

Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Buah Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna Hue Saturation Intensity

¹Novita Desty Ede, ²Yustina Rada, ³Reynaldi Thimotius Abineno
Universitas Kristen Wira Wacana Sumba
Waingapu, Indonesia

poppyedee@gmail.com, yustinarada@unkriswina.ac.id, reynaldi.@unkriswina.ac.id

*Penulis Korespondensi

Diajukan : 03/06/2026

Diterima : 21/06/2026

Dipublikasi : 25/06/2026

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan sistem otomatis untuk deteksi kematangan buah tomat melalui analisis warna menggunakan metode transformasi ruang warna Hue, Saturation, Intensity (HSI). Penentuan kematangan tomat sangat penting untuk kualitas dan nilai jualnya, dan metode tradisional yang mengandalkan inspeksi visual sering kali tidak konsisten dan subyektif. Sistem ini memproses gambar tomat yang diambil dengan kamera digital, mengonversinya dari ruang warna RGB ke HSI. Transformasi ini memisahkan komponen warna (*Hue*) dari intensitas dan saturasi, yang penting untuk menentukan tingkat kematangan. *Hue* digunakan sebagai parameter utama untuk klasifikasi, sementara *Saturation* dan *Intensity* membantu meningkatkan akurasi. Tomat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori kematangan: belum matang, setengah matang, dan matang. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi kematangan dengan akurasi hingga 95%, lebih konsisten dibandingkan penilaian manual. Metode HSI ini menawarkan solusi yang lebih objektif dan efisien untuk penilaian kematangan tomat, serta memiliki potensi aplikasi luas dalam sistem otomatisasi kualitas buah.

Kata Kunci: Kematangan tomat, Transformasi warna, HSI, Analisis gambar, Klasifikasi otomatis

I. PENDAHULUAN

Buah tomat (*Solanum Lycopersicum*) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang sangat penting di Indonesia dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Buah tomat kaya akan nutrisi, seperti vitamin A, vitamin C, dan memiliki manfaat lain bagi kesehatan manusia. Kualitas buah tomat sangat dipengaruhi oleh tingkat kematangannya. Penentuan kematangan pada buah tomat umumnya dilakukan lewat pengamatan warna kulit buahnya. Tomat berkulit merah biasanya masuk dalam kategori matang sempurna. Sementara tomat berwarna kuning tergolong belum matang sempurna atau masih setengah matang, dan tomat berwarna hijau tergolong tomat mentah.

Kabupaten Sumba Timur adalah bagian wilayah dari Provinsi Nusa Tenggara Timur. Kabupaten ini memiliki potensi ekonomi yang tinggi dan strategis untuk pengembangan ekonomi daerah. Dalam membantu pengembangan ekonomi daerah, Sumba Timur mempunyai beberapa sektor yang dijalankan agar dapat menunjang kehidupan masyarakat seperti sektor pertanian, perikanan, peternakan, manufaktur, dan pariwisata. Sebagian masyarakat mengandalkan sektor pertanian dari beberapa sektor yang ada sebagai salah satu penyangga perekonomian. Pada sektor pertanian di Sumba Timur khususnya di kota Waingapu, buah tomat merupakan salah satu tanaman dengan hasil penjualan yang tinggi, dan mempunyai kelompok tani lokal yang bernama Kelompok Tani Marang Hamu dan bergerak dalam bidang pertanian yang akan membantu mengelola pemanenan.

Kelompok Tani Marang Hamu, berlokasi di Lambanapu Kecamatan Kampera, Kelurahan Malumbi, Kabupaten Sumba Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur, memiliki luas lahan 0.06 arai dan dapat memproduksi 60-70 ton/3 bulan, sehingga dalam 1 tahun pemanenan buah tomat

dilakukan 4x dengan jumlah panen mencapai 14,4 – 16,8 ton/tahun yang memainkan peran signifikan karena petani mempunyai kualitas produk yang bagus, dapat memenuhi permintaan pasar, pedagang pengumpul dalam menyediakan pasokan tomat, dan membantu perekonomian lokal dalam meningkatkan pendapatan serta mampu mendukung perekonomian lokal dalam kegiatan pertanian produksi tomat di wilayah ini. Bagi kelompok tani ini, penentuan tingkat kematangan tomat yang akurat sangat penting untuk memastikan kualitas produk dan keberlanjutan pendapatan. Tomat yang dipanen pada tingkat kematangan yang tepat memiliki kualitas yang lebih baik, daya simpan lebih lama, dan harga jual yang lebih tinggi, yang langsung mempengaruhi keuntungan ekonomi bagi petani.

Pada saat ini, proses penentuan kematangan tomat oleh Kelompok Tani Marang Hamu masih sangat bergantung pada cara manual yang dilakukan oleh para petani. Pendekatan ini tidak hanya subjektif tetapi juga tidak konsisten, karena hasilnya sangat bergantung pada pengalaman dan persepsi individu. Kesalahan dalam penentuan kematangan dapat mengakibatkan tomat dipanen terlalu dini atau terlalu matang, yang berdampak negatif pada kualitas dan harga jualnya, serta menyebabkan kerugian ekonomi bagi petani.

Dalam hal ini untuk melakukan pendeteksian kematangan buah tomat harus menggunakan teknik pengolahan citra digital. Citra digital adalah gambar atau foto yang disimpan dalam bentuk digital yang dihasilkan dari kamera digital agar dapat dilihat dan diolah menggunakan komputer atau perangkat elektronik lainnya. Kegunaan citra digital sendiri untuk meningkatkan kualitas, memperbaiki kualitas, menghapus noise, mengekstrak fitur warna, bentuk, struktur dan masih banyak lagi.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan metode yang lebih objektif dan konsisten dalam menentukan kematangan pada buah tomat. Metode yang akan digunakan adalah metode Transformasi Ruang Warna *Hue, Saturation, Intensity* (HSI) yang dimana metode ini memiliki kelebihan dalam menentukan tingkat akurasi, kemudahan implementasinya tidak memerlukan peralatan khusus hanya memerlukan kamera digital atau smartphone untuk mengambil gambar citra, mempunyai fleksibilitas yang dapat digunakan dalam berbagai jenis buah dan ukuran, serta kecepatan dalam memberikan hasil karena hanya memerlukan waktu yang singkat berkisar antara beberapa detik hingga beberapa menit untuk mengelola citra. Contohnya pengolahan citra dengan resolusi rendah (320x240 piksel) dapat memakan waktu sekitar 1-2 detik, dan resolusi tinggi seperti (1920x1080 piksel) dapat memakan waktu 10-30 detik.

Tujuan menggunakan metode Transformasi Ruang Warna *Hue, Saturation, Intensity* (HSI) karena metode ini dapat memberikan hasil yang akurat dalam menentukan kematangan buah tomat, memiliki konsep warna yang mudah dipahami oleh manusia, dapat membantu dalam menganalisis gambar digital menawarkan solusi potensial. Dengan memisahkan informasi warna (*Hue*) yang terkait dengan kematangan dari komponen *Saturation* dan *Intensity*, metode HSI memungkinkan pengenalan tingkat kematangan yang lebih tepat. Komponen *Hue* merefleksikan perubahan warna tomat selama proses pematangan, sementara *Saturation* dan *Intensity* membantu menyesuaikan pengaruh variasi pencahayaan dan kejenuhan warna.

Penerapan metode HSI di Kelompok Tani Marang Hamu dapat memberikan berbagai keuntungan. Sistem yang menggunakan kamera digital untuk menangkap gambar tomat dan memprosesnya dalam ruang warna HSI dapat secara otomatis mengidentifikasi tingkat kematangan tomat. Pendekatan ini memfasilitasi penentuan waktu panen yang lebih optimal, mengurangi ketergantungan pada penilaian manual yang subjektif, dan meningkatkan kualitas serta nilai jual tomat di pasar.

Penelitian ini bertujuan untuk membantu petani dalam mengatasi tingkat kerugian akibat pemanenan yang tidak tepat waktu seperti kurangnya pemahaman tentang tingkat kematangan buah serta mengembangkan sistem deteksi kematangan tomat berbasis HSI yang akan diterapkan di Kelompok Tani Marang Hamu. Diharapkan sistem ini dapat menjadi alat bantu yang efektif bagi petani dalam meningkatkan ketepatan penentuan kematangan, kualitas produk, dan pendapatan, serta mendukung perkembangan ekonomi lokal di Kecamatan Kampera, Kabupaten Sumba Timur

II. STUDI LITERATUR

Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya membahas tentang Sistem Deteksi Tingkat Kematangan Tomat Menggunakan Perhitungan HSI dan Metode K-Nearest Neighbors **Muhammad vicky (2021)** menggunakan metode Transformasi Ruang Warna HSI dan hasilnya dapat membantu dan mengetahui tingkat kematangan pada buah tomat dengan akurasi 92,3% dimana data yang terkumpul terbaca dengan benar.

Penelitian lain juga membahas tentang Penerapan Algoritma *Hue Saturation Intensity* (HSI) dengan Ruang Warna *Red, Green, Blue* (RGB) dan Implementasi Aplikasi Kematangan Buah Tomat **Ray(2022)** hasil penelitian ini bertujuan untuk Pengolahan warna data menggunakan algoritma HSI dapat digunakan untuk mendeteksi kematangan buah yang akurat menggunakan metode Transformasikan ke ruang warna HSI (*Hue, Saturation, Intensity*).

Penelitian lain juga membahas tentang Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Tomat Dengan Citra Berdasarkan Warna Kulit Buah menggunakan metode Transformasi Ruang Warna (HSI) **Kevin Aryasatya, Erni Seniwati (2022)** hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penelitian tersebut sangat membantu dalam mengidentifikasi karakteristik warna buah tomat yang terkait dengan kematangan buah, serta meningkatkan efisiensi dan akurasi pendeteksi dalam proses pendeteksian.

III. METODE

Profil Lokasi Penelitian

Penelitian ini bertempat di BP3K Lambanapu, Kecamatan Kampera, Kelurahan Malumbi, Kabupaten Sumba Timur. BP3K Lambanapu merupakan tempat para petani untuk melakukan urusan pertanian sehingga dibentuknya kelompok tani yang bernama Marang Hamu yang dibentuk pada tahun 1982 yang berjumlah 30 orang dan rata-ratanya adalah petani buah tomat untuk membantu di bidang pertanian dan panganyang disahkan oleh Dinas Pertanian Kabupaten Sumba Timur.

BP3K Lambanapu mempunyai lahan pertanian seluas 9 hektar, dan dari luas lahan tersebut, area lahan yang digunakan untuk menanam tomat adalah 1 hektar. Jenis tomat yang ditanam adalah tomat biasa atau tomat lokal yang paling umum ditemukan di pasar dan digunakan dalam bahan makanan.

Tanaman tomat biasa atau tomat lokal mempunyai bahasa latin yaitu *Solanum Lycopersicum*. dengan ciri-ciri fisik berbentuk bulat atau sedikit oval, mempunyai warna merah, kuning, dan juga hijau tergantung pada tingkat kematangan, mempunyai rasa yang manis ada juga yang sedikit asam dan mempunyai tekstur yang lembut.

Jumlah pemanenan buah tomat dilakukan per 3 bulan sekali dengan hitungan sebagai berikut:

1. Luas lahan = 1 hektar
2. Produksi tomat per panen = 60-70 ton

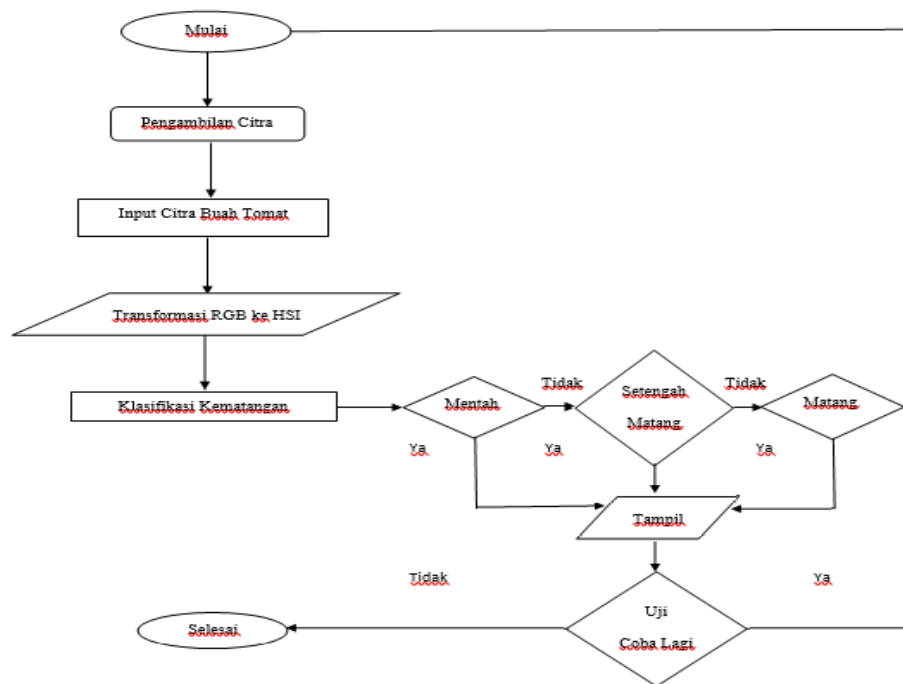
Jika panen dilakukan setiap 3 bulan, maka dalam setahun (12 bulan) akan terjadi 4x panen dengan hitungan:

1. Produksi tomat per tahun = Produksi tomat per panen x jumlah panen per tahun
2. Produksi tomat per tahun = (60-70 ton) x 4
3. Produksi tomat per tahun = 240-280 ton

Jadi, dengan luas lahan 1 hektar per panen = 60-70 ton

Alur Penelitian

Berikut adalah susunan pikiran yang akan menggambarkan langkah-langkah yang akan dijalankan.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Pengambilan Citra

Pengambilan citra (*Image acquisition*) adalah proses memperoleh gambar atau citra dari suatu objek atau pemandangan yang bisa digunakan menggunakan kamera, smartphone, atau perangkat lainnya. Pengambilan citra dapat digunakan untuk beberapa hal seperti analisis virtual, pengolahan citra, penyimpanan untuk suatu keperluan dan adapun untuk melakukan pendektasian contohnya pada buah.

Pengambilan citra pada buah dapat dilakukan untuk berbagai tujuan, seperti mengklasifikasi tingkat kematangan pada buah, mengidentifikasi cacat pada buah, atau untuk keperluan pemantauan pertumbuhan tanaman. Teknik yang digunakan dapat bervariasi, mulai dari pengolahan citra digital sederhana, hingga penggunaan sensor optik dan algoritma pemrosesan citra yang lebih kompleks. Adapun saat pengambilan citra harus memperhatikan pencahayaan dan posisi untuk mendapatkan hasil akhir yang tepat.

Input Citra Buah Tomat

Input citra buah tomat adalah data gambar yang dipakai itu diambil dari database sesuai objeknya, terus dicocokkan dengan hasil pengelompokan citra yang masuk. Ada 3 jenis gambar tomat yang diambil langsung di lapangan untuk menjai contoh kategori tomat matang, setengah matang, dan mentah.



a). Gambar Buah Tomat Matang



b). Gambar Buah Tomat Setengah Matang



c). Gambar Buah Tomat Mentah

Transformasi RGB Ke HSI

Tahap konversi ke HSI termasuk salah satu cara yang memakai metode ubah ruang warna HSI untuk memperoleh akurasi tinggi. Walau model RGB cukup bagus dalam menampilkan info warna, tapi model itu kurang pas untuk beberapa jenis pengolahan citra. Saat proses pengenalan objek, objek akan lebih mudah diidentifikasi lewat perbedaan hue dengan cara menetapkan batas threshold pada rentang nilai *Hue* yaitu panjang gelombang spektrum yang mengelilingi objek.

Konsep ruang warna yang dipakai sekarang adalah HSI. Ruang warna HSI punya tiga komponen, yakni *Hue* (H), *Saturation* (S), dan *Intensity* (I). *Hue* merepresentasikan warna dasar seperti merah, kuning, hijau, serta biru atau kombinasi dari warna-warna tersebut. *Saturation* menunjukkan tingkat kejenuhan warna pada *Hue*. Sedangkan *Intensity* menjelaskan tingkat terang maupun gelap pada *Hue* dan *Saturation*.

Nilai komponen RGB dari gambar berwarna dapat dikonversi ke model HSI dengan syarat nilai RGB sudah dinormalisasi terlebih dahulu.

Langkah-langkah untuk mengubah ruang warna RGB menjadi HSI adalah seperti berikut:

Hitung H (*Hue*)

$$H = \arctan \left(\frac{\sqrt{3} (G-B)}{2R-G-B} \right) \quad (1)$$

Hitung S (*Saturation*)

$$S = 1 - 3 \frac{\min(R,G,B)}{R+G+B} \quad (2)$$

Hitung I (*Intensity*)

$$I = 1/3 (R+G+B) \quad (3)$$

Klasifikasi Kematangan

Klasifikasi kematangan pada buah tomat adalah proses mengidentifikasi tahap kematangan tomat berdasarkan perubahan warna dan karakteristik lain yang dapat diukur. Deteksi ini sering dilakukan menggunakan teknik pengolahan citra untuk memastikan kematangan yang optimal sebelum pengiriman atau pemrosesan. Berikut adalah penjelasan tentang klasifikasi kematangan buah tomat:

1. Hijau (*Green*):
 - a. Ciri: Kulit tomat berwarna hijau sepenuhnya.
 - b. Warna HSI: *Hue* rendah (0-60°), *Saturation* sedang hingga tinggi, *Intensity* rendah.
 - c. Penggunaan: Biasanya belum siap untuk dikonsumsi, sering disimpan untuk pematangan lebih lanjut. Tahap-tahap Kematangan Buah Tomat
2. Berubah (*Turning*):
 - a. Ciri: Mulai menunjukkan sedikit warna kuning atau orange di bagian hijau, menandakan awal pematangan.
 - b. Warna HSI: *Hue* meningkat (60-120°), *Saturation* tinggi, *Intensity* meningkat.
 - c. Penggunaan: Bisa digunakan untuk dipajang atau proses lebih lanjut.
3. Pematang (*Pink*):
 - a. Ciri: Kulit menunjukkan campuran warna merah muda dan hijau.

- b. Warna HSI: *Hue* lebih tinggi ($120-160^\circ$), *Saturation* tinggi, *Intensity* sedang hingga tinggi.
- c. Penggunaan: Mulai siap untuk konsumsi segar, namun sering menunggu beberapa hari lagi untuk pematangan penuh.
4. Merah (*Ripe*):
 - a. Ciri: Kulit tomat berwarna merah merata tanpa hijau.
 - b. Warna HSI: *Hue* sekitar $160-180^\circ$, *Saturation* sangat tinggi, *Intensity* yang tinggi.
 - c. Penggunaan: Siap dikonsumsi, rasa dan tekstur optimal untuk penggunaan segar atau diproses.
5. Sangat Matang (*Overripe*):
 - a. Ciri: Warna merah gelap atau merah keunguan, kulit mulai keriput.
 - b. Warna HSI: *Hue* maksimum, *Saturation* mungkin berkurang, *Intensity* bervariasi.
 - c. Penggunaan: Harus segera dikonsumsi atau digunakan, bisa kurang ideal karena terlalu matang.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menguji 105 citra tomat yang diproses menggunakan Matlab dengan metode Transformasi Ruang Warna HSI. Metode HSI dipakai untuk mengambil warna, mengubah ruang warna, lalu dipakai pada citra digital agar mendapat nilai citra. Nilai tersebut nantinya ditampilkan saat pengujian 105 citra tomat bersextensi *.jpg. Dari 105 citra itu dipilih sampel sebanyak 35 buah tomat untuk setiap kondisi, yaitu tomat matang, setengah matang, dan mentah. Citra tomat JPEG lalu dihitung nilai RGB-nya dan diubah keruang warna HSI. Setelah nilai tiap citra tomat didapat, selanjutnya dihitung rata-rata nilai H, rata-rata S, dan rata-rata I. Tahap akhir adalah mengecek klasifikasi citra tomat sesuai kematangannya.

Pada tahap pengujian, hasil deteksi kematangan buah tomat menghasilkan nilai yang membentuk klasifikasi warna buah agar penentuan kematangannya lebih mudah. Hal ini dilakukan agar menapat rentang nilai maksimal dan keputusan fase kematangan jadi lebih akurat.

Berikut ini adalah langkah-langkah seperti pengambilan warna dan transformasi warna:

Langkah-langkah pengambilan warna pada buah tomat:

1. Ambil foto buah tomat dengan kamera seperti kamera smartphone.
2. Input foto kedalam program, lalu pisahkan buah dari latar belakang dengan cara melakukan cropping pada foto.
3. Konversikan foto dari RGB ke HSI, lalu menghitung nilai piksel kanan, kiri, sisi depan, dan sisi belakang.
4. Lakukan klasifikasi gambar buah tomat dengan algoritma HSI untuk mengubah nilai RGB ke HSI dengan melakukan normalisasi terhadap piksel RGB.
5. Lihat hasil klasifikasi gambar pada buah tomat.

Langkah-langkah transformasi warna pada buah tomat

1. Membaca data dan library yang dibutuhkan.
2. Mengubah citra RGB menjadi HSI.
3. Menggabungkan data menjadi data set.
4. Memisahkan fitur dataset dengan kelasnya.
5. Melakukan split dataset.
6. Melakukan klasifikasi.

Berikut ini merupakan tahapan pengolahan data dalam pengambilan warna dan transformasi warna buah menggunakan metode HSI (*Hue*, *Saturation*, *Intensity*)

Langkah 1: Pengambilan Data Warna

- a. Ambil gambar buah menggunakan kamera atau scanner.
- b. Ubah gambar menjadi format digital (misalnya, JPEG atau PNG).
- c. Ekstrak data warna dari gambar menggunakan teknik pengolahan citra.

Langkah 2: Konversi Warna ke Ruang Warna HIS

- Konversi data warna dari ruang warna RGB (*Red, Green, Blue*) ke ruang warna HSI menggunakan rumus berikut:
- Hue* (H): $H = \arctan((R-G)/(R+B))$
- Saturation* (S): $S = (R+G+B)/3$
- Intensity* (I): $I = (R+G+B)/3$
- Hasil konversi ini akan memberikan nilai H, S, dan I untuk setiap piksel pada gambar.

Langkah 3: Transformasi Warna

- Lakukan transformasi warna menggunakan metode HSI, seperti:
- Mengubah nilai H untuk mengubah warna buah.
- Mengubah nilai S untuk mengubah saturasi warna buah.
- Mengubah nilai I untuk mengubah intensitas warna buah.
- Contoh transformasi warna:
- Mengubah warna buah dari merah ke hijau dengan mengubah nilai H dari 0 ke 120.
- Mengubah saturasi warna buah dari 50% ke 100% dengan mengubah nilai S dari 0,5 ke 1.

Langkah 4: Visualisasi Hasil Pengolahan data

- Visualisasikan hasil transformasi warna menggunakan teknik pengolahan citra (misalnya, menggunakan library Matlab).
- Perbandingan hasil transformasi warna dengan gambar asli untuk melihat perubahan warna yang terjadi.

Contoh kode menggunakan Matlab untuk melakukan transformasi warna menggunakan metode HSI:

```
import cv2
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Load gambar buah
img = cv2.imread('buah.jpg')

# Konversi warna ke ruang warna HSI
hsv = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)

# Transformasi warna
hsi[..., 0] = hsi[..., 0] + 120 # Mengubah warna dari merah ke hijau
hsi[..., 1] = hsi[..., 1] * 2 # Mengubah saturasi warna

# Konversi kembali ke ruang warna RGB
img_transformed = cv2.cvtColor(hsv, cv2.COLOR_HSV2RGB)

# Visualisasi hasil
plt.imshow(img_transformed)
plt.show()
```

Berikut adalah cara memisahkan hasil dan pembahasan dengan pengujian penelitian:

Hasil Penelitian

- Hasil pengumpulan data
- Hasil analisis data
- Tabel, grafik, atau gambar yang mendukung hasil penelitian

contoh:

Tabel 1: Hasil Pengukuran Warna Buah

Warna	Nilai H	Nilai S	Nilai I
---	---	---	---
Merah	0-30	0,5-1	0,5-1
Hijau	120-150	0,5-1	0,5-1

Range Kematangan Citra Buah Tomat

Tabel 2 Range Kematangan Citra Buah Tomat

	Range			Range			Range		Kategori
H	1.77136	1.85078	S	0.251129	0.393222	I	0.112512	0.19966	Buah
H	1.34887	1.84998	S	0.076949	0.241422	I	0.131312	0.240426	Matang
H	1.10164	1.30232	S	0.408629	0.815282	I	0.0985175	0.176714	Buah
									Matang

Tabel 2 menampilkan batas rentang komponen H (*Hue*), S (*Saturation*), dan I (*Intensity*) untuk klasifikasi kematangan tomat. Dari hasil uji deteksi warna pada area kromatik kulit tomat, didapat informasi yang membantu pengelompokan warna sesuai tingkat kematangannya. Hasil kalkulasi lewat Matlab menghasilkan rentang sebagai berikut: tomat masak H = 1.77136 - 1.85078, S = 0.251129 - 0.393222; tomat setengah masak H = 1.34887 - 1.84998, S = 0.076949 - 0.241422; tomat mentah H = 1.10164 - 1.30232, S = 0.1408629 - 0.815282. Data tersebut bersumber dari 105 citra tomat format *.jpg. Semua citra diekstrak nilai RGB-nya lalu diubah ke ruang warna HSI.

Sampel yang dipakai berjumlah 35 tomat masak, 35 tomat setengah masak, dan 35 tomat mentah. Setelah proses ekstraksi citra, tahap selanjutnya melakukan klasifikasi berdasarkan fase kematangan. Dengan membandingkan nilai min dan maks H serta S, warna kulit tomat bisa dikelompokkan sesuai data acuan. Jika hasil perhitungan masuk ke rentang tertentu, maka fase kematangan tomat langsung teridentifikasi sesuai kategori..

Hasil Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Tomat

Tabel 3 Hasil Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Tomat

No	Kode Sampel	Citra Sampel	Komputerisasi							Fase Kematangan		Ket.
			Hasil Perhitungan			Range Warna				Manual	Komputer	
			H	I	S	H	I	S				
1	A1		1.84696	0.120639	0.326104	1.77136 - 1.85078	0.112512 - 0.19966	0.251129 - 0.393222	✓	✓	✓	
2	A2		1.85076	0.142754	0.28309				✓	✓	✓	
3	A3		1.82738	0.137862	0.385458				✓	✓	✓	
4	A4		1.64849	0.152925	0.320818				✓	✓	✓	
5	A5		1.77704	0.137909	0.317069				✓	✓	✓	
6	A6		1.8365	0.187326	0.309764				✓	✓	✓	
7	A7		1.84133	0.116347	0.357333				✓	✓	✓	
8	A8		1.78402	0.159948	0.291765				✓	✓	✓	
...	...		...	...	...				...	...	...	
105	C35		1.30232	0.103556	0.550749				✓	✓	✓	

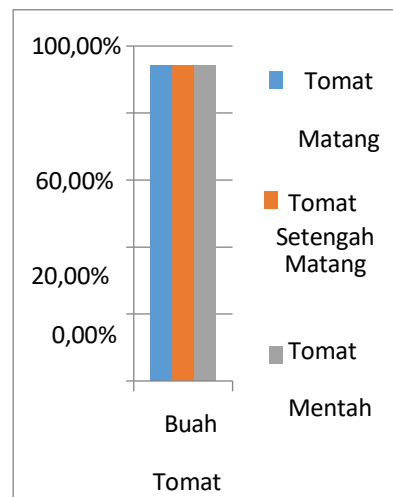
Tabel 3 menampilkan rentang nilai H dan S untuk tiap tingkat kematangan tomat. Tomat matang memiliki H antara 1.77136 sampai 1.85078 dengan S antara 0.251129 sampai 0.393222. Tomat setengah matang memiliki H antara 1.34887 sampai 1.84998 dengan S antara 0.076949 sampai 0.241422. Sedangkan tomat mentah memiliki H antara 1.10164 sampai 1.30232 dengan S antara 0.408629 sampai 0.815282. Sistem diuji menggunakan 105 citra buah tomat berformat *.jpg. Proses pengujian memakai metode transformasi warna HSI. Jumlah sampel dibagi sama rata, yaitu 35 citra tomat matang, 35 citra tomat setengah matang, dan 35 citra tomat mentah. Hasil pengujian menunjukkan akurasi yang sama untuk ketiga kondisi. Tomat matang berhasil terdeteksi benar

sebanyak 33 data dari 35 data sampel. Artinya tingkat keberhasilannya 94,28571429%. Dua data lainnya terbaca salah. Tomat setengah matang juga terdeteksi benar sebanyak 33 data dari 35 data sampel. Tingkat keberhasilannya 94,28571429%. Sama seperti tomat matang, ada 2 data yang salah deteksi. Tomat mentah hasilnya identik. Sistem mampu mengenali 33 data dengan benar dari 35 data sampel. Tingkat akurasi sistem dari pengujian sampel mencapai 94,28571429%. Dari keseluruhan 105 citra tomat, sebanyak 99 citra berhasil diidentifikasi dengan benar oleh sistem. Sementara 2 citra lainnya tidak berhasil dikenali. Secara umum, dari 105 sampel buah tomat yang diuji, sistem mampu mendeteksi 99 citra secara akurat. Sedangkan 6 citra sisanya gagal terbaca oleh sistem. Dengan demikian, nilai akurasi total sistem secara keseluruhan diperoleh sebesar 94,28571429%. Data hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat berikut ini.

$$Akurasi = \frac{99}{105} \times 100\%$$

Akurasi = 94,28571429%

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap 105 sampel citra buah tomat secara keseluruhan, sistem mampu mengenali 99 data secara tepat. Sedangkan 6 data lainnya tidak dapat diproses oleh sistem. Dengan demikian, nilai akurasi yang didapat sebesar 94,28571429%.



Gambar 4 Diagram Akurasi

Grafik akurasi disusun berdasarkan evaluasi seluruh data. Pada kategori tomat matang, dari 35 sampel, sistem tepat mengenali 33 citra. Sementara 2 citra lainnya keliru teridentifikasi. Akurasi untuk kategori ini sebesar 94,28571429%. Faktor penyebabnya adalah nilai H yang terlalu rendah dan nilai S yang berlebihan. Kondisi tersebut membuat sistem kesulitan mengklasifikasi tingkat kematangan tomat. Untuk tomat setengah matang, polanya mirip. Dari 35 sampel, 33 citra terdeteksi tepat dan 2 citra mengalami kesalahan. Nilai akurasinya juga 94,28571429%. Error terjadi karena fluktuasi nilai H yang kadang terlalu rendah, kadang terlalu tinggi. Akibatnya sistem tidak mampu mengidentifikasi kematangan buah tomat. Kategori tomat mentah menunjukkan hasil serupa. Sistem mampu memproses 33 data dengan benar dari total 35 data. Hanya 2 data yang tidak lolos. Akurasi yang dihasilkan tetap 94,28571429%. Hal ini dipengaruhi nilai S (*Saturation*) yang tinggi dan rendah secara bersamaan, sehingga proses klasifikasi kematangan buah tomat tidak berjalan optimal. Visualisasi akurasi keseluruhan pengujian ditampilkan pada Gambar 4.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, metode transformasi ruang warna Hue, Saturation, Intensity (HSI) dapat digunakan untuk mendeteksi tingkat kematangan buah tomat berdasarkan karakteristik warna kulit buah. Proses penelitian dilakukan melalui pengambilan citra buah tomat, ekstraksi nilai RGB, konversi ke ruang warna HSI, serta klasifikasi tingkat kematangan

menjadi tomat matang, setengah matang, dan mentah. Hasil pengujian terhadap 105 citra buah tomat menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi 99 citra dengan benar dan 6 citra mengalami kesalahan klasifikasi, sehingga diperoleh tingkat akurasi sebesar 94,29%. Nilai Hue dan Saturation terbukti menjadi parameter yang efektif dalam membedakan tingkat kematangan buah tomat. Dengan demikian, metode HSI dapat dijadikan alternatif yang objektif dan efisien dalam membantu proses penentuan kematangan buah tomat, sehingga berpotensi mendukung peningkatan kualitas hasil panen dan membantu petani dalam menentukan waktu panen yang tepat. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan sistem dengan menambahkan metode klasifikasi lain atau teknologi kecerdasan buatan guna meningkatkan akurasi dan ketahanan sistem terhadap variasi pencahayaan dan kondisi lingkungan.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala berkat dan karunia-Nya, sehingga laporan akhir ini bisa rampung sebagai syarat lulus S1 Jurusan Teknik Informatika di Universitas Kristen Wira Wacana Sumba. Saya sadar tulisan ini masih jauh dari kata sempurna. Karena itu, kritik serta saran yang membangun akan saya terima dengan lapang dada.

Terselesaikannya skripsi ini tentu karena dukungan banyak pihak. Dengan tulus, saya ucapkan terima kasih kepada:

Tuhan Yang Maha Esa yang sudah menganugerahkan kehidupan. Untuk Mama tercinta atas doa, dukungan moral, dan materi yang selalu diberikan. Terima kasih juga untuk Dosen pembimbing dan penguji yang tiada henti memberi arahan hingga saya sampai di tahap ini. Tak lupa saya ucapkan terima kasih ke Keluarga, Kakak, Adik, Nopa, Memo, Hanna, Squad SKS, Pacar, dan semua pihak yang sudah membantu tapi belum bisa saya sebut satu per satu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas setiap kebaikan dan melimpahkan berkat-Nya..

VII. REFERENSI

- Hakim, L., Kristanto, S. P., Shodiq, M. N., Yusuf, D., Setiawan, W. A., Informatika, T., Banyuwangi, N., Raya, J., & Km, J. (2020). Segmentasi Citra Penyakit Pada Batang Buah Naga Menggunakan Metode Ruang Warna $L^*a^*B^*$. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-6 ISAS Publishing Series: Engineering and Science*, 6(1), 728–736.
- Hamidah, L., & Hafsah, H. (2022). Application of spinach and orange peel eco enzymes in tomato preservation. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 8(Bps 2021), 154–158. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m080208>
- Heryanto, I. W. A., Artama, Kurniawan, M. W. S., & Gunadi, G. A. (2020). Segmentasi Warna dengan Metode Thresholding. *Wahana Matematika Dan Sains*, 14(1), 54–64.
- Indarto, & Murinto. (2017). Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS (Banana Fruit Detection Based on Banana Skin Image Features Using HSI Color Space Transformation Method). *Jurnal Ilmiah Informatika*, V(November), 15–21.
- Manek, P. G., Baso, B., Fallo, K., Risald, R., & Ullu, H. H. (2023). Segmentasi Daun Cendana Berbasis Citra Menggunakan Otsu Thresholding. *Journal of Information and Technology*, 3(1), 6–10. <https://doi.org/10.32938/jitu.v3i1.3868>
- Muhammad, A. A., Arkadia, A., Naufalrifqi, S., & Prasvita, D. S. (2021). Penerapan Transformasi Ruang Warna Hue Saturation Intensity (HSI) untuk Mendeteksi Kematangan Buah Tomat. *Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer Dan Aplikasinya (SENAMIKA)*, September, 75–81.
- Putra, I., Prasetyo, J. E., Aminin, C., & ... (2023). Deteksi Kesegaran Buah Apel, Pisang, Dan Jeruk Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HSI dan K-Nearest Neighbor. ... for

Educators and ..., 7(2), 120–129.
<http://101.255.92.196/index.php/ITBI/article/view/2243>
<http://101.255.92.196/index.php/ITBI/article/download/2243/1555>

Kader, A. A. (2002). *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Universitas of California. Teori Warna Kematangan Buah

Gonzales, R. C., & Woods, R. E. (2002) *Digital Image Processing*. Prentice Hall.

Septiarini, A., Hamdani, H., Khoemah, Y., Puspitasari, N., & Wati, M. (2022). Segmentasi Tomat Menggunakan Metode K-Means Clustering dan Pengolahan Citra Digital. *Seminar Nasional CORIS* 2022, 113–118. <https://corisindo.stikom-bali.ac.id/penelitian/index.php/semnas/article/view/22>

Wandi, D., Fauziah, F., & Hayati, N. (2021). Deteksi Kelayuan Pada Bunga Mawar dengan Metode Transformasi Ruang Warna HSI Dan HSV. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 5(3), 333. <https://doi.org/10.30998/string.v5i3.8464>

Yanto, B., Jufri, J., Lubis, A., Hayadi, B. H., & Armita, NST, E. (2021). Klarifikasi Kematangan Buah Nanas Dengan Ruang Warna Hue Saturation Intensity (Hsi). *INOVTEK Polbeng - Seri Informatika*, 6(1), 135. <https://doi.org/10.35314/isi.v6i1.1882>