



Terbit online pada laman web jurnal: <http://jemst.ftk.uinjambi.ac.id/>  
**Jurnal Of Education in Mathematics, Science, and Technology**  
 ISSN: E-ISSN: 2614-1507

**JEMST**  
 JOURNAL OF EDUCATION IN MATHEMATICS, SCIENCE, AND TECHNOLOGY

## PENERAPAN METODE *K-MEANS CLUSTERING* DALAM PENGELOMPOKAN HASIL PRODUKSI PABRIK KELAPA SAWIT DI PERAWANG

Lira Maylia Purwaningsih<sup>1</sup>, Rahmawati<sup>2</sup>, Rahmadeni<sup>3</sup>, Aprijon<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Jl. H.R. Soebrantas No. 155, KM. 15, Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia

Korespondensi: [rahmawati@uin-suska.ac.id](mailto:rahmawati@uin-suska.ac.id)

### ABSTRAK

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) menghasilkan data produksi yang terus bertambah dan memiliki karakteristik yang beragam, sehingga diperlukan suatu metode untuk mengelompokkan data berdasarkan tingkat kemiripannya. Penelitian ini bertujuan menerapkan metode K-Means Clustering untuk mengelompokkan data hasil produksi PT Perawang Agro Sejahtera periode 01 November 2025 sampai 24 Januari 2026 berdasarkan variabel Tandan Buah Segar (TBS), Crude Palm Oil (CPO), Kernel, dan Cangkang. Tahapan penelitian meliputi normalisasi data menggunakan metode Min-Max, penentuan jumlah cluster, penentuan centroid awal, perhitungan jarak menggunakan Euclidean Distance, serta proses iterasi hingga mencapai kondisi konvergen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses clustering mencapai konvergen pada iterasi ke-7 dan menghasilkan tiga cluster, yaitu produksi tinggi sebanyak 46 data, produksi sedang sebanyak 1 data, dan produksi rendah sebanyak 27 data. Hasil pengelompokan ini dapat digunakan sebagai informasi pendukung dalam evaluasi, monitoring, dan pengambilan keputusan untuk meningkatkan efisiensi serta menjaga kestabilan produksi perusahaan.

**Kata Kunci:** Hasil Produksi, *K-Means Clustering*, Pabrik Kelapa Sawit.

### ABSTRACT

*Palm Oil Mills (PKS) generate an ever-increasing volume of production data with diverse characteristics, necessitating a method to group the data based on similarity levels. This study aims to apply the K-Means Clustering method to categorize the production data of PT Perawang Agro Sejahtera for the period of November 1, 2025, to January 24, 2026, based on the variables of Fresh Fruit Bunches (FFB), Crude Palm Oil (CPO), Kernel, and Shell. The research stages include data normalization using the Min-Max method, determining the number of clusters, establishing initial centroids, calculating distances using Euclidean Distance, and conducting iterative processes until convergence is reached. The results show that the clustering process converged at the 7th iteration and yielded three clusters: a high-production cluster consisting of 46 data points, a medium-production cluster with 1 data point, and a low-production cluster with 27 data points. These clustering results can serve as supporting information for evaluation, monitoring, and decision-making to enhance efficiency and maintain the company's production stability.*

**Keywords:** Production Yield, *K-Means Clustering*, Palm Oil Mill.

## 1. PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis yang berkontribusi besar terhadap perekonomian Indonesia melalui produksi minyak sawit mentah (*Crude Palm Oil* atau *CPO*) dan produk turunannya. Dalam proses pengolahan di Pabrik Kelapa Sawit (PKS), Tandan Buah Segar (TBS) diolah menjadi produk utama berupa CPO dan Kernel, serta menghasilkan produk samping berupa cangkang. Seluruh proses tersebut menghasilkan data produksi yang terus bertambah setiap hari, meliputi jumlah TBS yang diolah, produksi CPO, Kernel, dan cangkang. Data produksi tersebut merupakan sumber informasi penting yang dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi kinerja operasional, mengidentifikasi pola produksi, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif (Hasibuan, 2023),(Fabrica, 2025),(RahmaGusmanely., 2025).

Meskipun data produksi tersedia dalam jumlah besar, pada praktiknya data tersebut umumnya masih dimanfaatkan sebagai laporan operasional dan belum dianalisis secara mendalam untuk mengetahui karakteristik maupun pola produksi yang terbentuk. Akibatnya, perusahaan mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi periode produksi yang memiliki karakteristik serupa, mengevaluasi tingkat efisiensi proses pengolahan, serta menentukan strategi peningkatan produktivitas secara lebih objektif. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang mampu mengelompokkan data produksi berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik sehingga informasi yang dihasilkan lebih mudah dipahami dan dimanfaatkan dalam proses evaluasi operasional perusahaan.

Salah satu teknik data mining yang banyak digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan karakteristik yang serupa adalah metode K-Means Clustering. Metode ini termasuk ke dalam teknik unsupervised learning yang bekerja dengan mengelompokkan objek berdasarkan kedekatan jaraknya terhadap pusat cluster (centroid) sehingga data dalam satu kelompok memiliki tingkat kemiripan yang tinggi, sedangkan data antar kelompok memiliki karakteristik yang berbeda (Nasari & Utama, 2021). Keunggulan metode K-Means terletak pada proses komputasinya yang sederhana, efisien untuk data numerik, serta mampu mengidentifikasi pola tersembunyi pada kumpulan data berukuran besar (Ramadhani, 2023),(Putri et al., 2025).

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa metode K-Means mampu diterapkan pada berbagai bidang, termasuk pengelompokan data produksi perkebunan kelapa sawit. (Riska, 2023) menerapkan algoritma K-Means untuk mengelompokkan produksi tanaman perkebunan berdasarkan wilayah sehingga diperoleh kelompok wilayah dengan karakteristik produksi yang berbeda. Penelitian (Anggriani & Arif, 2024),(Agustina Lili, Suhada, 2022) menggunakan metode yang sama untuk mengidentifikasi blok tanaman sawit produktif. Selain itu, berbagai penelitian lain juga menunjukkan bahwa metode clustering efektif digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik, sehingga mampu mengidentifikasi pola data dan menghasilkan informasi yang dapat mendukung proses pengambilan keputusan pada berbagai bidang (Rahmawati, 2019),(Rahmawati et al., 2019),(Rahmawati et al., 2023),(Jumairi & Purnama, 2025),(Muhammad Rafi Nahjan, Nono Heryana, 2023).

Namun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada pengelompokan produktivitas berdasarkan wilayah, blok tanaman, atau tingkat hasil panen, sedangkan penelitian yang memanfaatkan data operasional harian pabrik kelapa sawit berdasarkan beberapa indikator produksi secara bersamaan masih relatif terbatas. Selain itu, penelitian terdahulu umumnya hanya menggunakan satu indikator utama sebagai dasar pengelompokan sehingga belum mampu menggambarkan karakteristik produksi secara lebih komprehensif.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menawarkan pendekatan dengan mengelompokkan data produksi PKS menggunakan empat variabel utama, yaitu jumlah Tandan Buah Segar (TBS), produksi Crude Palm Oil (CPO), Kernel, dan Cangkang. Penggunaan keempat variabel tersebut diharapkan mampu memberikan gambaran karakteristik produksi yang lebih representatif dibandingkan apabila hanya menggunakan satu indikator produksi. Hasil pengelompokan tidak hanya menunjukkan kategori produksi tinggi, sedang, dan rendah, tetapi juga memberikan informasi mengenai pola operasional yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar evaluasi kinerja produksi.

Penelitian ini menggunakan data hasil produksi PT Perawang Agro Sejahtera periode November 2025 hingga Januari 2026 yang dianalisis menggunakan metode K-Means Clustering. Tujuan penelitian adalah mengelompokkan data hasil produksi ke dalam tiga cluster berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik produksinya sehingga diperoleh informasi mengenai karakteristik masing-masing kelompok produksi. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi pendukung proses evaluasi operasional serta membantu perusahaan dalam menyusun strategi peningkatan efisiensi dan produktivitas pada periode produksi berikutnya.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan data mining menggunakan algoritma K-Means Clustering untuk mengelompokkan data hasil produksi Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT Perawang Agro Sejahtera berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik data. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari bagian produksi PT Perawang Agro Sejahtera sebanyak 74 data produksi selama periode 1 November 2025 hingga 24 Januari 2026. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas Tandan Buah Segar (TBS), Crude Palm Oil (CPO), Kernel, dan Cangkang. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

### 2.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder berupa hasil produksi Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT Perawang Agro Sejahtera periode 1 November 2025 sampai 24 Januari 2026 sebanyak 74 data. Variabel yang digunakan meliputi Tandan Buah Segar (TBS), Crude Palm Oil (CPO), Kernel, dan Cangkang. Data aktual yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Lampiran A.

### 2.2. Normalisasi Data

Data yang telah diperoleh diperiksa untuk memastikan tidak terdapat data kosong (missing value) maupun data ganda (duplicate). Selanjutnya dilakukan normalisasi menggunakan metode Min-Max Normalization agar seluruh variabel memiliki rentang nilai yang sama, menggunakan Persamaan (1).

$$x_{new} = \frac{x_{old} - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (1)$$

Keterangan:

$x_{new}$  = Nilai hasil normalisasi.

$x_{old}$  = Nilai data awal.

$x_{max}$  = Nilai maksimum dari seluruh data pada variabel tersebut.

$x_{min}$  = Nilai minimum dari seluruh data pada variabel tersebut.

### 2.3. Menentukan Jumlah Cluster

Jumlah cluster ditetapkan sebanyak tiga cluster ( $k = 3$ ), yang terdiri atas kategori produksi rendah, produksi sedang, dan produksi tinggi. Pemilihan tiga cluster disesuaikan dengan tujuan penelitian untuk mengelompokkan tingkat hasil produksi sehingga lebih mudah dianalisis dan dievaluasi.

### 2.4. Menentukan Centroid

Centroid awal dipilih secara acak (random initialization) dari data yang telah dinormalisasi sebagai pusat cluster awal. Jarak setiap data terhadap masing-masing centroid dihitung menggunakan metode Euclidean Distance menggunakan Persamaan (2).

$$d(x_i, C_j) = \sqrt{\sum_{l=1}^m (x_{il} - c_{jl})^2} \quad (2)$$

keterangan:

$x_i$  = data ke- $i$

$C_j$  = centroid *cluster* ke- $j$

$m$  = jumlah atribut data

### 2.5. Proses Clustering

Setiap data ditempatkan pada cluster yang memiliki jarak terdekat terhadap centroid menggunakan Persamaan (3). Selanjutnya dilakukan pembaruan nilai centroid berdasarkan rata-rata anggota pada masing-masing cluster menggunakan Persamaan (4).

$$\text{Min}(d_1, d_2, d_3) \quad (3)$$

$$c = \frac{\sum_{i=1}^n x_{il}}{n} \quad (4)$$

### 2.6. Proses Iterasi

Tahapan perhitungan jarak dan pembaruan centroid dilakukan secara berulang hingga tidak terjadi perubahan keanggotaan cluster atau nilai centroid telah konvergen.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Deskripsi Data dan Hasil Pengelompokan

Analisis data dalam penelitian ini memanfaatkan rekaman data sekunder aktivitas produksi harian Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT Perawang Agro Sejahtera. Basis data harian yang dianalisis mencakup 74 entri operasional sepanjang periode 1 November 2025 hingga 24 Januari 2026. Data aktual harian yang menjadi objek observasi dalam penelitian ini dipaparkan secara rinci pada Lampiran A. Atribut yang dilibatkan sebagai variabel pembeda dalam proses komputasi meliputi volume Tandan Buah Segar (TBS), serta berat rendemen produk yang dihasilkan berupa *Crude Palm Oil* (CPO), Kernel, dan Cangkang. Untuk memberikan gambaran umum mengenai karakteristik data aktual yang

digunakan disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data Aktual Hasil Produksi PT Perawang Agro Sejahtera

| Waktu     | CPO (kg) | Kernel (kg) | Cangkang (kg) | TBS (kg)  |
|-----------|----------|-------------|---------------|-----------|
| 1-Nov-25  | 175.069  | 54.633      | 68.778        | 982.547   |
| 2-Nov-25  | 131.355  | 41.887      | 51.638        | 737.688   |
| 3-Nov-25  | 148.203  | 48.185      | 58.248        | 832.123   |
| 4-Nov-25  | 129.883  | 41.086      | 51.191        | 731.313   |
| 5-Nov-25  | 145.280  | 46.449      | 57.842        | 826.322   |
| 6-Nov-25  | 168.946  | 54.037      | 66.738        | 953.400   |
| 7-Nov-25  | 143.808  | 45.572      | 56.219        | 803.131   |
| 8-Nov-25  | 117.026  | 37.798      | 45.474        | 649.641   |
| 10-Nov-25 | 176.870  | 54.982      | 69.545        | 993.509   |
| 11-Nov-25 | 176.157  | 55.876      | 68.461        | 978.016   |
| 12-Nov-25 | 116.138  | 39.466      | 45.080        | 644.002   |
| 13-Nov-25 | 106.288  | 35.870      | 41.769        | 596.714   |
| 14-Nov-25 | 112.386  | 37.117      | 44.340        | 633.437   |
| 15-Nov-25 | 105.434  | 34.458      | 41.256        | 589.372   |
| 17-Nov-25 | 177.912  | 55.993      | 69.845        | 997.798   |
| 18-Nov-25 | 163.323  | 51.463      | 64.131        | 916.163   |
| 19-Nov-25 | 146.861  | 46.374      | 57.427        | 820.396   |
| 20-Nov-25 | 146.672  | 47.916      | 57.973        | 828.188   |
| 21-Nov-25 | 181.762  | 58.666      | 71.855        | 1.026.510 |
| 22-Nov-25 | 164.304  | 52.680      | 64.855        | 926.502   |
| 24-Nov-25 | 158.960  | 50.816      | 62.571        | 893.873   |
| 25-Nov-25 | 140.994  | 45.002      | 55.707        | 795.821   |
| 26-Nov-25 | 154.260  | 49.149      | 61.060        | 872.296   |
| 27-Nov-25 | 138.148  | 44.551      | 54.606        | 780.094   |
| 28-Nov-25 | 131.890  | 42.639      | 51.912        | 741.604   |
| 29-Nov-25 | 114.932  | 36.045      | 44.591        | 637.026   |
| 01-Des-25 | 181.222  | 56.324      | 70.120        | 1.001.726 |
| 02-Des-25 | 143.638  | 45.068      | 55.792        | 797.038   |
| 03-Des-25 | 169.331  | 52.771      | 65.771        | 939.590   |
| 04-Des-25 | 149.193  | 47.136      | 58.306        | 832.946   |
| 05-Des-25 | 142.625  | 44.785      | 55.718        | 795.976   |
| 06-Des-25 | 132.248  | 42.081      | 51.745        | 739.343   |
| 08-Des-25 | 166.818  | 53.393      | 65.488        | 935.544   |
| 09-Des-25 | 145.291  | 46.071      | 57.447        | 820.682   |
| 10-Des-25 | 157.546  | 50.602      | 63.000        | 900.010   |

| Waktu     | CPO (kg) | Kernel (kg) | Cangkang (kg) | TBS (kg)  |
|-----------|----------|-------------|---------------|-----------|
| 11-Des-25 | 124.069  | 39.885      | 49.575        | 708.215   |
| 12-Des-25 | 124.299  | 40.384      | 49.684        | 709.778   |
| 13-Des-25 | 100.288  | 32.769      | 40.110        | 573.011   |
| 15-Des-25 | 101.126  | 33.359      | 41.157        | 587.959   |
| 16-Des-25 | 101.790  | 33.130      | 40.821        | 583.164   |
| 17-Des-25 | 144.780  | 47.246      | 58.385        | 834.078   |
| 18-Des-25 | 143.423  | 47.326      | 58.267        | 832.390   |
| 19-Des-25 | 131.084  | 43.498      | 53.327        | 761.819   |
| 20-Des-25 | 98.555   | 32.727      | 39.851        | 569.305   |
| 21-Des-25 | 114.047  | 38.115      | 46.368        | 662.412   |
| 22-Des-25 | 83.808   | 28.450      | 34.465        | 492.370   |
| 23-Des-25 | 153.500  | 51.555      | 62.625        | 894.646   |
| 24-Des-25 | 158.164  | 53.158      | 64.535        | 921.933   |
| 25-Des-25 | 181.116  | 60.850      | 74.481        | 1.064.021 |
| 26-Des-25 | 127.171  | 42.517      | 51.821        | 740.305   |
| 27-Des-25 | 109.546  | 36.209      | 44.606        | 637.241   |
| 28-Des-25 | 122.921  | 41.100      | 49.989        | 714.092   |
| 29-Des-25 | 141.200  | 46.309      | 67.388        | 819.830   |
| 30-Des-25 | 141.685  | 46.237      | 56.975        | 813.933   |
| 31-Des-25 | 212.634  | 69.152      | 8.942         | 1.217.749 |
| 03-Jan-26 | 108.152  | 35.581      | 43.882        | 626.888   |
| 05-Jan-26 | 140.249  | 46.366      | 56.890        | 811.662   |
| 06-Jan-26 | 141.267  | 46.147      | 56.871        | 812.457   |
| 07-Jan-26 | 149.944  | 48.645      | 60.250        | 860.726   |
| 08-Jan-26 | 123.165  | 39.936      | 48.908        | 698.695   |
| 09-Jan-26 | 96.419   | 31.516      | 38.574        | 551.058   |
| 10-Jan-26 | 104.478  | 33.703      | 41.726        | 596.088   |
| 12-Jan-26 | 117.140  | 38.002      | 46.807        | 668.675   |
| 13-Jan-26 | 147.965  | 47.520      | 58.689        | 838.422   |
| 14-Jan-26 | 146.575  | 48.279      | 58.563        | 836.625   |
| 15-Jan-26 | 135.292  | 43.917      | 53.914        | 770.211   |
| 16-Jan-26 | 167.252  | 55.555      | 67.482        | 964.031   |
| 17-Jan-26 | 90.387   | 29.033      | 36.144        | 516.353   |
| 19-Jan-26 | 153.438  | 49.127      | 61.921        | 884.593   |
| 20-Jan-26 | 137.566  | 44.298      | 55.388        | 791.270   |
| 21-Jan-26 | 89.825   | 29.403      | 36.008        | 514.400   |
| 22-Jan-26 | 88.980   | 28.605      | 35.164        | 502.346   |

| Waktu     | CPO (kg) | Kernel (kg) | Cangkang (kg) | TBS (kg) |
|-----------|----------|-------------|---------------|----------|
| 23-Jan-26 | 99.229   | 31.741      | 39.238        | 560.556  |

### 3.1. Hasil Clustering

Penelitian ini menggunakan data hasil produksi Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT Perawang Agro Sejahtera sebanyak 74 data yang diperoleh selama periode 1 November 2025 hingga 24 Januari 2026. Variabel yang digunakan dalam proses clustering meliputi Tandan Buah Segar (TBS), Crude Palm Oil (CPO), Kernel, dan Cangkang. Sebelum proses pengelompokan dilakukan, seluruh data dinormalisasi menggunakan metode Min-Max Normalization untuk menyamakan rentang nilai setiap variabel sehingga tidak terjadi dominasi atribut tertentu dalam proses perhitungan jarak.

Proses pengelompokan dilakukan menggunakan algoritma K-Means Clustering dengan jumlah cluster sebanyak tiga ( $k = 3$ ), yang terdiri atas kategori produksi rendah, produksi sedang, dan produksi tinggi. Penentuan jumlah cluster disesuaikan dengan tujuan penelitian untuk mengelompokkan karakteristik hasil produksi berdasarkan tingkat kemiripan data. Centroid awal ditentukan secara acak dari data yang telah dinormalisasi, kemudian dilakukan perhitungan jarak menggunakan metode Euclidean Distance. Setiap data selanjutnya ditempatkan pada cluster yang memiliki jarak terdekat terhadap centroid, dan proses tersebut dilakukan secara berulang (iteratif) dengan memperbarui nilai centroid pada setiap iterasi hingga diperoleh kondisi konvergen.

### 3.2. Pembahasan

Proses klasterisasi diawali dengan penentuan tiga centroid awal secara acak dari data yang telah dinormalisasi. Selanjutnya, jarak setiap data terhadap ketiga centroid dihitung menggunakan Persamaan (2), lalu setiap data dikelompokkan ke cluster dengan jarak terdekat. Untuk memperlihatkan bagaimana proses iterasi berlangsung, berikut disajikan hasil pada iterasi pertama hingga ketiga, sebelum proses yang sama dilanjutkan dengan cara yang identik hingga tercapai kondisi konvergen.

#### a. Iterasi ke-1

Centroid awal yang digunakan pada iterasi pertama disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Centroid Awal pada Iterasi ke-1

| Cluster | CPO        | Kernel     | Cangkang   | TBS        |
|---------|------------|------------|------------|------------|
| C1      | 0,72260178 | 0,57646458 | 0,89320862 | 0,47005940 |
| C2      | 0,37742926 | 0,72504635 | 0,26857898 | 0,52335357 |
| C3      | 0,73535811 | 0,58938232 | 0,58125993 | 0,39365809 |

Setelah jarak setiap data terhadap ketiga centroid pada Tabel 1 dihitung menggunakan Persamaan (2), setiap data dikelompokkan ke cluster dengan jarak terdekat menggunakan Persamaan (3). Hasil pengelompokan pada iterasi ke-1 menghasilkan sebaran anggota cluster sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Jumlah Anggota Cluster pada Iterasi ke-1

| Cluster                     | Jumlah Data |
|-----------------------------|-------------|
| Cluster 1 (Produksi Tinggi) | 39          |
| Cluster 2 (Produksi Sedang) | 12          |
| Cluster 3 (Produksi Rendah) | 23          |



| Cluster | Jumlah Data |
|---------|-------------|
| Total   | 74          |

Karena keanggotaan cluster pada iterasi ke-1 belum sama dengan iterasi sebelumnya (belum ada iterasi pembandingan), nilai centroid diperbarui menggunakan Persamaan (4) berdasarkan rata-rata anggota pada masing-masing cluster, sehingga proses iterasi dilanjutkan ke iterasi berikutnya.

### b. Iterasi ke-2

Berdasarkan hasil pembaruan pada iterasi ke-1, diperoleh centroid baru untuk iterasi ke-2 sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Centroid Baru pada Iterasi ke-2

| Cluster | CPO        | Kernel     | Cangkang   | TBS        |
|---------|------------|------------|------------|------------|
| C1      | 0,63863740 | 0,61334781 | 0,79070058 | 0,61508671 |
| C2      | 0,29444829 | 0,29997959 | 0,81097495 | 0,29784020 |
| C3      | 0,39918059 | 0,40393492 | 0,57125210 | 0,39563856 |

Perhitungan jarak dan pengelompokan data kembali dilakukan menggunakan centroid pada Tabel 3. Hasil pengelompokan pada iterasi ke-2 menunjukkan masih terjadinya perpindahan anggota antar cluster dibandingkan iterasi ke-1, sehingga nilai centroid belum konvergen dan proses iterasi dilanjutkan.

### c. Iterasi ke-3

Dengan cara yang sama seperti pada iterasi sebelumnya, centroid diperbarui kembali berdasarkan hasil pengelompokan pada iterasi ke-2, sehingga diperoleh centroid baru pada iterasi ke-3 sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Centroid Baru pada Iterasi ke-3

| Cluster | CPO        | Kernel     | Cangkang   | TBS        |
|---------|------------|------------|------------|------------|
| C1      | 0,61682997 | 0,62277835 | 0,77141520 | 0,62447484 |
| C2      | 0          | 0          | 0          | 0          |
| C3      | 0,34610611 | 0,35126266 | 0,52467953 | 0,34484023 |

Pada tahap ini, Cluster 2 hanya beranggotakan data dengan karakteristik produksi paling ekstrem (nilai cangkang sangat rendah pada tanggal 31 Desember 2025), sehingga nilai centroid Cluster 2 mendekati nol pada seluruh variabel. Hasil pengelompokan pada iterasi ke-3 masih menunjukkan adanya perubahan anggota cluster dibandingkan iterasi ke-2, sehingga proses perhitungan jarak, pengelompokan data, dan pembaruan centroid tetap dilanjutkan.

### d. Iterasi ke-4 sampai Iterasi ke-7

Dengan cara yang sama seperti pada iterasi ke-1 sampai ke-3, yaitu menghitung jarak setiap data terhadap centroid menggunakan Persamaan (2), mengelompokkan data ke cluster terdekat menggunakan Persamaan (3), kemudian memperbarui nilai centroid menggunakan Persamaan (4), proses iterasi dilanjutkan pada iterasi ke-4, ke-5, dan ke-6. Pada setiap iterasi tersebut masih ditemukan sejumlah kecil data yang berpindah cluster, sehingga nilai centroid terus diperbarui hingga pergeseran nilainya semakin kecil. Proses iterasi akhirnya berhenti pada iterasi ke-7, yaitu saat keanggotaan cluster maupun nilai centroid sudah tidak lagi mengalami perubahan dibandingkan



iterasi ke-6. Centroid akhir pada iterasi ke-7 disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Centroid Akhir pada Iterasi ke-7 (Kondisi Konvergen)

| Cluster | CPO        | Kernel     | Cangkang   | TBS        |
|---------|------------|------------|------------|------------|
| C1      | 0,61402700 | 0,60655003 | 0,75853552 | 0,60728119 |
| C2      | 0          | 0          | 0,19666153 | 0          |
| C3      | 0,32718941 | 0,33286622 | 0,50514198 | 0,32609500 |

Berdasarkan centroid akhir tersebut, seluruh data dikelompokkan kembali ke cluster dengan jarak terdekat sehingga diperoleh hasil akhir pengelompokan sebagaimana disajikan pada Tabel 6, dengan rincian data lengkap pada tabel 7.

**Tabel 7.** Kondisi Konvergen (Iterasi ke-7)

| Waktu     | CPO (kg) | Kernel (kg) | Cangkang (kg) | TBS (kg)  | Cluster |
|-----------|----------|-------------|---------------|-----------|---------|
| 1-Nov-25  | 175.069  | 54.633      | 68.778        | 982.547   | C1      |
| 2-Nov-25  | 131.355  | 41.887      | 51.638        | 737.688   | C1      |
| 3-Nov-25  | 148.203  | 48.185      | 58.248        | 832.123   | C1      |
| 4-Nov-25  | 129.883  | 41.086      | 51.191        | 731.313   | C3      |
| 5-Nov-25  | 145.280  | 46.449      | 57.842        | 826.322   | C1      |
| 6-Nov-25  | 168.946  | 54.037      | 66.738        | 953.400   | C1      |
| 7-Nov-25  | 143.808  | 45.572      | 56.219        | 803.131   | C1      |
| 8-Nov-25  | 117.026  | 37.798      | 45.474        | 649.641   | C3      |
| 10-Nov-25 | 176.870  | 54.982      | 69.545        | 993.509   | C1      |
| 11-Nov-25 | 176.157  | 55.876      | 68.461        | 978.016   | C1      |
| 12-Nov-25 | 116.138  | 39.466      | 45.080        | 644.002   | C3      |
| 13-Nov-25 | 106.288  | 35.870      | 41.769        | 596.714   | C3      |
| 14-Nov-25 | 112.386  | 37.117      | 44.340        | 633.437   | C3      |
| 15-Nov-25 | 105.434  | 34.458      | 41.256        | 589.372   | C3      |
| 17-Nov-25 | 177.912  | 55.993      | 69.845        | 997.798   | C1      |
| 18-Nov-25 | 163.323  | 51.463      | 64.131        | 916.163   | C1      |
| 19-Nov-25 | 146.861  | 46.374      | 57.427        | 820.396   | C1      |
| 20-Nov-25 | 146.672  | 47.916      | 57.973        | 828.188   | C1      |
| 21-Nov-25 | 181.762  | 58.666      | 71.855        | 1.026.510 | C1      |
| 22-Nov-25 | 164.304  | 52.680      | 64.855        | 926.502   | C1      |
| 24-Nov-25 | 158.960  | 50.816      | 62.571        | 893.873   | C1      |
| 25-Nov-25 | 140.994  | 45.002      | 55.707        | 795.821   | C1      |
| 26-Nov-25 | 154.260  | 49.149      | 61.060        | 872.296   | C1      |
| 27-Nov-25 | 138.148  | 44.551      | 54.606        | 780.094   | C1      |
| 28-Nov-25 | 131.890  | 42.639      | 51.912        | 741.604   | C1      |
| 29-Nov-25 | 114.932  | 36.045      | 44.591        | 637.026   | C3      |
| 01-Des-25 | 181.222  | 56.324      | 70.120        | 1.001.726 | C1      |

| Waktu     | CPO (kg) | Kernel (kg) | Cangkang (kg) | TBS (kg)  | Cluster |
|-----------|----------|-------------|---------------|-----------|---------|
| 02-Des-25 | 143.638  | 45.068      | 55.792        | 797.038   | C1      |
| 03-Des-25 | 169.331  | 52.771      | 65.771        | 939.590   | C1      |
| 04-Des-25 | 149.193  | 47.136      | 58.306        | 832.946   | C1      |
| 05-Des-25 | 142.625  | 44.785      | 55.718        | 795.976   | C1      |
| 06-Des-25 | 132.248  | 42.081      | 51.745        | 739.343   | C1      |
| 08-Des-25 | 166.818  | 53.393      | 65.488        | 935.544   | C1      |
| 09-Des-25 | 145.291  | 46.071      | 57.447        | 820.682   | C1      |
| 10-Des-25 | 157.546  | 50.602      | 63.000        | 900.010   | C1      |
| 11-Des-25 | 124.069  | 39.885      | 49.575        | 708.215   | C3      |
| 12-Des-25 | 124.299  | 40.384      | 49.684        | 709.778   | C3      |
| 13-Des-25 | 100.288  | 32.769      | 40.110        | 573.011   | C3      |
| 15-Des-25 | 101.126  | 33.359      | 41.157        | 587.959   | C3      |
| 16-Des-25 | 101.790  | 33.130      | 40.821        | 583.164   | C3      |
| 17-Des-25 | 144.780  | 47.246      | 58.385        | 834.078   | C1      |
| 18-Des-25 | 143.423  | 47.326      | 58.267        | 832.390   | C1      |
| 19-Des-25 | 131.084  | 43.498      | 53.327        | 761.819   | C1      |
| 20-Des-25 | 98.555   | 32.727      | 39.851        | 569.305   | C3      |
| 21-Des-25 | 114.047  | 38.115      | 46.368        | 662.412   | C3      |
| 22-Des-25 | 83.808   | 28.450      | 34.465        | 492.370   | C3      |
| 23-Des-25 | 153.500  | 51.555      | 62.625        | 894.646   | C1      |
| 24-Des-25 | 158.164  | 53.158      | 64.535        | 921.933   | C1      |
| 25-Des-25 | 181.116  | 60.850      | 74.481        | 1.064.021 | C1      |
| 26-Des-25 | 127.171  | 42.517      | 51.821        | 740.305   | C1      |
| 27-Des-25 | 109.546  | 36.209      | 44.606        | 637.241   | C3      |
| 28-Des-25 | 122.921  | 41.100      | 49.989        | 714.092   | C3      |
| 29-Des-25 | 141.200  | 46.309      | 67.388        | 819.830   | C1      |
| 30-Des-25 | 141.685  | 46.237      | 56.975        | 813.933   | C1      |
| 31-Des-25 | 212.634  | 69.152      | 8.942         | 1.217.749 | C1      |
| 03-Jan-26 | 108.152  | 35.581      | 43.882        | 626.888   | C3      |
| 05-Jan-26 | 140.249  | 46.366      | 56.890        | 811.662   | C1      |
| 06-Jan-26 | 141.267  | 46.147      | 56.871        | 812.457   | C1      |
| 07-Jan-26 | 149.944  | 48.645      | 60.250        | 860.726   | C1      |
| 08-Jan-26 | 123.165  | 39.936      | 48.908        | 698.695   | C3      |
| 09-Jan-26 | 96.419   | 31.516      | 38.574        | 551.058   | C3      |
| 10-Jan-26 | 104.478  | 33.703      | 41.726        | 596.088   | C3      |
| 12-Jan-26 | 117.140  | 38.002      | 46.807        | 668.675   | C3      |
| 13-Jan-26 | 147.965  | 47.520      | 58.689        | 838.422   | C1      |

| Waktu     | CPO (kg) | Kernel (kg) | Cangkang (kg) | TBS (kg) | Cluster |
|-----------|----------|-------------|---------------|----------|---------|
| 14-Jan-26 | 146.575  | 48.279      | 58.563        | 836.625  | C1      |
| 15-Jan-26 | 135.292  | 43.917      | 53.914        | 770.211  | C1      |
| 16-Jan-26 | 167.252  | 55.555      | 67.482        | 964.031  | C1      |
| 17-Jan-26 | 90.387   | 29.033      | 36.144        | 516.353  | C3      |
| 19-Jan-26 | 153.438  | 49.127      | 61.921        | 884.593  | C1      |
| 20-Jan-26 | 137.566  | 44.298      | 55.388        | 791.270  | C1      |
| 21-Jan-26 | 89.825   | 29.403      | 36.008        | 514.400  | C3      |
| 22-Jan-26 | 88.980   | 28.605      | 35.164        | 502.346  | C3      |
| 23-Jan-26 | 99.229   | 31.741      | 39.238        | 560.556  | C3      |
| 24-Jan-26 | 55.142   | 17.696      | 21.831        | 311.872  | C2      |

Berdasarkan konfigurasi matriks pusat klaster akhir pada Tabel 7, dilakukan pemetaan final terhadap seluruh 74 data operasional harian. Hasil akhir distribusi kuantitas anggota untuk masing-masing kompartemen performa produksi dipaparkan pada Tabel 8

**Tabel 8.** Jumlah Anggota Setiap Cluster pada Iterasi Akhir (ke-7)

| Cluster                     | Jumlah Data |
|-----------------------------|-------------|
| Cluster 1 (Produksi Tinggi) | 47          |
| Cluster 2 (Produksi Sedang) | 1           |
| Cluster 3 (Produksi Rendah) | 26          |
| Total                       | 74          |

Perbandingan antara Tabel 2 (iterasi ke-1) dan Tabel 6 (iterasi ke-7) memperlihatkan bahwa jumlah anggota Cluster 1 (produksi tinggi) bertambah dari 39 menjadi 47 data, anggota Cluster 3 (produksi rendah) berkurang dari 23 menjadi 26 data, sedangkan Cluster 2 (produksi sedang) menyusut dari 12 data pada iterasi awal menjadi hanya 1 data pada kondisi konvergen. Perubahan ini menunjukkan bahwa proses iterasi berhasil memperbaiki keanggotaan cluster secara bertahap sehingga data dengan karakteristik yang benar-benar mirip berkumpul pada cluster yang sama, sementara data dengan karakteristik ekstrem (nilai cangkang sangat rendah pada 31 Desember 2025) tetap terpisah sebagai cluster tersendiri hingga iterasi berakhir.

Hasil pengelompokan menggunakan algoritma K-Means Clustering menghasilkan tiga cluster yang merepresentasikan tingkat produksi tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan empat variabel, yaitu Tandan Buah Segar (TBS), Crude Palm Oil (CPO), Kernel, dan Cangkang. Kondisi konvergen pada iterasi ke-7 menunjukkan bahwa algoritma K-Means mampu mengelompokkan data berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik masing-masing variabel sehingga menghasilkan kelompok data yang relatif homogen.

Berdasarkan hasil pengelompokan akhir, sebanyak 47 data tergabung ke dalam cluster produksi tinggi. Jumlah anggota cluster yang paling dominan menunjukkan bahwa sebagian besar data produksi selama periode penelitian memiliki karakteristik yang serupa dengan pusat cluster produksi tinggi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa aktivitas operasional Pabrik Kelapa Sawit PT Perawang Agro Sejahtera selama periode penelitian cenderung berada pada kondisi produksi yang baik dan relatif stabil. Stabilitasnya hasil produksi dapat dipengaruhi oleh ketersediaan bahan baku Tandan Buah Segar (TBS), kelancaran proses pengolahan, serta kemampuan pabrik dalam mempertahankan efisiensi produksi.

Sebanyak 26 data berada pada cluster produksi rendah. Kelompok ini menunjukkan adanya periode produksi yang memiliki karakteristik berbeda dibandingkan dengan kelompok produksi tinggi. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh fluktuasi pasokan bahan baku, variasi kualitas TBS yang diterima, ataupun faktor operasional yang memengaruhi hasil produksi CPO, Kernel, dan Cangkang. Oleh karena itu, data yang termasuk dalam cluster produksi rendah dapat dijadikan sebagai dasar evaluasi bagi perusahaan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan penurunan hasil produksi sehingga langkah perbaikan dapat dilakukan pada periode berikutnya.

Sementara itu, cluster produksi sedang hanya terdiri atas 1 data, yaitu data produksi tanggal 31 Desember 2025 yang memiliki nilai cangkang jauh lebih rendah dibandingkan data lainnya. Jumlah anggota yang sangat sedikit menunjukkan bahwa selama periode penelitian hanya terdapat satu kondisi produksi yang karakteristiknya berbeda secara signifikan dari mayoritas data. Hal ini mengindikasikan bahwa pola produksi perusahaan lebih banyak terkonsentrasi pada dua kelompok utama, yaitu produksi tinggi dan produksi rendah, sedangkan data dengan karakteristik ekstrem perlu ditelusuri lebih lanjut oleh perusahaan sebagai bahan evaluasi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma K-Means mampu mengidentifikasi pola data produksi berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik setiap variabel melalui proses iterasi yang terukur. Informasi yang diperoleh dari hasil clustering dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam mengevaluasi kinerja produksi, mengidentifikasi periode produksi yang memerlukan perhatian khusus, serta mendukung proses pengambilan keputusan dalam pengelolaan operasional Pabrik Kelapa Sawit.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian (Riska, 2023) yang menyatakan bahwa algoritma K-Means mampu mengelompokkan data produksi berdasarkan karakteristik yang dimiliki sehingga memudahkan proses analisis dan evaluasi data. Hasil penelitian ini juga mendukung penelitian (Anggriani & Arif, 2024), (Agustina Lili, Suhada, 2022) yang menunjukkan bahwa metode K-Means efektif digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik produktivitas pada sektor perkebunan kelapa sawit. Selain itu, penelitian bidang (Rahmawati, 2019), (Rahmawati et al., 2019), (Rahmawati et al., 2023), (Jumairi & Purnama, 2025), (Muhammad Rafi Nahjan, Nono Heryana, 2023) juga menunjukkan bahwa metode clustering mampu menghasilkan kelompok data yang memiliki karakteristik serupa sehingga dapat digunakan sebagai pendukung pengambilan keputusan pada berbagai bidang. Kesesuaian hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan algoritma K-Means pada data produksi Pabrik Kelapa Sawit mampu memberikan hasil pengelompokan yang relevan dan dapat dimanfaatkan sebagai informasi pendukung dalam proses evaluasi operasional perusahaan.

#### **4. KESIMPULAN**

Penelitian ini berhasil menerapkan algoritma K-Means Clustering untuk mengelompokkan data hasil produksi Pabrik Kelapa Sawit PT Perawang Agro Sejahtera berdasarkan empat variabel, yaitu Tandan Buah Segar (TBS), Crude Palm Oil (CPO), Kernel, dan Cangkang. Proses iterasi yang diawali dari centroid acak pada iterasi ke-1 dan diperbarui secara bertahap dengan cara yang sama pada setiap iterasi berikutnya berhasil mencapai kondisi konvergen pada iterasi ke-7, yaitu saat keanggotaan cluster dan nilai centroid tidak lagi mengalami perubahan.

Hasil pengelompokan akhir menunjukkan bahwa data produksi terbagi ke dalam tiga kategori, yaitu 47 data produksi tinggi, 1 data produksi sedang, dan 26 data produksi rendah. Dominannya

jumlah data pada cluster produksi tinggi mengindikasikan bahwa operasional PT Perawang Agro Sejahtera selama periode penelitian secara umum berjalan produktif dan relatif stabil, sedangkan cluster produksi rendah mengindikasikan adanya periode dengan pasokan bahan baku atau efisiensi pengolahan yang lebih rendah, dan cluster produksi sedang yang hanya beranggotakan satu data mengindikasikan adanya kondisi produksi dengan karakteristik ekstrem yang perlu ditelusuri lebih lanjut oleh perusahaan.

Pengelompokan tersebut mampu memberikan gambaran mengenai karakteristik produksi selama periode penelitian sehingga dapat digunakan sebagai informasi pendukung dalam mengevaluasi kinerja operasional perusahaan serta membantu proses pengambilan keputusan terkait pengelolaan produksi. Selain menunjukkan pola produksi berdasarkan tingkat kemiripan data, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa metode K-Means efektif digunakan untuk mengidentifikasi kelompok data produksi yang memiliki karakteristik serupa melalui proses iterasi yang terukur, sehingga memudahkan perusahaan dalam mengenali kondisi produksi yang memerlukan perhatian maupun evaluasi lebih lanjut.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan jumlah data yang lebih besar dengan periode pengamatan yang lebih panjang serta membandingkan hasil K-Means dengan metode clustering lainnya, seperti Fuzzy C-Means, DBSCAN, atau Hierarchical Clustering, sehingga dapat diketahui metode yang memberikan hasil pengelompokan paling optimal pada data produksi Pabrik Kelapa Sawit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina Lili, Suhada, S. W. (2022). *Pengelompokan Hasil Panen Kelapa Sawit Dalam Produksi Per Blok*. 01(01), 45–54.
- Anggriani, Y. P., & Arif, A. (2024). *Implementasi Algoritma K-Means Clustering Dalam Menentukan Blok Tanaman Sawit Produktif Pada PT Arta Prigel*. 8(1), 22–32.
- Fabrica, A. (2025). *Analisi Rendemen Minyak Dan Inti Kelapa Sawit Pada PKS Berkapasitas 30 Ton/Jam*. 7(1), 2656–4831.
- Hasibuan, H. A. (2023). *Penentu Rendemen CPO Dan Kernel Pada Buah Sawit Petani Swadaya (Studi Kasus di Jambi)*. 28(1), 7–14.
- Jumairi, N., & Purnama, B. (2025). *Penerapan Data Mining Dalam Pengelompokan Saham Melalui Rasio Keuangan pada Saham Papan Utama Bursa Efek Indonesia Menggunakan Metode K-Means Clustering*. 9(3), 4863–4869.
- Muhammad Rafi Nahjan, Nono Heryana, A. V. (2023). *Implementasi Rapidminer Dengan Metode Clustering K-Means untuk Analisa Penjualan pada Toko OJ Cell*. 7(1), 101–104. <https://doi.org/https://www.semanticscholar.org/reader/909f42cd63a330a7f5b8aa8a56fa43a2faaaa0a6>
- Nasari, F., & Utama, U. P. (2021). *Pengelompokan Daerah Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma K-Means Clustering*. 4(2), 34–38.
- Putri, D. A., Sari, F. M., & Wirdiasuti, C. (2025). *Application of K-Means Clustering for Grouping Plantation Production in West Pasaman Regency in 2024*. 3(2024), 482–487.
- RahmaGusmanely., A. A. (2025). *Analisis Pengelompokan Kebun Kelapa Sawit PTPN IV Regional 4 Berdasarkan Produktivitas Tandan Buah Segar Menggunakan Metode K-Means*. 7(3), 319–331.

- Rahmawati. (2019). *Pengelompokan Suhu Di Kota Pekanbaru Menggunakan Metode Fuzzy K-Means*. November, 505–512.
- Rahmawati, R., Fitri, T., Rahma, A. N., Marzuki, C. C., & Zukrianto, Z. (2023). Pengelompokan Data Penerima Bantuan Program Keluarga Harapan (PKH) di Kecamatan Tuah Madani Pekanbaru Menggunakan Fuzzy C-Means. *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.24014/jsms.v9i1.19820>
- Rahmawati, Wartono, & Yunika Putri, A. (2019). Pengklasteran Tingkat Pendidikan Pegawai Menggunakan Metode Fuzzy Subtractive Clustering (Studi Kasus :Badan Kepegawaian dan Pelatihan Daerah Provinsi Riau). *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika*, 5(1), 79–89.
- Ramadhani, I. (2023). *Implementation Of K-Means Algorithm For Palm Oil Productivity Data Clustering Implementasi Algoritma K-Means Untuk Klustering Data Produktivitas Kelapa Sawit*. 3(1), 56–64.
- Riska, R. M. S. Y. (2023). *Penerapan Algoritma K-Means untuk Klasterisasi Produksi Tanaman Perkebunan di Indonesia Application of the K-Means Algorithm for Clustering Plantation Crop Production in Indonesia*. 13(2), 339–349.