JDSP
Jurnal Data Science Penusa
E-ISSN: 1234-5678

Pengelompokan Kematangan Buah Kelapa Sawit Dengan Menggunakan K-Means

Surya Andrian Sinaga[1)*], Megaria Purba, S.SI.,M.Kom[2)]
[1,)] Teknologi Informasi STMIK Pelita Nusantara Medan
[2,)] suryaandriansinaga@gmail.com
megariapurba18@gmail.com

Received: 11 November 2025 Accepted: 25 Juni 2026 Published: 13 July 2026
Pp. 365-372

***Penulis Koresponden**

Kata Kunci: KELAPA SAWIT, RGB, *K-MEANS CLUSTERING*, PENGOLAHAN CITRA DIGITAL, KLASIFIKASI KEMATANGAN.

JDSP: Jurnal Data Science Penusa is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

Abstrak : Penentuan tingkat kematangan buah kelapa sawit merupakan tahap penting dalam proses panen karena berpengaruh langsung terhadap kualitas dan rendemen minyak sawit yang dihasilkan. Penilaian kematangan yang masih dilakukan secara manual memiliki kelemahan berupa subjektivitas pengamat dan inkonsistensi hasil. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi kematangan buah kelapa sawit secara otomatis berdasarkan analisis warna RGB dengan menggunakan algoritma K-Means Clustering. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif eksperimental melalui tahapan pengumpulan data citra buah sawit, ekstraksi nilai warna RGB, penerapan algoritma K-Means, dan analisis hasil pengelompokan. Data diperoleh dari 30 sampel buah kelapa sawit dengan empat kategori kematangan: mentah, setengah matang, matang, dan terlalu matang. Proses pengelompokan dilakukan dengan menghitung jarak Euclidean untuk setiap data RGB terhadap centroid masing-masing cluster hingga posisi centroid konvergen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengelompokkan tingkat kematangan buah sawit dengan tingkat akurasi sebesar 86,7% dibandingkan hasil observasi manual. Temuan ini membuktikan bahwa analisis warna RGB yang diolah menggunakan algoritma K-Means efektif untuk menentukan tingkat kematangan buah sawit secara objektif dan konsisten. Sistem yang dikembangkan berpotensi diterapkan di lapangan sebagai alat bantu panen yang efisien, cepat, dan bebas dari subjektivitas manusia.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (Elaeis guineensis Jacq.) merupakan salah satu komoditas perkebunan utama di Indonesia yang berperan penting dalam menopang perekonomian nasional. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Perkebunan (2020), produksi Crude Palm Oil (CPO) di Indonesia mencapai lebih dari 42 juta ton per tahun, menjadikannya sebagai produsen terbesar di dunia. Mutu minyak sawit sangat ditentukan oleh tingkat kematangan buah saat dipanen, karena buah yang dipetik terlalu muda atau terlalu matang dapat menurunkan rendemen serta kualitas minyak yang dihasilkan. Oleh sebab itu, penentuan kematangan buah sawit secara tepat menjadi aspek penting dalam menjaga mutu produksi. Penilaian kematangan buah sawit di lapangan umumnya masih dilakukan secara manual melalui pengamatan visual oleh pekerja. Metode tradisional ini memiliki keterbatasan karena hasilnya sangat dipengaruhi oleh subjektivitas penilai, pengalaman kerja, serta kondisi pencahayaan saat pemeriksaan berlangsung. Ketidaktepatan dalam menilai tingkat kematangan dapat menimbulkan kerugian ekonomi akibat panen yang tidak optimal dan menurunnya efisiensi proses pengolahan minyak (Rahman & Pratama, 2023). Untuk mengatasi hal tersebut, penerapan teknologi pengolahan citra digital dapat menjadi solusi objektif dalam menentukan tingkat kematangan buah sawit.

Salah satu parameter utama yang dapat dianalisis dari citra digital adalah warna, yang dapat diukur secara kuantitatif menggunakan model warna RGB (Red, Green, Blue). Model ini bekerja dengan mengombinasikan tiga komponen cahaya utama untuk menghasilkan berbagai variasi warna dengan nilai intensitas antara 0 hingga 255 (Setiawan & Prasetyo, 2021). Setiap tahap kematangan buah sawit memiliki ciri warna yang berbeda—buah mentah

biasanya berwarna hijau tua, buah matang berwarna merah cerah, sedangkan buah yang terlalu matang cenderung merah kehitaman. Berdasarkan variasi warna tersebut, nilai RGB dapat digunakan sebagai dasar pengelompokan tingkat kematangan buah secara lebih terukur dan konsisten (Rahmadani et al., 2022).

TINJAUAN LITERATUR

perkebunan penting di Indonesia yang menjadi sumber utama minyak nabati bernilai ekonomi tinggi. Berdasarkan laporan Direktorat Perkebunan (2020), Indonesia tercatat sebagai produsen Crude Palm Oil (CPO) terbesar di dunia dengan produksi tahunan mencapai lebih dari 42 juta ton. Kualitas serta rendemen minyak sawit sangat dipengaruhi oleh tingkat kematangan buah ketika dipanen. Buah yang masih muda menghasilkan kadar minyak rendah, sedangkan buah yang terlalu matang cenderung meningkatkan kadar asam lemak bebas (FFA), yang berdampak pada penurunan mutu minyak (Rahman & Pratama, 2023).

Perubahan warna pada kulit buah kelapa sawit menjadi indikator utama untuk menilai tingkat kematangannya. Buah mentah biasanya berwarna hijau kehitaman, buah setengah matang tampak jingga kekuningan, buah matang berwarna merah terang, sedangkan buah terlalu matang menunjukkan warna merah kehitaman. Oleh karena itu, pengamatan warna kulit buah berperan penting dalam menentukan waktu panen yang paling tepat.

Data mining adalah proses analitis yang digunakan untuk menemukan pola, informasi, atau pengetahuan tersembunyi dari kumpulan data berskala besar dengan memanfaatkan pendekatan statistik, kecerdasan buatan, serta machine learning (Han, Pei, & Kamber, 2022). Salah satu teknik yang banyak digunakan dalam data mining ialah clustering, yaitu metode pengelompokan data berdasarkan kesamaan karakteristik tanpa memerlukan label kelas (unsupervised learning). Pendekatan ini telah banyak diterapkan di berbagai bidang seperti pengolahan citra digital, analisis pasar, hingga pertanian presisi. Dalam penelitian ini, teknik clustering diterapkan untuk mengelompokkan nilai warna RGB pada buah kelapa sawit ke dalam kategori tingkat kematangan secara otomatis.

Algoritma K-Means Clustering merupakan salah satu metode clustering yang paling populer, bekerja dengan cara membagi data ke dalam sejumlah kelompok atau cluster berdasarkan jarak terdekat antara data dengan titik pusat kelompok (centroid). Tujuannya adalah untuk meminimalkan total jarak kuadrat antara setiap data dan centroid dalam kelompoknya masing-masing (Himmah et al., 2020; Maysaroh, 2022).

METODE PENELITIAN

Salah satu algoritma yang banyak digunakan dalam analisis pola dan klasifikasi citra adalah K-Means Clustering. Metode ini bekerja dengan membagi sekumpulan data ke dalam beberapa kelompok (cluster) berdasarkan kedekatan nilai antar data terhadap pusat kelompok (centroid). K-Means termasuk dalam kategori unsupervised learning, sehingga tidak memerlukan data berlabel untuk melakukan pengelompokan (Han, Pei, & Kamber, 2022). Dalam konteks analisis citra buah kelapa sawit, algoritma K-Means dapat mengelompokkan data nilai RGB menjadi beberapa kategori kematangan seperti mentah, setengah matang, matang, dan terlalu matang. Keunggulan metode ini adalah proses komputasinya yang sederhana, waktu eksekusi yang cepat, serta hasil klasifikasi yang stabil terhadap data numerik seperti intensitas warna (Himmah et al., 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem klasifikasi kematangan buah kelapa sawit menggunakan analisis warna RGB dan algoritma K-Means Clustering. Pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan proses identifikasi yang lebih akurat, efisien, dan objektif dibandingkan metode manual, serta dapat mendukung efisiensi dalam industri perkebunan kelapa sawit.

1. Penerapan Algoritma K-means

Tahap ini merupakan proses untuk mengelompokkan data dengan menggunakan algoritma k-means menjadi beberapa kelompok, sangat berguna dalam mengelompokkan data berdasarkan klaster kemiripan fitur atau karakteristik dari data kematangan buah kelapa sawit dengan, pemilihan K yang tepat dan pemahaman tentang data.Analisis kebutuhan data merupakan tahap untuk mengidentifikasi jenis informasi, variabel, serta sumber data yang diperlukan guna menjawab rumusan masalah dan mendukung pencapaian tujuan penelitian. Proses ini bertujuan memastikan bahwa data yang dikumpulkan memiliki relevansi, ketepatan, serta kesesuaian dengan fokus penelitian. Adapun tahapan yang dilakukan dalam sistem pengolahan data untuk menentukan tingkat kematangan buah kelapa sawit adalah sebagai berikut.

2. Akuisisi Data Citra

Langkah pertama adalah pengumpulan citra digital buah kelapa sawit dengan berbagai tingkat kematangan: mentah, setengah matang, matang, dan terlalu matang. Citra diambil menggunakan kamera digital dengan pencahayaan seragam untuk menghindari noise pada warna. Gambar dikumpulkan dalam format standar seperti .jpg atau .png.



(Buah mentah) (buah setengah matang) (buah matang) (buah terlalu matang)

HASIL PENELITIAN

Implementasi adalah suatu prosedur yang dilakukan untuk menyelesaikan sistem yang ada dalam dokumen rancangan sistem yang telah disetujui dan telah diuji, menginstal dan memulai menggunakan sistem baru yang diperbaiki. sehingga akan diketahui apakah sistem atau aplikasi yang dirancang benar-benar dapat menghasilkan tujuan yang dicapai.

1. Tampilan Halaman Login Administrator

Halaman Login Administrator merupakan halaman login bagi administrator agar dapat memproses data. Administrator harus memasukkan username dan password yang benar agar dapat masuk dalam Beranda administrator.



Gambar 2 Halaman Login Administrator

2. Tampilan Halaman Beranda

Pada halaman ini menampilkan gambar menu administrator



Gambar 3 Halaman Beranda Administrator

3. Tampilan halaman data sampel sawit

Halaman data sampel sawit adalah halaman yang menampilkan data-data serta tombol operasi seperti tambah data, edit dan hapus data siswa.



Gambar 4 Tampilan data sampel sawit

4. Tampilan Halaman Nilai Rgb

Halaman nilai Rgb adalah halaman yang berisi untuk mengisi data sawit ke sebuah database melalui sistem.



Gambar 5 Tampilan halaman nilai RGB

5. Tampilan Halama n Proses K-Menas

Setelah menekan menu proses K_Means maka akan hasil klasifikasi data seperti berikut ini dengan jumlah iterasi yang sesuai dengan data yang sudah dimasukkan ke dalam sistem baik itu jumlah dan data nilai kriteria



Gambar 6 Tampilan Normalisasi RGB

6. Tampilan halaman hasil proses algoritma K-Means

Setelah menekan menu hasil proses K_Means maka akan hasil klasifikasi data seperti berikut ini dengan hasil cluser yang sesuai dengan data yang sudah dimasukkan ke dalam sistem dan halaman ini juga menunjukan gambar buah setiap kematangan nya berdasarkan nilai RGB.



Gambar 7 Hasil K-Means

PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sistem klasifikasi kematangan buah kelapa sawit berbasis analisis warna RGB dengan penerapan algoritma K-Means Clustering. Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka OpenCV dan Scikit-learn, serta memanfaatkan MySQL sebagai basis data penyimpanan nilai RGB, hasil clustering, dan data citra.

Antarmuka pengguna (user interface) dirancang sederhana agar mudah digunakan oleh operator lapangan. Terdapat beberapa fitur utama dalam sistem, yaitu:

1. Input Data Citra – untuk memasukkan foto buah sawit.
2. Ekstraksi Nilai RGB – sistem otomatis membaca nilai Red, Green, dan Blue dari citra yang dimasukkan.
3. Proses K-Means – sistem mengelompokkan buah ke dalam kategori kematangan (mentah, setengah

matang, matang, terlalu matang).

4. Tabel Hasil Klasifikasi – menampilkan hasil akhir pengelompokan lengkap dengan nilai RGB dan label tingkat kematangan.

Sistem diuji menggunakan 30 sampel buah kelapa sawit dengan variasi tingkat kematangan yang berbeda. Setiap citra diambil dengan pencahayaan seragam untuk menjaga konsistensi nilai RGB. Proses ekstraksi menghasilkan tiga komponen warna dominan untuk setiap buah (R, G, B) yang kemudian diolah dalam algoritma K-Means.

Hasil penerapan algoritma K-Means menunjukkan bahwa sistem mampu mengelompokkan data nilai RGB ke dalam empat kelompok utama yang merepresentasikan tingkat kematangan buah, yaitu:

Cluster 1 (Mentah) — didominasi oleh nilai R rendah dan G tinggi (misalnya R=46, G=28, B=21).

Cluster 2 (Setengah Matang) — ditandai oleh peningkatan nilai R dan penurunan G (misalnya R=162, G=103, B=68).

Cluster 3 (Matang) — memiliki nilai R tinggi dan G serta B relatif rendah (contoh R=190, G=115, B=75).

Cluster 4 (Terlalu Matang) — dicirikan oleh nilai R sangat tinggi dengan G dan B yang menurun tajam (misalnya R=235, G=162, B=112).

Data hasil iterasi K-Means menunjukkan bahwa proses konvergen pada iterasi ke-2, di mana centroid tidak lagi berubah, artinya setiap data RGB sudah menetap pada cluster yang paling sesuai. Proses iteratif ini sesuai dengan prinsip K-Means (Han, Pei, & Kamber, 2022), yaitu menghitung jarak Euclidean antar data hingga didapatkan posisi centroid yang stabil. Dengan demikian, sistem berhasil membentuk klasifikasi kematangan buah sawit berdasarkan kemiripan pola warna RGB dengan stabilitas tinggi dan hasil yang konsisten.

Dari hasil analisis dan interpretasi data, dapat disimpulkan bahwa:

Metode K-Means Clustering mampu mengelompokkan tingkat kematangan buah kelapa sawit dengan akurasi rata-rata 86–90%. Nilai warna RGB terbukti efektif sebagai fitur pembeda antar tingkat kematangan buah sawit. Hasil ini selaras dengan teori dan penelitian sebelumnya yang menegaskan bahwa analisis warna merupakan indikator visual yang valid dalam menentukan kematangan buah kelapa sawit.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan pengolahan citra berbasis warna RGB dengan algoritma K-Means dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi subjektivitas dalam penilaian kematangan buah sawit. Sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat bantu keputusan panen di perkebunan kelapa sawit, karena mampu menilai tingkat kematangan secara objektif, cepat, dan terukur. Secara praktis, sistem ini berpotensi diterapkan di tingkat lapangan melalui aplikasi sederhana berbasis komputer atau perangkat mobile, sehingga meningkatkan efisiensi tenaga kerja dan mengurangi kesalahan panen.

KESIMPULAN

1. Penerapan metode K-Means efektif dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan buah kelapa sawit berdasarkan analisis warna RGB. Penggunaan citra digital sebagai sumber data memungkinkan proses penentuan kematangan buah dilakukan secara otomatis, cepat, dan objektif, tanpa bergantung pada penilaian visual manusia yang cenderung subjektif.
2. Penggunaan warna RGB sebagai parameter klasifikasi memberikan hasil yang cukup akurat, dengan tingkat akurasi pengelompokan yang konsisten setelah dilakukan validasi terhadap penilaian manual

pakar perkebunan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dibangun dapat diandalkan untuk membantu proses panen buah sawit dengan lebih efisien.MySQL membuat sistem menjadi fleksibel, mudah digunakan, dan mampu memproses data citra dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat dikembangkan lebih lanjut untuk diterapkan di lapangan dengan perangkat berbasis kamera digital.

REFERENCES

1. Yuliana, & Bachtiar, L. (2023). Implementasi Metode K-Means Clustering untuk Identifikasi Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Tingkat Kematangan. *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, 12(2), 45–56. https://doi.org/10.33365/progresif.v12i2.2023
2. Himmah, E. F., Widyaningsih, M., & Maysaroh. (2020). Identifikasi Kematangan Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Warna RGB dan HSV Menggunakan Metode K-Means Clustering. *Jurnal Sains dan Informatika*, 6(2), 112–120.
3. Ramadhani, I., & Megawati. (2023). Implementasi Algoritma K-Means Untuk Klustering Data Produktivitas Kelapa Sawit. *Indonesian Journal of Informatic Research and Software Engineering (IJIRSE)*, 5(1), 77–88. https://doi.org/10.33365/ijirse.v5i1.2023
4. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2021). *Digital Image Processing* (4th ed.). Pearson.
5. Mendoza, F., Dejmek, P., & Aguilera, J. M. (2020). Calibrated Image Analysis of Shapes and Color of Apple Parenchyma Tissue Exposed to Air. *Food Research International*, 125(3), 104–117. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.01.020
6. Sharma, G., & Aggarwal, A. (2021). Color Image Segmentation Using K-Means Clustering and Fuzzy C-Means. *International Journal of Computer Applications*, 183(33), 1–6. https://doi.org/10.5120/ijca2021183327
7. Sihotang, H., Simanjuntak, F., & Wibowo, R. (2022). *Unified Modeling Language (UML): Pemodelan Perangkat Lunak Berbasis Objek*. Jakarta: Penerbit Andi.
8. Wahyu, A., Fadilah, R., & Lestari, S. (2024). *Pemodelan Sistem Informasi Menggunakan UML dan Basis Data Relasional*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
9. Tacbir, A. (2020). *Data Mining dan Penerapannya*. Yogyakarta: Deepublish.
10. Aggarwal, C. C. (2021). *Data Mining: The Textbook* (2nd ed.). Springer.
11. Rahmadani, I., & Hidayat, M. (2022). Penerapan Algoritma K-Means untuk Klasifikasi Warna Citra Digital. Jurnal Teknologi dan Sains Komputer, 8(3), 215–224.