

Klasifikasi Tingkat Kematangan Dan Kualitas Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna, Tekstur Dan Bentuk Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HSV

Putu Bayu Ariska Putra Gotama^{a1)}, Kadek Yota Ernanda^{a2)}, Luh Joni Erawati Dewi^{a3)}

^aUniversitas Pendidikan Ganesha

Jl Udayana (Kampus Tengah) Undiksha Singaraja 81116.

¹bayuariska@undiksha.ac.id

²yotaernanda@undiksha.ac.id

³jonierawatidewi@undiksha.ac.id

Abstrak

Pisang memiliki sifat yang mudah rusak, pengelolaan yang tidak tepat pada buah pisang dapat mengakibatkan penurunan mutu dan kualitas. Pada umumnya, untuk mengukur kematangan masih dilakukan secara konvensional, kelemahan dari metode tersebut adalah tingkat akurasi yang tidak konsisten dan cenderung mengalami kesalahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem analisa citra digital yang dapat menentukan tingkat kematangan pisang. Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengumpulan data pisang yang digunakan. Sampel pisang berasal dari jenis kultivar Indonesia asli yang merujuk pada kualitas kultivar pisang tersebut. Sistem klasifikasi tingkat kematangan pisang pada penelitian ini akan dibuat berbasis GUI (*Graphical User Interface*)/desktop menggunakan *tools matlab*. Pemanfaatan citra sangat penting untuk mengetahui kematangan buah pisang dengan memanfaatkan citra digital. Dengan adanya citra digital maka untuk menentukan kematangan buah pisang berdasarkan warnanya bisa dilakukan secara computing (berbasis teknologi), yaitu dengan menerapkan pengolahan citra menggunakan metode transformasi ruang warna HSV (*Hue, Saturation, Value*). Model warna HSV (*Hue, Saturation, Value*) mengelompokkan komponen intensitas dari informasi warna yang dibawa (*hue* dan *saturation*) dalam warna citra. Berdasarkan hasil penelitian pada analisis tingkat kematangan buah pisang diperoleh akurasi pelatihan tertinggi sebesar 100% dan akurasi pengujian tertinggi sebesar 100%. Sedangkan, pada analisis kualitas buah pisang diperoleh akurasi pelatihan tertinggi sebesar 87,5% dan akurasi pengujian tertinggi sebesar 90%. Akurasi tersebut menunjukkan bahwa metode yang dikembangkan pada penelitian ini cukup baik dalam menganalisis tingkat kematangan dan kualitas buah pisang. Sistem yang dikembangkan juga dibuat dalam tampilan antarmuka sehingga memudahkan pengguna dalam pengoperasian.

Kata Kunci : Transformasi Ruang Warna HSV; Pengolahan Citra.

Abstract

Bananas are easily damaged, improper management of bananas can result in a decrease in quality and quality. In general, to measure maturity is still done conventionally, the weakness of this method is the level of accuracy that is not consistent and prone to errors. This study aims to develop a digital image analysis system that can determine the ripeness level of bananas. This research began by collecting data on the bananas used. The banana samples came from the original Indonesian cultivar which refers to the quality of the banana cultivar. The banana maturity level classification system in this research will be based on a GUI (*Graphical User Interface*)/desktop using *matlab* tools. Utilization of images is very important to determine the ripeness of bananas by utilizing digital images. With the existence of digital images, to determine the ripeness of bananas based on their color can be done computationally (technology-based), namely by applying image processing using the HSV (*Hue, Saturation, Value*) color space transformation method. The HSV (*Hue, Saturation, Value*) color model classifies the intensity components of the conveyed color information (*hue* and *saturation*) in image colors. Based on the results of research on the analysis of the maturity level of bananas, the highest training

accuracy is 100% and the highest testing accuracy is 100%. Meanwhile, in the analysis of the quality of bananas, the highest training accuracy was 87.5% and the highest testing accuracy was 90%. This accuracy indicates that the method developed in this study is quite good in analyzing the level of ripeness and quality of bananas. The developed system is also made in an interface that makes it easier for users to operate.

Keywords: HSV Color Space Transformation; Image processing.

1. Pendahuluan

Dewasa ini, perkembangan teknologi telah menimbulkan keinginan manusia untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi di berbagai bidang, salah satunya bidang pertanian. Dalam bidang pertanian, sangat dibutuhkan kemajuan teknologi untuk menunjang kegiatan yang ada di sektor pertanian, salah satunya adalah pengolahan hasil pertanian dan perkebunan. Dengan perkembangan teknologi yang ada, industri pengolahan hasil perkebunan pertanian berkembang pesat, salah satunya pada produksi pisang. Di Indonesia, pisang disukai semua kalangan untuk dimakan langsung sebagai buah atau diolah menjadi produk konsumen lain seperti keripik pisang, roti pisang, pure pisang, dan sebagainya. Hal ini terlihat dari peningkatan produksi pisang di Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik dan Ditjen Hortikultura, produksi pisang terus meningkat selama 3 tahun terakhir. Pada tahun 2013, produksi pisang sebanyak 6.279.279 ton. Produksi pisang di Indonesia meningkat sangat pesat pada tahun 2014 dan 2015 masing-masing menjadi 6.862.558 ton dan 7.299.266 ton (Amatullah,dkk 2021). Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa Indonesia berpotensi untuk menghasilkan pisang.

Sejauh ini Indonesia memiliki produksi pisang yang besar, namun belum diimbangi dengan pengolahan pisang tersebut. Merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Indarto, 2017 mengungkap bahwa sejauh ini pengolahan produksi pisang belum optimal. Penelitian ini akan mencoba membantu usaha pengolahan pisang. Selama proses pengolahan pisang, terdapat beberapa tahapan sebelum produk akhir didistribusikan ke konsumen. Salah satu tahapannya adalah pemilihan pisang hasil pertanian dan perkebunan sesuai dengan kebutuhan pengolahan. Pemilihan jenis buah pisang memang perlu dilakukan, karena jenis pisang yang berbeda memiliki cara pengolahan dan produk olahan yang berbeda pula.

Setiap konsumen pisang tentu ingin mengonsumsi buah yang berkualitas tinggi. Perbedaan pisang matang dan mentah dapat dilihat pada warna, tekstur dan bentuknya. Dengan pengamatan manual, konsumen dapat menilai keadaan pisang berdasarkan ciri-cirinya, seperti memeriksa kenampakan berdasarkan warna, memeriksa tekstur dengan menekan kulitnya, memeriksa bagian tengahnya berjamur, dan memeriksa aromanya. Pendekatan artifisial ini tentu saja dapat mencapai kesimpulan yang berbeda bagi setiap individu. Kesalahan juga sering terjadi, karena cara manual ini sangat bergantung pada pengetahuan dan tingkat ketelitian khasiat pisang. Kurangnya pemahaman, dan tidak ada aplikasi yang dapat menganalisis pisang untuk membantu orang mendapatkan informasi.

Warna pisang merupakan parameter utama bagi konsumen untuk menilai kualitas (Alvanzga, 2019). Warna diidentifikasi berdasarkan sensasi visual seperti kecerahan, intensitas, pencahayaan, dan ketajaman persepsi warna (Barrios,2011). Warna memiliki panjang gelombang cahaya dalam spektrum tampak, yaitu 390-760 nm, yang dihasilkan oleh respon retina manusia. Retina manusia memiliki sel yang mengirimkan sinyal melalui saraf optik ke otak, yang merespon warna (Asmara,2019). Warna merupakan penentu utama mutu dan merupakan atribut sensori yang dapat diamati secara langsung sebagai indikator kesegaran dan kematangan (Candara,2014).

Karakteristik warna pisang paling penting untuk menilai kematangan dan pengolahan pasca panen, konsumen dapat dilihat secara visual bahwa kematangan buah pisang biasanya dinilai dari warnanya. Klasifikasi pisang secara visual sering menimbulkan kesalahan karena kesalahan visual dan kelelahan (Barrios,2011). Selama proses pemasakan, terjadi perubahan warna akibat degradasi klorofil dan pembentukan karoten, sehingga terjadi hubungan yang kuat antara warna dan peningkatan kadar gula pisang selama proses pemasakan.

Pengolahan citra khususnya menggunakan komputer bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra agar lebih mudah diinterpretasikan oleh manusia atau mesin computer (Putra, 2010). Metode pengolahan non-destruktif alternatif dapat menjadi solusi untuk mengamati dan mengukur kualitas buah yang dihasilkan dibandingkan dengan metode tradisional yang membutuhkan waktu lama dan memerlukan analisis laboratorium yang kompleks (Darrigues, 2008).

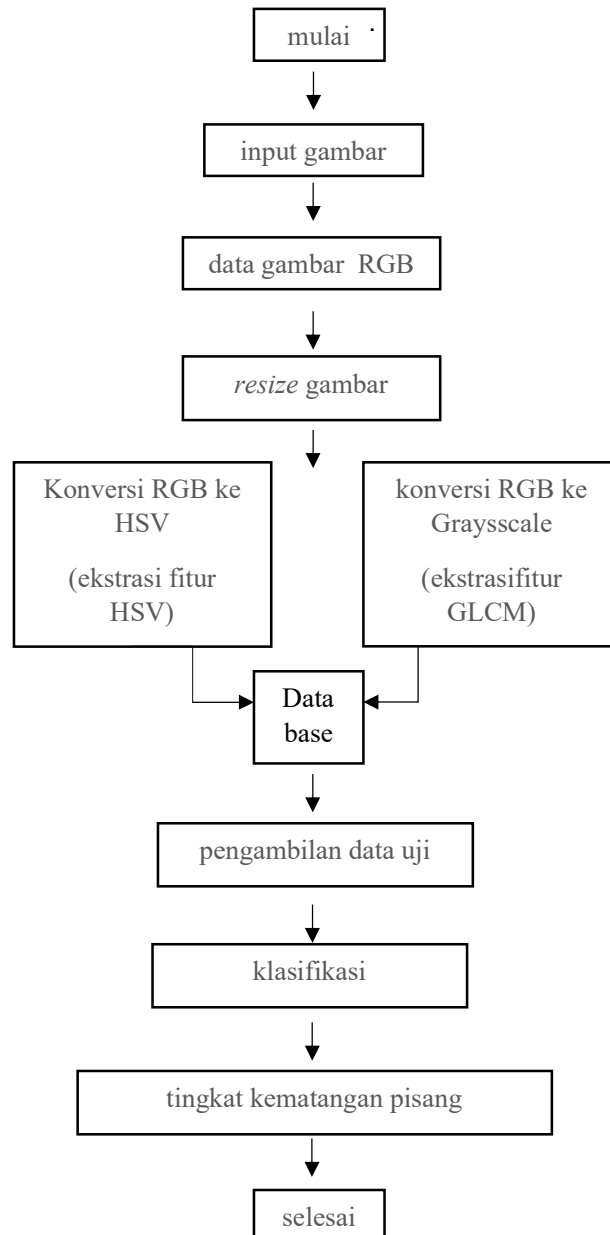
Indra penglihatan manusia merupakan sebuah sistem canggih yang melakukan respon atas rangsangan visual. Secara fungsional, penglihatan insan bertujuan menafsirkan data spasial yaitu data yang diindeks oleh lebih dari satu dimensi (Masithoh, 2011). Meskipun demikian, pengolahan gambaran digital tidak dapat diharapkan buat mereplikasi persis mirip mata manusia. Hal ini ditimbulkan pengetahuan tentang bagaimana sistem mata serta otak bekerja belum sepenuhnya dipahami (Indarto dan Murinto, 2017). Teknologi yang bisa diterapkan adalah pengolahan gambaran digital. Pengolahan citra digital adalah salah satu teknologi yang dikembangkan untuk mendapatkan informasi berupa citra dengan cara memodifikasi bagian dari gambaran yang dibutuhkan sehingga didapat data sebagai berita asal gambaran yang di analisis (Wiharja dan Harjoko, 2014).

Dengan mengembangkan metode pengolahan citra digital ini maka pengukuran bisa dilakukan secara berulang guna memperoleh hasil yang lebih seksama pada jenis sampel yang sama karena memakai metode nondestruktif, dan bisa dipergunakan pada lapangan guna mengukur kualitas secara cepat. Dewasa ini citra digital telah banyak digunakan guna membantu memudahkan pekerjaan manusia. Keberadaannya pun tidak sulit ditemui pada benda-benda di sekitar kita. Selain itu, citra digital sudah dipergunakan dalam indera deteksi penyakit hingga deteksi kematangan pada tanaman. Dalam hal ini terdapat 2 pengenalan serta deteksi kematangan tumbuhan secara otomatis pasti selalu bisa dilakukan dengan kasat mata kita sendiri tetapi bila kita melakukan deteksi secara otomatis menggunakan citra tumbuhan itu sendiri maka bisa dianggap menjadi bagian spesifik asal penjabaran kematangan, dan menjadi pengembangan ilmu yang telah banyak diminati. Umumnya metode untuk menganalisis citra diterapkan melalui ruang warna. Ruang warna adalah model numerik yang menggambarkan bagaimana hal itu ditangani pada angka. Ruang warna terdiri dari beberapa bagian, namun contoh ruang warna yang sempurna dalam analisis warna adalah model ruang warna HSV.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengumpulan data berupa 5 jenis pisang yang digunakan (ambon, raja, kapas, susu, mas). Sampel pisang berasal dari jenis kultivar Indonesia asli yang merujuk pada kualitas kultivar pisang tersebut. Pengumpulan dan akuisisi data citra pisang dijadikan sebagai data latih. Sebelum gambar dideteksi, gambar yang akan diproses berlaku sebagai data uji harus melalui beberapa tahap diantaranya: grayscale, thresholding, ekstraksi fitur bentuk, fitur tekstur, ekstraksi fitur warna, GLCM, analisis JST, dan pengujian akurasi.

Dari proses tersebut, ekstrasi fitur bentuk dan tekstur menentukan tingkat jenis (yang mencakup kualitas kultivar pisang), sedangkan proses ekstrasi fitur warna berfungsi sebagai pendeteksi tingkat kematangan pisang. Jumlah data citra pisang yang digunakan berjumlah 90 untuk setiap jenis pisang (misalnya, pisang susu terdiri atas 90 citra dengan klasifikasi matang, sedang, dan mentah). Proses pembagian data menggunakan *k-fold cross validation* dengan jumlah 60 data untuk pelatihan dan 30 data untuk pengujian. Adapun rancangan penelitian digambarkan sebagai berikut.



Gambar 1 Rancangan Sistem Penelitian

Dalam klasifikasi pisang, diperlukan data dalam jumlah besar untuk mengklasifikasikan pisang tersebut. Data berupa foto/gambar pisang yang terdiri dari 5

jenis pisang. Bentuk atau jenis data yang digunakan berupa foto pisang dalam format JPG. Data berupa gambar digital 2D dari 5 jenis pisang. Kamera diletakkan 30 cm di atas permukaan objek. Sisi depan dan belakang pisang diambil. Tingkat kecerahan pencahayaan dibantu dengan menggunakan cahaya alami matahari dan cahaya *blitz* kamera. Pengumpulan dan akuisisi data citra pisang dijadikan sebagai data latih, sejumlah 3 contoh citra yang mewakili tingkat kematangan dan kualitas pisang dengan kategori mentah, sedang, dan masak.

1. Grayscale

Gambar asli sebagai data uji dimasukkan ke dalam sistem. Warna asli dari gambar akan dikonversi dari *Red, Green, Blue* (RGB) menjadi hitam putih (grayscale). Citra grayscale merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kenal pada setiap pixelnya. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas. Warna yang dimiliki adalah warna hitam, keabuan, dan putih. Tingkat keabuan pada pisang merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga hampir menyerupai putih. Tujuan perhitungan nilai keabuan adalah mempermudah proses selanjutnya yaitu proses thresholding.

2. Thresholding

Thresholding adalah mengubah citra menjadi citra biner. Thresholding melihat pada setiap pixel kemudian memutuskannya apakah dibuat putih (255) atau hitam (0). Keputusan ini secara umum dibuat dengan cara membandingkan nilai numerik *pixel* dengan nilai tertentu yang disebut dengan *threshold*. Jika nilai *pixel* lebih kecil daripada *threshold*, maka pixel tersebut diubah menjadi 0, sebaliknya yang lain diubah menjadi 255. Hal ini juga dapat dilakukan sebaliknya. *Thresholding* adalah proses penyederhanaan citra dari tingkat keabuan menjadi warna biner sehingga berdasarkan tingkat keabuannya *pixel-pixel* dibagi menjadi latar dan objek interest. Tujuan thresholding adalah untuk memisahkan objek dengan latar belakang. Hal ini dilakukan dengan cara mengubah intensitas *pixel-pixel* dari suatu citra yang ada menjadi hanya 2 intensitas yaitu hitam dan putih.

3. Ekstraksi Fitur Bentuk

Penelitian ini menggunakan salah satu teknik ekstraksi fitur bentuk, yaitu *metric*. *Metric* merupakan nilai perbandingan antara luas dan keliling objek. *Metric* mempunyai rentang nilai antara 0 hingga 1.

4. Ekstraksi Fitur Warna

Penelitian ini menggunakan salah satu metode ekstraksi fitur warna yaitu HSV (*Hue Saturation Value*). Untuk membedakan sebuah objek dengan warna tertentu bisa menggunakan nilai hue yang merupakan representasi dari cahaya (merah, jingga, kuning, hijau, biru, ungu). Nilai hue dapat digabungkan dengan nilai saturation dan value yang merupakan tingkat kecerahan suatu warna. Untuk memperoleh ketiga nilai tersebut, perlu dilakukan proses konversi ruang warna citra yang semula RGB (Red, Green, Blue) menjadi HSV (Hue, Saturation, Value).

5. Ekstraksi Fitur Tekstur

Pada fitur tekstur yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu fitur Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM). Fitur GLCM merupakan salah satu ekstraksi fitur yang menggunakan perhitungan statistika orde kedua berdasarkan matriks derajat keabuan yang menggambarkan frekuensi kemunculan dua piksel dengan intensitas tertentu dalam jarak dan arah sudut tertentu. Pada penelitian ini menggunakan 6 fitur tekstur

GLCM yaitu mencari nilai mean, standar deviasi, contrast, correlation, energy, dan homogeneity.

6. GLCM

Tahapan yang dilakukan pada perhitungan GLCM adalah sebagai berikut.

- a) Pembentukan matriks awal GLCM dari dua piksel yang berjajar sesuai dengan arah 0° , 45° , 90° atau 135° .
- b) Membentuk matriks yang selaras dengan menjumlahkan matriks awal GLCM dengan nilai transposnya.
- c) Menormalisasi matriks GLCM dengan membagi setiap elemen matriks dengan jumlah pasangan piksel.
- d) Ekstraksi ciri

7. Analisis

Pada analisa jenis dan bentuk, data yang digunakan adalah berupa citra pisang yang terdiri dari dua tingkat yaitu tidak baik dan baik. Sama halnya dengan analisa tingkat kematangan pisang, data yang digunakan adalah berupa citra pisang yang terdiri dari tiga tingkat yaitu mentah, sedang, dan matang. Sistem yang dikembangkan pada penelitian ini terdiri dari dua tahapan utama yaitu pelatihan dan pengujian. Jumlah data citra pisang yang digunakan berjumlah 90 citra untuk masing- masing jenis pisang. Proses pembagian data menggunakan *k-fold cross validation* dengan jumlah 60 data untuk pelatihan dan 30 data untuk pengujian. Pada tahapan pengujian terdiri dari pra-pengolahan, segmentasi citra, ekstraksi ciri, dan klasifikasi.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Analisa Tingkat Kematangan

Pada analisa tingkat kematangan buah pisang, data yang digunakan adalah berupa citra pisang yang terdiri dari tiga tingkat yaitu matang, sedang, dan mentah. Sistem yang dikembangkan pada penelitian ini terdiri dari dua tahapan utama yaitu pelatihan dan pengujian. Jumlah data citra pisang yang digunakan berjumlah 90 citra. Proses pembagian data menggunakan *k-fold cross validation* dengan jumlah 60 data untuk pelatihan dan 30 data untuk pengujian.

B. Tahap Pelatihan

Tahapan pelatihan terdiri atas pra-pengolahan, segmentasi citra, ekstraksi ciri, dan klasifikasi.

a. Prapengolahan

Pra-pengolahan terdiri dari proses membaca citra RGB, memperkecil ukuran citra (*resizing*), dan mengkonversi citra RGB menjadi citra *grayscale*. Proses memperkecil ukuran citra bertujuan untuk mempercepat komputasi. Pada proses ini ukuran citra diperkecil menjadi 20% ukuran semula. Sedangkan proses konversi citra RGB menjadi citra *grayscale* bertujuan untuk membuat komponen matriks citra menjadi satu layer sehingga memudahkan dalam tahap segmentasi.

b. Segmentasi Citra

Setelah citra RGB dikonversi menjadi citra *grayscale* selanjutnya dilakukan segmentasi citra dengan tujuan untuk memisahkan antara objek dengan *background*. Proses segmentasi citra dilakukan menggunakan metode *thresholding* sehingga menghasilkan citra biner.

c. Ekstraksi Ciri

Proses ekstraksi ciri dilakukan berdasarkan pada parameter hue, saturation, dan value. Hasil ekstraksi ciri pada analisis tingkat kematangan skenario 1 ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil ekstraksi ciri pada analisis tingkat kematangan

No	Kelas	Hue	Saturation	Value
1	Mentah	0,3077	0,0805	0,1661
2	Mentah	0,4101	0,0789	0,2773
3	Mentah	0,3372	0,0785	0,1633
4	Mentah	0,2436	0,0985	0,2045
5	Mentah	0,3727	0,0810	0,2363
6	Mentah	0,2950	0,0782	0,1463
7	Mentah	0,2374	0,0725	0,2559
8	Mentah	0,2975	0,0721	0,2417
9	Mentah	0,3186	0,1009	0,1728
10	Mentah	0,3094	0,0455	0,2153
11	Mentah	0,2537	0,0467	0,2155
12	Mentah	0,2591	0,0694	0,1728
13	Mentah	0,3187	0,0343	0,2096
14	Mentah	0,3116	0,0728	0,2067
15	Mentah	0,2346	0,0557	0,2012
16	Mentah	0,3372	0,0785	0,1633
17	Mentah	0,2436	0,0985	0,2045
18	Mentah	0,2975	0,0721	0,2417
19	Mentah	0,3186	0,1009	0,1728
20	Mentah	0,3094	0,0455	0,2153
21	Sedang	0,0752	0,4757	0,6667
22	Sedang	0,0744	0,4742	0,6771
23	Sedang	0,0767	0,4848	0,7879
24	Sedang	0,0744	0,4742	0,6771
25	Sedang	0,0751	0,4784	0,7345
26	Sedang	0,0681	0,4470	0,7023
27	Sedang	0,0788	0,4644	0,7058
28	Sedang	0,0767	0,4848	0,7879
29	Sedang	0,0767	0,4617	0,7551
30	Sedang	0,0770	0,4699	0,7619
31	Sedang	0,0720	0,4650	0,5836
32	Sedang	0,0752	0,4757	0,6667
33	Sedang	0,0744	0,4742	0,6771
34	Sedang	0,0751	0,4784	0,7345
35	Sedang	0,0717	0,4600	0,6604
36	Sedang	0,0752	0,4757	0,6667
37	Sedang	0,0788	0,4644	0,7058
38	Sedang	0,0767	0,4848	0,7879
39	Sedang	0,0744	0,4742	0,6771

No	Kelas	Hue	Saturation	Value
40	Sedang	0,0751	0,4784	0,7345
41	Matang	0,0590	0,3332	0,5119
42	Matang	0,0651	0,2947	0,5143
43	Matang	0,0502	0,2520	0,5348
44	Matang	0,0549	0,2914	0,5254
45	Matang	0,0581	0,2899	0,6469
46	Matang	0,0604	0,3267	0,4499
47	Matang	0,0932	0,2066	0,4514
48	Matang	0,0607	0,2957	0,5064
49	Matang	0,0608	0,3327	0,3762
50	Matang	0,0559	0,2992	0,4511
51	Matang	0,0663	0,2879	0,5980
52	Matang	0,0681	0,4032	0,2989
53	Matang	0,0550	0,2910	0,3871
54	Matang	0,0568	0,3569	0,4619
55	Matang	0,0620	0,2907	0,4801
56	Matang	0,0932	0,2066	0,4514
57	Matang	0,0607	0,2957	0,5064
58	Matang	0,0608	0,3327	0,3762
59	Matang	0,0590	0,3332	0,5119
60	Matang	0,0651	0,2947	0,5143

Hasil ekstraksi ciri untuk seluruh data latih tersebut kemudian dijadikan sebagai nilai masukan dalam proses klasifikasi tingkat kematangan pisang.

C. Klasifikasi

Adapun hasil klasifikasi diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Klasifikasi Data

No	Kelas	Jumlah Data	Probabilitas
1	Mentah	15	0,375
2	Sedang	10	0,25
3	Matang	15	0,375
	Total	40	

selanjutnya dilakukan perhitungan nilai rata-rata ciri pada masing-masing kelas. Nilai rata-rata ciri pada masing-masing kelas ditunjukkan pada tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3 perhitungan nilai rata-rata ciri pada masing-masing kelas

No	Kelas	Hue	Saturation	Value
1	Mentah	0,3004	0,0710	0,2057

2	Sedang	0,0746	0,4681	0,7035
3	Matang	0,0618	0,3035	0,4796

Sehingga akurasi yang diperoleh adalah 100%.

D. Tahap Pengujian

Pra-pengolahan terdiri dari proses membaca citra RGB, memperkecil ukuran citra (*resizing*), dan mengkonversi citra RGB menjadi citra *grayscale*. Setelah citra RGB dikonversi menjadi citra *grayscale* selanjutnya dilakukan segmentasi citra menggunakan metode *thresholding*. Citra biner hasil segmentasi kemudian dijadikan sebagai *masking* untuk melakukan ekstraksi ciri.

Proses ekstraksi ciri dilakukan berdasarkan pada parameter hue, saturation, dan value. Hasil ekstraksi ciri pada analisis tingkat kematangan ditunjukkan pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil ekstraksi ciri pada analisis tingkat kematangan

No	Kelas	Hue	Saturation	Value
1	Mentah	0,1833	0,0694	0,2053
2	Mentah	0,3637	0,0892	0,1921
3	Mentah	0,3330	0,0535	0,1942
4	Mentah	0,4075	0,0746	0,1859
5	Mentah	0,3148	0,0603	0,1681
6	Mentah	0,3094	0,0455	0,2153
7	Mentah	0,3372	0,0785	0,1633
8	Mentah	0,2950	0,0782	0,1463
9	Mentah	0,2374	0,0725	0,2559
10	Mentah	0,2975	0,0721	0,2417
11	Mentah	0,3372	0,0785	0,1633
12	Mentah	0,2436	0,0985	0,2045
13	Mentah	0,3372	0,0785	0,1633
14	Sedang	0,0715	0,4713	0,5831
15	Sedang	0,0798	0,4880	0,6687
16	Sedang	0,0717	0,4600	0,6604
17	Sedang	0,0752	0,4757	0,6667
18	Sedang	0,0788	0,4644	0,7058
19	Sedang	0,0744	0,4742	0,6771
20	Sedang	0,0751	0,4784	0,7345
21	Matang	0,0618	0,3012	0,5486
22	Matang	0,0636	0,2967	0,6772
23	Matang	0,0608	0,3325	0,5198
24	Matang	0,0511	0,2052	0,5755
25	Matang	0,0575	0,3035	0,4758
26	Matang	0,0590	0,3332	0,5119
27	Matang	0,0651	0,2947	0,5143

No	Kelas	Hue	Saturation	Value
28	Matang	0,0502	0,2520	0,5348
29	Matang	0,0549	0,2914	0,5254
30	Matang	0,0581	0,2899	0,6469

Hasil ekstraksi ciri untuk seluruh data uji tersebut kemudian dijadikan sebagai nilai masukan dalam proses klasifikasi menggunakan jaringan saraf tiruan. Hasil perhitungan distribusi normal pada data uji pertama ditunjukkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil perhitungan distribusi normal pada data uji

No	Kelas	Hue	Saturation	Value
1	Dark	0,0077	0,4648	$6,8671 \times 10^{-5}$
2	Light	1,0000	0	$4,4384 \times 10^{-29}$
3	Medium	1,0000	$3,3041 \times 10^{-8}$	$4,6211 \times 10^{-7}$

Sehingga akurasi yang diperoleh adalah 90%.

Berdasarkan hasil tersebut, tampak bahwa akurasi yang dihasilkan cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan pada penelitian ini dapat diimplementasikan dengan baik untuk menganalisa tingkat kematangan dan menganalisa kualitas citra pisang.

4. Simpulan dan Saran

Pada penelitian ini telah dilakukan analisis tingkat kematangan dan kualitas buah pisang menggunakan teknik pengolahan citra digital. Sistem dikembangkan untuk mengklasifikasi tingkat kematangan pisang yang terdiri atas tiga kelas kategori yaitu mentah, sedang, dan matang. Sistem analisis yang dikembangkan dibagi menjadi dua tahapan yaitu tahapan pelatihan dan tahapan pengujian. Pengolahan citra diawali dengan membaca citra rgb, me-resize ukuran citra, mengkonversi citra RGB menjadi citra grayscale, melakukan segmentasi dengan metode thresholding, melakukan ekstraksi ciri berdasarkan bentuk, tekstur, dan warna, serta proses terakhir yaitu melakukan klasifikasi menggunakan analisis jaringan saraf tiruan. Berdasarkan hasil penelitian pada analisis tingkat kematangan buah pisang diperoleh akurasi pelatihan tertinggi sebesar 100% dan akurasi pengujian tertinggi sebesar 100%. Sedangkan pada analisis kualitas pisang diperoleh akurasi pelatihan tertinggi sebesar 87,5% dan akurasi pengujian tertinggi sebesar 90%. Akurasi tersebut menunjukkan bahwa metode yang dikembangkan pada penelitian ini cukup baik dalam menganalisis tingkat kematangan dan kualitas buah pisang. Sistem yang dikembangkan juga dibuat dalam tampilan antarmuka sehingga memudahkan pengguna dalam pengoperasian.

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan beberapa hal untuk pengembangan sistem analisis tingkat kematangan dan kualitas buah pisang diantaranya, mengembangkan algoritma segmentasi, ekstraksi ciri, dan klasifikasi sehingga diperoleh sistem yang memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dan mengembangkan prototype analisis tingkat kematangan dan kualitas buah pisang dengan divalidasi oleh pakar.

Daftar Pustaka

- [1] Amatullah, L., Ein, I., & Santoni, M. M. (2021). Identifikasi Penyakit Daun Kentang Berdasarkan Fitur Tekstur dan Warna Dengan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. In *Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer dan Aplikasinya (SENAMIKA) Jakarta-Indonesia*. <https://www.kaggle.com/>

- [2] Barrios, A.G., Lopez, R.A.B., Garcia, E.R., Ayala, M.T. and Zarazua, M.S., 2011. *Tomato Quality Evaluation With Image Processing : A Review*. *Journal Agriculture Research*. 6(14), 3333-3339.
- [3] Alvansga, E. (2019). *Texture Recognition Using Glcm Method*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma. Retrieved from http://repository.usd.ac.id/35558/2/155114015_full.pdf
- [4] Asmara, R. A., & Heryanto, T. A. (2019). Klasifikasi Varietas Biji Kopi Arabika Menggunakan Ekstraksi Bentuk dan Tekstur. *Seminar Informatika Aplikatif (SIAP)*, 316–322. Retrieved from <http://jurnalti.polinema.ac.id/index.php/SIAP/article/view/581>
- [5] Condori, R. H. M., Humari, J. H. C., Portugal-Zambrano, C. E., Gutiérrez-Cáceres, J. C., & Beltrán-Castañón, C. A. (2014). Automatic classification of physical defects in green coffee beans using CGLCM and SVM. *Proceedings of the 2014 Latin American Computing Conference, CLEI 2014*, (January 2017). <https://doi.org/10.1109/CLEI.2014.6965169>
- [6] Karunia Ayuningsih, & Yuita Arum Sari. (2019). Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputere-ISSN: 2548-964XVol. 3, No. 4, April 2019, hlm. 3166-3173<http://j-ptiik.ub.ac.id>Fakultas Ilmu KomputerUniversitas Brawijaya 3166Klasifikasi Citra Makanan Menggunakan HSV Color Momentdan Local Binary Patterndengan NaïveBayes Classifier. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(4), 3166–3173.
- [7] Ndala.S, Antoso.A.J., Suyoto, 2018. *Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Pinang Menggunakan Backpropagation dan Transformasi Ruang Warna*. *Jurnal Ilmu Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*. Vol 4.