

Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan

Alfian Firlansyah
Universitas Negeri Makassar
Makassar, Indonesia
alfianfirlansyah1829@student.unm.ac.id

Andi Baso Kaswar
Universitas Negeri Makassar
Makassar, Indonesia
a.baso.kaswar@unm.ac.id

Andi Akram Nur Risal
Universitas Negeri Makassar
Makassar, Indonesia
akramandi@unm.ac.id

Abstract— Pepaya merupakan salah satu jenis buah kaya nutrisi yang banyak memberikan manfaat bagi kesehatan. Warna memungkinkan sebuah objek dapat dikenali dan diidentifikasi dengan baik. Sebelumnya telah banyak penelitian yang serupa. Namun dari beberapa penelitian sebelumnya, nilai keakuratan dalam klasifikasinya masih kurang akurat yang dikarenakan menggunakan proses dan metode yang kurang tepat. Sehingga diperlukan sistem pengolahan citra digital menggunakan kecerdasan buatan yang dapat mengklasifikasi tingkat kematangan pada buah pepaya dengan menggunakan metode dan proses yang tepat. Pada penelitian ini, kami mengusulkan Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. Dengan menggunakan 90 dataset citra pepaya RGB. Proses dan metode yang diusulkan yaitu, akuisisi citra, tahap preprocessing, tahap segmentasi dengan metode otsu, operasi morfologi, kemudian tahap klasifikasi dengan jaringan saraf tiruan. Sehingga pada pengujian dan pelatihan berdasarkan klasifikasi menghasilkan nilai akurasi sebesar 100%. Diharapkan sistem ini dapat membantu pekebun dalam mengklasifikasi tingkat kematangan buah pepaya dan terciptanya pengembangan teknologi budidaya dalam peningkatan produktivitas pepaya.

Kata kunci — *Klasifikasi, Pepaya, Warna, Jaringan Syaraf Tiruan*

I. PENDAHULUAN

Pepaya merupakan salah satu jenis buah kaya nutrisi yang banyak memberikan manfaat bagi kesehatan. Kandungan gizi tertinggi yang ada pada buah pepaya adalah vitamin A. Pepaya juga sebagai buah klimakterik yang biasanya dipanen dan didistribusikan dalam kondisi belum matang dengan tingkat ketuaan yang bervariasi [1]. Dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya mengkonsumsi buah pepaya akan berdampak meningkatnya permintaan terhadap buah pepaya sehingga pemasokan pepaya juga harus ditingkatkan. Maka, perlunya pengembangan budidaya dan peningkatan produktivitas pepaya.

Warna memungkinkan sebuah objek dapat dikenali dan diidentifikasi dengan baik. Terdapat banyak jenis warna yang dilihat oleh mata manusia dalam membedakan antar objek. Berbagai jenis warna tersebut dapat diklasifikasikan sehingga memudahkan dalam mengidentifikasi objek. Misalnya dalam membedakan tingkat kematangan buah. Pada umumnya, dalam membedakan tingkat kematangan buah pepaya dapat ditentukan hanya dengan melihat warna buahnya. Namun mata manusia terkadang tidak akurat yang dikarenakan berbagai faktor seperti, faktor usia yang membuat berkurangnya fokus penglihatan pada manusia, membutuhkan tenaga lebih banyak untuk membandingkan antar objek, tingkat persepsi manusia yang berbeda-beda.

Berkaitan dengan fakta-fakta yang ada, maka diperlukan sistem yang dapat mengklasifikasi tingkat kematangan pada buah pepaya. Seperti yang telah diketahui, perkembangan ilmu pengetahuan yang sangat pesat terutama di bidang kecerdasan buatan. Dengan menggunakan kecerdasan buatan yang disandingkan dengan pengolahan citra digital, dapat menghasilkan sistem yang dapat mengklasifikasi tingkat kematangan pada buah pepaya.

Penelitian mengenai sistem mengidentifikasi suatu objek dengan berbagai metode pengolahan citra telah ada sebelumnya seperti, metode K-Nearest Neighbor [2], Bhattacharyya Coefficient (BC) [3], Jaringan Syaraf Tiruan [4].

Penelitian mengenai sistem klasifikasi jenis tanaman hias daun philodendron menggunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN) berdasarkan nilai hue, saturation, value (HSV). Dengan keakuratan 92% yang dimana terdapat 4 data citra uji yang tidak sesuai dengan kategori yang dikarenakan intensitas cahaya citra yang berbeda dengan data latih [2]. Selanjutnya, penelitian mengenai klasifikasi citra buah berbasis fitur warna HSV yang telah dinormalisasi dan similarity dari citra training dengan citra target dengan menggunakan metode Bhattacharyya Coefficient dengan menghasilkan nilai akurasi sebesar 94%, dimana SVM mampu melakukan klasifikasi secara akurat terhadap jenis buah yang telah ditraining menggunakan klasifikator SVM. Namun, sering terjadi kesalahan dalam proses klasifikasi terhadap jenis buah dengan warna yang relatif sama [3]. Lalu, penelitian identifikasi jenis tumbuhan menggunakan citra daun berbasis jaringan saraf tiruan (artificial neural networks) dengan 4 jenis nama daun seperti daun bougenvillea, daun Geranium, daun Magnolia Soulangeana, daun pinus. Dari hasil penelitian ini memiliki persentase keberhasilan sebesar 93,6% berhasil terdeteksi dan 6,4% tidak berhasil terdeteksi [4].

Selain identifikasi objek, ada pula penelitian mengenai klasifikasi mutu pepaya berdasarkan ciri tekstur GLCM menggunakan JST. Fitur tekstur yang diekstrak meliputi nilai energy, entropy, kontras, homogeneity, invers difference moment, variance, dan dissimilarity yang didapatkan berdasarkan GLCM. Fitur-fitur tersebut dijadikan sebagai input pada algoritma pelatihan jaringan saraf tiruan backpropagation. Fitur energy dan entropy mengalami overlap yang paling kecil. Proses pengujian klasifikasi pada data uji

menggunakan fitur energy dan entropy menghasilkan tingkat akurasi 96.79%. Fitur Energi, Entropi, Kontras, Homogenitas, Idm, Variance, Dissimilarity mengalami overlap yang sangat tinggi sehingga menghasilkan tingkat akurasi hanya 33.33% [4][5].

Ada pula penelitian mengenai identifikasi tingkat kematangan berdasarkan fitur warna pada buah dengan berbagai metode pula seperti, K-Nearest Neighbor [2][6], transformasi ruang warna HSI [7][8], multi-SVM [9] dan Jaringan Syaraf Tiruan [4][5][10].

Penelitian mengenai klasifikasi jeruk nipis terhadap tingkat kematangan buah berdasarkan fitur warna menggunakan K-Nearest Neighbor. Pada klasifikasi ini akan menentukan tingkat kematangan jeruk nipis berdasarkan warna kulit dengan K-Nearest. nilai K yang dipergunakan yakni 9, 7, 5, 3 serta 1 untuk menguji coba pencarian jarak Euclidean distance dan cityblok distance pada citra. Dari 25 data citra uji, akurasi terbaik sebesar 92% saat menggunakan euclidean distance dengan nilai k=7 dan k=3. Sedangkan menggunakan cityblock distance akurasi hanya sebesar 88% dengan nilai k=3 dan k=1. Hasil klasifikasi metode K-Nearest Neighbor menggunakan Euclidean distance dengan nilai k=7 dan k=3 menunjukkan bahwa akurasinya lebih baik [6].

Selanjutnya, penelitian mengenai deteksi kematangan buah tomat berdasarkan fitur warna menggunakan metode transformasi ruang warna HSI. Hasil dari klasifikasi kematangan dapat dilihat pada masing-masing pengujian dengan nilai presentase 94,28571429 [7]. Dan Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HSI. Dari 20 sampel buah dengan dihitung nilai rata-rata maksimal dan minimal H dan S diperoleh akurasi kesesuaian sebesar 85% [8].

Kemudian, penelitian klasifikasi level kematangan buah tomat berdasarkan fitur warna menggunakan multi-svm. Presentase yang diperoleh adalah 77,84% dengan fungsi kernel RGB. Sedangkan pada tahap klasifikasi KNN menggunakan k=3 dengan persentase 77,79%. Sehingga penggunaan metode multi-SVM dan KNN memiliki tingkat akurasi yang hampir sama, dengan nilai klasifikasi multi-SVM lebih tinggi dari pada KNN [9].

Adapun penelitian dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan untuk mengklasifikasi tingkat kematangan buah yang telah ada sebelumnya yaitu, penelitian mengenai identifikasi kematangan buah tomat berdasarkan warna menggunakan metode JST. Tingkat keberhasilan identifikasi buah tomat yang didapatkan menggunakan metode pembelajaran perceptron dengan tingkat keberhasilan 43,44%. Dari hasil identifikasi yang diperoleh menghasilkan 3 output yaitu mentah 10%, setengah matang 6,66%, dan matang 26,66% [10].

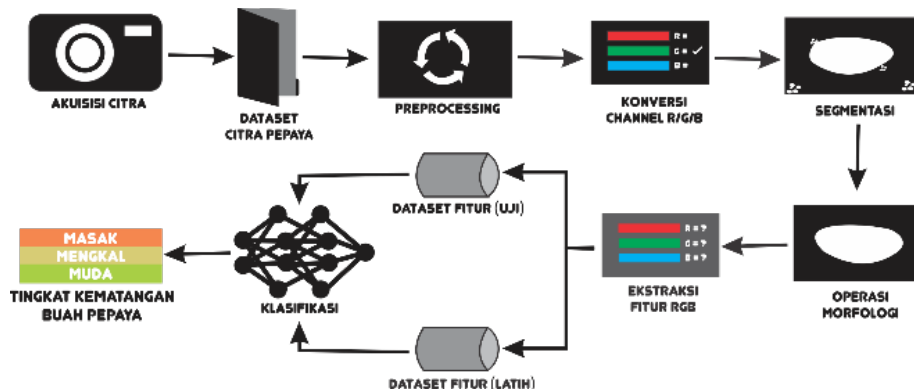
Dari beberapa penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, nilai keakuratan dalam klasifikasinya masih kurang akurat yang dikarenakan menggunakan metode dan proses yang kurang tepat dan diketahui bahwa besar kemungkinan untuk menggunakan kecerdasan buatan yang disandingkan dengan pengolahan citra digital dalam mengklasifikasi tingkat kematangan pada buah pepaya berdasarkan fitur warna dengan menggunakan metode dan proses yang tepat. sehingga dapat membantu pekebun dalam mengklasifikasi tingkat kematangan dengan lebih akurat.

Pada penelitian ini, kami mengusulkan Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. dengan menggunakan metode dan proses yang tepat. Klasifikasi tingkat kematangan yang terdiri dari 3 tingkat kematangan yaitu, muda, mengkal, dan masak. Metode yang diusulkan dengan 4 tahap metode yaitu, akuisisi citra, preprocessing, segmentasi dengan metode ostu, operasi morfologi, dan klasifikasi dengan jaringan syaraf tiruan.

Tujuan dari penelitian ini adalah terciptanya pengembangan teknologi budidaya pepaya dan peningkatan produktivitas dengan menggunakan sistem kecerdasan buatan yang disandingkan dengan pengolahan citra digital agar memudahkan para pekebun dalam mengklasifikasi tingkat kematangan pada buah pepaya.

II. METODE

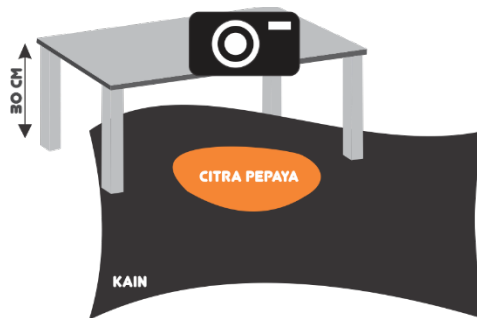
Metode dalam penelitian ini terdiri dari tahap pengambilan dataset citra (akuisisi citra) hingga tiga tahapan utama yaitu: preprocessing, segmentasi, klasifikasi. Pada tahap preprocessing akan diterapkan operasi konversi channel red, green, dan blue, tahap segmentasi dengan metode otsu, operasi morfologi dengan dilasi, erosi, closing, hole filling, area open, dan area objek, kemudian tahap klasifikasi dengan jaringan saraf tiruan berdasarkan Gambar 1.



Gambar 1 Bagan Tahap Klasifikasi

A. *Akuisisi Citra*

Pada akuisisi citra dilakukan proses pengambilan citra dimana dari citra analog dikonversi kedalam citra digital menggunakan kamera. Proses pengambilan citra dengan menggunakan kamera handphone sebagai perangkat pengambilan citra, kain hitam sebagai background pada citra, dan meja dengan tinggi 30cm seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Tahap Akuisisi Citra

B. *Preprocessing*

Pada tahap preprocessing diawali dengan membaca citra pepaya dengan menggunakan 3 tingkat kematangan yaitu, muda, mengkal, masak dengan background berwarna hitam. Selanjutnya, mengkonversi channel pada citra Red, Green, dan Blue. lalu tentukan channel yang cocok dengan citra yang akan dijadikan sebagai acuan pada tahap segmentasi. Pada tahap ini channel green yang sangat cocok untuk dijadikan acuan di setiap citra pada tingkat kematangan muda, mengkal, dan masak.

C. *Segmentasi*

Pada tahap segmentasi akan membagi dua area citra digital yakni area objek dan area bukan objek (background) dengan menggunakan metode otsu. Dimana citra grayscale pada channel green akan diolah pada tahap segmentasi ini. Berdasarkan histogram dari citra grayscale inilah kemudian metode Otsu Thresholding diterapkan (Otsu, 1979).

Metode otsu melakukan analisis diskriminan dengan menentukan suatu variable dengan membedakan antara dua atau lebih kelompok secara alami (Purba, D. 2010).

Dalam menentukan threshold (t) yang dimana nilai k berkisar antara 0 sampai 255. Diawali dengan mencari probabilitas setiap piksel pada intensitas k didapatkan dengan persamaan 1:

$$P_{(k)} = \frac{nk}{N} \tag{1}$$

Dimana, nk ialah jumlah pixel dengan intensitas I, dan N adalah jumlah total dari keseluruhan pixel pada citra. Setelah didapatkan nilai probabilitas setiap intensitas, selanjutnya menghitung jumlah kumulatif $\omega(km)$ digunakan persamaan berikut:

$$\omega(km) = \sum_{k=0}^{km} P_{(k)} \tag{2}$$

Selanjutnya menghitung rata-rata kumulatif $\mu(km)$.

$$\mu(km) = \sum_{k=0}^{km} k \cdot P_{(k)} \tag{3}$$

Kemudian dengan persamaan 4, hitung rata-rata intensitas menyeluruh (μT).

$$\mu T = \sum_{k=0}^L k \cdot P_{(k)} \tag{4}$$

Nilai ambang t ditentukan dengan memaksimumkan persamaan:

$$\sigma_B^2(t^*) = \max(\sigma = \frac{2}{B}(t)) \tag{5}$$

Dengan

$$\sigma_B^2(t) = \frac{[\mu T \omega(t) - \mu(t)]^2}{\omega(t)[1 - \omega(t)]} \tag{6}$$

Berdasarkan nilai yang diperoleh dari varian pada setiap tingkat keabuan. Kemudian diurutkan dan dipilih nilai varian tertinggi yang akan dijadikan sebagai nilai ambang. Setelah memperoleh nilai threshold tersebut maka citra grayscale dibagi menjadi dua area yaitu, objek dan background. Adapun ketidaksempurnaan dalam memperoleh area tersebut sehingga perlunya operasi morfologi agar memperoleh bagian objek dan background yang lebih akurat.

D. *Operasi Morfologi*

Pada operasi morfologi dilakukan proses penggabungan area background menjadi objek maupun sebaliknya. Adapun operasi morfologi yang akan digunakan dalam klasifikasi ini yaitu, dilasi, erosi, closing, hole filling, area open, dan area objek. Hasil dari operasi morfologi ini diharapkan memperoleh hasil segmentasi yang lebih akurat dalam membandingkan area background dan objek.

E. Ekstraksi Fitur Warna RGB

Pada tahap ekstraksi fitur digunakan ekstraksi fitur warna RGB. Berdasarkan hasil segmentasi beserta operasi morfologi sebelumnya, telah diperoleh area objek pada citra pepaya. Selanjutnya, khusus untuk area objek tersebut dilakukan proses pengekstrakan fitur red, green dan blue. Setiap channel kemudian dicari nilai meannya. Nilai mean inilah kemudian yang akan digunakan sebagai inputan pada jaringan syaraf tiruan sebagai acuan nilai mean untuk 3 tingkat kematangan buah pepaya yaitu muda, mengkal, dan masak.

F. Operasi Morfologi

Pada operasi morfologi dilakukan proses penggabungan area background menjadi objek maupun sebaliknya. Adapun operasi morfologi yang akan digunakan dalam klasifikasi ini yaitu, dilasi, erosi, closing, hole filling, area open, dan area objek. Hasil dari operasi morfologi ini diharapkan memperoleh hasil segmentasi yang lebih akurat dalam membandingkan area background dan objek.

G. Klasifikasi

Pada operasi morfologi dilakukan proses penggabungan area background menjadi objek maupun sebaliknya. Adapun operasi morfologi yang akan digunakan dalam klasifikasi ini yaitu, dilasi, erosi, closing, hole filling, area open, dan area objek. Hasil dari operasi morfologi ini diharapkan memperoleh hasil segmentasi yang lebih akurat dalam membandingkan area background dan objek.

H. Klasifikasi

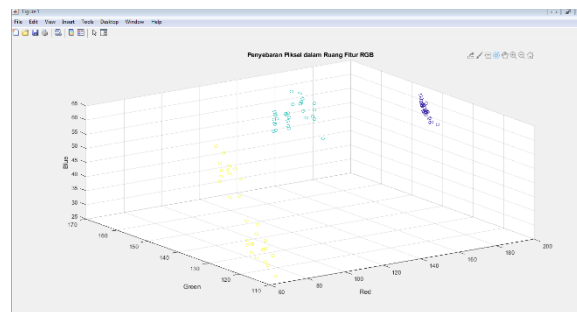
Setelah semua nilai fitur citra data latih dan data uji diperoleh maka selanjutnya adalah tahap klasifikasi. Klasifikasi yang digunakan ialah jaringan syaraf tiruan ini bekerja melalui proses secara iterative dengan menggunakan sekumpulan contoh data latih dan data uji, membandingkan nilai mean dengan prediksi dalam bentuk jaringan pada setiap citra. Sehingga, sistem dapat mengklasifikasi tingkat kematangan buah pepaya berdasarkan citranya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini terdapat 2 dataset citra yaitu, citra latih pepaya dan citra uji pepaya. Pada citra latih pepaya terdiri dari masing-masing 30 data citra pada buah pepaya muda, mengkal, dan masak. Sedangkan, pada citra uji pepaya terdiri dari masing-masing 10 data citra pada buah pepaya muda, mengkal, dan masak. Citra pada setiap dataset berupa citra RGB dengan ukuran 4032 x 2268px.

Hasil pengujian setelah citra melalui tahap klasifikasi yaitu, metode jaringan syaraf tiruan pada pelatihan dan pengujian memperoleh akurasi sebesar 100% yang berarti sistem dapat mengklasifikasi tingkat kematangan pepaya menggunakan JST dengan sangat akurat.

Berdasarkan pelatihan tersebut, jika dilihat representasi penyebaran piksel dalam ruang fitur RGB pada data latih seperti pada gambar 3, dapat dilihat bahwa penyebarannya terbagi menjadi 3 tingkat kematangan yaitu muda, mengkal, dan masak masing-masing berisikan 30 citra.



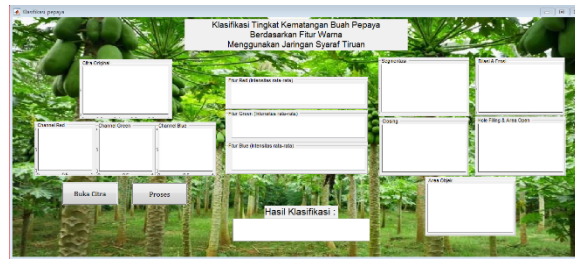
Gambar 3 Penyebaran Piksel dalam Ruang Fitur RGB

Dikarenakan jumlah citra berdasarkan tingkat kematangan sesuai dengan hasil pelatihan sehingga memperoleh nilai akurasi 100% menggunakan persamaan (7).

$$Akurasi = \frac{cs}{tc} * 100\% \quad (7)$$

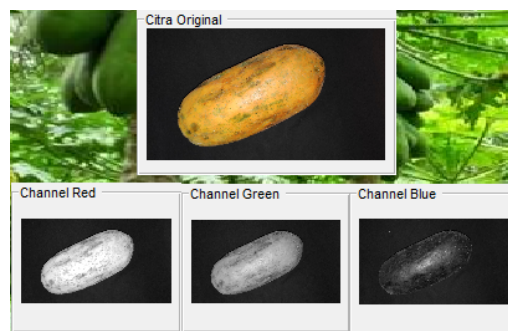
Dimana cs adalah jumlah citra dan tc adalah total keseluruhan citra.

Pada Gambar 4 menampilkan GUI klasifikasi pepaya dengan menampilkan hasil dari setiap tahap yang dimana diawali dengan memilih citra yang ingin di uji dengan tombol buka citra lalu GUI akan menampilkan citra yang dipilih pada axes1 lalu pada tombol proses akan mengolah citra yang telah dipilih dan GUI akan menampilkan hasil dari setiap tahap. Tahap yang di tampilkan pada GUI yaitu, konversi channel citra RGB, segmentasi, dilasi, erosi, closing, hole filling, area open, area objek, rata-rata fitur RGB, dan hasil klasifikasi.



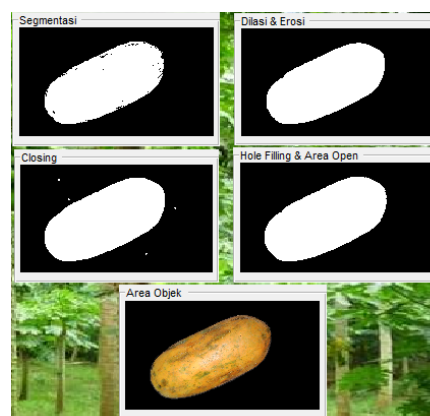
Gambar 4 Tampilan GUI Klasifikasi Pepaya

Dengan mengkonversi channel RGB citra menampilkan seperti pada Gambar 5 yang dimana dari setiap perwakilan citra dapat disimpulkan channel green yang sangat cocok dijadikan sebagai acuan pada tahap segmentasi.



Gambar 5 Konversi Channel RGB Citra

Dengan operasi morfologi dilasi, erosi, closing, hole filling, area open, dan area objek menghasilkan area objek dan background yang lebih akurat seperti pada Gambar 6. Pada area objek akan diambil nilai mean RGB untuk di klasifikasi.



Gambar 6 Operasi Morfologi Citra

Berdasarkan Tabel 1, data yang diperoleh dari hasil klasifikasi pepaya dengan nilai mean red, green, dan blue. Pada dataset terdapat 90 citra pepaya RGB yang terdiri dari 30 citra pepaya muda, 30 citra pepaya mengkal, dan 30 citra pepaya masak. Masing-masing citra tersebut diuji kembali dengan GUI berdasarkan pada JST yang telah dilatih dan diuji sebelumnya sehingga menghasilkan klasifikasi yang sangat akurat dengan nilai akurasi sebesar 100% menggunakan persamaan (7). Hasil akurasi tersebut diperoleh karena menggunakan proses dan metode yang tepat. Proses dan metode yang tepat yaitu, proses akuisi citra dengan menghasilkan citra yang baik, tahap preprocessing dengan menentukan channel green sebagai acuan terbaik, tahap segmentasi dengan metode otsu beserta operasi morfologinya sehingga menghasilkan area objek dan background yang akurat, dan tahap klasifikasi dengan jaringan syaraf tiruan.

Tabel 1 Hasil Klasifikasi

Nama Citra	Jumlah			Akurasi
	Citra	Sesuai	Error	
Pepaya Masak	30	30	0	33.3%
Pepaya Mengkal	30	30	0	33.3%
Pepaya Muda	30	30	0	33.3%

Total	90	90	0	100%
-------	----	----	---	------

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini kami menggunakan 90 dataset citra pepaya RGB yang terdiri dari 30 citra pepaya muda, 30 citra pepaya mengkal, dan 30 citra pepaya masak dengan mengusulkan proses dan metode yang tepat. Proses dan metode yang tepat menurut penulis yaitu, akuisisi citra, tahap preprocessing dengan operasi konversi channel red, green, dan blue, tahap segmentasi dengan metode otsu, operasi morfologi dengan dilasi, erosi, closing, hole filling, area open, dan area objek, kemudian tahap klasifikasi dengan jaringan saraf tiruan. Sehingga menghasilkan klasifikasi yang sangat akurat dengan nilai akurasi sebesar 100%.

Adapun saran untuk penelitian berikutnya adalah agar menghindari hasil klasifikasi yang tidak akurat dikarenakan misalnya citra yang diuji bukan pepaya maka perlu adanya penelitian yang dapat mengklasifikasi tingkat kematangan pada buah pepaya berdasarkan bentuk dan penelitian yang menggunakan metode klasifikasi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darmawati, E., Sutrisno, K., & Tawakal, M. I. (2018). Perlakuan Pematangan Buatan pada Pepaya (*Carica papaya L.*) Varietas IPB 9 untuk Perbaikan Sistem Distribusi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(2), 101-111.
- [2] Syahid, D., Jumadi, J., & Nursantika, D. (2016). Sistem Klasifikasi Jenis Tanaman Hias Daun *Philodendron* Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) Berdasarkan Nilai Hue, Saturation, Value (HSV). *Jurnal Online Informatika*, 1(1), 20-23.
- [3] Meiriyama, M. (2018). Klasifikasi Citra Buah berbasis fitur warna HSV dengan klasifikator SVM. *Jurnal Komputer Terapan*, 4(1), 50-61.
- [4] Rahmadewi, R., Purwanti, E., & Efelina, V. (2018). Identifikasi Jenis Tumbuhan Menggunakan Citra Daun Berbasis Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Networks). *Media Elektro*, 38-43.
- [5] Wibowo, F., & Harjoko, A. (2017). Klasifikasi Mutu Pepaya Berdasarkan Ciri Tekstur GLCM Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 3(2), 100-104.
- [6] Paramita, C., Rachmawanto, E. H., Sari, C. A., & Setiadi, D. R. I. M. (2019). Klasifikasi Jeruk Nipis Terhadap Tingkat Kematangan Buah Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan K-Nearest Neighbor. *Jurnal Informatika*, 4(1).
- [7] Pratama, R., Fuad, A., & Tempola, F. (2019). DETEKSI KEMATANGAN BUAH TOMAT BERDASARKAN FITUR WARNA MENGGUNAKAN METODE TRANSFORMASI RUANG WARNA HIS. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 2(2), 81-86.
- [8] Indarto, I., & Murinto, M. (2017). Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS. *JUITA: Jurnal Informatika*, 5(1), 15-21.
- [9] Riska, S. Y., & Subekti, P. (2016). Klasifikasi Level Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Multi-SVM. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 1(1), 39-45.
- [10] Kusumaningtyas, S., & Asmara, R. A. (2016). Identifikasi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST). *Jurnal Informatika Polinema*, 2(2), 72-72.