

Ekstraksi Palet Warna Pada Desain Grafis Digital Menggunakan K-Means Clustering

Moh. Farhan Nashiruddin¹,

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: *farhannash214@gmail.com

Abstrak – Penentuan palet warna yang harmonis dalam desain grafis digital sering kali menjadi tantangan kompleks akibat faktor subjektivitas desainer dan tingginya variasi warna pada ribuan hingga jutaan piksel citra. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem otomatisasi berbasis Python untuk mengekstraksi warna dominan secara presisi dan objektif. Metode yang diterapkan menggunakan pendekatan eksperimental pengembangan perangkat lunak dengan algoritma *K-Means Clustering* untuk segmentasi piksel di ruang RGB, yang dioptimalkan melalui tahapan pra-pemrosesan *resizing* serta pasca-pemrosesan konversi HSV untuk fitur *Smart Extraction* berbasis suasana. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengelompokkan warna dominan secara *real-time* dan mampu memisahkan komposisi warna sesuai kaidah desain 60-30-10. Selain itu, teknik *downsampling* terbukti efektif menjaga efisiensi komputasi tanpa mengurangi akurasi visual secara signifikan. Dapat disimpulkan bahwa pendekatan hibrida antara komputasi *K-Means* dan interaksi pengguna memberikan solusi efektif serta panduan objektif bagi kebutuhan desain grafis modern.

Kata Kunci — Desain Grafis, Ekstraksi Warna, K-Means Clustering, Palet Warna, Pengolahan Citra

1. PENDAHULUAN

Dalam era digital, warna menjadi elemen grafis paling dominan dalam strategi komunikasi dan pemasaran karena kemampuannya menarik perhatian visual secara instan melebihi bentuk atau teks. Lebih dari sekadar estetika, penggunaan warna yang strategis bertindak sebagai representasi identitas merek (*brand personality*) yang krusial untuk memenangkan kompetisi pasar [1]. Lebih jauh lagi, literatur psikologi desain mengungkapkan bahwa warna memiliki dampak signifikan terhadap respons emosional dan persepsi konsumen. Studi menunjukkan bahwa hingga 90% penilaian cepat (*snap judgment*) seseorang terhadap suatu produk didasarkan semata-mata pada skema warnanya. Oleh karena itu, kemampuan untuk membangkitkan suasana hati (*Mood*) yang tepat melalui palet warna menjadi kompetensi krusial dalam industri desain grafis [2].

Kendati pemilihan warna krusial, proses teknis identifikasi dan standarisasi warna menghadapi kompleksitas akibat jutaan variasi intensitas RGB. Hal ini diperburuk oleh keterbatasan biologis manusia dalam membedakan nuansa tipis maupun mengingat identitas warna secara presisi [3]. Keterbatasan ini sering memicu inkonsistensi identifikasi visual. Di sisi lain, metode konvensional seperti *average color* terbukti kurang efektif karena hanya menggabungkan seluruh piksel menjadi satu nilai tunggal yang kusam, sehingga gagal merepresentasikan keragaman distribusi warna dominan yang sesungguhnya [4].

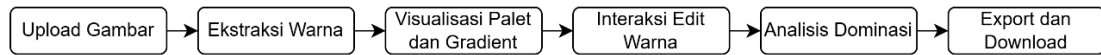
Penerapan kecerdasan buatan melalui teknik *clustering* relevan menjembatani kesenjangan persepsi visual dan data digital. Khususnya pada desain vektor, rekomendasi warna otomatis krusial untuk menciptakan harmoni objektif tanpa bias subjektivitas [5]. Algoritma *K-Means Clustering* unggul dalam mempartisi data piksel besar berdasarkan kedekatan fitur warna. Validitasnya terbukti lintas disiplin, seperti pada agroteknologi untuk mendeteksi kematangan stroberi melalui pemisahan warna objek dan latar belakang secara akurat. [6].

Fleksibilitas K-Means terbukti mampu menangani klasifikasi citra kompleks dengan menggabungkan fitur warna dan tekstur, seperti yang diterapkan pada identifikasi varietas cabai keriting menggunakan ekstraksi fitur GLCM (*Grey Level Co-occurrence Matrix*) [7]. Keandalan K-Means juga diterapkan dalam studi lingkungan dan pariwisata, di mana algoritma ini terbukti mampu mengklasifikasikan waktu pengambilan citra pantai berdasarkan dominasi warna langit dan laut [8]. Analisis semacam ini tidak hanya berkontribusi pada bidang visi komputer, tetapi juga memberikan wawasan praktis bagi wisatawan dan fotografer untuk menentukan waktu kunjungan terbaik guna mendapatkan kualitas visual yang optimal [9].

Dalam perspektif teknis, penerapan K-Means mendukung efisiensi penyimpanan data melalui proses kuantisasi warna. Reduksi jumlah warna menjadi elemen dominan ini terbukti berpengaruh langsung terhadap rasio kompresi dan kualitas citra yang diukur dengan parameter *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR), melampaui sekadar aspek estetika [10].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan eksperimental pengembangan perangkat lunak untuk menguji efektivitas algoritma *K-Means Clustering* pada analisis piksel ruang warna RGB. Alur sistematis mencakup pra-pemrosesan, segmentasi warna, hingga pasca-pemrosesan konversi HSV untuk penyaringan berbasis suasana (*Mood*). Implementasi sistem dilakukan menggunakan Python dengan pustaka Scikit-learn dan antarmuka Streamlit.



Gambar 1 Metode Penelitian

2.1 Upload Gambar

Tahap Upload Gambar berfungsi sebagai langkah awal operasional aplikasi yang ditempatkan pada panel sisi untuk memudahkan akses pengguna. Pada tahap ini, sistem secara otomatis memvalidasi input agar hanya menerima format file gambar standar, seperti JPG dan PNG, demi menjamin kelancaran proses analisis. Segera setelah gambar berhasil diunggah, sistem akan memproses data visual tersebut dengan melakukan standarisasi format warna ke mode RGB. Langkah konversi ini sangat penting untuk menghilangkan elemen transparansi yang mungkin ada, sehingga data gambar menjadi seragam dan siap untuk diproses lebih lanjut oleh algoritma pendeteksi warna pada tahap berikutnya.

$$P(x, y) = \{R, G, B\} \quad \text{dimana} \quad 0 \leq R, G, B \leq 255 \dots\dots\dots (1)$$

2.2 Ekstraksi Warna

Inti kecerdasan sistem ini bekerja dengan menerjemahkan data visual menjadi kumpulan warna yang harmonis melalui serangkaian proses komputasi. Proses ini diawali dengan teknik optimasi kinerja, di mana sistem secara internal menyesuaikan ukuran resolusi gambar agar perhitungan dapat berjalan instan tanpa mengurangi akurasi pembacaan warna. Setelah data siap, algoritma *Machine Learning* (K-Means Clustering) digunakan untuk memindai seluruh area gambar dan mengelompokkan ribuan variasi piksel menjadi beberapa titik warna utama yang paling sering muncul sebagai representasi elemen visual.

Sistem kemudian melakukan penyaringan cerdas berdasarkan preferensi suasana atau "*Mood*" yang dipilih pengguna, seperti nuansa cerah, gelap, atau pudar. Berdasarkan pilihan tersebut, sistem akan menganalisis tingkat saturasi dan kecerahan setiap kandidat warna, lalu memprioritaskan warna yang paling sesuai dengan karakteristik suasana yang diinginkan. Selain itu, terdapat mekanisme seleksi akhir yang memastikan setiap warna terpilih memiliki perbedaan visual yang cukup signifikan satu sama lain, sehingga hasil akhirnya adalah kombinasi palet yang kaya, tidak monoton, dan tetap akurat merepresentasikan identitas asli gambar tersebut.

$$d(x, \mu) = \sqrt{(x_R - \mu_R)^2 + (x_G - \mu_G)^2 + (x_B - \mu_B)^2} \dots\dots\dots (2)$$

2.3 Visualisasi Palet & Gradient

Setelah rangkaian warna utama berhasil diidentifikasi, sistem segera menerjemahkan data tersebut menjadi tampilan visual yang komprehensif agar mudah dianalisis oleh pengguna. Hasil ekstraksi pertama-tama disajikan dalam bentuk deretan panel warna atau strip yang disusun secara berdampingan, di mana setiap panel dilengkapi dengan label kode heksadesimal untuk keperluan referensi desain yang presisi. Tampilan ini memungkinkan pengguna untuk melihat isolasi setiap warna secara jelas sebelum melihatnya dalam konteks yang lebih luas.

Melengkapi tampilan panel warna tersebut, sistem secara otomatis mengolah seluruh data palet menjadi simulasi visual gradasi linear. Sistem menggabungkan warna-warna terpilih ke dalam satu spektrum transisi yang menyatu dan halus, memberikan gambaran estetika tentang bagaimana warna-warna tersebut berinteraksi dan mengalir saat dipadukan dalam satu komposisi. Pada visualisasi ini, sistem juga memetakan titik-titik simpul (*nodes*) di sepanjang garis gradasi untuk menandai posisi pasti dari setiap warna, membantu pengguna mengevaluasi keseimbangan dan harmoni transisi antar elemen warna yang telah terbentuk.

$$Score_{bright} = L + (0.5 \times S) \dots\dots\dots (3)$$

2.4 Interaksi Edit Warna

Sistem menyediakan mekanisme interaksi manual yang memberikan fleksibilitas penuh kepada pengguna untuk menyempurnakan hasil ekstraksi otomatis yang mungkin belum sesuai keinginan. Fitur ini bekerja dengan mendeteksi status slot warna mana yang sedang dipilih atau aktif untuk dimodifikasi. Ketika

pengguna menentukan pilihan warna baru dengan mengklik area spesifik pada gambar, sistem secara presisi melacak koordinat sentuhan tersebut dan langsung mengambil sampel data warna murni dari titik piksel yang dituju. Data warna baru ini kemudian diproses untuk menggantikan warna lama pada slot yang aktif secara instan, sehingga seluruh elemen visual—mulai dari kode referensi warna hingga simulasi gradasi—diperbarui secara *real-time* mengikuti preferensi artistik pengguna.

$$Hex_{\{R\}} = R \bmod \{16\} \quad \text{"dan"} \quad [R / 16] \dots\dots\dots (4)$$

2.5 Analisis Dominasi 60-30-10

Untuk mendukung penerapan prinsip estetika desain yang proporsional, sistem dilengkapi dengan fitur analisis khusus yang memecah komposisi gambar berdasarkan aturan desain 60-30-10. Berbeda dengan ekstraksi awal yang dipengaruhi oleh nuansa atau suasana, proses ini bekerja dengan mengkalkulasi ulang seluruh data visual secara murni untuk mengidentifikasi tiga kelompok warna dengan volume kemunculan terbesar. Sistem secara matematis mengukur frekuensi setiap piksel untuk menentukan hierarki dominasi yang akurat, mulai dari warna yang paling menguasai area gambar hingga yang paling sedikit.

Hasil perhitungan tersebut kemudian dipetakan secara otomatis ke dalam struktur desain standar: warna dengan volume terbesar ditetapkan sebagai warna dominan (60%), warna kedua sebagai penyeimbang atau sekunder (30%), dan warna ketiga sebagai elemen aksen atau pemanis (10%). Mekanisme ini memberikan wawasan objektif kepada pengguna mengenai distribusi warna asli pada gambar, sekaligus menyediakan panduan praktis untuk menciptakan keseimbangan visual yang harmonis sesuai standar teori desain profesional.

$$D_k = \left(\frac{N_k}{N_{total}} \right) \times 100 \% \dots\dots\dots (5)$$

2.6 Export dan Download

Sebagai langkah penyelesaian alur kerja, sistem menerapkan mekanisme *generasi aset* yang bertugas mengemas seluruh hasil analisis menjadi satu berkas dokumentasi visual yang komprehensif. Proses ini bekerja dengan membangun kanvas digital baru di mana dimensi gambar asli diperluas secara vertikal untuk menciptakan ruang khusus bagi data warna. Pada area tambahan tersebut, sistem merender ulang susunan palet warna final dalam bentuk blok-blok visual yang presisi, lengkap dengan label teks kode heksadesimal yang ditempatkan secara terpusat di bawah setiap warna untuk menjamin keterbacaan informasi teknis.

Setelah komposisi visual gabungan antara desain asli dan data palet terbentuk, sistem melakukan proses *encoding* untuk mengubah data kanvas tersebut menjadi aliran byte format gambar standar (JPEG) di dalam memori sementara. Mekanisme ini memungkinkan pengguna untuk langsung mengunduh hasil akhirnya sebagai satu kesatuan file gambar berkualitas tinggi dengan penamaan yang dapat disesuaikan. Hasil unduhan ini siap digunakan langsung sebagai panduan gaya (*style guide*) atau referensi desain tanpa memerlukan proses penyuntingan manual tambahan.

$$y > H_{img} \dots\dots\dots (6)$$

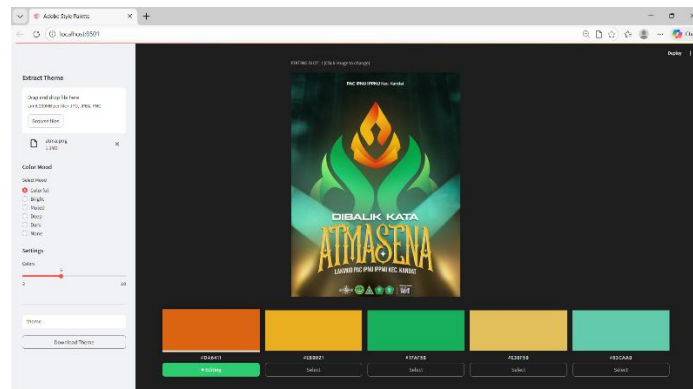
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pelatihan dan Pengujian Model

Proses pembentukan model pada sistem ini berjalan secara dinamis menggunakan metode *unsupervised learning* dengan algoritma K-Means. Tidak ada fase pelatihan dengan data eksternal; algoritma langsung memetakan sebaran piksel dari citra yang diunggah untuk mencari titik pusat warna yang paling representatif. Teknik pra-pemrosesan dengan penyesuaian dimensi gambar terbukti efektif menjaga efisiensi komputasi, sehingga hasil ekstraksi warna dapat muncul secara *real-time* tanpa mengorbankan akurasi visual.

Dari segi pengujian fungsional, algoritma terbukti mampu mengenali dan mengelompokkan warna dominan dengan presisi yang baik pada berbagai jenis citra. Fitur *smart extraction* yang menggabungkan perhitungan jarak Euclidean dan parameter HSV berhasil menyajikan palet yang estetik sesuai pilihan *Mood* pengguna (seperti *Bright* atau *Dark*). Selain itu, evaluasi pada fitur analisis dominasi warna menunjukkan sistem sukses memisahkan komposisi warna secara hierarkis mengikuti kaidah desain 60-30-10, memberikan rekomendasi proporsi warna yang logis dan konsisten dengan persepsi visual manusia.

3.2 Halaman Awal



Gambar 2 Halaman Awal

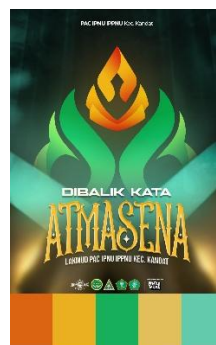
Halaman awal aplikasi dirancang untuk menciptakan lingkungan kerja yang profesional dan siap pakai sejak detik pertama sistem dijalankan. Proses inisialisasi dimulai dengan pengaturan konfigurasi global halaman yang menetapkan judul khusus pada tab browser serta mengaktifkan tata letak layar lebar (*wide layout*) guna memaksimalkan ruang visual bagi pengguna. Secara bersamaan, sistem menyuntikkan kode gaya khusus (*CSS*) yang secara drastis mengubah antarmuka standar menjadi mode gelap (*dark mode*) dengan latar belakang abu-abu tua, memberikan nuansa estetika modern yang menyerupai perangkat lunak desain grafis industri.

Di balik tampilan visual tersebut, sistem secara otomatis menyiapkan struktur memori sesi (*session state*) untuk menginisialisasi variabel-variabel kritis—seperti penampung data palet warna dan status interaksi—agar siap menampung data tanpa kesalahan. Sebagai panduan awal bagi pengguna, area kerja utama secara *default* menampilkan pesan sambutan yang bersih dan minimalis berisi instruksi untuk mengunggah gambar melalui panel sisi, memastikan pengguna langsung memahami langkah pertama yang harus dilakukan tanpa kebingungan.

3.3 Implementasi Fitur Interaktif dan Visualisasi Gradien

Selain kemampuan ekstraksi otomatis, sistem ini dirancang untuk memfasilitasi eksplorasi visual penggunaannya. Bagian ini menguraikan penerapan fitur interaktif yang memungkinkan modifikasi palet secara *real-time* langsung dari gambar, serta fitur generator gradien yang berfungsi untuk memvisualisasikan transisi antar warna yang telah terpilih.

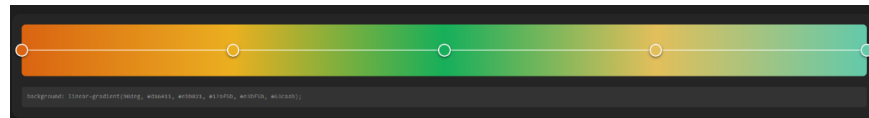
a. Ekstraksi Color Palet



Gambar 3 Hasil Ekstraksi

Proses ekstraksi palet warna dimulai dengan tahap pra-pemrosesan citra digital, di mana gambar input diubah ukurannya (*resizing*) menjadi dimensi yang lebih kecil menggunakan metode interpolasi bilinear untuk mempercepat waktu komputasi tanpa mengurangi akurasi data warna secara signifikan. Data piksel dari citra tersebut kemudian dikonversi menjadi matriks numerik dan diproses menggunakan algoritma *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan variasi piksel dan mengidentifikasi pusat persebaran warna (*centroids*) yang paling dominan dalam citra. Setelah himpunan kode warna didapatkan, sistem melakukan rekonstruksi visual menggunakan pustaka pengolahan citra (*Pillow*) dengan membuat kanvas baru yang menggabungkan citra asli di bagian atas dan menyisipkan persegi panjang blok warna hasil ekstraksi di bagian bawah, sehingga menghasilkan satu file gambar utuh yang terintegrasi.

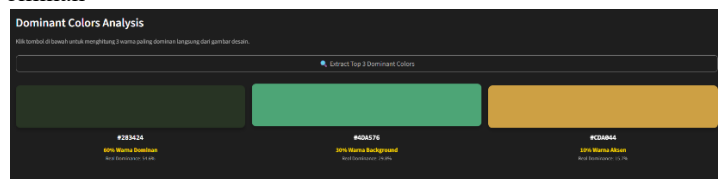
b. Visualisasi Fitur Gradient



Gambar 4 Gradient Warna

Sistem beroperasi melalui dua mekanisme pemrosesan data yang terintegrasi. Pertama, pada ekstraksi palet warna, sistem menerapkan algoritma pembelajaran mesin *K-Means Clustering* terhadap data piksel citra yang telah melalui tahap pra-pemrosesan (resizing), yang kemudian direkonstruksi menjadi aset visual baru menggunakan manipulasi kanvas digital. Kedua, data warna hasil ekstraksi tersebut diproses lebih lanjut pada fitur visualisasi gradien, di mana sistem mengonversi himpunan kode heksadesimal menjadi sintaks *Cascading Style Sheets* (CSS) dinamis. Pendekatan hibrida ini memungkinkan perangkat lunak untuk tidak hanya menghasilkan output grafis statis, tetapi juga menyajikan representasi kode desain web secara real-time pada antarmuka pengguna.

c. Analisis Warna Dominan



Gambar 5 Warna Dominan

Analisis dominasi warna dijalankan secara terpisah saat diaktifkan pengguna, diawali dengan optimasi ukuran citra demi efisiensi kinerja. Berbeda dengan seleksi berbasis suasana (*Mood*), algoritma ini menerapkan metode *K-Means* murni yang dikunci pada tiga pusat data untuk mempartisi piksel dan menghitung persentase dominasi area secara matematis dan akurat.

3.4 Analisis Kinerja Sistem

Efisiensi komputasi dicapai melalui teknik *downsampling* otomatis (lebar maks. 150 piksel) saat pra-pemrosesan, yang mereduksi kompleksitas data dari jutaan menjadi ribuan piksel untuk mempercepat eksekusi tanpa mengorbankan representasi warna utama. Responsivitas antarmuka turut dioptimalkan menggunakan manajemen *session state* sebagai *cache* memori, mencegah redundansi komputasi saat interaksi pengguna demi menjaga efisiensi sumber daya.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sistem, algoritma *K-Means Clustering* berhasil diterapkan untuk mengekstraksi palet warna dominan secara otomatis dari citra digital. Penggunaan teknik *resizing* atau reduksi dimensi citra pada tahap pra-pemrosesan terbukti efektif mempercepat waktu komputasi, sehingga sistem dapat bekerja secara *real-time* tanpa membebani kinerja perangkat keras. Selain itu, adanya fitur interaktif yang memungkinkan pengguna memilih warna secara manual dan memvisualisasikan gradien menjadikan aplikasi ini lebih fleksibel. Kombinasi antara perhitungan algoritma otomatis dan interaksi pengguna ini menghasilkan referensi desain yang akurat secara data sekaligus sesuai dengan kebutuhan estetika desainer grafis.

5. SARAN

Pengembangan penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas variasi metode klasterisasi warna, mengingat penggunaan algoritma *K-Means* saat ini masih bergantung pada inisialisasi *centroid* acak yang terkadang menghasilkan inkonsistensi pada citra dengan gradasi kompleks. Implementasi algoritma alternatif seperti *Mean Shift* atau *Quantization* berbasis Octree dapat dipertimbangkan sebagai pembanding untuk meningkatkan presisi deteksi warna minoritas. Selain aspek algoritma, fungsionalitas sistem perlu ditingkatkan dengan menambah opsi format ekspor data yang lebih variatif. Saat ini sistem hanya menghasilkan luaran berupa file citra gabungan, sehingga penambahan dukungan format standar industri seperti *Adobe Swatch Exchange* (ASE) atau JSON akan sangat bernilai untuk mempermudah integrasi data palet warna secara langsung ke dalam perangkat lunak desain grafis profesional maupun lingkungan pengembangan web.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ananya, Aashish, B. B. V., Chudanath, K., Geetha, K. N., & Shali, S. (2025). Aesthetic of Colour: A Machine Learning Approach of Palette Generation and Aesthetic Classification. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Futuristic Technology (INCOFT 2025)* (Vol. 2, pp. 268-276). SCITEPRESS.
- [2] Arifah, S., Swedia, E. R., & Septian, M. R. D. (2023). Analisis Perbandingan Algoritma Clustering dalam Melakukan Segmentasi Warna pada Citra Jajan Tradisional. *Sebatik*, 27(1).
- [3] Arifazzahra, M. (2022). *Ekstraksi Palet Warna Gambar dengan Algoritma K-Means*. Makalah IF4073 Interpretasi dan Pengolahan Citra, Institut Teknologi Bandung.
- [4] Efendi, L. A., & Kusuma, G. P. (2024). Combining Bisecting K-Means and Conditional Generative Adversarial Network for Crafting Harmonious Color Palettes. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 22(2), 19866-19885.
- [5] Han, J., Qiao, Y., & Ma, Y. (2025). Collaborative k-means clustering and color transfer algorithm for intelligent color scheme generation in clothing design. *AKCE International Journal of Graphs and Combinatorics*.
- [6] Hidayah, A. N., Wulanningrum, R., & Setiawan, A. B. (2024). Pemanfaatan Metode K-Means Dalam Klasifikasi Waktu Citra Pantai di Kawasan Jalan Jalur Lintas Selatan. *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 8, 1–6.
- [7] Karma, I. G. M., Putra, I. K. G. D., Sudarma, M., & Linawati. (2018). Color Identification Uses the K-Means Clustering Method. *Proceedings of the 2018 International Conference on Applied Science and Technology (iCAST)*. Manado, Indonesia.
- [8] Krishna, T. V., Manoj, G., Priya, R. V., Karthik, S., Priya, S. A., Mourya, S., & Kumar, S. (2023). Finding the Most Dominant Color in an Image using K-Means Algorithm Based on Machine Learning. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 11(12), 994–996.
- [9] Ma'ruf, A., Sibyan, H., & Mardiyantoro, N. (2025). Ekstraksi Palet Warna untuk Kompresi Gambar Digital menggunakan Algoritma K-Means. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 7(1), 134–141.
- [10] Ramadani, S., & Ramadhono, A. (2025). Implementasi Metode K-Means Clustering untuk Mengklusterisasikan Kipas Angin dengan Teknik Pengolahan Citra. *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (JINTEKS)*, 7(1), 354–360.
- [11] Rangkuti, A. R. S. (2025). *Penggunaan Fitur Warna CIELAB dalam Segmentasi Kematangan Buah Kakao dengan Algoritma K-Means Clustering* (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.
- [12] Rizki, M., Furqan, M., & Sriani. (2024). Application of The K-Means Clustering Algorithm to Identify Strawberry Fruit Ripe. *International Journal of Information System & Technology*, 8(2), 130–138.
- [13] Suliswaningsih, Kuncoro, A. P., Ikhsan, A. N., Jamil, M. T., & Sani, S. (2024). Penerapan Multi-Palette Color untuk Pemberian Saran Pemilihan Warna Tema Desain Visual Vektor. *Infotekmesin*, 15(1), 33–37.
- [14] Yadav, A., & Singh, P. (2024). Refining Color Scheme Generation: Iterative K-Means Clustering and ARI Evaluation. *Journal of Informatics Electrical and Electronics Engineering (JIEEE)*, 5(2), 1–12.
- [15] Yasmin, N., Akbar, S. C. D., & Ramadhanu, A. (2024). Penerapan K-Means Clustering untuk Klasifikasi Citra Cabai Keriting: Studi Ekstraksi Warna dan Tekstur GLCM. *Indonesian Journal Computer Science*, 3(2), 65–70.