

Implementasi Metode *K-Means Clustering* untuk Identifikasi Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Tingkat Kematangan

Yuliana^{1*}, Lukman Bachtiar²

Sistem Informasi, Universitas Darwan Ali, Sampit, Indonesia

*e-mail *Corresponding Author*: yuliana08016@gamil.com

Abstract

To get quality palm oil results, it really depends on the level of maturity. To find out what percentage of oil palm fruit is ripe and not at PT. Wilmar Pangkalanbun is quite difficult to calculate manually. So it is necessary to carry out a system process that can help to group the percentage levels of oil palm fruit based on maturity level. Grouping is carried out by implementing K-Means Clustering assisted by the RapidMiner application. This provides understanding to the company PT. Wilmar Pangkalanbun regarding the percentage of mature harvests in February 2023. By knowing this information, companies can manage more effectively to maximize their harvests. This research involved the formation of two clusters, namely cluster 0 (representation of the ripe fruit group) with a total of 407 items and cluster 1 (representation of the immature fruit group) with a total of 141 items. This cluster reflects differences in the maturity level of palm fruit. The centroid point results show that the high maturity cluster data is centered at 83,111, and the low maturity cluster data is centered at 75,411.

Keywords: *Data Mining; Clustering; K-Means; Palm oil; Rapid Miner*

Abstrak

Untuk mendapatkan hasil minyak sawit yang berkualitas itu sangat bergantung pada tingkat kematangannya. Untuk mengetahui berapa persentase buah kelapa sawit yang matang dan tidak pada PT. Wilmar Pangkalanbun cukup kesulitan jika dihitung secara manual. Sehingga perlu dilakukan suatu proses sistem yang bisa membantu untuk mengelompokkan tingkat persentase buah kelapa sawit berdasarkan tingkat kematangan. Pengelompokan dilakukan dengan mengimplementasikan *K-Means Clustering* dibantu aplikasi RapidMiner, Hal ini memberikan pemahaman kepada pihak perusahaan PT. Wilmar Pangkalanbun mengenai persentase hasil panen yang matang pada bulan Februari 2023. Dengan mengetahui informasi ini, perusahaan dapat mengelola lebih efektif lagi untuk memaksimalkan hasil panen mereka. Penelitian ini melibatkan pembentukan dua klaster, yaitu klaster 0 (representasi kelompok buah matang) dengan jumlah item sebanyak 407 dan klaster 1 (representasi kelompok buah tidak matang) dengan jumlah item sebanyak 141. Klaster ini mencerminkan perbedaan tingkat kematangan buah sawit. Hasil titik pusat klaster (*centroid*) menunjukkan Data klaster kematangan tinggi berpusat pada 83.111, dan data klaster kematangan rendah berpusat pada 75.411.

Kata kunci: *Data Mining; Clustering; K-Means; Kelapa Sawit; Rapid Miner*

1. Pendahuluan

Peran kelapa sawit dalam perekonomian Indonesia secara keseluruhan sangatlah besar [1]. Akibatnya, tingkat produksi minyak kelapa sawit melonjak drastis akhir-akhir ini [2]. Minyak kelapa sawit merupakan salah satu ekspor terbesar di Indonesia [3]. Pemeliharaan dan pengelolaan yang tepat sangat membantu memastikan keberhasilan perkebunan kelapa sawit. Penting untuk secara akurat menilai kualitas buah kelapa sawit selama masa panen. Kualitas minyak kelapa sawit juga ditentukan dari tingkat kematangannya.

Kematangan buah kelapa sawit sangat berpengaruh pada kadar minyak yang ada pada kelapa sawit tersebut [4]. Adapun masalah yang dihadapi oleh pihak perusahaan PT. Wilmar

Pangkalanbun yaitu tidak diketahuinya berapa persentah jumlah persentase buah kelapa sawit yang matang dan tidaknya pada bulan febuari 2023 di perusahaan PT. Wilmar Pangkalanbun. Sehingga tidak bisa melakukan perbaikan pada pengelolaan buah kelapa sawit jika terdapat banyak jumlah kelapa sawit yang tidak matang. Jika pihak perusahaan tidak mengetahui berapa persentase jumlah kematangan buah kelapa sawit mereka maka hal ini akan mempengaruhi hasil produksi minyak kelapa sawit mereka dan bisa mengakibatkan kerugian besar.

Teknologi informasi mempunyai peran yang sangat penting dalam mendukung bisnis organisasi, khususnya teknologi model komputasi [5]. Dalam penelitian ini, Teknologi Informasi digunakan untuk tujuan pengumpulan, pengelolaan, dan analisis data tentang buah kelapa sawit. *Metode K-Means Clustering* adalah salah satu model komputasi yang dapat digunakan dalam analisis data untuk mengelompokkan sekumpulan data menjadi beberapa kelompok (kluster) berdasarkan kesamaan karakteristik atau atribut tertentu. Tujuan utama dari metode ini adalah untuk mengelompokkan data ke dalam kelompok-kelompok yang memiliki kesamaan di antara anggotanya, sementara data di dalam kelompok yang berbeda memiliki perbedaan yang signifikan [6].

Penelitian yang serupa telah dilakukan untuk pengelompokan lahan sawit produktif pada PT. Kasih Agro Mandiri. Dari penelitian tersebut diperoleh 3 cluster yaitu produktifitas tinggi diperoleh 26 blok lahan, produktifitas sedang diperoleh 35 blok lahan, dan produktifitas rendah diperoleh 39 blok lahan [7]. Selain itu, penelitian penentuan kematangan kelapa sawit dari nilai warna RGB dan HSV telah menggunakan teknik *K-means clustering*. Akurasi dihitung menjadi 64,58 persen dalam analisis ini [8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa jumlah persentase buah kelapa sawit yang matang dan tidak matang pada PT. Wilmar Pangkalanbun pada saat panen, yang diharapkan dapat membantu pihak perusahaan agar bisa melakukan pengelompokan tingkat buah yang matang dan tidak matang secara efektif.

2. Tinjauan Pustaka

Deny Haryadi (2021), Kajiannya tentang penggunaan algoritma K-Means clustering untuk mengklasifikasikan lahan kelapa sawit berdasarkan provinsi menggambarkan bagaimana beberapa wilayah di Indonesia telah diidentifikasi ideal untuk budidaya kelapa sawit. Perkebunan kelapa sawit dapat berhasil didirikan di Indonesia karena posisi geografis negara yang menguntungkan. Untuk tujuan ini, algoritma pengelompokan K-Means digunakan dalam penyelidikan ini, Adapun hasil yang didapat dari penelitian ini merupakan cluster 1 kategori provinsi produksi rendah yaitu 14 provinsi, cluster 2 kategori provinsi produksi sedang yaitu 4 provinsi, dan cluster 3 kategori provinsi produksi tinggi yaitu 3 provinsi [9].

Nuraisana (2019), dalam studinya di Pusat Statistik Sumatera Utara, ia menggunakan teknik k-means clustering untuk memperkirakan jumlah pohon kelapa sawit yang dapat tumbuh di pulau tersebut berdasarkan luas lahan pohon tersebut. Dengan menggunakan area perkebunan sebagai faktor pengelompokan, kami dapat memperkirakan kemungkinan kepadatan perkebunan kelapa sawit [10].

Wahyu Eka Sari, Muslimin, Annafi Franz, dan Putu Sugiartawan (2022), didalam penelitiannya yang berjudul Deteksi tingkat kematangan tandan buah segar kelapa sawit dengan algoritma k-means mempunyai kesimpulan klasterisasi tingkat kematangan buah kelapa sawit mendapatkan hasil yang bisa mengenali tingkat kematangan buah kelapa sawit dengan didasarkan oleh warna dengan akurasi 90% [11].

Siti Hajar, Asril Andi Novany, Agus Perdana Windarto, Anjar Wanto, dan Eka Irawan (2020), mengenai penelitiannya yang berjudul penerapan k-means clustering pada ekspor minyak kelapa sawit menurut negara tujuan dilakukan untuk mengetahui pengelompokan ekspor minyak kelapa sawit. Penelitian ini juga dilakukan dengan menggunakan bantuan tools Rapid Miner sehingga memiliki keakuratan yang cukup baik, adapun hasil keakuratan yang didapat yaitu sebanyak 70% [12].

Deny Franata Pasaribu, Irfan Sudahri Damanik, Eka Irawan, Suhada, dan Heru Satria Tambunan (2021), didalam penelitiannya yang berjudul memanfaatkan algoritma k-means dalam memetakan potensi hasil produksi kelapa sawit PTPN IV Marihat memiliki sebuah hasil 2 cluster yaitu tinggi dan rendah. Adapun hasil dari penelitian yang sudah dilakukan didapatkan C1 (tinggi) ada 14 data dan C2 (rendah) ada 11 data blok panen [13].

Dari penelitian-penelitian terdahulu yang sudah dijelaskan diatas terdapat perbedaan dengan penelitian yang akan penulis lakukan kali ini, adapun perbedaan yang terdapat adalah yang pertama perbedaan pada objek penelitian, objek pada penelitian kali ini adalah PT.Wilmar Pangkalanbun, yang kedua terdapat perbedaan data yang digunakan, data yang digunakan pada penelitian kali ini adalah data tingkat kematangan buah kelapa sawit, yang ketiga terdapat perbedaan pada tujuan yang akan dicapai dalam penelitian kali ini, pada penelitian yang akan dilakukan kali ini akan menghasilkan sebuah 2 buah klaster, yaitu cluster 0 dan klaster 1. Pada hasil akhir penelitian ini kita akan mengetahui berapa persentase buah kelapa sawit yang matang (representasi klaster 0) dan tidak matang (representasi klaster 1).

3. Metodologi

3.1 Algoritma K-Means

K-means Clustering adalah teknik pengelompokan data non-hierarkis yang mengurutkan informasi ke dalam satu atau lebih subkelompok yang berbagi properti serupa. *K-means* adalah algoritme untuk pengelompokan berbasis jarak yang hanya menggunakan nilai numerik untuk mempartisi kumpulan data menjadi sekumpulan grup [14].

Prosedur pengelompokan k-means dipecah menjadi langkah-langkah berikut:

- a) Langkah pertama, tentukan nilai k terlebih dahulu sebagai jumlah cluster yang kita inginkan.
- b) Langkah kedua, temukan nilai yang ada di tengah. Nilai sentrifis pertama dipilih secara acak. Untuk nilai centroid yang dihitung selama prosedur iteratif, digunakan rumus:

$$\bar{u}_{ij} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=0} N_{ik} \quad (1)$$

keterangan:

\bar{u}_{ij} = data cluster ke- i kolom j

X_{kj} = data ke-k kolom ke- j

N_i = banyaknya anggota klaster ke- i

- c) Langkah ketiga, mengukur seberapa jauh pusat massa tertentu dari pusat setiap benda, Adapun rumus yang biasanya digunakan untuk perhitungan jarak yaitu rumus *Euclidean Distance Space*. adapun rumusnya yaitu sebagai berikut:

$$DL(x_2 - x_1) = \sqrt{\sum p_j = 1 (x_2 - x_1j)^2} \quad (2)$$

Keterangan:

$DL(x_2-x_1)$ = sebuah jarak objek dari objek i dan objek j

P = dimensi data

X_{2j} = koordinat pada objek i dari dimensi k

X_{1j} = koordinat pada objek j dari dimensi k

- d) Langkah keempat, menentukan keanggotaan dalam suatu cluster dengan menggabungkan hal-hal dan kemudian menemukan tetangga terdekat mereka.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Awal

1	lam Grad	ESTATE	DIVISI	Mentah	K. Masak	Masak	T. Masak	Busuk	Jariris	Total	T. Panjang	D. Tikus	Partheno	J. Sakit	Bronchial	Sampah	Berat TBS	Fresh	Busuk	Percent
2	9:42	KSQ	A1	1	1	69	25	3	1	100	1	0	0	6	1415	0	6250	81%		19%
3	10:34	KSQ	C1	0	1	82	17	0	0	100	5	0	0	2	390	0	6620	98%		2%
4	10:31	KSQ	D3	0	1	79	18	0	2	100	3	2	0	2	1225	0	7490	98%		2%
5	10:14	KSQ	A2	0	0	79	21	0	0	100	7	0	0	3	1275	0	5620	98%		2%
6	10:53	KSQ	B1	0	0	84	16	0	0	100	6	0	0	3	1140	0	5470	99%		1%
7	13:58	KSQ	A2	0	0	79	21	0	0	100	2	0	0	3	1065	0	6760	98%		2%
8	14:16	KSQ	B1	0	0	78	22	0	0	100	0	0	0	3	245	0	4730	98%		2%
9	11:06	KSQ	F3	0	0	85	15	0	0	100	3	1	0	0	790	0	3980	96%		4%
10	12:16	KSQ	E2	0	0	79	19	0	2	100	0	2	0	4	1100	0	5700	94%		6%
11	12:05	AKUJRWMA		0	0	84	16	0	0	100	0	0	0	1	700	0	5470	99%		1%
12	11:44	AKUJSELA01		0	2	86	12	0	0	100	9	3	0	1	595	0	5980	98%		2%
13	12:18	AKUJSELA01		0	0	78	21	0	1	100	7	0	0	3	210	0	5050	96%		2%
14	10:40	AKUJSELA02		0	0	85	15	0	0	100	1	2	1	2	1570	0	5750	98%		2%
15	10:25	AKUJSELA01		0	1	79	19	0	1	100	4	0	0	2	290	0	4790	96%		4%
16	10:23	AKUJSELA01		0	0	80	20	0	0	100	2	1	0	1	1410	0	6550	98%		2%
17	9:57	AKUJRWMA		0	0	80	20	0	0	100	0	0	1	3	1205	0	5240	97%		3%
18	12:33	AKUJSELA02		0	0	78	22	0	0	100	6	0	0	2	1820	0	5930	98%		2%
19	12:38	AKUJSELA01		0	3	81	16	0	0	100	2	1	1	0	665	0	6100	97%		3%
20	12:46	AKUJSELA01		0	2	80	18	0	0	100	4	2	0	2	885	0	5870	98%		2%
548	19:03	AKUJRWMA		0	0	84	16	0	0	100	2	1	0	1	445	0	5210	97%		3%

Gambar 4. Data Awal

Dari penelitian yang dilakukan pada PT. Wilmar Pangkalanbun didapatkan beberapa sampel data awal yang mana terdapat tingkat kematangan buah kelapa sawit seperti mentah, kurang masak, masak, terlalu masak, busuk, jam gradi, estate, divisi, janjang kosong, janjang sakit, T. panjang, D. tikus, partheno, brondolan, sampah, berat TBS, fresh, dan tidak fresh. Dari data tersebut akan dilakukan preprocessing sebelum diteruskan ketahapan berikutnya. Gambar 4 menampilkan data sampel yang akan digunakan dalam analisis ini.

4.2 Processing Data

Tahapan *processing* data ini dilakukan untuk *cleaning* atau pembersihan data dengan cara yang memungkinkan penggunaannya dalam studi yang direncanakan. T. panjang, D.rat, partheno, sabit, lozenge, sampah, dan berat TBS hanyalah beberapa data yang akan ditangani mulai saat ini. Gambar selanjutnya ini akan menunjukkan kepada produk akhir dari semua pemrosesan data itu:

1	ESTATE	DIVISI	Mentah	K. Masak	Masak	T. Masak	Busuk
2	KSI2	A1	1	1	69	25	3
3	KSI3	C1	0	1	82	17	0
4	KSI2	D3	0	1	79	18	0
5	KSI3	A2	0	0	79	21	0
6	KSI2	B1	0	0	84	16	0
7	KSI3	A2	0	0	79	21	0
8	KSI2	B1	0	0	78	22	0
9	KSI2	F3	0	0	85	15	0
10	KSI2	E2	0	0	79	19	0
11	AKUDKMS	A	0	0	84	16	0
12	AKUDSEJA	D1	0	2	86	12	0
13	AKUDSEJA	C1	0	0	78	21	0
14	AKUDSEJA	E2	0	0	85	15	0
15	AKUDSEJA	C1	0	1	79	19	0
16	AKUDSEJA	A1	0	0	80	20	0
17	AKUDKMS	A	0	0	80	20	0
18	AKUDSEJA	E2	0	0	78	22	0
19	AKUDSEJA	D1	0	3	81	16	0
20	AKUDSEJA	D1	0	2	80	18	0
549	AKUDKMS	A	0	0	84	16	0

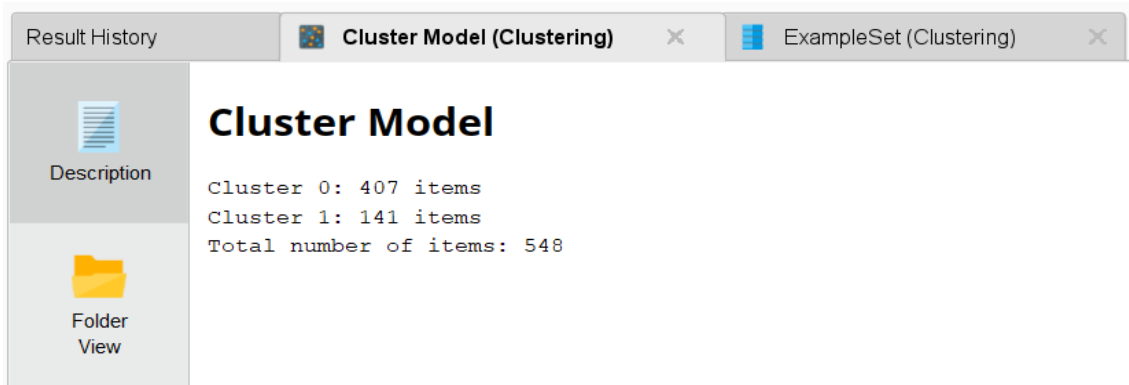
Gambar 5. Hasil Processing Data

4.3 Implementasi Pada Aplikasi Rapid Miner

Gambar 6. Visualisasi Data

RapidMiner Studio akan menelusuri karakteristik atribut dari dataset dengan clustering *K-Means*. Clustering data akan dilakukan RapidMiner Studio digunakan. Temuan analisis klaster pada kematangan buah kelapa sawit di PT. Wilmar Pangkalanbun menggunakan RapidMiner Studio seperti pada Gambar 6. Tampilan Data adalah alat visualisasi data.

Terdapat 7 kualitas, termasuk divisi, estate, mentah, k.cook, matang, t.cook, dan busuk, dapat ditampilkan bersama 548 lembar data awal.



Gambar 7. Hasil Jumlah Cluster

Model Cluster untuk visualisasi data. Dua cluster berbeda terlihat dalam data berikut:

- a. Cluster 0: yang terdiri dari 407 items
- b. Cluster 1: yang terdiri dari 141 items

Attribute	cluster_0	cluster_1
Mentah	0.221	0.525
K. Masak	1.216	0.887
Masak	83.111	75.411
T. Masak	15.314	21.702
Busuk	0.007	0.680

Gambar 8. Centroid Data Dari Variabel

Berdasarkan *Centroid* Data dari variabel klaster hasil olahan *Rapid Miner Studio* pada Gambar 8, dapat disimpulkan:

- 1) *Cluster* 0: Buah kelapa sawit memiliki rata-rata buah mentah sedikit, buah kelapa sawit kurang masak memiliki rata-rata banyak, jumlah atribut buah kelapa sawit masak banyak, sedangkan buah kelapa sawit terlalu masak banyak, dan jumlah buah kelapa sawit busuk sedikit.
- 2) *Cluster* 1: Buah kelapa sawit mentah memiliki rata-rata sedikit, buah kelapa sawit kurang masak memiliki rata-rata sedikit, buah kelapa sawit memiliki rata-rata buah masak sedang, buah kelapa sawit terlalu masak banyak, dan jumlah buah kelapa sawit busuk banyak.

4.4 Pembahasan

Dengan melihat centroid data dengan jumlah tingkat masak cluster lebih tinggi maka dapat disimpulkan cluster 0 adalah kelompok buah kelapa sawit yang matang sedangkan cluster 1 adalah kelompok buah kelapa sawit yang tidak matang. Hasil akhir dari proses klasterisasi dengan bantuan *Rapid Miner Studio* ini adalah berupa sebuah knowledge atau pengetahuan terkait buah sawit di PT. Wilmar Pangkalanbun yang memiliki jumlah buah sawit matang terbanyak, dengan didukung data-data seperti data rata-rata tingkat masak buah sawit. Dari data awal yang hanya berupa data terkait mentah, kurang masak, masak, terlalu masak

dan busuk. Kemudian kita olah dengan cara menghitung rata-rata setiap data tersebut dari bulan februari 2023. Dilanjutkan dengan proses klusterisasi sehingga menghasilkan hasil akhir berupa sebuah knowledge atau pengetahuan.

Pertanyaan lebih lanjut dalam pembahasan ini adalah: sejauh mana akurasi kinerja metode *K-Means Clustering* yang diuji kinerjanya dalam penelitian ini. Hal ini penting menjadi perhatian, mengingat pengujian akurasi kinerja suatu metode komputasi memungkinkan peneliti untuk menilai sejauh mana metode tersebut dapat diandalkan dalam menghasilkan hasil yang benar. Ini penting di mana kesalahan atau ketidakpastian dalam hasil dapat memiliki dampak besar [15]. Hal tersebut menjadi bagian keterbatasan dalam penelitian ini, dimana pengujian akurasi kinerja metode *K-means Clustering* belum dilakukan, sehingga membuka peluang untuk melakukan penelitian lanjutan untuk menyempurnakan penelitian ini. Namun demikian, berdasarkan kajian-kajian terdahulu yang relevan seperti dalam [16]-[18] yang menunjukkan bahwa metode *K-means Clustering* memiliki performa yang baik dalam melakukan pengelompokan data, sehingga temuan terbut dapat menjadi dasar untuk mempertimbangkan hasil penelitian ini sebagai rujukan bagi manajemen PT. Wilmar Pangkalanbun dalam mendukung kebijakan-kebijakan pengambilan keputusan bisnis,

5. Simpulan

Penerapan metode *K-Means clustering* untuk mengidentifikasi cluster terbaik bagi PT. Wilmar Pangkalan Bun untuk meningkatkan kinerja perusahaan merupakan langkah signifikan dalam perkembangan ekonomi makro Indonesia. Studi ini bertujuan untuk membantu pihak perusahaan dalam kesulitan untuk mengetahui berapa persentase kematangan buah kelapa sawit mereka dengan cara mengidentifikasi klaster terbaik untuk buan febuari tahun 2023, dengan fokus pada buah kelapa sawit berkualitas tinggi. Dengan mengetahui hasil persentase kematangan buah mereka melalui penelitian ini, sehingga dapat membantu pihak perusahaan untuk dapat melakukan pengelolaan yang lebih baik lagi untuk kedepannya.

Dalam penelitian ini, Metode K-Means Clustering Algorithm dapat mengklasterkan tingkat kematangan buah kelapa sawit ke dalam kelompok-kelompok yang berbeda. Informasi yang digunakan dalam analisis ini, berkaitan dengan bulan Februari 2023. Hasil analisis data disajikan dalam hal ini sebagai hasil clustering K-Means. Pengelompokan akan digunakan untuk memisahkan informasi menjadi dua kelompok: kelompok dengan buah matang penuh dan kelompok dengan buah mentah. Data untuk cluster kematangan tinggi berpusat pada 83.111, sedangkan data untuk cluster kematangan rendah berpusat pada 75.411. Mendapatkan evaluasi dengan menggunakan indeks buah sawit, yang memiliki dua klaster berat ekspor (klaster 0 dan klaster 1), sangatlah penting. Adapun hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu berupa hasil dari kelompok buah kelapa sawit yang matang (cluster 0) berjumlah 407 items dan hasil dari kelompok buah kelapa sawit yang tidak matang (cluster 1) berjumlah 141 items. Hasil penelitian akan membantu meningkatkan praktik manajemen perusahaan. Penelitian ini akan membantu meningkatkan kinerja perusahaan secara keseluruhan dengan berkontribusi pada terciptanya sistem manajemen bisnis yang lebih efisien dan efektif. Adapun keterbatasan pada penelitian kali ini yaitu pada penelitian ini tidak dilakukannya uji performa sehingga disarankan untuk penelitian kedepannya dapat menambahkan uji performa.

Daftar Referensi

- [1] A. Riyono, "Peran Perkebunan Kelapa Sawit Dalam Kabupaten Kutai Timur," vol. 10, no. 1, pp. 1–15, 2022.
- [2] N. Puspitasari, R. Rosmasari, F. W. Pratama, and H. Sulastri, "Quality Classification of Palm Oil Varieties Using Naive Bayes Classifier," *Digit. Zo. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 13, no. 1, pp. 11–23, 2022, doi: 10.31849/digitalzone.v13i1.9773.
- [3] A. Mathematics, 濟無No Title No Title No Title, vol. 6534. 2016.
- [4] F. Rahmadhania, P. Sembiring, and M. A. Sinaga, "Pengaruh Kematangan Buah Kelapa Sawit Varietas Dxp Bah Lias Terhadap Kadar Minyak Sawit Mentah (Cpo)," *J. Agro Estate*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2019, doi: 10.47199/jae.v3i1.15.
- [5] I. Irmayansyah and S. E. Triyono, "Penerapan Algoritma K-Means Untuk Pemetaan Potensi Calon Mahasiswa Baru," *Teknois J. Ilm. Teknol. Inf. dan Sains*, vol. 12, no. 2, pp. 139–150, 2022, doi: 10.36350/jbs.v12i2.139.
- [6] A. Jananto, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering Untuk Perencanaan Kebutuhan Obat Di Klinik Citra Medika". *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, vol. 18, no. 1, pp. 69-76,

- 2022.
- [7] W. D. H. Hendra Effendi, Ahmad Syahrial, Sefran Prayoga, "Penerapan Metode K-Means Clustering untuk Pengelompokan Lahan Sawit Produktif pada PT Kasih Agro Mandiri," *Teknomatika*, vol. 11, no. 02, pp. 117–126, 2021.
 - [8] E. F. Himmah, M. Widyaningsih, and M. Maysaroh, "Identifikasi Kematangan Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Warna RGB Dan HSV Menggunakan Metode K-Means Clustering," *J. Sains dan Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 193–202, 2020, doi: 10.34128/jsi.v6i2.242.
 - [9] D. Haryadi, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering Pada Produksi Perkebunan Kelapa Sawit Menurut Provinsi," *J. Informatics Commun. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 50–64, 2021, doi: 10.52661/j_ict.v3i1.71.
 - [10] N. Nuraisana, "Analisis Clustering Untuk Mengetahui Tingkat Potensi Tanaman Kelapa Sawit Berdasarkan Luas Tanaman Menggunakan Algoritma K ...," *J. Mantik Penusa*, vol. 3, no. 1, pp. 110–123, 2019.
 - [11] W. E. Sari, M. Muslimin, A. Franz, and P. Sugiartawan, "Deteksi Tingkat Kematangan Tandan Buah Segar Kelapa Sawit dengan Algoritme K-Means," *SINTECH (Science Inf. Technol. J.)*, vol. 5, no. 2, pp. 154–164, 2022, doi: 10.31598/sintechjournal.v5i2.1146.
 - [12] S. Hajar, A. A. Novany, A. P. Windarto, A. Wanto, and E. Irawan, "Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) Penerapan K-Means Clustering Pada Ekspor Minyak Kelapa Sawit Menurut Negara Tujuan," *Semin. Nas. Teknol. Komput. Sains*, pp. 314–318, 2020.
 - [13] D. F. Pasaribu, I. S. Damanik, E. Irawan, Suhada, and H. S. Tambunan, "Memanfaatkan Algoritma K-Means Dalam Memetakan Potensi Hasil Produksi Kelapa Sawit PTPN IV Marihat," *BIOS J. Teknol. Inf. dan Rekayasa Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 11–20, 2021, doi: 10.37148/bios.v2i1.17.
 - [14] K. S. H. Kusuma Al Atros, A. R. Padri, O. Nurdiawan, A. Faqih, and S. Anwar, "Model Klasifikasi Analisis Kepuasan Pengguna Perpustakaan Online Menggunakan K-Means dan Decision Tree," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 8, no. 6, p. 323, 2021, doi: 10.30865/jurikom.v8i6.3680.
 - [15] B. Bahar, B. "Model Pengujian Akurasi Berbasis Empiris Pada Algoritma A-Priori". *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 2, pp. 45-56, 20219.
 - [16] A. Moubayed, M. Injadat, A. Shami & H. Lutfiyya, "Student engagement level in an e-learning environment: Clustering using k-means". *American Journal of Distance Education*, vol. 34, no. 2, pp. 137-156, 2020.
 - [17] G.R. Sreekanth, P. Thangaraj, & S. Kirubakaran, "Fruit detection using improved K-means algorithm". *Journal of Critical Reviews*, vol. 7, no. 12, pp. 5-6, 2020.
 - [18] N. Indriyani, A. S. Budi, D. Laraswati, W. Yusnaeni, & A. Hidayat, "The Classification Of Monster And Williams Pear Varieties Using K-Means Clustering And K-Nearest Neighbor (KNN) Algorithm". In *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1641, No. 1, p. 012082, 2020. IOP Publishing.