



Penerapan Metode Segmentasi Warna HSV untuk Deteksi Objek Berbasis Warna pada Citra Digital

Rizka^{1*}, Salsabila Nasution², Fatwa Aulia³, Supiyandi⁴

¹⁻³Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

⁴Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Indonesia

Email: riskavivo171@gmail.com^{1*}, salsabilanasution593@gmail.com², fatwaaaulia24@gmail.com³, supiyandi.mkom@gmail.com⁴

*Korespondensi penulis

Abstract. This study discusses the application of the HSV color segmentation method for color-based object detection in digital images. The data used consist of digital images in JPG, PNG, or WebP format containing various colored objects, including red tomatoes, yellow bananas, green apples, orange oranges, purple akebia, brown sapodilla, and blue blueberries. The research process involves converting images from BGR to HSV, determining HSV ranges for each color, creating masks, performing segmentation, analyzing pixels, detecting contours, and visualizing results using bounding boxes. The results show that the HSV method effectively detects objects, separates them from the background, and provides quantitative information, including pixel count, area percentage, and average HSV values for each color. Red, yellow, green, orange, purple, brown, and blue colors were successfully segmented, displaying clear and accurate objects, both for single and multiple objects, under various sizes and lighting conditions. These findings confirm that the HSV method is a simple, fast, and effective approach for color-based image analysis.

Keywords: Bounding Box, Color Segmentation, Digital Image, HSV, Object Detection

Abstrak. Penelitian ini membahas penerapan metode segmentasi warna HSV untuk deteksi objek berbasis warna pada citra digital. Data yang digunakan berupa citra digital format JPG, PNG, atau WebP dengan berbagai jenis objek berwarna, meliputi tomat merah, pisang kuning, apel hijau, jeruk oranye, akebia ungu, sawo coklat, dan blueberry biru. Proses penelitian meliputi konversi citra BGR ke HSV, penentuan rentang HSV untuk tiap warna, pembuatan mask, segmentasi, analisis piksel, deteksi kontur, serta visualisasi hasil menggunakan bounding box. Hasil menunjukkan metode HSV mampu mendeteksi objek dengan baik, memisahkan objek dari latar belakang, serta memberikan informasi kuantitatif berupa jumlah piksel, persentase area, dan rata-rata nilai HSV untuk setiap warna. Segmentasi warna merah, kuning, hijau, oranye, ungu, coklat, dan biru berhasil menampilkan objek secara jelas dan akurat, baik untuk objek tunggal maupun banyak, dengan variasi ukuran dan kondisi pencahayaan. Hasil ini menegaskan bahwa metode HSV adalah metode yang sederhana, cepat, dan efektif untuk analisis citra berbasis warna.

Kata kunci: Bounding Box, Citra Digital, Deteksi Objek, HSV, Segmentasi Warna

1. LATAR BELAKANG

Di era digital saat ini, citra digital menjadi salah satu sumber data penting dalam berbagai bidang, mulai dari pertanian, kesehatan, hingga industri pengolahan citra dan visi komputer. Salah satu aspek penting dalam pengolahan citra adalah deteksi objek, yaitu proses mengenali dan menandai objek tertentu dalam sebuah gambar atau video. Deteksi berbasis warna memanfaatkan segmentasi warna HSV untuk menghasilkan objek segmen citra berupa blob agar dapat dideteksi oleh komputer secara akurat (Sihombing & Siregar, 2020).

Warna merupakan salah satu atribut visual yang paling mudah dikenali oleh manusia maupun komputer. Penggunaan informasi warna dalam pengolahan citra mempermudah segmentasi objek, yaitu proses memisahkan objek dari latar belakang untuk analisis lebih

lanjut. Segmentasi warna bermanfaat dalam berbagai aplikasi praktis, seperti identifikasi buah atau sayuran dalam pertanian, deteksi objek dalam robotika, pemantauan kualitas produk, hingga sistem keamanan berbasis pengenalan warna (Hastawan, 2019).

Salah satu metode yang populer dalam segmentasi warna adalah HSV (Hue, Saturation, Value). Metode ini memiliki ruang lingkup yang dibagi menjadi tiga komponen: Hue mewakili jenis warna, Saturation menunjukkan tingkat dominasi warna, dan Value menggambarkan tingkat kecerahan. Dengan memanfaatkan ketiga komponen ini, metode HSV mampu mendeteksi objek dengan lebih akurat meskipun terjadi perubahan pencahayaan atau variasi warna pada citra (Mambu & Langi, 2021).

Keunggulan metode HSV dibandingkan metode RGB terletak pada kemampuannya memisahkan komponen warna dari intensitas dan kecerahan, sehingga segmentasi menjadi lebih stabil dan fleksibel menghadapi variasi pencahayaan dan perbedaan intensitas warna. Hal ini menjadikan HSV sangat cocok digunakan dalam deteksi objek berbasis warna pada berbagai kondisi citra (Wardhani, 2019).

Meskipun efektif, metode HSV masih menghadapi beberapa tantangan, terutama ketika objek memiliki warna yang mirip dengan latar belakang atau ketika terdapat variasi kecerahan yang tinggi pada citra. Pengaturan thresholding pada rentang HSV sangat penting untuk menentukan piksel yang akan termasuk dalam warna target, sehingga hasil segmentasi menjadi optimal (L. Zhang & Wang, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode segmentasi HSV dalam mendeteksi objek pada citra digital dengan berbagai warna, termasuk tomat merah, pisang kuning, apel hijau, jeruk oranye, akebia ungu, sawo coklat, dan blueberry biru. Analisis dilakukan dengan mengukur jumlah piksel warna, persentase area warna, serta rata-rata nilai HSV pada objek. Dengan cara ini, hasil segmentasi dapat divisualisasikan secara jelas dan dianalisis secara kuantitatif, memberikan informasi yang bermanfaat bagi pengembangan sistem pengolahan citra berbasis warna (Rahmawati & Fadhillah, 2022).

Secara keseluruhan, penelitian ini tidak hanya berfokus pada implementasi metode HSV, tetapi juga pada evaluasi performa metode dalam kondisi citra nyata, termasuk variasi ukuran, intensitas warna, dan latar belakang objek. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi pada pengembangan teknik segmentasi warna yang lebih handal, serta menyediakan referensi bagi pengembangan aplikasi pengolahan citra berbasis warna di masa depan (Azhari & Fitrah, 2023).

2. KAJIAN TEORITIS

Citra Digital dan Representasi Piksel

Citra digital merupakan representasi visual dari objek fisik yang diubah menjadi bentuk data numerik sehingga dapat disimpan, dianalisis, dan diproses oleh komputer. Pada dasarnya, citra digital tersusun atas grid dua dimensi yang terdiri dari elemen terkecil bernama piksel (picture element). Setiap piksel menyimpan informasi intensitas cahaya dan komponen warna tertentu, tergantung pada model warna yang digunakan seperti RGB, CMYK, atau HSV (Verma & Bala, 2022).

Resolusi citra ditentukan oleh jumlah piksel dalam satuan $width \times height$, dan semakin tinggi jumlah piksel, semakin detail informasi yang dapat direpresentasikan. Piksel dalam citra berwarna biasanya terdiri dari tiga kanal (R, G, B) sehingga komputer dapat memperoleh warna final melalui gabungan nilai ketiga kanal tersebut.

Namun, representasi berbasis RGB sering kali tidak optimal untuk tugas analisis visual tertentu, seperti deteksi objek atau segmentasi warna. Hal ini disebabkan oleh sifat RGB yang sangat sensitif terhadap perubahan pencahayaan, bayangan, refleksi, dan noise visual. Sebagai contoh, objek berwarna merah yang terkena bayangan dapat menghasilkan nilai R yang rendah sehingga menyulitkan proses segmentasi berbasis RGB.

Menurut (Gonzalez & Woods, 2020) kualitas representasi piksel dan ruang warna yang dipilih sangat berpengaruh terhadap hasil akhir proses pengolahan citra. Oleh karena itu, transformasi ke ruang warna alternatif seperti HSV sering dilakukan untuk meningkatkan stabilitas dan akurasi ekstraksi fitur visual.

Ruang Warna dan Kelemahannya dalam Segmentasi

Ruang warna adalah model matematis yang menggambarkan bagaimana warna direpresentasikan dalam bentuk numerik. Ruang warna RGB, meskipun umum digunakan, kurang ideal untuk segmentasi warna karena ketiga komponen R, G, dan B sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Fluktuasi cahaya menyebabkan nilai RGB berubah meskipun warna objek sebenarnya tidak berubah.

Sebagai contoh, objek biru pada pencahayaan redup dapat terlihat lebih gelap sehingga nilai R, G, dan B menurun. Hal inilah yang menyebabkan algoritma segmentasi berbasis RGB sering gagal mengidentifikasi warna secara akurat (Xu et al., 2021).

Ruang Warna HSV (*Hue, Saturation, Value*)

Menurut (Supriyadi & Nugroho, 2023) Ruang warna HSV merupakan model warna yang dikembangkan untuk meniru persepsi manusia dalam mengenali warna. Tidak seperti RGB yang berbasis komponen cahaya primer, HSV memisahkan warna berdasarkan:

- a. Hue (H) – Menunjukkan jenis warna dominan seperti merah, biru, hijau, kuning. Dalam OpenCV, nilai hue berada pada rentang 0–180, mewakili lingkaran spektrum warna.
- b. Saturation (S) – Menunjukkan tingkat kemurnian atau kejenuhan warna. Nilai S yang tinggi menandakan warna yang pekat, sedangkan nilai rendah menunjukkan warna yang pudar atau keabu-abuan.
- c. Value (V) – Menunjukkan tingkat kecerahan warna. Nilai V tinggi menghasilkan warna terang sedangkan nilai rendah menghasilkan warna gelap.

Keunggulan HSV dibanding RGB adalah kemampuannya memisahkan komponen kecerahan dari warna murni (hue). Pada segmentasi warna, perubahan pencahayaan akan lebih memengaruhi komponen V dibanding H, sehingga proses klasifikasi warna menjadi lebih stabil.

Segmentasi Warna pada Citra Digital

Segmentasi warna pada citra digital merupakan proses penting dalam pengolahan citra yang digunakan untuk memisahkan objek tertentu dari latar belakang berdasarkan perbedaan warna. Teknik segmentasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi area piksel yang memiliki karakteristik warna serupa sehingga dapat membentuk objek visual yang homogen (Patel & Shah, 2022).

Proses segmentasi warna umumnya melibatkan tahapan:

- a. Transformasi Ruang Warna
Citra RGB diubah terlebih dahulu ke ruang warna yang lebih sesuai, seperti HSV, untuk memudahkan isolasi informasi warna.
- b. Penentuan Rentang Nilai Warna (Color Thresholding)
Setiap warna memiliki rentang hue, saturation, dan value yang dapat dijadikan batas untuk mendeteksi piksel warna tertentu. Misalnya, warna biru memiliki rentang hue sekitar 90–130 derajat pada skala HSV.

c. Pembentukan Citra Mask

Hasil thresholding akan menghasilkan citra biner yang menunjukkan piksel mana yang termasuk objek dan mana yang tidak.

d. Pembersihan dan Penyaringan

Operasi morfologi seperti *erosion* dan *dilation* sering digunakan untuk mengurangi noise agar segmentasi lebih bersih.

Deteksi Kontur untuk Menentukan Bentuk dan Jumlah Objek

Deteksi kontur (*contour detection*) merupakan salah satu teknik fundamental dalam pengolahan citra digital yang digunakan untuk memperoleh batas atau garis tepi dari suatu objek. Kontur didefinisikan sebagai kurva kontinu yang menghubungkan piksel-piksel yang memiliki intensitas tertentu sehingga membentuk garis tepi dari objek tersebut. Pada citra hasil segmentasi warna, kontur menjadi elemen penting untuk mengidentifikasi bentuk, letak, dan jumlah objek secara akurat

Proses deteksi kontur biasanya dilakukan pada citra biner hasil segmentasi. Ketika objek dengan warna tertentu berhasil diekstraksi melalui metode thresholding pada ruang warna HSV, maka citra tersebut mengandung area putih sebagai objek dan area hitam sebagai latar belakang. Kontur kemudian ditelusuri pada area putih tersebut sehingga setiap objek dapat dikenali secara visual maupun komputasional.

Deteksi kontur memiliki beberapa fungsi utama dalam penelitian ini, yaitu:

a. Mengidentifikasi Jumlah Objek:

Setiap objek yang terdeteksi oleh segmentasi akan menghasilkan satu set kontur.

Dengan demikian, jumlah kontur yang valid dapat dianggap sebagai jumlah objek dalam citra.

b. Menganalisis Bentuk Objek:

Kontur memungkinkan objek dianalisis berdasarkan bentuk geometris dasar, seperti lingkaran, segitiga, persegi, atau bentuk tidak beraturan.

c. Menentukan Lokasi Objek:

Kontur menyediakan koordinat piksel terluar yang dapat digunakan untuk menentukan posisi objek dalam citra.

d. Menyaring Noise:

Dengan menghitung luas kontur, objek berukuran kecil atau noise dapat dihilangkan.

Hal ini penting untuk meningkatkan akurasi deteksi.

Bounding Box untuk Penandaan Visual Objek

Bounding box merupakan persegi panjang yang mengelilingi objek terdeteksi berdasarkan posisi kontur terluar. Teknik ini banyak digunakan dalam bidang deteksi dan pelacakan objek karena memberikan representasi visual yang sederhana dan efektif terhadap posisi serta ukuran objek di dalam citra (Zhang et al., 2023).

Dalam konteks penelitian ini, bounding box digunakan untuk menandai objek yang telah ditemukan melalui segmentasi dan deteksi kontur. Dengan mengetahui batas terluar kontur, sistem dapat membangun sebuah kotak pembatas berdasarkan koordinat minimum dan maksimum dari objek tersebut. Bounding box ini kemudian berfungsi untuk:

a. Pelokalan Objek Secara Presisi:

Bounding box memberikan informasi posisi objek dalam bentuk koordinat sehingga mempermudah proses analisis lanjutan.

b. Penandaan Visual:

Kotak pembatas memudahkan pengguna untuk melihat objek yang berhasil terdeteksi, memastikan bahwa segmentasi warna bekerja dengan baik.

c. Pengukuran Ukuran Objek:

Informasi tinggi dan lebar bounding box dapat digunakan untuk menganalisis ukuran objek, menghitung dimensi, atau bahkan sebagai dasar untuk klasifikasi objek berdasarkan ukurannya.

d. Landasan untuk Sistem Deteksi Lanjutan:

Bounding box merupakan elemen dasar dalam banyak algoritma vision modern seperti YOLO, SSD, dan Faster R-CNN.

Penelitian Terdahulu

Penelitian terbaru menunjukkan keunggulan HSV untuk segmentasi dan deteksi warna. (Latifah & Sembiring, 2020) membuktikan bahwa segmentasi berbasis HSV menghasilkan performa lebih stabil saat mendeteksi objek berwarna cerah pada kondisi pencahayaan variatif. Penelitian lain oleh (Pratama & Dewi, 2021) menunjukkan bahwa HSV mampu meningkatkan akurasi deteksi objek hijau hingga 15% dibandingkan RGB pada lingkungan outdoor. Sementara itu, (Suryani et al., 2022) menerapkan HSV untuk deteksi produk pertanian dan mendapatkan hasil segmentasi yang konsisten pada berbagai kondisi cuaca. Hasil tersebut memperkuat relevansi penggunaan HSV dalam penelitian ini.

3. METODE PENELITIAN

Data/Gambar

Penelitian ini menggunakan citra digital sebagai data utama. Citra memiliki format JPG, PNG, atau WebP dan berisi berbagai jenis objek yang memiliki warna berbeda-beda, seperti tomat merah, pisang kuning, apel hijau, jeruk oranye, akebia ungu, sawo coklat, dan blueberry biru. Pemilihan citra dengan variasi warna ini dimaksudkan untuk menguji efektivitas metode segmentasi HSV pada objek dengan karakteristik warna yang berbeda, serta untuk menilai konsistensi metode pada kondisi warna yang kontras maupun mirip dengan latar belakang.

Setiap citra memiliki ukuran piksel yang bervariasi antara 200×200 hingga 500×500 piksel. Variasi ini tidak menjadi kendala karena algoritma HSV memproses citra berdasarkan nilai piksel warna, bukan resolusi gambar. Citra dengan resolusi lebih tinggi akan memiliki jumlah piksel lebih banyak, sehingga analisis numerik seperti persentase area warna dan rata-rata nilai HSV menjadi lebih akurat. Selain itu, variasi ukuran citra mencerminkan kondisi nyata penggunaan metode ini pada berbagai sumber citra, termasuk kamera dengan resolusi berbeda.

Pemilihan citra dilakukan dengan memperhatikan kontras objek terhadap latar belakang. Objek yang memiliki warna mencolok dan saturasi tinggi memudahkan proses segmentasi, sementara objek dengan warna lebih pucat atau latar belakang berwarna mirip memerlukan penentuan range HSV yang lebih teliti agar segmentasi tetap akurat. Secara keseluruhan, data citra ini menjadi basis untuk pengujian metode dan evaluasi hasil segmentasi.

Diagram Alir (Flowchart)



Gambar 1. Diagram Alir

Alur Metode Penelitian

Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahap yang sistematis, bertujuan untuk mendeteksi objek berdasarkan warna dengan menggunakan metode segmentasi HSV. Alur metode dirancang agar setiap langkah menghasilkan data visual maupun numerik yang dapat dianalisis secara kuantitatif.

Upload Gambar

Tahap awal adalah mengunggah citra digital ke sistem pemrosesan. Proses ini dilakukan menggunakan OpenCV (`cv2.imread`) untuk membaca citra dari format asli ke dalam memori Python. Upload citra dilakukan secara manual oleh pengguna atau dapat diotomatisasi untuk banyak citra sekaligus. Pentingnya tahap ini adalah memastikan citra yang digunakan tetap utuh dan tidak terjadi kompresi berlebih yang dapat mengubah warna objek, sehingga proses segmentasi tetap akurat.

Konversi BGR → HSV

Setelah citra terbaca, citra yang awalnya dalam format BGR dikonversi menjadi HSV menggunakan fungsi `cv2.cvtColor`. Konversi ini diperlukan karena HSV lebih efektif dalam memisahkan komponen warna dibanding RGB. Nilai Hue (H) merepresentasikan jenis warna, Saturasi (S) menunjukkan intensitas warna, dan Value (V) menggambarkan tingkat kecerahan. Dengan memisahkan komponen ini, proses deteksi warna menjadi lebih stabil terhadap variasi pencahayaan, perubahan intensitas warna, dan bayangan pada objek.

Pemilihan Warna Target

Peneliti menentukan warna objek yang ingin dideteksi, misalnya merah, kuning, hijau, oranye, ungu, coklat, atau biru. Pemilihan warna ini dilakukan secara selektif karena segmentasi dilakukan per warna, sehingga tiap objek dapat dianalisis secara independen. Tahap ini juga mempermudah proses masking, di mana piksel yang termasuk warna target akan diproses lebih lanjut, sedangkan warna lain diabaikan.

Penentuan Range HSV

Setiap warna memiliki range HSV tertentu yang digunakan untuk membuat mask biner. Misalnya:

- a) Merah: $H=[0,10] \ \& \ [170,180]$, $S=[70,255]$, $V=[50,255]$
- b) Kuning: $H=[20,30]$, $S=[100,255]$, $V=[100,255]$

Range ini ditentukan berdasarkan uji visual awal agar objek utama terdeteksi secara akurat dan latar belakang tidak ikut tersegmentasi. Penentuan range HSV sangat penting karena kesalahan rentang dapat menyebabkan objek tidak terdeteksi atau muncul noise dari latar belakang.

Masking Berdasarkan Warna (Persegi Panjang)

Masking dilakukan menggunakan fungsi `cv2.inRange`, menghasilkan mask biner. Piksel yang termasuk warna target diberi nilai 255 (putih), sementara piksel lain diberi nilai 0 (hitam). Masking ini memudahkan isolasi objek dari latar belakang, sekaligus menjadi dasar untuk tahap segmentasi berikutnya. Dengan adanya mask, analisis kuantitatif dapat dilakukan secara lebih akurat, seperti menghitung persentase area warna atau rata-rata nilai HSV.

Segmentasi Citra

Mask yang dihasilkan diterapkan ke citra asli menggunakan `cv2.bitwise_and`. Hasil segmentasi hanya menampilkan objek dengan warna target, sementara latar belakang menjadi gelap atau dihilangkan. Tahap ini memungkinkan visualisasi objek yang lebih jelas dan mempermudah evaluasi keberhasilan segmentasi, termasuk penilaian bentuk dan distribusi warna objek.

Analisis Piksel

Dari mask, dihitung beberapa parameter numerik:

- a) Jumlah piksel objek: menunjukkan area yang menempati warna target.
- b) Persentase area objek terhadap total citra: menilai proporsi objek dalam citra.
- c) Rata-rata nilai HSV (H, S, V): memberikan informasi kuantitatif tentang intensitas, kecerahan, dan jenis warna objek.

Analisis ini penting untuk mengevaluasi keberhasilan segmentasi secara objektif dan membandingkan performa deteksi antar objek yang berbeda warna.

Deteksi Kontur & Bounding Box

Kontur objek ditemukan menggunakan `cv2.findContours`, dan bounding box dibuat menggunakan `cv2.boundingRect`. Bounding box menandai posisi dan ukuran objek pada citra, memungkinkan visualisasi objek secara spasial. Hal ini juga membantu dalam analisis bentuk dan lokasi objek, serta mempermudah interpretasi visual segmentasi.

Visualisasi Hasil

Hasil segmentasi divisualisasikan dalam tiga bentuk:

- a. Mask warna (biner): menunjukkan piksel yang termasuk warna target.
- b. Hasil segmentasi: menampilkan objek dengan warna asli.
- c. Hasil dengan bounding box: menandai posisi objek secara jelas.

Visualisasi ini sangat penting untuk mendukung analisis kualitatif dan memastikan bahwa metode HSV berhasil memisahkan objek dari latar belakang dengan baik.

Selesai (Oval)

Tahap akhir menandai proses segmentasi selesai, dan citra siap digunakan untuk analisis lebih lanjut atau diintegrasikan ke penelitian kuantitatif lainnya. Proses ini memastikan metode HSV dapat diterapkan secara sistematis dan memberikan hasil yang konsisten pada berbagai jenis objek dan warna.

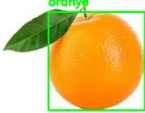
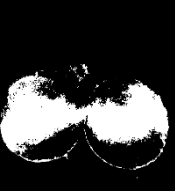
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil Visual Segmentasi

Tabel ini menampilkan hasil segmentasi dan deteksi objek berdasarkan warna

Tabel 1. Hasil Visual Segmentasi

No	Warna	Jenis Objek	Citra Asli	Mask Warna	Hasil Segmentasi	Hasil Bounding Box
1	Merah	Tomat				
2	Kuning	Pisang				
3	Hijau	Apel				
4	Oranye	Jeruk				
5	Ungu	Akebi a				
6	Coklat	Sawo				
7	Biru	Bluebe rry				

Hasil Informasi Segmentasi (Numerik)

Tabel berikut menampilkan informasi numerik segmentasi HSV untuk setiap warna.

Tabel 2. Hasil Informasi Segmentasi

No	Warna	Jumlah Piksel	Total Piksel	Persentase Area (%)	Rata- rata H	Rata- rata S	Rata- rata V
1	Merah	29.289	100.520	29,14%	89,91	213,18	206,78
2	Kuning	117.566	335.200	35,07%	25,42	202,51	236,74
3	Hijau	20.276	50.566	40,10%	48,46	140,10	194,48
4	Oranye	17.063	90.000	18,96%	17,21	231,97	250,39
5	Ungu	142.938	367.264	38,92%	135,73	149,53	180,16
6	Coklat	85.417	490.000	17,43%	14,30	138,98	138,92
7	Biru	175.022	456.800	38,31%	106,00	105,87	151,01

Pembahasan

Warna Merah

Segmentasi warna merah berhasil memisahkan area objek tomat dari latar belakang dengan baik. Dari total 100.520 piksel, sebanyak 29.289 piksel terdeteksi, menutupi 29,14% area citra. Nilai rata-rata HSV (H=89,91, S=213,18, V=206,78) menunjukkan saturasi tinggi dan kecerahan cukup besar, membuat objek mudah dikenali meskipun Hue bergeser dari merah murni. Mask menampilkan wilayah merah dengan jelas, sementara hasil segmentasi memperlihatkan isolasi objek dari latar belakang. Bounding box menandai posisi objek secara akurat. Analisis visual menunjukkan area merah terkonsentrasi pada objek utama, menandakan metode HSV efektif untuk mendeteksi objek tunggal dengan warna kontras tinggi dan memberikan data kuantitatif yang berguna untuk analisis lanjutan.

Warna Kuning

Citra pisang menunjukkan area tersegmentasi 35,07%, dengan 117.566 piksel. Nilai rata-rata HSV (H=25,42, S=202,51, V=236,74) menunjukkan objek cerah dan jenuh tinggi, sehingga mudah diisolasi dari latar belakang. Mask berhasil memisahkan objek kuning dengan jelas, hasil segmentasi menampilkan bentuk pisang yang utuh, dan bounding box menandai posisi secara tepat. Persentase area yang cukup besar menunjukkan dominasi warna kuning dalam citra. Analisis ini menunjukkan metode HSV efektif untuk objek cerah yang menutupi sebagian besar citra dan mampu memberikan informasi saturasi serta kecerahan secara kuantitatif.

Warna Hijau

Segmentasi warna hijau menutupi 40,10% area citra, dengan 20.276 piksel. Nilai rata-rata HSV (H=48,46, S=140,10, V=194,48) menunjukkan saturasi sedang dan kecerahan cukup tinggi. Mask hijau memisahkan objek apel dari latar belakang dengan baik, dan hasil segmentasi menampilkan objek jelas dengan bentuk terjaga. Bounding box menandai posisi

objek secara tepat. Analisis visual menunjukkan objek hijau cukup besar dibanding latar belakang, menegaskan keefektifan metode HSV untuk objek tunggal berkontras tinggi.

Warna Oranye

Segmentasi warna oranye menutupi 18,96% area citra, dengan 17.063 piksel. Nilai HSV rata-rata (H=17,21, S=231,97, V=250,39) menunjukkan saturasi dan kecerahan sangat tinggi, sehingga objek jeruk mudah terdeteksi. Mask dan hasil segmentasi memperlihatkan jeruk terisolasi dengan jelas, dan bounding box menandai posisi objek dengan akurat. Persentase area yang relatif kecil dibanding warna lain mengindikasikan objek kecil namun metode HSV tetap efektif mendeteksi warna cerah dengan kontras tinggi.

Warna Ungu

Citra Akebia memiliki area tersegmentasi 38,92%, dengan 142.938 piksel. Nilai HSV (H=135,73, S=149,53, V=180,16) menunjukkan saturasi dan kecerahan sedang. Mask dan hasil segmentasi menampilkan objek ungu secara jelas, dan bounding box menandai posisi dengan tepat. Persentase area tinggi menunjukkan objek mendominasi citra. Metode HSV terbukti efektif untuk mendeteksi objek banyak dengan warna kontras sedang, meskipun beberapa objek berdekatan.

Warna Coklat

Segmentasi warna coklat menutupi 17,43% area citra, dengan 85.417 piksel. Nilai HSV (H=14,30, S=138,98, V=138,92) menunjukkan objek gelap dengan saturasi sedang. Mask menampilkan objek coklat cukup jelas, walau kontras lebih rendah terhadap latar belakang. Hasil segmentasi dan bounding box menunjukkan objek dikenali dengan baik. Analisis ini menegaskan bahwa HSV tetap efektif untuk objek gelap, meskipun pencahayaan dan warna latar memengaruhi hasil.

Warna Biru

Segmentasi warna biru menutupi 38,31% area citra, dengan 175.022 piksel. Nilai HSV (H=106,00, S=105,87, V=151,01) menunjukkan saturasi dan kecerahan sedang. Mask dan hasil segmentasi menampilkan objek biru terlihat jelas, sementara bounding box menandai posisi secara akurat. Persentase area besar menunjukkan banyak objek, menegaskan metode HSV efektif untuk memisahkan objek dengan warna kontras sedang dan mampu mendukung analisis kuantitatif.

Analisis Keseluruhan

Metode segmentasi HSV terbukti efektif dalam mendeteksi objek berdasarkan warna untuk berbagai jenis buah. Persentase area tersegmentasi mencerminkan ukuran dan dominasi warna objek dalam citra, sementara nilai HSV memberikan informasi kuantitatif tentang

karakteristik warna. Mask, hasil segmentasi, dan bounding box menunjukkan objek terisolasi dengan baik dari latar belakang. Secara keseluruhan, HSV adalah metode sederhana, cepat, dan akurat untuk analisis citra berbasis warna, baik untuk objek tunggal maupun banyak, dan dapat digunakan pada berbagai kondisi pencahayaan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa metode segmentasi warna HSV efektif untuk mendeteksi objek berbasis warna pada citra digital dengan berbagai jenis buah dan variasi warna. Metode ini mampu memisahkan objek dari latar belakang secara jelas, baik pada objek tunggal maupun banyak, serta memberikan informasi kuantitatif mengenai jumlah piksel, persentase area, dan nilai rata-rata HSV. Mask warna, hasil segmentasi, dan bounding box mempermudah visualisasi objek dan mendukung analisis lebih lanjut. Metode HSV terbukti stabil terhadap variasi pencahayaan dan ukuran citra, sehingga cocok untuk diaplikasikan pada berbagai kondisi citra nyata. Namun, metode ini memiliki keterbatasan ketika objek memiliki warna yang mirip dengan latar belakang atau saturasi rendah, sehingga pemilihan rentang HSV yang tepat sangat penting. Saran dari penelitian ini adalah pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menggabungkan segmentasi HSV dengan metode deteksi berbasis machine learning untuk meningkatkan akurasi, terutama pada objek dengan warna serupa latar belakang atau pencahayaan tidak merata. Penelitian selanjutnya juga disarankan untuk mengeksplorasi segmentasi warna pada citra video real-time atau kondisi outdoor yang lebih kompleks.

DAFTAR REFERENSI

- Ahmad Fashiha Hastawan, R. S., & Widiyanto, Y. E. (2019). Perbaikan hasil segmentasi HSV pada citra digital menggunakan metode segmentasi RGB grayscale. *Edu Komputika*, 6(1). <https://doi.org/10.15294/edukomputika.v6i1.23025>
- Azhari, A., & Fitrah, D. (2023). Deteksi objek menggunakan ruang warna HSV. *Infomatek UNPAS*. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/infomatek/article/view/19025>
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2020). *Digital image processing* (4th ed.). Pearson.
- Ire Puspa Wardhani, I., & Wahyudi, S. (2019). Segmentasi warna citra HSV dan deteksi objek kupu-kupu dengan metode klasifikasi K-Means. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi STI&K (SeNTIK)*.
- Latifah, D., & Sembiring, A. (2020). Segmentasi warna pada ruang HSV untuk peningkatan akurasi deteksi objek. *Jurnal Teknologi Informasi*, 11(2), 101–110.
- Mambu, R., & Langi, Y. (2021). Analisis pengolahan citra digital menggunakan metode HSV. *Jurnal Informatika UKRIM*. <https://journal.ukrim.ac.id/index.php/JIF/article/download/304/241>

- Patel, S., & Shah, D. (2022). Improved color-based image segmentation using adaptive thresholding in HSV. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*.
- Pratama, R., & Dewi, S. (2021). Perbandingan ruang warna RGB dan HSV untuk deteksi objek hijau. *Prosiding Seminar Nasional Informatika*, 2(1), 89–96.
- Rahmawati, D., & Fadhilah, M. (2022). Implementasi segmentasi warna pada sistem deteksi objek. *Pseudocode* UNIB.
<https://ejournal.unib.ac.id/pseudocode/article/download/5857/2948/0>
- Sihombing, M., & Siregar, R. (2020). Penerapan metode segmentasi warna pada citra digital. *Methomika*.
<https://ejurnal.methodist.ac.id/index.php/methomika/article/download/207/180/217>
- Supriyadi, A., & Nugroho, A. (2023). Comparative analysis of HSV and RGB for color segmentation under variable illumination. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 15(2), 112–122.
- Suryani, T., Ramadhan, Y., & Pertiwi, D. (2022). Penerapan segmentasi HSV untuk deteksi objek pertanian. *Jurnal Agroinformatika*, 5(1), 12–21.
- Verma, A., & Bala, M. (2022). Analysis of pixel behavior in digital imaging systems. *International Journal of Computer Vision and Image Processing*, 12(1), 45–58.
- Xu, Y., Zhang, X., & Dong, J. (2021). Fundamentals of digital image structure and pixel-based representations. *Journal of Imaging Science*, 12(4).
- Zhang, F., Liu, D., & Chen, Q. (2023). Improved object localization using bounding rectangles. *IEEE Access*, 11, 55438–55450.
- Zhang, L., & Wang, H. (2020). *HSV-based color segmentation for object recognition*.
<https://pdfs.semanticscholar.org/ee18/0704179de4bffffe6756e0463bbb7ae97b5556.pdf>