

Deteksi Tingkat Kematangan Buah Tomat Dengan Transformasi Ruang Warna HSI

Supiyandi*¹, Arizka Anggraini², Warda Hamidah³, Nazwa Alya Faradita⁴, Adisty Maysandra⁵

¹Universitas Panca Budi

^{2,4,5}Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

³Jurusan Ilmu Komputer, FST UIN Sumatera Utara, Medan

e-mail: supiyandi.mkom@gmail.com, arizkaanggraini11@gmail.com, wardahamidah03@gmail.com,

nazwaalyafaradita@gmail.com, adistymaysandra14@gmail.com

Alamat : Jl. William Iskandar Ps. V, Medan Estate, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20371

Korespondensi Penulis : supiyandi.mkom@gmail.com

Abstract. Among the vegetables most commonly consumed by people around the world are tomatoes. One of the potential vegetable commodities to be developed is tomato plants. This plant can thrive in rice fields, dry land, and highlands. Use of Technology Digital images are images that can be processed by computers directly. A matrix with M columns and N rows can be used to describe a digital image. The smallest element in an image is called a pixel or image element, and is the intersection between columns and rows. image processing is the process of processing an image numerically; in this case, each pixel or point in the image is treated. One method of image processing is to use computer software to process each pixel in the image. It is easier for object recognition applications in image processing to identify objects based on differences in hue values when the hue values of objects are limited to a certain value. The color space system that mimics the capabilities of the human eye is called the HSI color space model. HSI incorporates the grayscale or color components of an image. The test image of Tomato fruit with a value of $H = 32$ $S = 0.675$ $I = 83$ can be considered ripe, according to the range of fruit reference values that have been established through the use of the HSI method.

Keywords : Image Processing, HSI, Tomato Fruit

Abstrak. Di antara sayuran yang paling sering dikonsumsi orang di seluruh dunia adalah tomat. Salah satu komoditas sayuran yang potensial untuk dikembangkan adalah tanaman tomat. Tanaman ini dapat tumbuh subur di lahan sawah, lahan kering, dan dataran tinggi. Penggunaan Teknologi Citra digital adalah citra yang dapat diproses oleh komputer secara langsung. Matriks dengan M kolom dan N baris dapat digunakan untuk mendeskripsikan gambar digital. Elemen terkecil dalam gambar disebut piksel atau elemen gambar, dan merupakan perpotongan antara kolom dan baris. pemrosesan gambar adalah proses memproses gambar secara numerik; dalam hal ini, setiap piksel atau titik pada gambar diperlakukan. Salah satu metode pemrosesan gambar adalah dengan menggunakan perangkat lunak komputer untuk memproses setiap piksel pada gambar. Akan lebih mudah bagi aplikasi pengenalan objek dalam pemrosesan gambar untuk mengidentifikasi objek berdasarkan perbedaan nilai hue apabila nilai hue objek dibatasi pada nilai tertentu. Sistem ruang warna yang meniru kemampuan mata manusia disebut model ruang warna HSI. HSI menggabungkan skala abu-abu atau komponen warna gambar. Citra uji buah Tomat dengan nilai $H = 32$ $S = 0,675$ $I = 83$ dapat dianggap matang, sesuai dengan rentang nilai referensi buah yang telah ditetapkan melalui penggunaan metode HSI.

Kata kunci

PENDAHULUAN

Received Mei 10, 2024; Accepted Juni 29, 2024; Published Juni 30, 2024

* Supiyandi, supiyandi.mkom@gmail.com

Tomat merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dikonsumsi di seluruh dunia. Tingkat kematangan tomat sangat berpengaruh terhadap kualitas rasa, tekstur, dan kandungan nutrisi, sehingga penting untuk menentukan tingkat kematangan yang tepat sebelum dipasarkan. Secara tradisional, penentuan kematangan tomat dilakukan secara manual oleh pekerja yang berpengalaman, namun metode ini cenderung subjektif dan tidak konsisten. Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih objektif dan konsisten untuk menentukan tingkat kematangan tomat.

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi pengolahan citra digital telah banyak diterapkan dalam bidang pertanian untuk mengatasi masalah tersebut. Transformasi ruang warna HSI (Hue, Saturation, Intensity) merupakan salah satu teknik yang menjanjikan dalam analisis warna buah, karena kemampuannya dalam memisahkan informasi warna dari intensitas cahaya. Dengan menggunakan ruang warna HSI, warna tomat dapat dianalisis lebih mudah dan akurat, karena HSI lebih mendekati persepsi manusia terhadap warna dibandingkan dengan ruang warna RGB.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Eddy Murraharjo, "Klasifikasi Kematangan Buah Mangga "Harum Manis" Berdasarkan Digital Number (DN) RGB" untuk setiap kategori kelas mentah, matang, dan setengah matang tingkat keberhasilan dapat dilihat pada sampel 15 file citra latih dan 69 file citra uji. Sistem memiliki kinerja 100% lebih baik ketika diuji pada file gambar pelatihan dan 74% lebih baik ketika diuji pada file gambar pengujian [4]. Menurut penelitian Dede Wandu, Metode Transformasi Ruang Warna Hue Saturation Intensity (HSI) [5] merupakan cara yang sangat efektif untuk melakukan prosedur ruang warna dalam deteksi pembusukan bunga mawar. Oleh karena itu, dengan menggunakan pendekatan HSI, penelitian akan dilakukan pada kematangan tomat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kematangan tomat dan menilai penerapan metode Hue Saturation Intensity (HSI). Pendekatan ini diharapkan dapat menentukan tingkat kematangan tomat dengan tingkat akurasi yang tinggi dengan menggunakan analisis citra digital. Dalam penelitian ini, gambar tomat pada berbagai tingkat kematangan diambil, dan transformasi ruang warna HSI digunakan untuk menganalisis foto. Diharapkan bahwa temuan dari penelitian ini akan bermanfaat bagi sektor pertanian, terutama dengan meningkatkan ketepatan dan keefektifan penilaian kematangan tomat.

METODE PENELITIAN

2.1 Pengolahan Citra

Pemrosesan gambar adalah proses memanipulasi citra atau gambar secara numerik,

dalam hal ini setiap piksel atau titik dalam gambar diperlakukan. Salah satu metode pemrosesan citra adalah dengan menggunakan perangkat lunak komputer untuk memproses setiap piksel dalam gambar. Dari sinilah lahir istilah "pemrosesan citra digital". Dalam istilah matematika, citra adalah fungsi kontinu dua dimensi dengan intensitas cahaya. Sebuah citra perlu direpresentasikan secara numerik agar dapat diproses oleh komputer digital. Digitalisasi citra adalah proses mengubah fungsi kontinu menjadi nilai diskrit. Matriks dua dimensi $f(x,y)$ dengan M kolom dan N baris dapat digunakan untuk menggambarkan citra digital. Elemen terkecil dalam matriks disebut piksel, yang merupakan perpotongan kolom dan baris (piksel = elemen citra).

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

2.2 Hue Saturation Intensity (HSI)

Dengan menggunakan pengolahan citra, metode transformasi ruang warna HSI digunakan untuk menentukan tingkat kematangan buah tomat. Tingkat kematangan buah tomat akan diketahui dengan menerapkan metode transformasi ruang warna HSI, yang sebelumnya telah digunakan untuk mengidentifikasi warna kulit buah tomat. Kerangka kerja metode transformasi ruang warna HSI adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Kerja Metode Transformasi Ruang Warna HIS

Model warna RGB memiliki masalah dalam menggambarkan warna yang tidak tersedia dalam ruang warnanya, meskipun merupakan alat yang sangat baik untuk merepresentasikan informasi warna. Oleh karena itu, penggunaan model warna RGB untuk pemrosesan citra tidak direkomendasikan. Akan lebih mudah bagi aplikasi pengenalan objek dalam pemrosesan citra untuk mengidentifikasi objek berdasarkan perbedaan nilai hue-nya dengan membatasi nilai hue objek ke nilai tertentu. Sistem ruang warna yang meniru kemampuan mata manusia disebut

model ruang warna HSI. HSI menggabungkan skala abu-abu atau komponen warna gambar. Informasi dihasilkan dengan mengintegrasikan beberapa intensitas warna yang dikumpulkan dari proses peningkatan gambar RGB melalui pemodelan sistem HSI. Gambar skala abu-abu, atau gambar dengan warna keabu-abuan, mungkin merupakan hasilnya. Nilai model warna CMY dan RGB tidak dapat dijelaskan dengan baik oleh informasi yang berasal dari persepsi visual manusia. Hue intensitas warna adalah salah satu fase yang telah diterapkan dalam proses pengenalan objek. Dengan menurunkan noise dari deteksi tepi warna, nilai kecerahan hue rata-rata dan rentang jarak dari objek dengan warna RGB akan lebih akurat merepresentasikannya dengan warna RGB. Tiga dimensi spasial dari ruang warna HSI adalah Hue (H), Saturation (S), dan Intensity (I). Hue adalah warna dasar yang bisa berupa kombinasi warna merah, kuning, hijau, dan biru. Kejernihan hue dikenal sebagai saturasi. Selanjutnya, intensitas adalah hue dan saturasi. Dengan mengasumsikan bahwa komponen RGB dari gambar berwarna telah dinormalisasi, komponen RGB dapat dikonversi ke model warna HIS. Langkah-langkah di bawah ini dapat digunakan untuk mengonversi ruang warna RGB ke HSI:

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{\left[\frac{1}{4}[(R-G)^2+(R-B)(G-B)] \right]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

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

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN


3.1 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, metode transformasi ruang warna HIS yang melibatkan pengambilan foto secara langsung digunakan untuk menentukan kesegaran tomat. Selanjutnya, gambar akan menjalani pemrosesan untuk membedakan antara foto tomat yang matang, setengah matang, dan mentah. Kemudian akan digunakan sebagai panduan dan disimpan sebagai jenis basis data gambar dari beberapa foto tomat matang, setengah matang, dan mentah.








Tabel 1.1 Data Tomat

No	Keterangan	Nama File	Gambar
----	------------	-----------	--------

1	Tomat Matang	Tomatmatang1.jpg	
2	Tomat Matang	Tomatmatang2.jpg	
3	Tomat Matang	Tomatmatang3.jpg	
4	Tomat Matang	Tomatmatang4.jpg	
5	Tomat Matang	Tomatmatang5.jpg	
6	Tomat Matang	Tomatmatang6.jpg	
7	Tomat Matang	Tomatmatang7.jpg	
8	Tomat Mentah	Tomatmentah1.jpg	
9	Tomat Mentah	Tomatmentah2.jpg	
10	Tomat Mentah	Tomatmentah3.jpg	
11	Tomat Mentah	Tomatmentah4.jpg	
12	Tomat Mentah	Tomatmentah5.jpg	
13	Tomat Mentah	Tomatmentah6.jpg	

14	Tomat Mentah	Tomatmentah7.jpg	
----	--------------	------------------	---

□5

15	Tomat Setengah Matang	Tomatsetengah1.jpg	
16	Tomat Setengah Matang	Tomatsetengah2.jpg	
17	Tomat Setengah Matang	Tomatsetengah3.jpg	
18	Tomat Setengah Matang	Tomatsetengah4.jpg	
19	Tomat Setengah Matang	Tomatsetengah5.jpg	
20	Tomat Setengah Matang	Tomatsetengah6.jpg	
21	Tomat Setengah Matang	Tomatsetengah7.jpg	

3.2 Transformasi Ruang Warna HIS

3.2.1 Menghitung Nilai Transformasi Ruang Warna HSI

Berikut ini adalah Langkah-langkah kerangka kerja yang disediakan, yang dapat digunakan sebagai referensi ketika menggunakan pendekatan transformasi ruang warna HSI untuk mengatasi masalah yang melibatkan pendeteksian tingkat kematangan tomat:

1. Gambar referensi dan gambar uji

Berdasarkan sampel buah tomat yang ditunjukkan pada Gambar 1, tiga buah tomat-matang, setengah matang, dan mentah-pada setiap tahap kematangan buah tomat dipilih sebagai

citra referensi, yang dimaksudkan untuk menjadi panduan dalam menentukan tingkat kematangan buah tomat. Buah tomat yang tersisa ditetapkan sebagai gambar uji, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.



(a) (b) (c)

Gambar 2. Citra Acuan Buah Tomat Mentah



(a) (b) (c)

Gambar 3. Citra Acuan Buah Tomat Setengah Matang



(a) (b) (c)

Gambar 4. Citra Acuan Buah Tomat Matang

3. Menghitung Nilai Transformasi Ruang Warna HSI

Selanjutnya yang harus dilakukan adalah menghitung nilai transformasi ruang warna HSI dengan menggunakan rumus metode HSI.

a. Menghitung Nilai HSI Buah Tomat Matang

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(132 - 80) + (132 - 21)]}{[(132 - 80)^2 + (132 - 21)(80 - 21)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(52) + (111)]}{[(52)^2 + (111)(59)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[163]}{[(2704) + (6549)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[163]}{[(9253)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{82}{96,192} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \{0,852\}$$

$$H = 32$$

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

$$S = 1 - \frac{3}{(132 + 80 + 21)} \min (132, 80, 21)$$

$$S = 1 - \frac{3}{233} (21)$$

$$S = 1 - 0,270$$

$$S = 0,73$$

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$$

$$I = \frac{1}{3} (132 + 80 + 21)$$

$$I = \frac{1}{3} (233)$$

$$I = 78$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [166 - 108] + (166 - 44)}{[(166 - 108)^2 + (166 - 44) (108 - 44)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(58) + (122)]}{[(58)^2 + (122) (64)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [180]}{[(3364) + (7808)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [180]}{[(11172)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{90}{105,697} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \{0,851\}$$

$$H = 32$$

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

$$S = 1 - \frac{3}{(166 + 108 + 44)} \min (166, 108, 44)$$

$$S = 1 - \frac{3}{318} (44)$$

$$S = 1 - 0,415$$

$$S = 0,585$$

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$$

$$I = \frac{1}{3} (166 + 108 + 44)$$

$$I = \frac{1}{3} (318)$$

$$I = 106$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{\frac{1}{2}[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(145 - 86) + (145 - 26)]}{\frac{1}{2}[(145 - 86)^2 + (145 - 26)(86 - 26)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(59) + (119)]}{\frac{1}{2}[(59)^2 + (119)(60)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[178]}{\frac{1}{2}[(3481) + (7140)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[178]}{\frac{1}{2}[(10621)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{89}{103,05} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \{0,863\}$$

$$H = 30$$

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

$$S = 1 - \frac{3}{(145 + 86 + 26)} \min (145, 86, 26)$$

$$S = 1 - \frac{3}{257} (26)$$

$$S = 1 - 0,303$$

$$S = 0,697$$

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$$

$$I = \frac{1}{3} (145 + 86 + 26)$$

$$I = \frac{1}{3} (257)$$

$$I = 86$$

b. Menghitung Nilai HSI Buah Tomat Mentah

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(93 - 104) + (93 - 57)]}{[(93 - 104)^2 + (93 - 57)(104 - 57)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(-11) + (36)]}{[(-11)^2 + (36)(47)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [25]}{[(121) + (1692)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [25]}{[(1813)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{13}{42,579} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \{0,305\}$$

$$H = 72$$

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

$$S = 1 - \frac{3}{(93 + 104 + 57)} \min (93, 104, 57)$$

$$S = 1 - \frac{3}{254} (57)$$

$$S = 1 - 0,673$$

$$S = 0,327$$

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$$

$$I = \frac{1}{3} (93 + 104 + 57)$$

$$I = \frac{1}{3} (254)$$

$$I = 85$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(107 - 124) + (107 - 56)]}{[(107 - 124)^2 + (107 - 56) (124 - 56)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(-17) + (51)]}{[(-17)^2 + (51) (68)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[34]}{[(289) + (3468)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[34]}{[(3757)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{17}{61,294} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{90}{105,697} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \{0,277\}$$

$$H = 74$$

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

$$S = 1 - \frac{3}{(107 + 124 + 56)} \min (107, 124, 56)$$

$$S = 1 - \frac{3}{287} (56)$$

$$S = 1 - 0,585$$

$$S = 0,415$$

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$$

$$I = \frac{1}{3} (107 + 124 + 56)$$

$$I = \frac{1}{3} (287)$$

$$I = 96$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(123 - 143) + (123 - 80)]}{[(123 - 143)^2 + (123 - 80)(143 - 80)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(-20) + (43)]}{[(-20)^2 + (43)(63)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[23]}{[(400) + (2709)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[23]}{[(3109)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{12}{55,758} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \{0,215\}$$

$$H = 78$$

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

$$S = 1 - \frac{3}{(123 + 143 + 80)} \min (123, 143, 80)$$

$$S = 1 - \frac{3}{346} (80)$$

$$S = 1 - 0,693$$

□11

$$S = 0,307$$

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$$

$$I = \frac{1}{3} (123 + 143 + 80)$$

$$I = \frac{1}{3} (346)$$

$$I = 115$$

c. Menghitung Nilai HSI Buah Tomat Setengah Matang

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(160 - 151) + (160 - 62)]}{[(160 - 151)^2 + (160 - 62)(151 - 62)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(9) + (98)]}{[(9)^2 + (98)(89)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [107]}{[(81) + (8722)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [107]}{[(8803)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{54}{93,824} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \{0,575\}$$

$$H = 55$$

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

$$S = 1 - \frac{3}{(160 + 151 + 62)} \min(160, 151, 62)$$

$$S = 1 - \frac{3}{373} (62)$$

$$S = 1 - 0,498$$

$$S = 0,502$$

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$$

$$I = \frac{1}{3} (160 + 151 + 62)$$

$$I = \frac{1}{3} (373)$$

$$I = 124$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(83 - 69) + (83 - 4)]}{[(83 - 69)^2 + (83 - 4) (69 - 4)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(14) + (79)]}{[(14)^2 + (79) (65)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [93]}{[(196) + (5135)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [93]}{[(5331)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{47}{73,013} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{90}{105,697} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \{0,643\}$$

$$H = 50$$

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

$$S = 1 - \frac{3}{(83 + 69 + 4)} \min (83, 69, 4)$$

$$S = 1 - \frac{3}{156} (4)$$

$$S = 1 - 0,076$$

$$S = 0,924$$

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$$

$$I = \frac{1}{3} (83 + 69 + 4)$$

$$I = \frac{1}{3} (156)$$

$$I = 52$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(132 - 102) + (132 - 30)]}{[(132 - 102)^2 + (132 - 30)(102 - 30)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(30) + (102)]}{[(30)^2 + (102)(72)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[132]}{[(900) + (7344)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[132]}{[(8244)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{66}{90,796} \right\}$$

$$H = \cos^{-1} \{0,726\}$$

$$H = 44$$

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

$$S = 1 - \frac{3}{(132 + 102 + 30)} \min (132, 102, 30)$$

$$S = 1 - \frac{3}{264} (30)$$

$$S = 1 - 0,340$$

$$S = 0,66$$

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$$

$$I = \frac{1}{3} (132 + 102 + 30)$$

$$I = \frac{1}{3} (264)$$

$$I = 80$$

3.3 Menentukan Nilai Acuan Tingkat Kematangan Buah Tomat

Setelah menghitung nilai HSI pada setiap citra acuan buah Tomat, selanjutnya adalah menentukan rentang nilai yang dijadikan patokan dalam penentuan tingkat kematangan buah Tomat.

H	32	H	32	H	30
S	0,73	S	0,585	S	0,697
I	78	I	106	I	86

Gambar 5. Nilai HSI Pada Citra Acuan Buah Tomat Matang

14

Maka didapatkan rentang nilai yang menjadi nilai acuan dalam menentukan tingkat buah Tomat matang sebagai berikut :

Nilai Hue : 30 – 32

Nilai Saturation : 0,585 – 0,73

Nilai Intensity : 78 – 106

H	72	H	74	H	78
S	0,327	S	0,415	S	0,307
I	85	I	96	I	115

Gambar 6. Nilai HSI Pada Citra Acuan Buah Tomat Mentah

Maka didapatkan rentang nilai yang menjadi nilai acuan dalam menentukan tingkat buah Tomat mentah sebagai berikut :

Nilai Hue : 72 – 78

Nilai Saturation : 0,307 – 0,415

Nilai Intensity : 85 – 115

H	55
S	0,502
I	124

H	50
S	0,924
I	52

H	44
S	0,66
I	80

Gambar 7. Nilai HSI Pada Citra Acuan Buah Tomat Setengah Matang

Maka didapatlah rentang nilai yang menjadi nilai acuan dalam menentukan tingkat buah Tomat setengah matang sebagai berikut :

Nilai Hue : 44 – 55

Nilai Saturation : 0,502 – 0,924

Nilai Intensity : 52 – 124

KESIMPULAN

Akan lebih mudah bagi aplikasi pengenalan objek dalam pemrosesan citra untuk mengidentifikasi objek berdasarkan perbedaan nilai HSI dengan membatasi nilai hue-nya ke nilai tertentu. Sistem ruang warna yang meniru kemampuan mata manusia disebut model ruang warna HSI. HSI menggabungkan skala abu-abu atau komponen warna gambar. Gambar uji buah tomat dengan nilai $H = 32$ $S = 0,675$ $I = 83$ dapat dianggap matang berdasarkan rentang nilai referensi buah tomat yang telah ditetapkan selama penggunaan metode HSI.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Muhammad, A. Arkadia, S. Naufalrifqi, and D. S. Prasvita, “Penerapan Transformasi Ruang Warna Hue Saturation Intensity (HSI) untuk Mendeteksi Kematangan Buah Tomat,” no. September, pp. 75–81, 2021.
- Aprilisa, Shinta dan Sukemi. 2019. “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan K-Nearest Neighbor”. Palembang.
- Bangun, Perkasa dkk. “Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Kematangan Buah Jeruk Dengan Menggunakan Metode Backpropagation Berdasarkan Nilai HSV”. Sumatera Utara.
- D. Wandu, F. Fauziah, and N. Hayati, “Deteksi Kelayuan Pada Bunga Mawar dengan Metode Transformasi Ruang Warna Hue Saturation Intensity (HSI) dan Hue Saturation Value (HSV),” J. Media Inform. Budidarma, vol. 5, no. 1, p. 308, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i1.2562.
- Febryanto. 2020. “Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat dengan Pemberian Pupuk Plant Catalyst 2006 dan Pemangkasan Tunas Air”. Pekanbaru.

- H. Edha, S. H. Sitorus, and U. Ristian, “Penerapan Metode Transformasi Ruang Warna Hue Saturation Intensity (HSI) Untuk Mendeteksi Kematangan Buah Mangga Harum Manis,” *J. Komput. dan Apl.*, vol. 08, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- K. A. Pratama, W. P. Atmaja, and V. Lusiana, “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Kersen Menggunakan Citra HIS Dengan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) vol. 11, no. 1, pp. 105–108, 2022.
- Lustini, Apriyanti dkk. 2019. “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Nanas Menggunakan Ruang Warna Red – Green – Blue dan Hue - Saturation – Intensity”. Palembang.
- R. N. Auliasari, L. Novamizanti, and N. Ibrahim, “Identifikasi Kematangan Daun Teh Berbasis Fitur Warna Hue Saturation Intensity (HSI) dan Hue Saturation Value (HSV),” *JUITA J. Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 217, 2020, doi:10.30595/juita.v8i2.7387
- R. Pratama et al., “Tomato Fruit Detection Based on Color Features Using His Color Space Transformation Method,” *JIKO (Jurnal Inform. dan Komputer)*, vol. 2, no. 2, pp. 81–86, 2019.
- Rahmadewi, Reni dkk. 2019. “Pendeteksian Kematangan Buah Jeruk Dengan Fitur Citra Kulit Buah Menggunakan Transformasi Ruang Warna HSV”. Karawang.
- Sakir dkk. 2020. “Penerapan Metode Transformasi Ruang Warna HSI untuk Mendeteksi Tingkat Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang”. Sulawesi Tenggara.
- T. Akhir, “Klasifikasi Jenis Dan Tingkat Kematangan Buah Pepaya Berdasarkan Fitur Warna , Tekstur Dan Bentuk Berdasarkan Fitur Warna , Tekstur Dan Bentuk,” 2020.
- Wandi, Dede dan Fauziah Nur Hayati. 2021. “Deteksi Kelayuan Pada Bungan Mawar dengan Metode Transformasi Ruang Warna Hue Saturation Intensity (HSI) dan Hue Saturation Value (HSV)”. Jakarta.
- Yanto, J. Jufri, A. Lubis, B. H. Hayadi, and E. Armita, NST, “Klarifikasi Kematangan Buah Nanas Dengan Ruang Warna Hue Saturation Intensity (Hsi),” *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 6, no. 1, p. 135, 2021, doi:10.35314/isi.v6i1.1882.