

DETEKSI KEMATANGAN BUAH TOMAT BERDASARKAN FITUR WARNA MENGUNAKAN METODE TRANSFORMASI RUANG WARNA HIS

Rendy Pratama¹, Achmad Fuad Assagaf², Firman Tempola³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Khairun

E-mail : rendypratama12345.rp@gmail.com¹, ad_4ss@yahoo.com², firman.tempola@unkhair.ac.id³

(Naskah masuk: 10 Agustus 2019, diterima untuk diterbitkan: 20 Oktober 2019)

Abstrak

Tomat memiliki sifat yang mudah rusak, penanganan yang tidak tepat pada buah tomat mengakibatkan penurunan mutu yang selanjutnya mempengaruhi nilai gizi dan nilai ekonomisnya. Pada umumnya, untuk mengukur kematangan masih dikerjakan secara manual, kelemahan dari metode tersebut adalah tingkat akurasi yang tidak konsisten. Pemanfaatan citra sangat penting untuk mengetahui kematangan buah tomat dengan memanfaatkan citra digital. Dengan adanya citra digital maka untuk menentukan kematangan buah tomat berdasarkan warnanya bisa dilakukan secara *computing* (berbasis teknologi), yaitu dengan menerapkan pengolahan citra menggunakan metode transformasi ruang warna HIS (*Hue, Saturation, Intensity*). Model warna HIS (*Hue, Saturation, Intensity*) memisahkan komponen intensitas dari informasi warna yang dibawa (*hue dan saturation*) dalam warna citra. Hasil dari klasifikasi kematangan dapat dilihat pada masing-masing pengujian dengan nilai *presentase* 94,28571429% untuk kategori buah tomat matang, 94,28571429% untuk kategori buah tomat setengah matang dan 94,28571429% untuk kategori buah tomat mentah. Nilai *presentase* untuk pengujian keseluruhan data mempunyai *presentase* yang sangat tinggi dan berpengaruh dalam mendeteksi kematangan buah yaitu mencapai *presentase* sebesar 94,28571429%. Maka dapat disimpulkan, bahwa pendeteksian kematangan buah tomat dapat dilakukan dengan menerapkan metode transformasi ruang warna HIS.

Kata Kunci : Transformasi Ruang Warna HIS, Pengolahan Citra, Klasifikasi Kematangan, RGB

TOMATO FRUIT DETECTION DETECTION BASED ON COLOR FEATURES USING HIS COLOR SPACE TRANSFORMATION METHOD

Abstact

Tomatoes have perishable properties, improper handling of tomatoes results in a decrease in quality which in turn affects the nutritional value and economic value. In general, to measure maturity is still done manually, the weakness of the method is the inconsistent level of accuracy. Utilization of the image is very important to know the maturity of tomatoes by using digital images. With digital images, to determine the maturity of tomatoes based on their color can be done in a computing (technology-based) way, namely by applying image processing using the HIS color space transformation method (Hue, Saturation, Intensity). The HIS color model (Hue, Saturation, Intensity) separates the intensity components from the color information carried (hue and saturation) in the color of the image. The results of the maturity classification can be seen in each test with a value presentation of 94.28571429% for the category of ripe tomatoes, 94.28571429% for the category of medium-ripe tomatoes and 94.28571429% for the category of raw tomatoes. value Presentation for testing overall data has presentation a very high and influential in detecting fruit maturity that is reaching a presentation of 94.28571429%. Then it can be concluded, that the detection of tomato fruit maturity can be done by applying the HIS color space transformation method.

Keywords : HIS Color Space Transformation, Image Processing, Maturity Classification, RGB

I. PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersiconesulentum Mill*) merupakan sayuran berbentuk buah yang banyak dihasilkan didaerah tropis dan subtropis. Budidaya tanaman tomat terus berkembang seiring dengan meningkatnya permintaan buah tomat. Tomat memiliki sifat yang

mudah rusak, penanganan yang tidak tepat pada buah tomat sebelum, selama dan sesudah pemanenan dapat mempercepat proses kerusakan sehingga mengakibatkan penurunan mutu yang selanjutnya mempengaruhi nilai gizi dan nilai ekonomisnya. Untuk menghindari kerusakan buah tomat, perlu dilakukan penanganan tomat yang baik dan benar [1].

Untuk meminimalisir pembusukan buah, maka para produsen diharuskan mendeteksi kematangan buah dengan tepat, pada saat ini untuk menentukan kematangan buah tomat masih sering dilakukan secara *conventional* (manual) sehingga untuk menentukan tingkat kematangan buah tomat tidak begitu akurat. Dengan adanya citra digital maka untuk menentukan kematangan buah tomat berdasarkan warnanya bisa dilakukan secara *computing* (berbasis teknologi). Salah satu indikator untuk menentukan kematangan tomat yang dipakai adalah warna buah yang mentah, setengah matang dan matang. Untuk mendeteksi ketiga jenis ciri-ciri kematangan buah tersebut, dapat dilakukan dengan memanfaatkan pengolahan citra menggunakan metode Transformasi ruang warna HIS (*hue, saturation, intensity*).

Pada penelitian terdahulu Indarto dan Muniro (2017) melakukan pendeteksian kematangan buah pisang berdasarkan fitur warna citra kulit pisang menggunakan metode transformasi ruang warna HIS. paper tersebut mampu mendeteksi kematangan buah pisang sehingga mempermudah dalam mengidentifikasi kematangan buah pisang berdasarkan warna citra kulit pisang.

Model warna HIS (*hue, saturation, intensity*), memisahkan komponen intensitas dari informasi warna yang dibawa (*hue* dan saturasi) dalam warna citra. Sebagai hasilnya, model HIS adalah *tool* yang ideal untuk mengembangkan algoritma pengolahan citra berdasarkan pada deskripsi warna yang alami dan intuitif terhadap manusia, pengembang dan *user*-nya [2].

II. METODE PENELITIAN

1. Citra

Citra merupakan istilah lain untuk gambar sebagai salah satu komponen multimedia yang memegang peranan yang sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi [3].

2. Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan suatu metode atau teknik yang dapat digunakan untuk memproses citra atau gambar dengan cara memanipulasinya menjadi data citra yang diinginkan untuk mendapatkan informasi tertentu. Sistem pengolahan citra memberikan kemudahan untuk memproses suatu citra. Metode transformasi sistem ruang warna merupakan salah satu metode dari pengolahan citra yang dilakukan guna memperoleh ruang warna yang beragam dari suatu citra dalam sistem koordinat warna tertentu, hal ini dapat dengan proses perkalian matrik yang telah distandarisasi oleh CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*) [4].

3. Model Warna RGB

RGB merupakan ruang warna yang dimiliki citra yaitu dengan tiga warna *primer* yaitu *red, green, dan blue*. Rentang nilai pada penskalaan *RGB* dalam setiap *pixel* dimulai dai skala 0 (nol) yaitu hitam hingga skala

255 (dua ratus lima puluh lima) yang mempunyai kedalaman warna yaitu dimulai dari 8 *bit*.

RGB adalah warna dasar yang dijadikan patokan warna secara *universal (primary colors)* dengan citra jenis berwarna yang bisa diubah warnanya ke dalam kode-kode angka sehingga warna tersebut akan tampil *universal* [5].

4. Index Pixel

Pixel (Picture Element) adalah kumpulan ribuan titik *elemen* terkecil dan tiap-tiap titik tersebut memiliki warna tertentu yang ada didalam *komputer*. Setiap *pixel* mempunyai satu warna yang tergabung dengan *pixel-pixel* lainnya hingga memebentuk pola yang menghasilkan gambar. Angka *numerik* (1 *byte*) dari *pixel* disebut dengan *digital number DN*. *DN* ditampilkan dalam beberapa warna kelabu yaitu antara putih dan hitam (*gray scale*), tergantung dengan *energi* yang terbaca.

Rumus Perhitungan normalisasi RGB dilihat pada persamaan 1, 2 dan 3 [6].

$$\begin{aligned} \text{Pixel R} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan Nilai Pixel Matrix}}{\sum \text{Pixel}} \\ &= \frac{f(N)}{\sum \text{Pixel}} = f(N) \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pixel G} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan Nilai Pixel Matrix}}{\sum \text{Pixel}} \\ &= \frac{f(N)}{\sum \text{Pixel}} = f(N) \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pixel B} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan Nilai Pixel Matrix}}{\sum \text{Pixel}} \\ &= \frac{f(N)}{\sum \text{Pixel}} = f(N) \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

Pada perhitungan diatas merupakan hasil dari penjumlahan yang diambil keseluruhan nilai pixelnya dari masing-masing *Layer*, kemudian setelah itu dibagi oleh total keseluruhan warna yaitu 255 untuk mendapatkan hasil dari 1 nilai warna yaitu *red, green, blue*.

5. Transformasi Ruang Warna HIS

Meskipun basis RGB bagus untuk menampilkan informasi warna, tetapi ia tidak cocok untuk beberapa aplikasi pemrosesan citra. Pada aplikasi pengenalan objek, lebih mudah mengidentifikasi objek dengan perbedaan *hue*-nya dengan cara memberikan nilai ambang pada rentang nilai-nilai *hue* (panjang gelombang spektrum) yang melingkupi objek [4].

Ruang warna dapat didefinisikan sebagai spesifikasi bentuk ruang (*plane, cone, cube, dll*) yang memiliki koordinat dengan setiap warna dinyatakan dengan satu titik di dalamnya. Tujuan adanya ruang warna adalah sebagai standarisasi dalam spesifikasi warna. Ruang warna juga dapat dilakukan sebagai *pre-processing* pada proses segmentasi. Pemilihan ruang warna yang tepat juga dapat mempengaruhi hasil segmentasi. Terdapat berbagai macam ruang warna

saat ini dan diantaranya adalah HIS. Ruang warna HIS mempunyai 3 dimensi ruang, yaitu *Hue* (H), Saturasi (S) dan Intesitas (I). *Hue* merupakan warna dasar seperti merah, kuning, hijau dan biru atau campuran warna tersebut. Saturasi merupakan ketajaman warna pada *hue*. Dan Intesitas adalah pencahayaan pada *hue* dan saturasi [7].

Komponen RGB dari citra berwarna dapat ditransformasikan ke model warna HIS dengan mengasumsikan komponen RGB telah dinormalisasikan. Mentransformasikan nilai warna RGB ke ruang warna HIS menggunakan rumus berikut [8].

Pada rumus H menyatakan *hue*. Adapun H diperoleh melalui rumus:

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

Komponen *saturation* dihitung dengan menggunakan rumus :

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} \min (R, G, B) \dots\dots\dots (5)$$

Komponen *intensity* dihitung dengan menggunakan rumus :

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B) \dots\dots\dots (6)$$

Rumus perhitungan uji akurasi pada sistem menggunakan [9].

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Nilai\ Kebenaran}{Jumlah\ Sampel} \times 100\% \dots\dots (7)$$

6. Tomat (*Lycopersiconesculentum Mill*)

Tomat (*Lycopersiconesculentum Mill*) merupakan sayuran berbentuk buah yang banyak dihasilkan di daerah tropis dan subtropis. Budidaya tanaman tomat terus berkembang seiring dengan meningkatnya permintaan buah tomat. Tomat memiliki sifat yang mudah rusak.

Buah tomat merupakan salah satu buah yang memiliki warna yang kompleks untuk menentukan kematangannya. Buah tomat memiliki 3 warna untuk menentukan apakah buah tomat tersebut sudah matang, setengah matang, dan mentah, yaitu warna merah ketika buah tomat sudah matang, warna kuning ketika buah tomat setengah matang, dan warna hijau ketika buah tomat mentah [10].



Gambar 1 Tomat Matang



Gambar 2 Tomat Setengah Matang



Gambar 3 Tomat Mentah

7. Pengumpulan Data

1) Studi Lapangan

Sesuai dengan sumber data dan tujuan penyusunan penelitian, pengumpulan data secara langsung ini penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data antara lain yaitu :

a. Wawancara

Wawancara ini dilakukan untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan tomat. Yaitu dengan mewawancarai para petani untuk mendapatkan informasi mengenai kematangan buah tomat agar sistem yang dibuat dapat memberikan informasi yang akurat.

b. Pengamatan Langsung

Merupakan metode pengumpulan data melalui pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian, yaitu mengamati warna tomat yang mentah, setengah matang maupun yang telah matang.

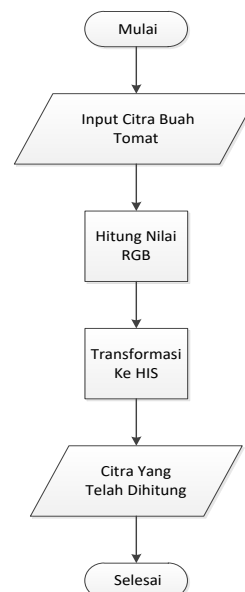
2) Studi Pustaka

Metode ini dilakukan untuk mendapatkan data literatur tambahan dari buku acuan mengenai pengolahan citra dan informasi tentang kematangan tomat.

8. Diagram Alir

1) Diagram Alir Penelitian

Secara garis besar penelitian ini akan dilaksanakan seperti diagram alir pada gambar 4 :

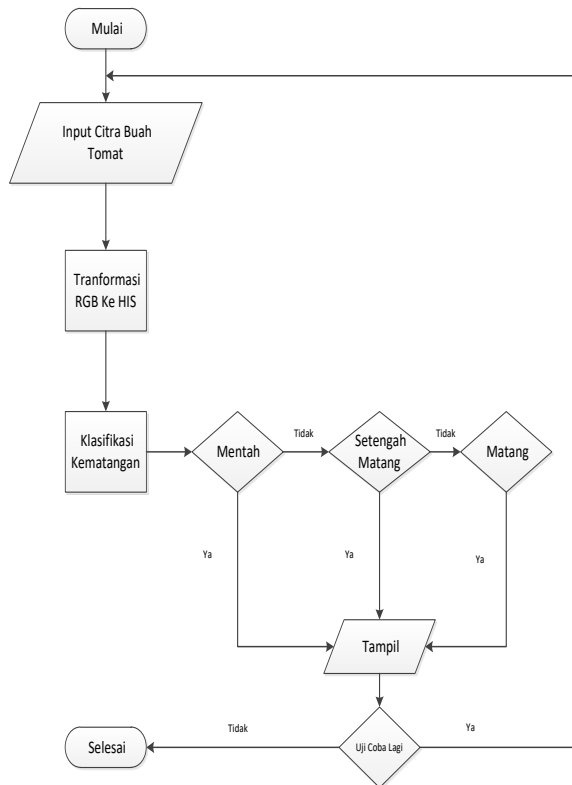


Gambar 4 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini merupakan gambaran dari langka-langka penelitian. Penelitian ini bermula dimulai dari input citra kulit tomat kemudian dengan mentransformasikan nilai RGB ke HIS selanjutnya menklasifikasi kematangan buah.

2) Diagram Alir Metode Transformasi Ruang Warna HIS

Secara garis besar metode transformasi ruang warna HIS ini akan dilaksanakan seperti diagram alir pada gambar 5 :



Gambar 5 Diagram Alir Metode Transformasi Ruang Warna HIS

Diagram alir transformasi ruang warna HIS ini merupakan gambaran dari langka-langka penerapan metode HIS. Bermula dimulai dari input citra kulit tomat kemudian dengan mentransformasikan nilai RGB ke HIS selanjutnya klasifikasi kematangan buah yang sesuai dengan kelasnya masing-masing, seperti tomat mentah, setengah matang, matang.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini tahap pengujian sistem dilakukan dengan pemrosesan terhadap 105 citra buah tomat yang berekstensi *.jpg. Dari 105 jenis citra tersebut akan diproses menggunakan metode transformasi ruang warna HIS. Diambil sampel sebanyak 35 buah pada masing-masing kondisi tomat yaitu matang, setenga matang dan mentah. Citra tomat dengan format jpeg dan dihitung RGB-nya dan dilakukan transformasi ke ruang warna HIS. Setelah didapatkan hasil dari perhitungan masing-masing citra buah tomat, kemudian dihitung rata-rata H, rata-rata S, dan rata-rata I. Kemudian dilakukan pengecekan klasifikasi citra tomat menurut fase kematangan tomat. Hal itu dilakukan agar mendapatkan nilai range maksimal dan saat pengambilan keputusan fase kematangan akurat.

Dalam Tabel I diperlihatkan jumlah *range* nilai H (Hue), S (saturation) dan I (intensity) untuk menentukan klasifikasi kematangan buah tomat. Pada tahapan pengujian berdasarkan hasil dari deteksi warna kulit buah tomat dalam ruang krominan memiliki nilai nilai yang berguna untuk mempermudah klasifikasi warna kulit tomat dalam fase kematangan. Jumlah sampel yang digunakan untuk proses pengujian adalah 105 citra buah tomat yang berekstensi *.jpg. Dari 105 jenis citra tersebut akan diproses dan dicari nilai RGB kemudian ditransformasikan ke ruang warna HIS (*Hue, Intensity, Saturation*).

Dimana telah diambil sampel sebanyak 35 buah tomat matang, 35 buah tomat setengah matang dan 35 buah tomat mentah. Setelah melakukan pemrosesan terhadap citra tersebut selanjutnya dilakukan pengecekan klasifikasi citra buah tomat menurut fase kematanganbuah tomat. Perhitungan nilai minimal dan maksimal H serta nilai minimal dan maksimal S mampu mengklasifikasi warna kulit buah tomat dengan mencocokkan data range nilai warna kulit buah tomat yang menjadi acuan dalam klasifikasi warna buah tomat. Jika nilai perhitungan yang dilakukan berada pada range nilai warna kulit buah tomat, maka warna buah tomat dapat diklasifikasi sesuai range nilai yang telah ditentukan klasifikasi fase kematangannya. Tabel hasil klasifikasi warna kulit buah tomat dengan deteksi warna dalam ruang krominan dapat dilihat pada Tabel II.

Tabel I. Range Kematangan Citra Buah Tomat

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

Tabel II. Hasil Klasifikasi Kematangan Buah Tomat

No	Kode Sampel	Citra Sampel	Komputerisasi								
			Hasil Perhitungan			Range Warna			Fase Kematangan		Ket.
			H	I	S	H	I	S	Manual	Komputer	
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		1.84849	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				√	√	√

data dan yang gagal 6 data, sehingga diperoleh akurasi sebesar 94,28571429%.

Berdasarkan Tabel II terdapat *range* buah tomat matang dengan nilai H = 1.77136 - 1.85078, S = 0.251129 - 0.393222, buah tomat setenga matang dengan nilai H = 1.34887 - 1.84998, S = 0.076949 - 0.241422, dan buah tomat mentah dengan nilai H = 1.10164 - 1.30232, S = 0.408629 - 0.815282. Pengujian sistem telah dilakukan dengan melakukan pemrosesan terhadap 105 citra buah tomat yang berekstensi *.jpg. Dari 105 jenis citra tersebut telah diproses menggunakan metode transformasi warna HSI. Dimana pengujian sebanyak 35 buah tomat matang, 35 buah tomat setenga matang dan 35 buah tomat mentah.

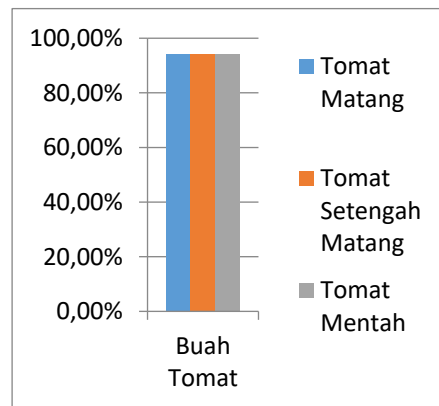
Dari hasil pengujian tersebut didapatkan tingkat keberhasilan untuk pengujian buah tomat matang mencapai 94,28571429% dari 33 data terbaca benar dan 2 data terbaca salah dari 35 data sampel citra buah tomat, untuk buah tomat setengah matang mencapai 94,28571429% dari 33 data terbaca benar dan 2 data terbaca salah dari 35 data sampel citra buah tomat, sedangkan untuk tomat mentah mencapai 94,28571429% dari 33 data terbaca benar dan 2 data terbaca salah dari 35 data sampel citra buah tomat. Untuk keseluruhan hasil pengujian dari 105 data sampel citra buah tomat mencapai *presentase* yang tinggi yaitu 94,28571429% dari 99 data terbaca dengan benar dan 6 data terbaca salah dari 105 data sampel citra buah tomat. Berikut adalah data hasil pengujian yang telah dilakukan.

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

$$Akurasi = 94,28571429\%$$

Dari hasil pengujian tersebut di dapatkan tingkat keberhasilan untuk pengujian keseluruhan 105 sampel data citra buah tomat, yang berhasil 99

Diagram akurasi diambil dari hasil pengujian dari keseluruhan data dimana pengujian buah tomat matang mencapai 94,28571429% dari 33 data di baca benar dan 2 data di baca salah dari jumlah total 35 data dikarenakan rendahnya nilai H (*Hue*) dan tingginya nilai S (*Saturation*) sehingga menyebabkan tidak terbacanya hasil klasifikasi kematangan buah tomat, untuk buah tomat setengah matang mencapai 94,28571429% dari 33 data di baca benar dan 2 data di baca salah dari jumlah total 35 data dikarenakan terdapat nilai H (*Hue*) yang rendah dan nilai H (*Hue*) yang tinggi sehingga menyebabkan tidak terbacanya hasil klasifikasi kematangan buah tomat, sedangkan untuk buah tomat mentah mencapai 94,28571429% dari 33 data di baca benar dan 2 data di baca salah dari jumlah total 35 data dikarenakan tingginya nilai S (*Saturation*) dan rendahnya nilai S (*Saturation*) sehingga menyebabkan tidak terbacanya hasil klasifikasi kematangan buah tomat. Diagram akurasi untuk keseluruhan pengujian dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Diagram Akurasi

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Pada proses klasifikasi kematangan buah tomat dengan menggunakan metode transformasi ruang warna HIS (*Hue, Intensity, Saturation*), dimulai dengan yaitu:

- 1) Pencarian nilai *pixel* sangat berpengaruh, dengan cara menguraikan 3 jenis citra berwarna *RGB*. selanjutnya *RGB* di transformasikan ke ruang warna HIS (*Hue, Intensity, Saturation*).
- 2) Warna yang digunakan merupakan warna global yang dinilai dan dapat dilihat setelah 3 lapisan *Layer* yaitu *RGB* menumpuk dan menghasilkan sebuah gambar, sangat rentan dengan intensitas pencahayaan yang tinggi. Kelemahan pencahayaan yang tinggi dapat berpengaruh pada saat pengujian yaitu dari penyerapan cahaya pada objek yang berlebihan akan menghasilkan warna dari rata-rata *RGB* menjadi berkurang.
- 3) Dilihat dari tabel pengujian *pixel red, green, blue* yang di transformasikan ke nilai HIS untuk klasifikasi buah tomat matang mempunyai hasil presentase sebesar 94,28571429% dari 33 data yang terbaca dengan benar dan 2 data terbaca salah dari jumlah data sebanyak 35 data. Untuk klasifikasi buah tomat setengah matang mempunyai hasil presentase sebesar 94,28571429% dari 33 data yang terbaca dengan benar dan 2 data terbaca salah dari jumlah data sebanyak 35 data. Untuk klasifikasi buah tomat mentah mempunyai hasil presentase sebesar 94,28571429% dari 33 data yang terbaca dengan benar dan 2 data terbaca salah dari jumlah data sebanyak 35 data.
- 4) Dari hasil presentasi yang diperoleh yaitu sebesar 94,28571429% maka dapat disimpulkan bahwa sistem ini dapat digunakan untuk mendeteksi kematangan buah tomat berdasarkan fitur warna.

2. Saran

Pada penelitian kali ini, pada saat pengujian *index pixel* yang di transformasikan ke nilai HIS kelemahannya terdapat nilai *range* yang bertumpukan sehingga mempengaruhi ke akurasi dalam menentukan tingkat kematangan buah tomat. Saran saya adalah :

- 1) Untuk mengambil citra kulit buah perlu diperhatikan pencahayaan agar tidak terjadi nilai *range* yang bertumpukan.
- 2) Penelitian ini hanya mengukur warna kematangan pada buah tomat, tidak pada bentuk, sehingga bisa dikembangkan lagi untuk pengenalan bentuk pada objek, agar dapat ditangkap apakah objek dari citra tersebut merupakan buah tomat atau bukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tarigan, Nirma Yopita Sari, Utama, I Made Supartha, and Kencana, Pande K Diah, 'Memperthankan Mutu Buah Tomat Segar Dengan Pelapisan Minyak Nabati'. (2015).
- [2] Purba, Ronsen, Sunario Megawan, Anisah, and Kardika Sidabariba, 'Peningkatan Keamanan Citra Warna Dengan Model Warna HSI Dan Password Pada Kriptografi Visual Skema ((N-1 , 1), N)', *JSM STMIK Mikroskil*. 17 (2016), 215–26.
- [3] Permadi, Y., & Murinto. Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Kematangan Mentimun Berdasarkan Tekstur Kulit Buah Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik. (2015). *Jurnal Informatika*. Vol. 9(1), 1028–1038.
- [4] Indarto, and Murinto, '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)' (2017), *Jurnal Ilmiah Informatika*, 15–21.
- [5] Riska, S. Y. Klasifikasi Level Kematangan Tomat Berdasarkan Perbedaan Perbaikan Citra Menggunakan Rata-Rata RGB Dan Index Pixel. (2015b). *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Informasia ASIA (JITIKA)* Retrieved from <http://lp3m.asia.ac.id/wpcontent/uploads/2015/11/7.-Bu-Riska.pdf>.
- [6] Delina, Nurul Kusuma, 'Mengukur Level Warna Kematangan Pada Buah Cabai Menggunakan Index Pixel', (2019).
- [7] Saputra, Wanvy Arifha, and Agus Zainal Arifin, 'Seeded Region Growing Pada Ruang Warna HSI Untuk Segmentasi Citra Ikan Tuna', *Jurnal Infotel*,9(2017),56.<<https://doi.org/10.20895/infotel.v9i1.164>>.
- [8] Venkatesan, V. . P., G.Aghila, & P.Thiyagarajan. *S Teganalysis Using C OLOUR M Odel*. (2011). *An Internatinal Journal*. 2(4), 201–211.
- [9] Ananto Indra Dwi, and Murinto, 'Aplikasi Pengolahan Citra Mendeteksi Kualitas Cabai Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Transformasi Warna YCbCr', (2015), *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, 283–93.
- [10] Nasution, M. S., & Fadillah, N. *Deteksi Kematangan Berdasarkan Warna Buah dengan Menggunakan Metode YCbCr*. (2019). *InfoTekJar : Jurnal Nasional InformatikadanTeknologiJaringan*. 2, 0–3.