu metode pengelompokkan dalam *data mining*[8]. Algoritma *clustering k-medoids* menetapkan objek pada gabungan objek untuk mewakili suatu cluster dan cukup efektif untuk data set yang kecil [9]. Berikut

formula yang digunakan untuk menghitung jarak dengan *Euclidean Distance*[10] :

$$Distance(p, q) = \left(\sum_k^n \mu_k |Pk - qk|^r \right)^{1/r}$$

Keterangan :

n = Jumlah record data

k = urutan field data

r = pangkat 2

μ_k = bobot field yang diberikan

Untuk menemukan cluster dalam objek, algoritma *k-medoids clustering* menggunakan strategi dasar untuk menemukan objek yang representatif untuk tiap klaster[11]. Medoid adalah objek yang mewakili setiap klaster. Medoid terbentuk dengan menempatkan setiap objek ke medoid awal yang terdekat dan menggunakan ukuran kesamaan atau kemiripan untuk membuat klaster[12]. Berikut jarak antara objek dan medoid awal didefinisikan sebagai:

$$\sum_{i=1}^n d_{ij} C_{ij}$$

karena semua objek harus ditempatkan ke medoid terdekat[13], rumus jarak total adalah sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} C_{ij}$$

dimana dalam fungsi tersebut merupakan fungsi objektif yang harus diminimalkan dalam metode ini. Setiap objek yang bukan medoid dikelompokkan ke dalam kelompok dengan medoid terdekat dengan dirinya[14]. Setelah inisialisasi pemilihan medoid awal secara sembarang, algoritma yang ada secara berulang berusaha untuk menemukan pilihan medoid lain yang lebih baik.

Berikut adalah langkah-langkah algoritma *k-medoids*[15]:

- 1) Memulai pusat cluster sebanyak k (jumlah cluster),
- 2) Membagi setiap data (objek) ke cluster terdekat dengan menemukan persamaan ukuran jarak Euclidian,
- 3) Mencari objek secara acak pada masing-masing cluster dengan medoids potensial,
- 4) Perkirakan jarak setiap objek pada tiap cluster dengan medoids potensial,
- 5) Menghitung nilai total simpangan (S) dan
- 6) Cluster ditemukan bersama dengan anggota masing-masing, dan ulangi langkah 3 sampai 5 agar tidak terjadi perubahan medoids.

Metode *k-medoids* digunakan pada penelitian ini untuk mengelompokkan hasil panen kelapa sawit pada tingkat kematangan tandan buah segar produksi per bulan berdasarkan curah hujan. Tujuan dan hasil yang diinginkan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan klasterisasi tingkat kematangan kelapa sawit berdasarkan pengaruh curah hujan. Dengan melakukan penelitian ini, diharapkan PT Sarana Titian Permata 2 dapat memiliki sistem

prediksi yang lebih akurat dan dapat membantu perusahaan dalam mengambil keputusan yang tepat terkait perencanaan panen buah sawit.

2. Metode Penelitian

2.1 Pengumpulan Dataset

Dataset yang akan digunakan yaitu data hasil panen atau produksi buah kelapa sawit yang perbulannya dalam tahun 2022 dengan jumlah data sebanyak 96 data. Data tersebut diklasifikasikan dengan data sub divisi, brondolan, berat tandan buah segar (TBS) dan data curah hujan yang didapatkan dari <https://www.bmkg.go.id/cuaca/prakiraan-cuaca-indonesia>. Dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut

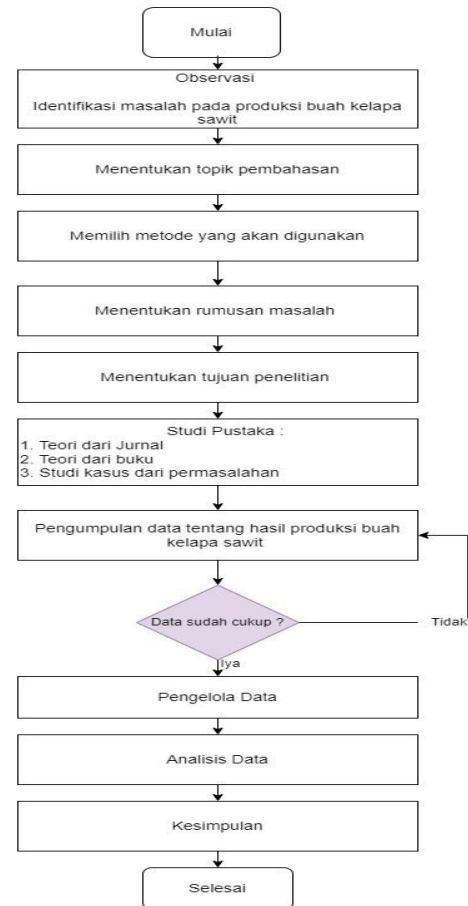
Tabel 1. Dataset sebelum diuji

No	Bulan	Sub divisi	Brondolan	Berat TBS	Curah Hujan
1	Januari	1A	13445	136430	302,3
2	Januari	1B	15825	148840	302,3
3	Januari	2A	16462	129080	302,3
4	Januari	2B	10875	119440	302,3
5	Januari	3A	8585	93060	302,3
...	...	...	...	...	...
96	dese mber	C3	8585	93060	145,3

Dataset diatas merupakan gambaran untuk melakukan klusterisasi atau pengelompokkan dengan menggunakan metode algoritma *k-medoids* dengan dataset keseluruhan sebanyak 96 data.

2.2 Metode Penelitian

Berikut adalah metode atau alur penelitian dalam proses melakukan klusterisasi pada metode *k-medoids* dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram penelitian

Berikut penjelasan mengenai diagram alur dalam penelitian pada gambar 1 diatas

- Pada tahap pertama adalah observasi yang mana dalam tahap observasi ini hal-hal yang dilakukan seperti identifikasi masalah. Dalam identifikasi masalah berkaitan dengan masalah apa saja yang ada dihasil produksi buah kelapa sawit seperti masalah pada keefektifan hasil produksi tingkat kematangan buah kelapa sawit yang berdasarkan curah hujan (kemarau dan hujan).
- Setelah menemukan hasil mengidentifikasi masalah yang ada maka tahap selanjutnya menentukan topik pembahasan, jadi dalam topik pembahasan pada penelitian ini berkaitan dengan hasil produksi buah kelapa sawit ini akan menjadi topik yang sesuai dengan permasalahan yang ada.
- Setelah mendapatkan topik pembahasan maka selanjutnya menentukan metode yang digunakan, untuk metode yang cocok dalam pengelompokkan hasil produksi buah kelapa sawit maka metode yang digunakan yaitu metode *k-medoids*.

- d. Selanjutnya tahap menentukan rumusan masalah, mencari rumusan masalah yang sesuai dengan topik dan sesuai dengan metode seperti Bagaimana menerapkan metode k-medoids dalam produksi hasil buah sawit pada PT Sarana Titian Permata 2.
- e. Tahap selanjutnya adalah menentukan tujuan dari penelitian seperti dari rumusan masalah didapatkan tujuan yaitu untuk mengetahui penerapan metode k-medoids dalam produksi hasil buah sawit pada PT Sarana Titian Permata 2.
- f. Setelah mendapatkan tujuan maka tahap selanjutnya ialah studi pustaka yang mana digunakan untuk mencari sumber-sumber dari buku yang berkaitan dengan topik penelitian selain buku juga terdapat sumber dari jurnal-jurnal penelitian terdahulu yang menunjang penelitian ini, selain itu juga studi pustaka berkaitan dengan kasus dari permasalahan yang diambil oleh peneliti
- g. Langkah selanjutnya adalah pengumpulan data. Pada pengumpulan data apa saja yang dibutuhkan maka dilakukan pada tahapan ini, misal data yang dibutuhkan sesuai dengan topik dan metode yaitu data hasil produksi buah kelapa sawit yang berhubungan dengan tingkat kematangan per bulannya dari beberapa divisi maka dapat dijadikan sampel dalam penelitian dan perhitungan di penelitian ini.
- h. Apabila data yang dikumpulkan sudah cukup maka lanjut ketahap berikutnya yaitu pengelolaan data yang mana data yang dikumpulkan tersebut dikelola dengan baik setelah itu baru ke tahap selanjutnya.
- i. Tahapan analisis data setelah data di analisis apakah data tersebut menghasilkan hasil yang sesuai atau tidak jika tidak maka dianalisis kembali dan jika sudah maka langsung lanjut ke tahap berikutnya.
- j. Tahap terakhir yaitu kesimpulan yang mana pada tahap ini hasil akhir yang didapat dalam penelitian ini.

dikodekan dengan angka 0. Berikut ialah data setelah diproses processing dapat dilihat pada tabel 2.

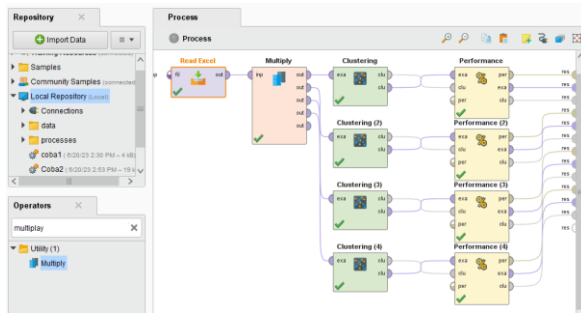
Tabel 2. Proses processing

no	Sub divisi	brondolan	Berat TBS	Curah hujan
1	januari 1A	13445	136430	1
2	januari 1B	15825	148840	1
3	januari 2A	16462	129080	1
4	januari 2B	10875	119440	1
5	januari 2C	8585	93060	1
6	februari 3B	1615	137200	0
7	februari 3C	5400	148340	0
8	maret 1A	4559	166130	0
9	maret 1B	28790	54060	0
10	maret 3B	0	154860	0
...	...	...	...	...
96	desember 3C	8585	93060	0

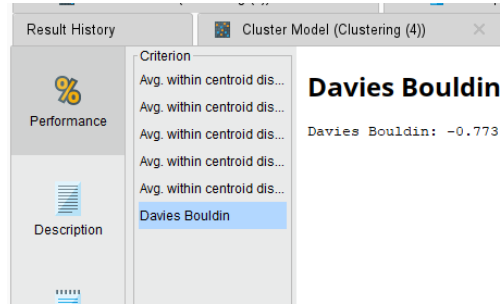
Setelah dilakukan *pre-processing*, kemudian dijalankan menggunakan software *RapidMiner*. Proses pengujian menggunakan *RapidMiner* dengan pemodelan dimana data set yang digunakan dihubungkan dengan *multiply* agar data yang sama dapat digunakan untuk pengujian dengan model yang berbeda-beda. Model atau percobaan yang diujikan ada 4 model yaitu algoritma *k-medoids* dengan jumlah cluster 2,3,4 dan 5. Dengan mencoba sebanyak 4 kali percobaan untuk melihat *performance* yang paling baik. Proses pemodelan tersebut dapat dilihat pada gambar 2. *Multiply* pada gambar 2 merupakan operator yang digunakan untuk dapat memproses semua operator Algoritma K-Medoids2, K-Medoids3, K-Medoids4, dan K-Medoids5 secara bersamaan sesuai dengan nilai K yang diberikan. Selanjutnya pengujian *performance* digunakan untuk mengetahui nilai performa dari analisis data menggunakan Algoritma K-Medoids dengan menghasilkan nilai performa Davies Bouldin Index (DBI), yang tujuannya untuk mendapatkan nilai DBI terbaik dilakukan dengan menentukan nilai K dari K=2 hingga K=5. Berikut ialah proses pengujian dalam software *rapidminer* dapat dilihat pada gambar 2.

3. Hasil dan Pembahasan

Sebelum melakukan proses klasterisasi data dilakukan *pre-processing* terlebih dahulu. Adapun data valid yang akan diolah atau dikelompokkan dapat dilihat pada tabel 1. Pada dataset yang diolah adalah sebanyak 96 data dengan 4 atribut yaitu Sub Divisi yang menjadi label atau id, kemudian atribut dengan tipe data integer antara lain Brondolan, Berat TBS Grading, dan curah hujan. Sebelumnya curah hujan isinya berupa kategori sedang mencapai sekitar 100-300 mm dan tinggi mencapai hingga 300 – 500 mm yang diubah menjadi symbol atau kode. Pada curah hujan tinggi di kodekan dengan angka 1, sedangkan curah hujan sedang



Gambar 2. Analisis data ke software



Gambar 3. Hasil DBI terbaik

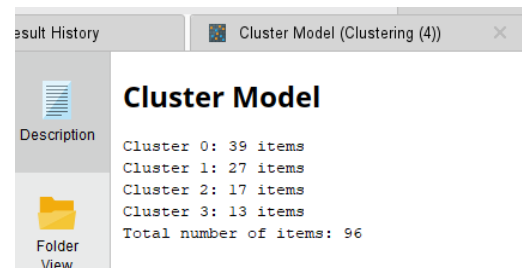
Pengolahan dataset hasil produksi sawit perhitungan menggunakan Algoritma *K-Medoids* pada software Rapidminer. Perhitungan algoritma k-medoids yang dilakukan dengan menggunakan 4 kali percobaan. Pada perhitungan awal Algoritma K-medoids, nilai K yang dibentuk adalah 2 kelompok sehingga menghasilkan 2 *cluster* dalam pembagian partisinya. Selanjutnya, pada penentuan nilai K=3 menghasilkan 3 *cluster* dalam pembagian partisinya. Seterusnya dilakukan pada pembentukan nilai K=4 dengan 4 *cluster* dan K=5 yaitu 5 *cluster*.

Pengujian Performa atau akurasi dengan menggunakan DBI pada Rapidminer mulai dari nilai K=2 pada operator K-Medoids sampai K=5 pada gambar 3 menghasilkan nilai performa seperti dibawah ini:

1. Dengan pembentukan kelompok K=2 diperoleh performa Davies Bouldin Index: -0.797
2. Dengan pembentukan kelompok K=3 diperoleh performa Davies Bouldin Index: -0.774.
3. Dengan pembentukan kelompok K=4 diperoleh performa Davies Bouldin Index: -0.773.
4. Dengan pembentukan kelompok K=5 diperoleh performa Davies Bouldin Index: -0.778.

Dalam konteks pengelompokkan menggunakan metode K-Medoids, semakin kecil nilai DBI yang diperoleh (non-negatif ≥ 0), maka semakin baik pula kualitas cluster yang terbentuk. Penelitian yang dilakukan oleh Davies dan Bouldien juga mengungkapkan bahwa jumlah cluster terbaik adalah yang memiliki indeks terkecil di antara cluster lainnya. Oleh karena itu, berdasarkan pengujian performa yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penentuan nilai K=4 menghasilkan performa terbaik dengan nilai DBI terkecil, yaitu -0.773, dibandingkan dengan nilai K=2, K=3, dan K=5. Hasil performa Davies Bouldin Index pada K=3 dapat dilihat pada Gambar 3.

Dalam pemodelan yang terbentuk dengan 4 cluster, diperoleh hasil dari data yang telah dikelompokkan menjadi empat cluster, yaitu cluster 0, cluster 1, cluster 2 dan cluster 3. Jumlah data pada masing-masing cluster adalah sebagai berikut: cluster 0 terdiri dari 39 data, cluster 1 terdiri dari 27 data, cluster 2 terdiri dari 17 dan cluster 3 terdiri dari 13 data. Hasil ini didapatkan melalui penggunaan algoritma K-Medoids menggunakan aplikasi *RapidMiner*, yang dapat dilihat pada Gambar 4. Analisis tersebut memberikan gambaran yang lebih jelas tentang distribusi data dalam setiap cluster yang terbentuk dalam pemodelan menggunakan aplikasi *RapidMiner*. berikut ialah hasil cluster model tersebut.



Gambar 4. Hasil cluster model

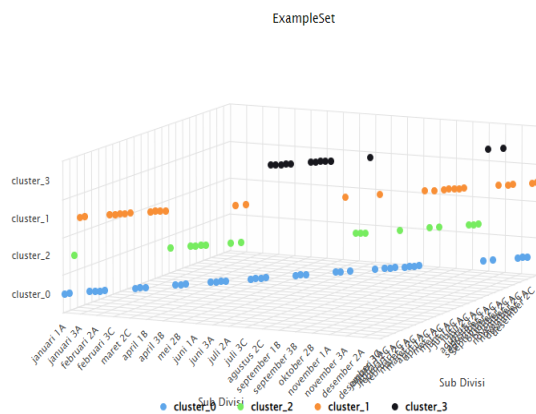
Lalu berikutnya adalah tampilan dari seluruh data yang sudah dilakukan tahap proses Clustering menggunakan Algoritma K-medoids dengan Nilai K=4. Hasil dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil cluster terpilih

no	Sub divisi	brondolan	Berat TBS	Curahujan	Cluster
1	januari 1A	136430	13445	1	cluster_0
2	januari 1B	148840	15825	1	cluster_0
3	januari 2A	129080	16462	1	cluster_2
4	januari 2B	119440	10875	1	cluster_1
5	januari 3C	133860	13323	1	cluster_0
6	februari 1A	146210	5776	0	cluster_0

7	februari 1B	106120	9880	0	cluster_1
8	februari 2A	103885	4338	0	cluster_1
9	februari 2B	113454	5039	0	cluster_1
...	...	...	...	...	...
96	desember 3C	93060	8585	0	cluster_1

Berikut adalah tingkatan kelompok data dapat diidentifikasi melalui proses analisis data yang terdapat pada gambar 5.



Gambar 5. Tingkatan cluster

Dalam analisis tersebut, ditemukan empat kluster yang memiliki karakteristik yang berbeda. Setiap kluster ditunjukkan dengan warna yang berbeda untuk mempermudah pemahaman visual. Pertama, kluster 1 menunjukkan karakteristik dengan warna jingga. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat sekelompok data yang memiliki kesamaan dalam atribut atau sifat tertentu yang mencirikan warna jingga. Kedua, kluster 2 ditunjukkan dengan warna hijau. Kluster ini menggambarkan kelompok data yang memiliki atribut atau sifat yang serupa dan tercermin dalam warna hijau. Selanjutnya, kluster 3 menunjukkan warna hitam. Ini menandakan bahwa terdapat sekelompok data lain yang memiliki kesamaan dalam atribut atau sifat tertentu yang ditandai dengan warna hitam. Terakhir, kluster 0 ditunjukkan dengan warna biru. Kluster ini mewakili sekelompok data yang memiliki karakteristik yang khas dan dapat diidentifikasi melalui warna biru. Dengan demikian, melalui analisis data pada Gambar 6. Sehingga dapat dipahami bahwa terdapat empat kluster yang mewakili kelompok data dengan ciri-ciri yang berbeda, yang ditunjukkan oleh warna jingga, hijau, hitam, dan biru.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Menggunakan metode k-medoids dalam klasterisasi data produksi hasil buah sawit di PT Sarana Titian Permata 2 dengan dataset yang diolah sebanyak 96 data, diperoleh pengelompokkan terbaik berdasarkan DBI terendah yaitu -0,773 dengan pengelompokkan sebanyak 4 kluster.
- Algoritma *k-medoids* melakukan pengelompokkan produksi buah sawit berdasarkan curah hujan menjadi 4 kelompok Hasil pengklasteran yang diperoleh dari 4 kelompok yaitu pada Cluster_0 sebanyak 39 items, cluster_1 = 27 items, cluster_2 = 17 items, dan cluster_3 = 13 items.
- Pengelompokkan yang dilakukan pada data produksi hasil buah sawit diketahui data produksi tertinggi. Adapun kluster dengan hasil panen tertinggi terdapat pada Cluster_3. Berdasarkan curah hujan kelompok tertinggi yang terletak pada cluster_3 curah hujan yang diketahui adalah “sedang”. Adapun curah hujan pada kelompok lain yang terbentuk curah hujan yang diketahui adalah “tinggi”.

Daftar Rujukan

- N. N. Duakajui, F. Juita, and I. E. Anshori, “ANALISIS EKONOMI PENDAPATAN USAHA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT (Elais guineensis J) DESA SUKOMULYO KECAMATAN SEPAKU KABUPATEN PETAJAM PASER UTARA,” *Paradig. Agribisnis*, vol. 4, no. 2, 2022, doi: 10.33603/jpa.v4i2.6790.
- A. A. Thoha and . Sudradjat, “Pengelolaan Panen Kelapa Sawit (Elais guineensis Jacq.) di Kebun Adolina, Sumatera Utara,” *Bul. Agrohorti*, vol. 5, no. 2, 2017, doi: 10.29244/agrob.v5i2.16793.
- F. Nasari, D. H. Tanjung, and F. Handayani, “Optimasi Metode K-Means dan K-Medoids Berdasarkan Jumlah Cluster dan Nilai DBI Dalam Pengelompokkan Produksi Kelapa Sawit Di Provinsi Riau,” vol. 7, no. 2, 2023.
- J. Junaedi, “PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP PRODUKSI KELAPA SAWIT PADA BERBAGAI UMUR TANAMAN,” *Agroplanta J. Ilm. Terap. Budid. dan Pengelolaan Tanam. Pertan. dan Perkeb.*, vol. 10, no. 2, 2021, doi: 10.51978/agro.v10i2.290.
- Barus, “Pengaruh Curah Hujan dan Hari Hujan Terhadap Produksi Kelapa Sawit Berumur 8, 16 dan 19 Tahun di Kebun Bah Jambi PT. Perkebunan Nusantara IV Persero,” *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., vol. 4, no. 1, 2021.
- S. Yunita and Nurahman, “Metode Klasifikasi Data Mining Algoritma C4.5 dan Part untuk Prediksi Waktu Kelulusan Mahasiswa di Universitas Darwan Ali,” *Teknol. infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 3, no. 9, 2020.
- A. Supriyadi, A. Triayudi, and I. D. Sholihati, “Perbandingan Algoritma K-Means Dengan K-Medoids Pada Pengelompokan Armada Kendaraan Truk Berdasarkan Produktivitas,” *JIPi (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.)*, vol. 6, no. 2, pp. 229–240, 2021, doi: 10.29100/jipi.v6i2.2008.
- Z. Mustofa and I. S. Suasana, “Algoritma Clustering K-Medoids Pada E-Government Bidang Information And Communication,” *J. Teknol. dan Komun.*, vol. 9, 2018.
- R. Alawiyah, A. Mahmudi, and S. Achmadi, “Penerapan Metode K-Medoid Pada Analisis Respon Emosi Marah Wanita Pandalungan Berbasis Web,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 1, pp. 126–133, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i1.4508.

- [10] Y. Miftahuddin, S. Umaroh, and F. R. Karim, "PERBANDINGAN METODE PERHITUNGAN JARAK EUCLIDEAN, HAVERSINE, DAN MANHATTAN DALAM PENENTUAN POSISI KARYAWAN," *J. Tekno Insentif*, vol. 14, no. 2, 2020, doi: 10.36787/jti.v14i2.270.
- [11] E. Rahmah, E. Haerani, A. Nazir, and S. Ramadhani, "Penerapan Algoritma K-Medoids Clustering Untuk Menentukan Strategi Promosi Pada Data Mahasiswa (Studi Kasus : Stikes Perintis Padang)," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 3, 2022, doi: 10.32672/jnkti.v5i3.4355.
- [12] M. A. Nahdliyah, T. Widiharir, and A. Prahutama, "Metode K-Medoids Clustering dengan Validasi Silhouette Index dan C-Index," *J. Gaussian*, vol. 8, no. 2, 2019.
- [13] R. E. Sihombing, D. Rachmatin, and J. A. Dahlan, "Program Aplikasi Bahasa R Untuk Pengelompokan Objek Menggunakan Metode K-Medoids Clustering," *J. EurekaMatika*, vol. 7, no. 1, 2019.
- [14] A. K. Wardhani, "Penerapan Algoritma Partitioning Around Medoids Untuk Menentukan Kelompok Penyakit Pasien (Studi Kasus : Puskesmas Kajen Pekalongan)," *J. Kaji. Ilmu dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [15] A. upi Fitriyadi, "Analisis Algoritma K-Means dan K-Medoids Untuk Clustering Data Kinerja Karyawan Pada Perusahaan Perumahan Nasional," *KILAT*, vol. 10, no. 1, 2021, doi: 10.33322/kilat.v10i1.1174.