

Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna *HSI*

(Banana Fruit Detection Based on Banana Skin Image Features Using HSI Color Space Transformation Method)

Indarto¹, Murinto²,

^{1,2}*Teknik Informatika – Fakultas Teknologi Industri – Universitas Ahmad Dahlan
Kampus III UAD Jl.Dr.Soepomo, Janturan, Yogyakarta*

¹*n_dar18@yahoo.co.id*

²*murintokusno@tif.uad.ac.id*

Abstrak–Pengolahan citra mempunyai peranan penting di berbagai bidang. Aplikasi pengolahan citra berkaitan dengan pemrosesan citra berkaitan dengan transformasi warna. Dalam paper ini dijelaskan mengenai metode transformasi warna HSI untuk deteksi pisang dan mengklasifikasikan dalam fase kematangan. Data dalam penelitian ini menggunakan citra pisang ambon yang diambil dengan kamera yang nantinya akan diambil sebagian (*cropping*) pada kulit, yang kemudian akan diekstrak ciri warnanya, dan dihitung tingkat kadar warna dari R (red), G (green), dan B (blue) dan diubah ke HSI. Berdasarkan input pelatihan deteksi jenis warna kulit pisang ambon diperoleh dari pengolahan citra dengan metode transformasi warna HSI. Dari hasil penelitian 20 sampel buah dimana 10 buah pisang ambon mentah dan 10 buah pisang ambon matang dengan dihitung nilai rata-rata maksimal dan minimal H dan S diperoleh akurasi kesesuaian sebesar 85%.

Kata kunci: Pisang Ambon, Deteksi Kematangan, Transformasi Warna HIS

Abstract–Image processing has an important role in various fields. Image processing application is related to image processing, color transformation. In this paper we implement the HSI color transformation method for banana detection and classify in maturity phase. The data in this study used the image of ambon banana taken with the camera which will be taken cropping on the skin, which then will be extracted the color trait, and calculated the color level of R (red), G (green), and B (blue) And converted to HSI. Based on the input of banana skin color, training for detection obtained from it for image processing with HSI color transformation method. From the research result 20 fruit samples where 10 pieces of raw banana Ambon and 10 pieces of ambon

bananas with mature calculated the maximum average value and minimal H and S obtained accuracy value is 85%.

Keywords: *Ambon Banana, Maturity Detection, HSI Color Transformation.*

I. PENDAHULUAN

Pisang (*Musa Paradisiaca*) adalah tanaman buah yang kaya akan sumber vitamin, mineral dan karbohidrat. Di Indonesia pisang yang ditanam baik dalam skala rumah tangga ataupun kebun pemeliharannya kurang intensif, sehingga produksi buah pisang Indonesia rendah, dan tidak mampu bersaing di pasar internasional. Pisang dikatakan cukup umur untuk dipanen adalah saat pisang berumur 80-100 hari, tergantung varietas. Cara penentuan panen ada 2 cara yaitu dengan berdasarkan hari setelah jantung pisang dipotong dan berdasarkan menghitung jumlah hari dari bunga mekar sampai siap dipanen atau dengan melihat bentuk buah. Sebelum melakukan pemanenan buah sangat perlu diperhatikan tingkat ketuaan buah karena itu salah satu faktor penting untuk menentukan mutu dari buah pisang tersebut. Apabila buah yang dipanen kurang tua, meskipun sudah matang, namun kualitasnya kurang baik karena rasa dan aromanya kurang baik. Sebaliknya, bila buah dipanen terlalu tua, rasa manis dan aroma buah kuat, tetapi memiliki daya simpan yang pendek. Oleh karena itu tingkat ketuaan panen sangat erat kaitannya dengan jangkauan pemasaran dan tujuan penggunaan buah [1].

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. Aplikasi 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*). 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.

Penggunaan teknologi pengolahan citra diharapkan dapat meningkatkan akurasi dalam menentukan kemasakan suatu buah. Kondisi buah dapat didekati dari ukuran objek dalam citra bila diambil dengan latar belakang yang kontras dengan warna buah yang diamati. Hal inilah yang mendasari penelitian ini dilaksanakan sehingga memberi inspirasi untuk membangun suatu aplikasi pengolahan citra untuk memprediksi kematangan berdasarkan fitur warna kulit, maka topik yang dibahas dalam penelitian ialah aplikasi pengolahan citra untuk menentukan kematangan buah pisang berdasarkan fitur warna kulit buah pisang. Aplikasi deteksi kematangan buah diteliti sebelumnya antara lain pada buah tomat [2], semangka [3], mentimun [4], cabai [5].

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. Masalahnya, bagaimana melakukan pengambangan pada ruang warna RGB dan rumus untuk aplikasinya? Masalah ini lebih mudah dipecahkan bila nilai RGB dikonversi ke nilai *Hue* (H), *Intensity* (I), dan *Saturation* (S).









Aplikasi yang lain misalnya dalam pengenalan kulit ras manusia seperti yang dilakukan dalam penelitian [6]. Aplikasi yang lain adalah pada pemampatan data citra. Melakukan pemampatan secara terpisah pada setiap nilai R, G, dan B tidak disarankan, karena data yang dimampatkan 3 kali lebih banyak dan waktu pemampatannya 3 kali lebih lama daripada waktu pemampatan citra skala abunya. Pemampatan citra berwarna lebih relevan bila warna RGB nya dikonversikan ke HSI karena algoritma pemampatannya pada citra skala abu dilakukan pada komponen I, sedangkan nilai H dan S dikodekan dengan cara yang lain dengan sedikit atau sama sekali tidak ada degradasi.

II. METODE PENELITIAN

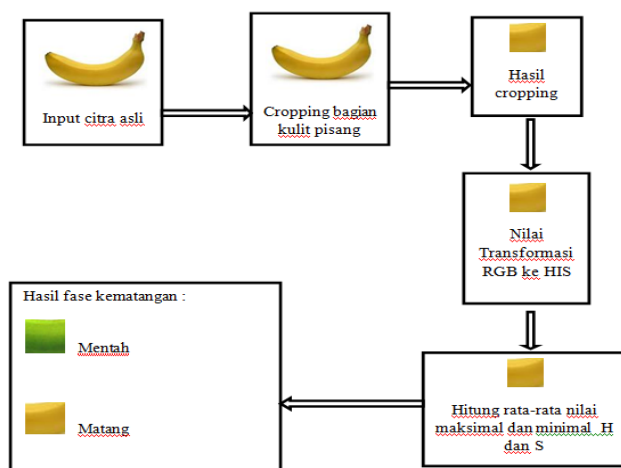
Data dalam penelitian dihasilkan melalui wawancara, observasi dan studi literature. Wawancara dilakukan merupakan salah satu teknik pengumpulan data atau fakta dengan melakukan pengamatan secara langsung pada objek yang diteliti untuk mendapatkan data yang dibutuhkan. Studi Literatur diperoleh dari semua literatur yang berhubungan dengan tema-tema seperti pengolahan citra dan deteksi warna kulit pisang Ambon, metode ini sangat berguna untuk mendukung dasar teori dari penelitian yang dilakukan dengan mengacu pada penelitian yang dilakukan sebelumnya bila ada atau mendapatkan sumber untuk perancangan model sistem yang dibuat dengan mengajukan beberapa pertanyaan atau tanya jawab secara langsung kepada Bapak Darmo di Ngruweng, Bayat, Klaten. Metode ini dilakukan untuk memastikan data yang diperoleh mengenai pisang ambon sesuai dengan fakta yang ada. Observasi atau pengamatan

Dari data citra pisang Ambon yang diambil menggunakan kamera digital, maka diperoleh indeks kematangan pada pisang ambon yang ditentukan berdasarkan warna, jika buah pisang ambon telah berwarna kuning muda sampai kuning tua maka sudah dapat dikategorikan buah matang. Kematangan pisang dapat dibedakan menjadi dua fase yaitu: Fase 1 yaitu berwarna hijau (pisang mentah) dan fase 2 yaitu yang berwarna kuning (pisang matang). Dalam Tabel I diperlihatkan indeks kematangan pisang Ambon berdasarkan perubahan warnanya.

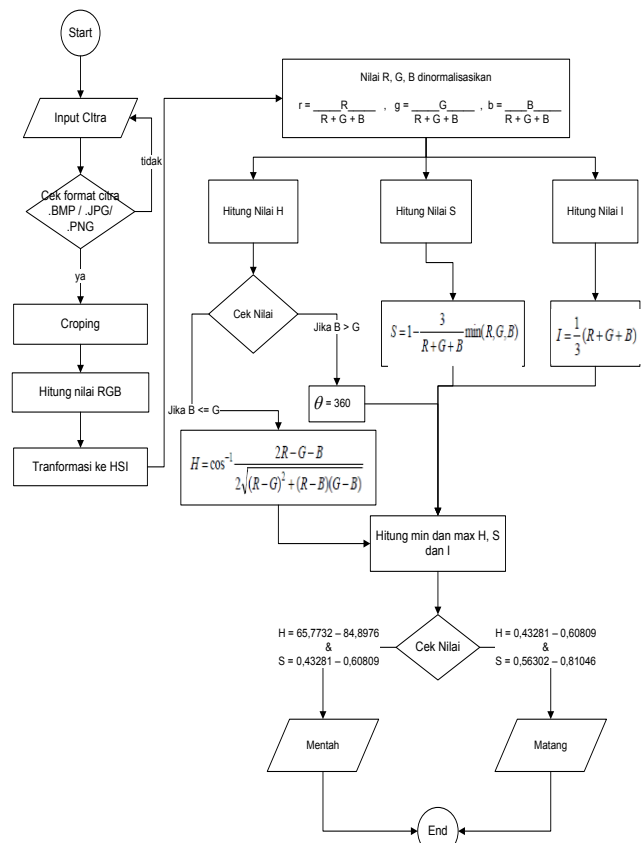
TABEL I. INDEKS KEMATANGAN PISANG AMBON BERDASARKAN PERUBAHAN WARNA

Indeks Warna	Keadaan Buah	Karakteristik
1		Seluruh permukaan buah berwarna hijau, buah masih keras
2		Permukaan buah berwarna hijau dengan semburat atau sedikit warna kuning
3		Warna hijau lebih dominan daripada kuning
4		Kulit buah dengan warna kuning lebih banyak dari pada warna hijau
5		Seluruh permukaan kulit buah berwarna kuning, bagian ujung masih hijau
6		Seluruh jari buah pisang berwarna kuning
7		Buah pisang berwarna kuning dengan sedikit bintik kecoklatan
8		Buah pisang berwarna kuning dengan banyak bercak coklat

Dari Tabel I, maka dapat diperoleh bahwa indeks warna 1 sampai 4 merupakan fase 1 kematangan berwarna hijau (pisang mentah), indeks 5 sampai 8 merupakan fase 2 kematangan berwarna kuning (pisang matang). Implementasi deteksi warna kulit pisang Ambon dalam ruang warna untuk klasifikasi yang disesuaikan dengan fase kematangan pisang diperlihatkan pada Gambar 1. Sedangkan implementasi deteksi warna kulit pisang Ambon dalam ruang warna HSI untuk klasifikasi sesuai fase kematangan pisang diperlihatkan dalam Gambar 2.



Gambar 1. Flowchart Penentuan Kematangan



Gambar 2. Flowchart program transformasi

Ada beberapa langkah yang dilakukan yaitu :

1. Menampilkan citra asli yang diambil dari folder yang dibuat.
2. Cropping citra asli pada kulit pisang untuk memisahkan dari background agar tidak mempengaruhi proses identifikasi warna.
3. Menghitung nilai warna RGB dari citra cropping dan kemudian dinormalisasikan ke dalam nilai biner [0,1].
4. Mentransformasikan nilai warna RGB kedalam HSI, dimana perhitungan H seperti yang tercantum pada persamaan (2), perhitungan S tercantum pada persamaan (4) dan perhitungan I tercantum pada persamaan (1).
5. Melakukan perhitungan nilai rata-rata maksimal dan minimal dari H, S dan I, hasil dari uji coba dari 10 sampel pisang ambon mentah dan 10 pisang ambon matang.
6. Melakukan pengelompokkan warna kulit pisang sesuai dalam fase kematangan pisang ambon
7. Komponen RGB dari citra berwarna dapat dikonversikan ke model warna HIS. Dengan mengasumsikan komponen RGB telah dinormalisasikan ke I, maka I dihitung dengan persamaan 1.

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

8. Persamaan (1) digunakan untuk mengubah citra berwarna (*color image*) menjadi citra skala abu (*grayscale image*). H dihitung dengan persamaan 2, 3, 4.

$$H = \begin{cases} \theta & \text{jika } B \leq G \\ 360 & \text{jika } B > G \end{cases} \quad (2)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^2} \right\} \quad (3)$$

Nilai S dihitung dengan rumus:

$$s = 1 - \frac{3}{R+G+B} \min(R, G, B) \quad (4)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini tahap pengujian sistem dilakukan dengan melakukan pemrosesan terhadap 20 citra yang berekstensi *.bmp atau *.jpg. Dari 20 jenis citra tersebut akan diproses menggunakan metode transformasi warna HSI. Diambil sampel sebanyak 10 buah pada masing-masing kondisi pisang yaitu mentah dan matang. Citra pisang dengan format *bitmap* atau *jpeg* dicropping bagian kulitnya dan dihitung histogram RGB-nya dengan dilakukan transformasi ruang warna RGB ke ruang warna HSI. Setelah didapatkan hasil dari perhitungan masing masing atribut kemudian dihitung rata-rata H , rata-rata S , dan rata-rata I . Kemudian dilakukan pengecekan klasifikasi citra pisang menurut fase kematangan pisang. Pada proses uji sampel ini untuk mendapatkan nilai range maka setiap citra sampel dengan format *bitmap* atau *jpeg* dicropping bagian kulitnya sebanyak tiga kali percobaan ditempat yang berbeda yaitu bagian ujung pisang yang dekat dengan tangkai, bagian tengah pisang atau badan pisang dan bagian ujung pisang yang dekat dengan bunga. Hal itu dilakukan supaya mendapatkan nilai range maksimal dan saat pengambilan keputusan fase kematangan akurat.

Dalam Tabel II diperlihatkan jumlah nilai H (*Hue*), S (*saturation*) dan I (*intensity*).

Pada pengujian data sampel ini untuk pisang mentah nilai H (*Hue*) bagian ujung yang dekat dengan tangkai diperoleh nilai terendah dari bagian lainnya. Hal itu disebabkan karena proses masak buah pisang yang dimulai dari bagian tersebut sehingga mempengaruhi warna kulit buah pisang. Beda halnya dengan piang ambon yang sudah matang nilai H (*Hue*) bagian ujung yang dekat dengan tangkai tidak selalu memiliki nilai terendah hal tersebut dipengaruhi karena terdapat bagian kulit pisang lain yang mengalami cacat/memar sehingga mempengaruhi nilai warna tersebut.


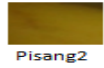
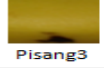
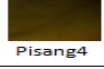
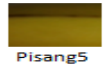
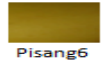
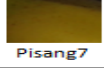
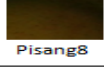
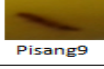
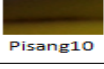
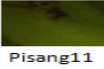
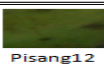

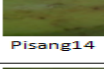
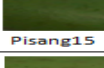
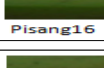
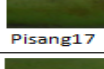
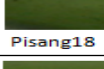
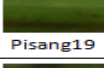
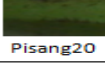
Pada tahapan analisis dilakukan pengujian. Pengujian ini berdasarkan hasil dari deteksi warna kulit pisang dalam ruang krominan memiliki nilai-nilai yang berguna untuk mempermudah klasifikasi warna kulit pisang dalam fase kematangan pisang. Jumlah sampel yang digunakan untuk proses analisis adalah 20 citra yang berekstensi *.jpg. Dari 20 jenis citra tersebut akan diproses menggunakan metode transformasi warna HSI. Dimana telah diambil sampel sebanyak 10 buah pisang ambon mentah dan 10 pisang ambon matang. Citra pisang dengan format *jpeg* dicropping bagian kulitnya dan dihitung RGB-nya dilakukan transformasi sistem warna RGB ke sistem warna HSI. Setelah melakukan pemrosesan terhadap citra tersebut selanjutnya dilakukan pengecekan klasifikasi citra pisang menurut fase kematangan pisang. Perhitungan nilai minimal, maksimal H dan nilai minimal, maksimal S mampu mengklasifikasi warna kulit pisang dengan mencocokkan data range nilai warna kulit pisang yang menjadi acuan dalam klasifikasi warna pisang. Jika nilai perhitungan yang dilakukan berada pada range nilai warna kulit pisang maka warna pisang dapat diklasifikasi sesuai range nilai yang telah ditentukan klasifikasi fase kematangannya. Tabel hasil klasifikasi warna kulit pisang dengan deteksi warna dalam ruang krominan dapat dilihat pada Tabel III.

TABEL II. RANGE KEMATANGAN PISANG

Mentah				Matang			
A	B	C	D	A	B	C	D
Gambar Uji	Nilai H	Nilai S	Nilai I	Gambar Uji	Nilai H	Nilai S	Nilai I
1	82.6535	0.5545	53.9931	1	46.1766	0.6467	79.2316
1	83.5839	0.58112	50.5239	1	48.4577	0.74274	66.8442
1	76.0759	0.58365	51.4901	1	42.5364	0.74478	55.8789
2	78.9628	0.60078	48.1413	2	47.8354	0.70337	78.3803
2	78.1383	0.60221	55.1243	2	51.8482	0.76222	62.6973
2	72.13	0.52894	62.312	2	48.7641	0.80903	60.7837
3	80.3696	0.49332	63.1237	3	45.1611	0.67842	73.0069
3	78.5025	0.51109	69.7135	3	45.778	0.75898	57.6876
3	71.7014	0.47212	73.1452	3	37.3317	0.81046	41.9678
4	81.1281	0.47182	54.8097	4	39.6958	0.6965	70.9939
4	81.1122	0.51757	53.1943	4	40.6707	0.73363	64.5981
4	71.1157	0.60809	49.5136	4	37.2377	0.77875	48.4835
5	79.8235	0.48106	51.1607	5	48.8895	0.65265	75.7287
5	81.4134	0.48746	60.998	5	51.483	0.74722	63.101
5	73.7715	0.43281	63.9981	5	44.783	0.79488	56.3317
6	82.4534	0.46309	62.0631	6	42.9307	0.56302	71.9017
6	78.5408	0.51652	58.0132	6	47.4587	0.67479	64.9227
6	65.7732	0.4623	61.3627	6	43.6977	0.67784	54.9581
7	81.7192	0.49717	56.7909	7	41.5432	0.63013	59.3231
7	82.198	0.5215	60.5315	7	45.878	0.68455	66.6199
7	72.02	0.50953	59.0899	7	46.7124	0.74122	66.087
8	80.0045	0.46627	46.5079	8	50.3934	0.61305	76.6519
8	80.2811	0.4671	55.6651	8	53.059	0.72081	64.875
8	79.2737	0.47798	62.1414	8	44.7844	0.77073	54.2004
9	77.5747	0.56031	58.4361	9	47.1726	0.69826	72.5018
9	77.876	0.5962	66.1535	9	50.9901	0.73752	67.8318
9	76.9053	0.55846	60.4792	9	42.5151	0.77212	47.5628
10	84.8976	0.51683	52.6633	10	43.3131	0.56694	71.2044
10	84.0907	0.51704	56.4718	10	47.2797	0.67922	64.8313
10	79.3943	0.47621	62.3916	10	44.1963	0.68133	56.6703
Jumlah	2353.4848	15.53305	1740.0027	Jumlah	1368.5733	21.27186	1915.8574
Rata-rata	78.44949333	0.517768333	58.00009	Rata-rata	45.61911	0.709062	63.86191333
Min	65.7732	0.43281	46.5079	Min	37.2377	0.56302	41.9678
Max	84.8976	0.60809	73.1452	Max	53.059	0.81046	79.2316

Nilai Min H	Nilai Max H	Nilai Min S	Nilai Max S	Nilai Min I	Nilai Max I	Mentah
65.7732	84.8976	0.43281	0.60809	46.5079	73.1452	
Nilai Min H	Nilai Max H	Nilai Min S	Nilai Max S	Nilai Min I	Nilai Max I	Matang
37.2377	53.059	0.56302	0.81046	41.9678	79.2316	

TABEL III. HASIL KLASIFIKASI KEMATANGAN PISANG

No	Sampel Pisang	Komputerisasi									
		Hasil Pertitungan			Range Warna		Fase Kematangan			Keterangan	
		H	S	I	H	S	Petani	Penjual	Komputer		
1	 Pisang1	46,15 6	0,806 75	79,27 81	37,2377 - 53,059	0,56302 - 0,81046	Matang	Matang	Matang	Sesuai	
2	 Pisang2	46,80 02	0,790 94	73,85 72			Matang	Matang	Matang	Sesuai	
3	 Pisang3	48,87 02	0,772 82	102,5 196			Matang	Matang	Matang	Sesuai	
4	 Pisang4	47,66 52	0,779 85	88,22 45			Matang	Matang	Matang	Sesuai	
5	 Pisang5	49,37 68	0,805 83	82,35 27	37,2377 - 53,059	0,56302 - 0,81046	Matang	Matang	Matang	Sesuai	
6	 Pisang6	46,07 82	0,788 45	73,70 24			Matang	Matang	Matang	Sesuai	
7	 Pisang7	42,41 35	0,794 85	44,63 8			Matang	Matang	Matang	Sesuai	
8	 Pisang8	42,55 54	0,771 44	53,29 5			Matang	Matang	Matang	Sesuai	
9	 Pisang9	43,34 24	0,790 85	70,09 79			Matang	Matang	Matang	Sesuai	
10	 Pisang10	42,51 36	0,810 25	42,82 31			Matang	Matang	Matang	Sesuai	
11	 Pisang11	65,31 18	0,812 34	36,82 11	65,7732 - 84,8976	0,43281 - 0,60809	Mentah	Mentah	Tidak Teridentifikasi kasi		Nilai H, S tidak memenuhi range
12	 Pisang12	72,06 21	0,523 06	59,70 86			Mentah	Mentah	Mentah	Sesuai	
13	 Pisang13	75,10 54	0,560 04	63,64 62			Mentah	Mentah	Mentah	Sesuai	
14	 Pisang14	65,47 4	0,418	83,02 67			Mentah	Mentah	Tidak Teridentifikasi kasi		Nilai H, S tidak memenuhi range
15	 Pisang15	81,46 26	0,503 69	52,52 85			Mentah	Mentah	Mentah	Sesuai	
16	 Pisang16	78,44 57	0,482 62	67,39 73			Mentah	Mentah	Mentah	Sesuai	
17	 Pisang17	72,07 4	0,548 77	55,84 5	65,7732 - 84,8976	0,43281 - 0,60809	Mentah	Mentah	Mentah	Sesuai	
18	 Pisang18	81,33 45	0,475 85	58,80 83			Mentah	Mentah	Mentah	Sesuai	
19	 Pisang19	72,88 31	0,706 44	37,97 63			Mentah	Mentah	Tidak Teridentifikasi kasi		Nilai S melebihi nilai range
20	 Pisang20	80,36 47	0,457 84	50,66 4			Mentah	Mentah	Mentah	Sesuai	

Berdasarkan Tabel III terdapat range pisang mentah dengan nilai $H = 65,7732 - 84,8976$, $S = 0,43281 - 0,60809$, dan pisang matang dengan nilai $H = 37,2377 - 53,059$, $S = 0,56302 - 0,81046$. Pengujian sistem telah dilakukan dengan melakukan pemrosesan terhadap 20 citra yang berekstensi *.jpg. Dari 20 jenis citra tersebut telah diproses menggunakan metode transformasi warna HSI. Dimana pengujian sebanyak 10 buah pisang ambon mentah dan 10 buah pisang ambon matang.

IV. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Selain secara manual pisang ambon dapat juga dideteksi secara otomatis menggunakan komputer.
2. Hasil deteksi yang dilakukan oleh pengolahan citra dengan metode transformasi warna HSI mempunyai persentase ketepatan yang cukup baik, yaitu 70 % dengan contoh uji 10 sampel pisang ambon mentah dan 100% dengan contoh uji 10 sampel pisang ambon matang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] _____. 2012. *Pedoman Penanganan Pascapanen Buah Pisang*. Direktorat Budidaya dan Pascapanen Buah Kementerian Pertanian, Jakarta.
- [2] Budiningsih, Rahayu. (2013). *Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Mendeteksi Mutu Buah Jeruk Berdasarkan Kerusakan Buah Jeruk Dengan Menggunakan Metode Thresholding*. Yogyakarta : Teknik Informatika UAD.
- [3] Salim, N., Murinto. 2014. Image Processing Application for Detecting the Ripeness of Watermelon Based On Features of the Rind Texture. Proceeding of ICGWBT, 2014.
- [4] Permadi, Y., Murinto. 2015. Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Kematangan Mentimun Berdasarkan Tekstur Kulit Buah Menggunakan Ciri Statistik. Jurnal Informatika UAD Vol.9 No. 1, Jan 2015.
- [5] Ananto, I. D., Murinto. 2015. Aplikasi Pengolahan Citra Mendeteksi Kualitas Cabai Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Transformasi Warna YCBCr. Jurnal Informatika UAD Vol.9 No. 2, Juli 2015.
- [6] Murinto., Aribowo, E., Nurhidayati, W. 2009. Deteksi Jenis Warna Kulit Wajah Untuk Klasifikasi Ras Manusia Menggunakan Transformasi Warna. *Universitas Ahmad Dahlan Jogjakarta*.