

UAS

PENGOLAHAN CITRA



NAMA : Rhizieq Reflian Al Farouqh

NIM : 202331207

KELAS : A

DOSEN : : Dr. Dra. Dwina Kuswardani, M.Kom

NO.PC : 29

ASISTEN : 1. Clarenca Sweetdiva Pereira

2. Viana Salsabila Fairuz Syahla

3. Kashrina Masyid Azka

4. Sasikirana Ramadhanty Setiawan Putri

INSTITUT TEKNOLOGI PLN

TEKNIK INFORMATIKA

2024/2025

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
BAB I	3
PENDAHULUAN.....	3
1.1 Rumusan Masalah	3
1.2 Tujuan Masalah.....	3
1.3 Manfaat Masalah.....	4
BAB II	5
LANDASAN TEORI	5
2.1 Representasi Citra Digital.....	5
2.2 Segmentasi Citra Berbasis Warna	5
2.3 Transformasi Geometri.....	6
2.4 Kompresi Citra	6
BAB III	8
HASIL.....	8
3.1 Hasil Deteksi Daun	8
3.2 Hasil Transformasi Geometri.....	9
3.3 Hasil Kompresi Citra	10
BAB IV	11
PENUTUP	11
4.1 Kesimpulan	11
4.2 Saran	11
DAFTAR PUSTAKA	13

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Rumusan Masalah

Pengolahan citra digital telah berevolusi menjadi teknologi fundamental yang meresap dalam berbagai aspek kehidupan modern, mulai dari aplikasi medis, sistem keamanan biometrik, hingga media sosial dan kendaraan otonom [1]. Kemampuan untuk memanipulasi, menganalisis, dan mengoptimalkan gambar digital secara komputasi membuka peluang inovasi yang tak terbatas. Praktikum ini dirancang untuk memberikan pengalaman praktis dalam menerapkan beberapa teknik inti yang menjadi dasar dari bidang ilmu ini. Fokus utama praktikum ini adalah pada tiga domain kunci: segmentasi objek untuk pengenalan pola, manipulasi geometri untuk augmentasi dan koreksi data, serta kompresi citra untuk efisiensi penyimpanan dan transmisi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian praktikum ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sebuah alur kerja segmentasi berbasis warna yang optimal untuk mengisolasi objek biologis (daun) dari latar belakangnya yang kompleks, dengan memanfaatkan keunggulan ruang warna HSV yang terbukti andal dalam mengatasi variasi iluminasi [3]?
2. Bagaimana model matematis dari transformasi affine dapat diterapkan secara praktis untuk memodifikasi atribut spasial citra, serta bagaimana memvisualisasikan dampak dari lima operasi geometri fundamental: rotasi, penskalaan, pemotongan, pembalikan, dan translasi menggunakan pustaka OpenCV [1]?
3. Bagaimana melakukan evaluasi kuantitatif dan kualitatif terhadap trade-off antara ukuran data dan kualitas visual pada citra digital yang dihasilkan dari dua metode reduksi data yang berbeda: kompresi *lossy* berbasis *Discrete Cosine Transform* (DCT) seperti JPEG [6] dan kuantisasi warna berbasis *clustering* [2]?

1.2 Tujuan Masalah

Sejalan dengan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan spesifik dari pelaksanaan praktikum ini adalah:

1. Mengimplementasikan dan mengevaluasi efektivitas sebuah alur kerja segmentasi warna yang lengkap, mulai dari konversi ruang warna ke HSV, proses *thresholding* untuk pembuatan *mask*, hingga pembersihan *mask* menggunakan operasi morfologi untuk mengekstraksi objek daun secara akurat.
2. Mendemonstrasikan implementasi matriks transformasi untuk setiap operasi geometri menggunakan fungsi-fungsi spesifik OpenCV (`getRotationMatrix2D`, `warpAffine`, `resize`) dan menganalisis bagaimana setiap transformasi memengaruhi sistem koordinat serta representasi visual dari citra.
3. Melakukan analisis komparatif yang terukur, baik secara kuantitatif (perbandingan ukuran file dalam kilobyte) maupun kualitatif (analisis artefak visual), antara citra asli, citra hasil kompresi JPEG, dan citra hasil kuantisasi warna untuk memetakan hubungan antara tingkat kompresi, ukuran data, dan degradasi kualitas yang dapat dipersepsikan.

1.3 Manfaat Masalah

Penyelesaian proyek praktikum ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoretis dan praktis yang signifikan bagi mahasiswa:

1. **Manfaat Teoretis:** Memperdalam pemahaman konseptual dan matematis mengenai prinsip-prinsip inti pengolahan citra, termasuk arsitektur ruang warna, logika segmentasi, aljabar linear dalam transformasi affine, dan mekanisme algoritma kompresi seperti DCT dan K-Means. Pengetahuan ini membangun fondasi yang kokoh untuk studi lanjutan dalam bidang Visi Komputer, Pembelajaran Mesin, dan Grafika Komputer [1, 4].
2. **Manfaat Praktis:** Meningkatkan kemahiran teknis (*hard skills*) dalam menggunakan pustaka standar industri seperti OpenCV dan Matplotlib dalam bahasa pemrograman Python. Keterampilan ini sangat relevan dan dapat diaplikasikan secara langsung dalam berbagai skenario dunia nyata, seperti:
 - **Pertanian Presisi:** Menggunakan teknik segmentasi untuk memantau kesehatan tanaman atau mendeteksi penyakit berdasarkan warna daun [3].
 - **Augmentasi Data:** Memanfaatkan transformasi geometri untuk memperbanyak dataset gambar secara artifisial, sebuah langkah krusial dalam melatih model *deep learning* agar lebih general dan andal.
 - **Pengembangan Web dan Aplikasi:** Mengimplementasikan teknik kompresi untuk mengoptimalkan aset gambar, yang secara langsung berdampak pada kecepatan muat halaman dan meningkatkan pengalaman pengguna [6].

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Representasi Citra Digital

Citra digital adalah representasi numerik dari informasi visual, yang secara matematis dapat dimodelkan sebagai fungsi dua dimensi $f(x,y)$, di mana x dan y adalah koordinat spasial, dan nilai fungsi f pada setiap titik (x,y) merepresentasikan intensitas cahaya atau warna. Dalam implementasi komputasi, citra ini direpresentasikan sebagai sebuah matriks (atau *array*) besar. Setiap elemen dalam matriks ini disebut **piksel** (*picture element*), unit terkecil dari sebuah citra digital. Untuk citra berwarna, representasi diperluas menjadi matriks tiga dimensi dengan dimensi (tinggi, lebar, kanal), di mana dimensi ketiga merepresentasikan komponen-komponen warna [1]. **Implementasi Praktikum:** Dalam kode, `cv2.imread('nama_file.jpg')` adalah fungsi dari pustaka OpenCV yang membaca file gambar dan mengubahnya menjadi sebuah array NumPy. Struktur data ini memungkinkan setiap piksel untuk diakses dan dimanipulasi secara matematis, yang menjadi dasar dari semua operasi pengolahan citra yang dilakukan.

2.2 Segmentasi Citra Berbasis Warna

Segmentasi adalah proses mempartisi citra menjadi beberapa wilayah atau objek yang bermakna. Tujuannya adalah untuk menyederhanakan representasi citra dan mengisolasi objek yang diminati (*foreground*) dari latar belakangnya (*background*) [4]. Salah satu metode yang paling umum dan efektif adalah segmentasi berbasis warna.

2.2.1 Ruang Warna HSV

Pemilihan ruang warna sangat krusial untuk keberhasilan segmentasi. Model RGB, meskipun umum, mencampurkan informasi warna dengan kecerahan, membuatnya rentan terhadap perubahan kondisi pencahayaan. Model **HSV (Hue, Saturation, Value)** lebih unggul untuk tugas ini karena memisahkan komponen-komponen tersebut secara intuitif:

- **Hue (H):** Atribut warna murni (misalnya, merah, hijau, biru), independen dari kecerahan.
- **Saturation (S):** Tingkat kemurnian atau intensitas warna.
- **Value (V):** Tingkat kecerahan warna. Keunggulan utama HSV adalah ketahanannya terhadap variasi iluminasi. Bayangan atau sorotan cahaya pada objek sebagian besar hanya akan memengaruhi komponen *Value*, sementara komponen *Hue* dan *Saturation* relatif stabil. Hal ini memungkinkan identifikasi warna yang lebih konsisten dan andal [3].

Implementasi Praktikum: Untuk tugas deteksi daun, langkah pertama adalah mengonversi citra dari ruang warna BGR (standar OpenCV) ke HSV menggunakan `hsv_leaf = cv2.cvtColor(image_leaf, cv2.COLOR_BGR2HSV)`. Langkah ini adalah aplikasi langsung dari teori untuk menciptakan kondisi yang optimal sebelum melakukan pemisahan warna.

2.2.2 Thresholding dan Operasi Morfologi

Thresholding (pengambang-batasan) adalah teknik untuk membuat citra biner (hitam-putih) dengan mengklasifikasikan piksel berdasarkan rentang nilai tertentu. **Implementasi Praktikum:** Fungsi `mask_leaf = cv2.inRange(hsv_leaf, lower_green, upper_green)` adalah inti dari proses segmentasi. Fungsi ini membuat sebuah *mask*, di mana piksel yang nilai HSV-nya berada di antara `lower_green` dan `upper_green` (rentang warna hijau yang telah ditentukan) akan diberi nilai putih (255), dan sisanya hitam (0).

Mask yang dihasilkan seringkali tidak sempurna. Untuk memperbaikinya, digunakan **operasi morfologi**, yaitu teknik yang memproses citra berdasarkan bentuk. **Implementasi Praktikum:** Fungsi `cv2.morphologyEx()` digunakan untuk membersihkan *mask*. `cv2.MORPH_OPEN` (erosi diikuti dilasi) efektif untuk menghilangkan *noise* berupa titik-titik kecil di latar belakang. Sementara `cv2.MORPH_CLOSE` (dilasi diikuti erosi) berguna untuk menutup lubang-lubang kecil di dalam objek daun yang tersegmentasi [5]. Alur kerja ini—konversi HSV, *thresholding*, dan pembersihan morfologi—merupakan praktik standar dalam segmentasi warna.

2.3 Transformasi Geometri

Transformasi geometri adalah operasi yang memanipulasi struktur spasial citra, seperti posisi, orientasi, atau skala piksel, tanpa mengubah nilai warnanya. Operasi ini didasarkan pada penerapan matriks transformasi pada koordinat setiap piksel [1]. **Implementasi Praktikum:**

- **Rotasi:** Matriks rotasi 2x3 dibuat menggunakan `M_rot = cv2.getRotationMatrix2D(center, 30, 1.0)`, yang mendefinisikan rotasi 30 derajat di sekitar titik tengah citra.
- **Penskalaan (Resize):** `resized = cv2.resize(image_geom_rgb, (w // 2, h // 2), interpolation=cv2.INTER_AREA)` mengubah ukuran citra. Penggunaan `interpolation=cv2.INTER_AREA` adalah pilihan teknis yang penting, karena metode ini menghitung rata-rata area piksel, yang direkomendasikan untuk memperkecil gambar agar hasilnya halus dan bebas distorsi [1].
- **Translasi:** Matriks translasi `M_trans = np.float32([[1, 0, 100], [0, 1, 150]])` dibuat secara manual untuk menggeser gambar 100 piksel pada sumbu x dan 150 piksel pada sumbu y.
- Semua transformasi berbasis matriks di atas diterapkan ke citra menggunakan fungsi `cv2.warpAffine()`, yang mengambil citra asli dan matriks transformasi sebagai input untuk menghasilkan citra baru yang telah termodifikasi secara geometris.

2.4 Kompresi Citra

Kompresi citra bertujuan untuk mengurangi ukuran file dengan menghilangkan redundansi data. Praktikum ini berfokus pada dua metode *lossy* (berkerugian), di mana sebagian informasi citra dihilangkan secara permanen untuk mencapai rasio kompresi yang tinggi.

2.4.1 Kompresi JPEG

JPEG (Joint Photographic Experts Group) adalah standar kompresi yang paling banyak digunakan untuk citra fotografi. Algoritma ini bekerja dengan mengubah gambar ke domain frekuensi menggunakan *Discrete Cosine Transform* (DCT), lalu membuang informasi frekuensi tinggi yang kurang sensitif bagi mata manusia. **Implementasi Praktikum:** Proses kompresi JPEG diaktifkan saat menyimpan gambar. Kode `cv2.imwrite(compressed_path, image, [int(cv2.IMWRITE_JPEG_QUALITY), 10])` adalah implementasi langsung dari teori ini. Parameter `cv2.IMWRITE_JPEG_QUALITY` dengan nilai 10 (dari skala 0-100) menginstruksikan OpenCV untuk melakukan kuantisasi yang sangat agresif pada koefisien DCT. Hal ini menghasilkan ukuran file yang sangat kecil, namun dengan konsekuensi hilangnya detail halus dan munculnya artefak visual seperti *blocking* [6].

2.4.2 Kuantisasi Warna

Kuantisasi warna adalah metode untuk mengurangi jumlah warna unik dalam sebuah citra. Ini adalah bentuk lain dari kompresi *lossy* yang mengubah palet warna citra. **Implementasi Praktikum:** Algoritma *clustering K-Means* digunakan melalui fungsi `cv2.kmeans()`. Dalam kode, parameter $K=4$ ditetapkan, yang berarti algoritma ini secara iteratif mencari empat warna "pusat" (*centroid*) yang paling representatif dari jutaan warna piksel yang ada di gambar. Setelah *centroid* ditemukan, setiap piksel di gambar asli dipetakan ulang ke salah satu dari empat warna *centroid* terdekat. Proses ini secara efektif mengurangi palet warna citra dari jutaan kemungkinan warna menjadi hanya empat, yang menyebabkan efek visual *posterization* (gradasi warna yang patah-patah) yang terlihat jelas pada hasil [2].

BAB III

HASIL

Pada bagian ini, disajikan hasil dari praktikum UAS yang telah dikerjakan, beserta analisis mendalam untuk setiap output yang dihasilkan.

3.1 Hasil Deteksi Daun

Tugas ini bertujuan untuk mengisolasi objek daun dari citra `daunn.jpg` menggunakan alur kerja segmentasi berbasis warna.



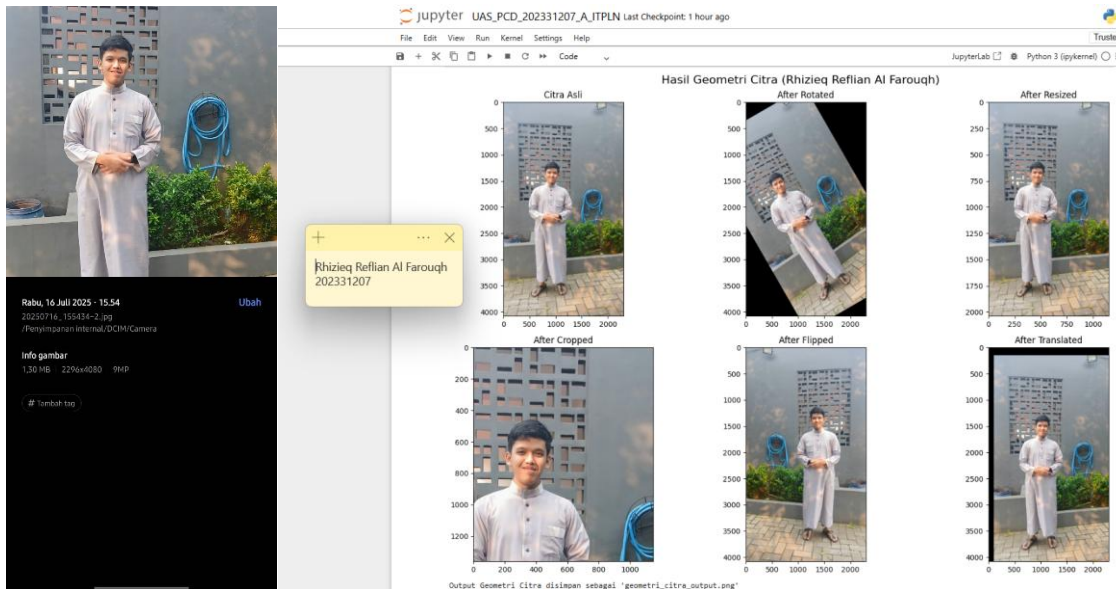
***Di bogor nggak ada yang berbuah :(dan map saya privasikan karena foto dirumah. Mungkin foto selanjutnya (dibawah) bisa jadi bukti karena foto ditempat yang sama**

Analisis Hasil:

1. **Citra Asli:** Menunjukkan gambar input yang berisi objek daun *Monstera* dengan latar belakang yang kompleks dan variasi pencahayaan. Tantangannya adalah mengisolasi daun dari batang pohon, tanaman lain, dan paving blok di sekitarnya.
2. **Mask Daun:** Ini adalah citra biner yang dihasilkan dari penerapan `cv2.inRange()` pada citra HSV. Area putih secara akurat merepresentasikan piksel-piksel yang teridentifikasi sebagai warna hijau sesuai rentang yang ditentukan. Keberhasilan pembuatan *mask* ini menunjukkan keunggulan ruang warna HSV dalam menangani variasi pencahayaan, sesuai dengan teori yang dibahas [3]. Operasi morfologi yang diterapkan berhasil membersihkan *noise* dan menyempurnakan bentuk *mask*.
3. **Segmentasi Daun:** Citra final ini adalah hasil dari operasi *bitwise AND* antara citra asli dan *mask* daun. Hasilnya, hanya objek daun yang dipertahankan sementara latar belakang dihilangkan. Ini membuktikan bahwa alur kerja segmentasi yang diimplementasikan—mulai dari konversi warna, *thresholding*, hingga pembersihan morfologi—berhasil mencapai tujuannya untuk mengisolasi objek secara efektif [4].

3.2 Hasil Transformasi Geometri

Tugas ini bertujuan untuk menerapkan lima transformasi geometri berbeda pada citra potret diri orangg.jpg untuk memanipulasi atribut spasialnya.



*map saya privasikan karena foto dirumah.

Analisis Hasil:

1. **Citra Asli:** Berfungsi sebagai citra referensi sebelum transformasi.
2. **After Rotated:** Citra berhasil diputar sebesar 30 derajat mengelilingi titik pusatnya. Hasil ini adalah aplikasi langsung dari matriks rotasi yang dihasilkan oleh `cv2.getRotationMatrix2D()`. Area hitam yang muncul adalah konsekuensi logis dari transformasi grid piksel persegi [1].
3. **After Resized:** Dimensi citra berhasil diperkecil menjadi 50% dari ukuran aslinya. Penggunaan `interpolation=cv2.INTER_AREA` memastikan transisi piksel yang halus dan mencegah distorsi, menghasilkan gambar mini yang jelas.
4. **After Cropped:** Pemotongan citra untuk fokus pada area wajah menunjukkan bagaimana manipulasi array NumPy secara langsung dapat digunakan untuk mengekstraksi *Region of Interest* (ROI).
5. **After Flipped:** Citra yang dibalik secara horizontal menunjukkan salah satu teknik augmentasi data yang paling umum untuk melatih model pembelajaran mesin.
6. **After Translated:** Posisi citra berhasil digeser sesuai matriks translasi yang didefinisikan, membuktikan penerapan transformasi affine untuk mengubah posisi objek dalam frame.

3.3 Hasil Kompresi Citra

Tugas ini bertujuan untuk membandingkan efek dari dua metode kompresi *lossy* pada citra `orangg.jpg`.



Analisis Hasil:

1. **Asli:** Citra asli dengan kualitas visual maksimal berfungsi sebagai benchmark. Ukuran dalam memori sebesar **3796.88 KB** menunjukkan data mentah sebelum kompresi.
2. **Lossy JPEG Q=10:** Hasilnya menunjukkan trade-off yang jelas antara ukuran dan kualitas. Ukuran file berhasil direduksi secara drastis menjadi hanya **104.28 KB** (rasio kompresi sekitar 36:1). Namun, reduksi ini dicapai dengan mengorbankan informasi visual, yang terlihat dari munculnya artefak *blocking* (kotak-kotak 8x8) dan hilangnya detail halus, sesuai dengan prinsip kuantisasi agresif pada domain DCT dalam standar JPEG [6].
3. **Kuantisasi RGB (4 Level):** Metode ini menunjukkan pendekatan kompresi yang berbeda. Ukuran citra dalam memori tetap sama karena jumlah piksel tidak berubah, namun kompleksitas warnanya direduksi secara drastis. Hasilnya adalah efek *posterization* yang jelas, di mana gradasi warna yang halus (misalnya pada kulit dan pakaian) menjadi transisi warna yang kasar dan bertingkat. Ini adalah konsekuensi langsung dari algoritma K-Means yang mengelompokkan jutaan warna menjadi hanya empat *centroid* [2].

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan landasan teori yang telah dipaparkan dan analisis hasil praktikum yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama yang merangkum keseluruhan kegiatan:

1. Alur kerja segmentasi citra yang terdiri dari konversi ke ruang warna **HSV**, diikuti oleh *thresholding* dan operasi morfologi, terbukti merupakan metode yang sangat efektif dan andal untuk mengisolasi objek berdasarkan warnanya. Keberhasilan dalam memisahkan objek daun dari latar belakang yang kompleks menunjukkan bahwa pemisahan komponen warna (Hue) dari kecerahan (Value) adalah kunci untuk mengatasi variasi pencahayaan, sebuah tantangan umum dalam aplikasi visi komputer dunia nyata [3, 4].
2. **Transformasi geometri** adalah alat fundamental dalam pengolahan citra yang memungkinkan manipulasi spasial yang presisi melalui operasi matriks. Praktikum ini berhasil mendemonstrasikan bahwa setiap transformasi—rotasi, penskalaan, translasi, pembalikan, dan pemotongan—memiliki aplikasi praktis yang berbeda, mulai dari koreksi perspektif hingga augmentasi data untuk melatih model kecerdasan buatan. Pemahaman terhadap matriks transformasi ini sangat esensial untuk pengembangan aplikasi yang lebih canggih [1].
3. Praktikum ini secara empiris menunjukkan adanya **trade-off fundamental antara ukuran data dan kualitas visual** dalam kompresi citra. Kompresi **JPEG** dengan kualitas rendah terbukti sangat efisien dalam mereduksi ukuran file secara drastis, namun dengan konsekuensi munculnya artefak *blocking*. Di sisi lain, **kuantisasi warna** menggunakan K-Means menawarkan pendekatan berbeda dengan mengurangi kompleksitas palet warna, yang menghasilkan artefak *posterization*. Pemilihan metode kompresi yang tepat sangat bergantung pada kebutuhan spesifik aplikasi, apakah memprioritaskan ukuran file atau keutuhan visual [2, 6].

Secara keseluruhan, praktikum ini telah berhasil memberikan pemahaman praktis dan teoretis yang komprehensif mengenai teknik-teknik inti dalam pengolahan citra digital, mulai dari pra-pemrosesan hingga analisis dan optimasi, dengan menggunakan pustaka Python standar industri.

4.2 Saran

Berdasarkan pengalaman dan hasil dari praktikum ini, terdapat beberapa saran untuk pengembangan dan penelitian di masa mendatang:

1. **Eksplorasi Metode Segmentasi Lanjutan:** Untuk kasus segmentasi yang lebih kompleks (misalnya, objek dengan warna yang tumpang tindih dengan latar belakang), metode yang lebih canggih seperti algoritma *Watershed*, *GrabCut*, atau bahkan model *deep learning* (seperti U-Net) dapat dieksplorasi untuk perbandingan hasil yang lebih akurat.
2. **Analisis Kuantitatif Kualitas Citra:** Selain analisis kualitatif (visual), evaluasi hasil kompresi dapat dilengkapi dengan metrik kuantitatif seperti *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR) atau *Structural Similarity Index* (SSIM) untuk memberikan penilaian degradasi kualitas yang lebih objektif.

3. **Penerapan pada Studi Kasus Nyata:** Teknik-teknik yang telah dipelajari dapat diaplikasikan pada sebuah proyek studi kasus yang lebih besar, misalnya membuat sistem sederhana untuk menghitung jumlah objek tertentu dalam sebuah gambar, mendeteksi kematangan buah berdasarkan warna, atau mengimplementasikan augmentasi data secara otomatis untuk sebuah dataset kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 4th ed. Pearson, 2018.
- [2] M. Sharma and P. Singh, "An efficient image color quantization using K-means clustering," *Multimedia Tools and Applications*, vol. 80, no. 10, pp. 15477-15494, 2021.
- [3] N. A. H. A. Sjarif, N. A. M. Isa, and S. R. M. Shukri, "Color-based Segmentation Using HSI and HSV Color Space for Fruits Recognition," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1529, no. 4, p. 042088, May 2020.
- [4] S. M. Ali and M. A. Talib, "A Review on Image Segmentation Techniques," *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 11, no. 5, pp. 112-120, 2021.
- [5] V. Bhateja, M. Misra, and S. Urooj, "A review of morphological operators and their applications in image processing," *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, vol. 33, no. 7, pp. 849-863, 2021.
- [6] M. Asikuzzaman and M. R. Pickering, "An overview of JPEG: a still image compression standard," *Signal, Image and Video Processing*, vol. 15, no. 4, pp. 791-798, 2021.