

## **CLASSIFICATION OF THE LEVEL OF SUGAR CONTENT IN PAPAYA FRUIT BASED ON COLOR FEATURES USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK**

**Andi Aisyah Nurfitri<sup>1</sup>, Adam Indra Kaparang<sup>2</sup>, Muh. Taufik Hidayat<sup>3</sup>, Andi Baso Kaswar<sup>\*4</sup>,  
Dyah Darma Andayani<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Computer Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Makassar, Indonesia  
Email: <sup>1</sup>[aaisyahnurfitri@gmail.com](mailto:aaisyahnurfitri@gmail.com), <sup>2</sup>[adamindra099@gmail.com](mailto:adamindra099@gmail.com),  
<sup>3</sup>[muhtaufikunm17@gmail.com](mailto:muhtaufikunm17@gmail.com), <sup>4</sup>[a.baso.kaswar@unm.ac.id](mailto:a.baso.kaswar@unm.ac.id), <sup>5</sup>[dyahdarma@unm.ac.id](mailto:dyahdarma@unm.ac.id)

(Article received: December 7, 2022; Revision: January 13, 2023; published: December 23, 2023)

### **Abstract**

*Papaya (Carica papaya L) is consumed by many people because it is beneficial for health. Along with increasing consumption or enthusiasts of papaya, the quality of papaya needs to be considered. One of the determining factors of the quality of papaya is its physical characteristics, which can be seen from its color, shape, and texture. Papaya of good quality has a delicious and sweet taste. The sweet taste of papaya is certainly influenced by the sugar content contained in it. However, to determine the sugar content in papaya is only done by human assessment based on its physical characteristics, this assessment is often less accurate. With a system that can determine the sugar content in papaya, it will make it easier for farmers to sort papaya fruit. Therefore, in this study, it is proposed to classify the level of sugar content in papaya based on color features using an Artificial Neural Network. The proposed method consists of 5 stages, namely, image acquisition, preprocessing, segmentation with the Otsu method, morphological operations, and classification with artificial neural networks. The number of papaya datasets used is 300 images which are divided into 3 classes, low class, medium class, and tal class. Based on the results of the tests that have been carried out, an accuracy of 92.85% is obtained for the training data, and for the test data, an accuracy of 100% is obtained. These results indicate that the proposed method can classify the level of sugar content in papaya fruit accurately.*

**Keywords:** *artificial neural networks, classification, color, papaya, RGB*

## **KLASIFIKASI TINGKAT KANDUNGAN KADAR GULA PADA BUAH PEPAYA BERDASARKAN FITUR WARNA MENGGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN**

### **Abstrak**

Pepaya (*carica papaya L*) banyak dikonsumsi masyarakat karena bermanfaat untuk kesehatan. Seiring dengan meningkatnya konsumsi atau peminat dari pepaya, maka kualitas pepaya perlu diperhatikan. Salah satu faktor penentu dari kualitas pepaya adalah ciri fisiknya, dapat dilihat dari warna, bentuk, dan teksturnya. Pepaya dengan kualitas yang baik memiliki rasa yang lezat dan manis. Rasa manis dari pepaya tentunya dipengaruhi oleh kadar gula yang terdapat di dalamnya. Namun, untuk mengetahui kadar gula dalam pepaya hanya dilakukan dengan penilaian manusia berdasarkan ciri fisiknya, seringkali penilaian tersebut kurang akurat. Dengan adanya sistem yang dapat mengetahui kadar gula pada pepaya akan memudahkan petani dalam menyortir buah pepaya. Oleh karena itu pada penelitian ini, diusulkan klasifikasi tingkat kandungan kadar gula dalam buah pepaya berdasarkan fitur warna menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. Metode yang diusulkan terdiri atas 5 tahap yaitu, akuisisi citra, praproses, segmentasi dengan metode otsu, operasi morfologi, dan klasifikasi dengan jaringan saraf tiruan. Jumlah dataset pepaya yang digunakan sebanyak 300 citra yang terbagi menjadi 3 *class*, *class* rendah, *class* sedang, dan *class* tinggi. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil akurasi 92.85% untuk data latih, dan untuk data uji diperoleh akurasi sebesar 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dapat mengklasifikasikan tingkat kandungan kadar gula pada buah pepaya dengan akurat.

**Kata kunci:** *jaringan saraf tiruan, klasifikasi, pepaya, RGB, warna.*

## 1. PENDAHULUAN

Pepaya atau biasa disebut dengan *carica papaya L* adalah salah satu buah yang memiliki banyak manfaat karena vitamin yang terkandung didalamnya. Samson mengemukakan bahwa di dalam kandungan buah pepaya terdapat gula sebesar 10%, serta vitamin A dan C. Diperjelas lagi oleh Villegas tahun 1991, bahwa kandungan utama yang terdapat pada gula yaitu 48.3% *sucrose*, 29.8% *glucose*, dan terakhir 21.9% *fructose*. Diperkirakan 100 gram pepaya mengandung 450 mg vitamin A dan 74 mg vitamin C [1].

Salah satu jenis buah yang tumbuh di daerah tropis adalah pepaya [2]. Pada tahun 2011, total produksi pada buah pepaya di Indonesia berada pada tingkat ke enam diantara Jawa Barat, Jawa Timur, Jawa Tengah, Lampung, dan Nusa Tenggara Timur [1]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, tingkat nilai ekspor pada tahun 2007-2011 berada pada rata-rata pertumbuhan sebesar 5.583% [3]. Banyak buah pepaya yang beredar di pasaran memiliki rasa tidak manis, hal ini disebabkan karena kandungan kadar gula dalam pepaya yang rendah. Penilaian manusia akan kadar gula dalam pepaya sering kali kurang akurat karena hanya mengandalkan penglihatannya. Berdasarkan hal tersebut dapat di simpulkan bahwa penentuan kadar gula dalam pepaya penting untuk dibahas.

Seiring dengan meningkatnya konsumsi atau peminat dari buah pepaya, maka kualitas buah pepaya perlu diperhatikan. Salah satu faktor penentu dari kualitas buah pepaya adalah ciri fisiknya yang dapat dilihat dari warna, bentuk, dan teksturnya. Pepaya dengan kualitas yang baik memiliki rasa yang lezat dan manis. Kadar gula dalam buah pepaya mulai meningkat saat buah mulai matang, hal ini disebabkan karena adanya hidrolisis polisakarida yang menjadi gula, kandungan gula dalam pepaya lebih banyak dibandingkan dengan kandungan asam, hal tersebut menyebabkan rasa manis dalam buah pepaya [4].

Namun, banyak pepaya beredar di pasaran memiliki kadar gula yang rendah. Hal ini disebabkan olah faktor prapanen pepaya, khususnya suhu dan intensitas cahaya. Suhu yang kurang dari 10°C akan menyebabkan penurunan tingkat kemanisan buah pepaya, penurunan pertumbuhan dan ukuran buah pepaya [5].

Selain faktor prapanen, pada pepaya terdapat kloroplas yang di dalamnya berupa pigmen fotosintesis, salah satunya terdiri dari karotenoid. Di dalam karotenoid terdapat pigmen yang melimpah seperti  $\beta$ -karoten, *likopen luiten* dan *zeaxanthin* [6].

Warna kuning, merah dan orange merupakan hasil penyusunan pigmen karotenoid. Kestabilan karotenoid ini terpengaruh dengan konsterasi kadar gula tinggi karena kadar gula yang menyebabkan pigmen karotenoid terdegenerasi [7].

Metode konvensional yang digunakan untuk mengetahui kadar gula dalam pepaya hanya

dilakukan dengan penilaian manusia dimana mata sebagai sensor pengenalnya untuk melihat ciri fisik buah pepaya itu sendiri, namun seringkali penilaian tersebut kurang akurat [8].

Berdasarkan hal tersebut, diperlukan suatu sistem yang mampu mengklasifikasikan tingkat kandungan kadar gula pada buah pepaya. Dengan memanfaatkan *Artificial Intelligence* dan pengolahan citra digital, maka sistem yang mampu mengklasifikasikan tingkat kandungan kadar gula pada buah pepaya dapat dihasilkan.

Sistem untuk melakukan klasifikasi pada objek berbasis pengolahan citra digital dengan menggunakan metode yang berbeda sudah banyak digunakan dalam penelitian sebelumnya seperti, metode jaringan saraf tiruan [9][10][13], metode *K-Nearest Neighbors* [11][14], metode *Fuzzy Mamdani*[12].

Penelitian sebelumnya terkait dengan perkiraan kadar *sucrose* untuk menentukan kematangan pepaya berdasarkan nilai RGB berbasis aplikasi seluler [9]. Penelitian ini menggunakan metode pengolahan citra digital dan jaringan saraf tiruan yang dimana tingkat akurasi yang diperoleh adalah 66.67%. Meskipun akurasi yang dicapai masih tergolong rendah, aplikasi yang dihasilkan penelitian ini berguna untuk menyortir buah pepaya.

Penelitian berikutnya adalah klasifikasi kualitas buah pepaya terhadap karakteristik struktur *Gray-Level Co-occurrence matrix* (GLCM) dengan metode jaringan saraf tiruan [10]. Hasil penelitian ini diperoleh tingkat akurasi sebesar 86.11%. Dalam proses ekstraksi, peneliti menggunakan fitur energi dan entropi dengan tumpang tindih yang paling rendah.

Penelitian berikutnya perkiraan mutu pepaya dilihat dari ciri tekstur *Gray-Level Co-occurrence matrix* (GLCM) dengan menggunakan algoritma *K-Nearest* [11]. Tingkat akurasi yang diperoleh sebesar 88,88%. dengan 32 data uji tetapi terdapat 4 data uji yang tidak dikenali. Dari penelitian tersebut dapat diperoleh hasil akurasi yang cukup baik.

Penelitian lain menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* untuk mengetahui kualitas pepaya *California* [12]. Penelitian ini mencapai tingkat akurasi sebesar 75% jika menggunakan *defuzifikasi centroid*, bisektor dan *mean of maximum*. Sedangkan jika menggunakan metode *defuzzification largest of maximum* dan *smallest of maximum* penelitian ini mencapai akurasi 70%, dan akurasi sebesar 80%-83% jika menggunakan metode *confusion matrix*.

Penelitian selanjutnya untuk mengetahui kematangan buah pepaya dengan metode Jaringan Saraf Tiruan (JST) yang diklasifikasikan dari karakteristik warnanya [13]. Hasil dari penelitian ini diperoleh akurasi dengan nilai 100%. Tetapi dataset yang digunakan pada penelitian ini tidak banyak hanya sekitar 120 citra pepaya.

Penelitian selanjutnya dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbors* (K-NN)

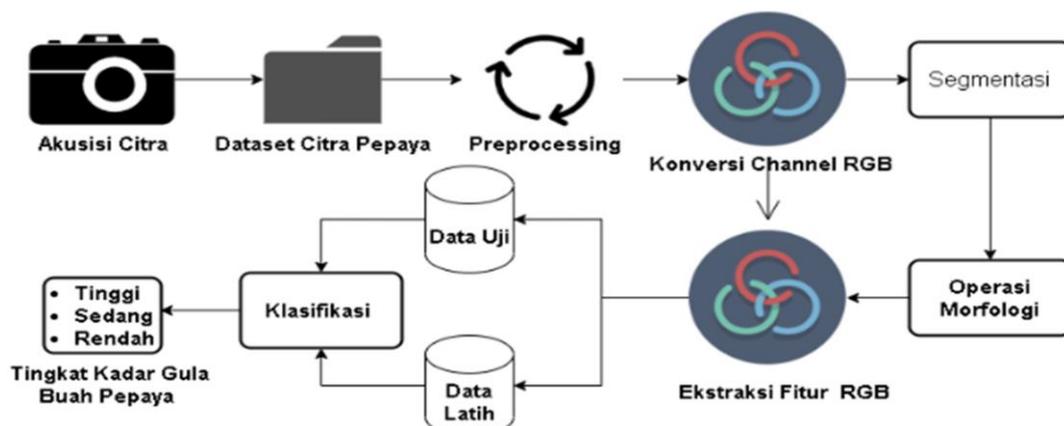
untuk menentukan mutu buah *papaya California* [14]. Pada penelitian ini akurasi yang diperoleh sebesar 86.67%. Hasil akurasi yang diperoleh pada penelitian ini tergolong tinggi, namun dataset yang digunakan masih tergolong sedikit, hanya sekitar 150 citra.

Namun dari penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, nilai akurasi yang diperoleh memiliki rata-rata angka yang tergolong tinggi, tetapi kekurangan pada penelitian tersebut adalah jumlah dataset yang digunakan masih sedikit. Selain itu, berdasarkan pada penelitian terkait di atas, dapat dilihat bahwa penelitian tersebut menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan walaupun dengan fokus yang berbeda yaitu tingkat kematangan atau mutu pada buah pepaya. Pada penelitian - penelitian sebelumnya, belum ada penelitian yang membahas mengenai klasifikasi tingkat kandungan kadar gula pada buah pepaya berdasarkan fitur warna menggunakan Jaringan Saraf Tiruan.

Oleh karena itu, pada penelitian ini diusulkan klasifikasi tingkat kandungan kadar gula pada buah pepaya berdasarkan fitur warna menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. Penelitian ini menggunakan lima tahap metode yakni, tahap pengambilan citra, tahap pra proses, tahap segmentasi menggunakan metode Otsu, operasi morfologi, dan tahap klasifikasi dengan menggunakan jaringan saraf tiruan.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 5 tahap yaitu, tahap pengambilan dataset citra pepaya, praproses, segmentasi, operasi morfologi, dan pengklasifikasian berdasarkan jaringan saraf tiruan, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Metode

### 2.1 Akuisisi Citra

Tahap akuisisi citra bertujuan untuk mengkonversi citra asli pepaya menjadi citra *RGB*. Proses akuisisi citra dilakukan dengan menggunakan

box yang memiliki *background* kain hitam dan dilengkapi dengan lampu di dalamnya agar pencahayaan tetap stabil ketika mengambil citra. Proses pengambilan citra dilakukan dengan menempatkan citra pepaya di dalam box, dan posisi kamera berada pada arah atas citra yaitu  $180^\circ$  dengan jarak antar kamera dan citra yaitu 40 cm.

Kamera yang digunakan dalam proses pengambilan citra yaitu kamera DSLR tipe Canon EOS 1100d dengan resolusi settingan kamera 5184 x 2456 pixel .

Dari kumpulan citra inilah nantinya akan menjadi dataset. Dataset citra pepaya yang dibutuhkan adalah 300 citra pepaya yakni, 100 rendah, 100 sedang, dan 100 tinggi. Penentuan *class* buah pepaya dapat dilihat berdasarkan warnanya, warna yang dominan hijau masuk dalam *class* pepaya dengan kadar gula rendah, kemudian untuk *class* pepaya dengan kadar gula sedang memiliki warna pepaya yang hijau dan kuning pada permukaannya, sedangkan warna pepaya dengan permukaan dominan kuning atau orange termasuk dalam *class* pepaya dengan kadar gula tinggi. Hal tersebut yang menjadi dasar dalam penentuan *class* pada dataset buah pepaya.

### 2.2 Praproses

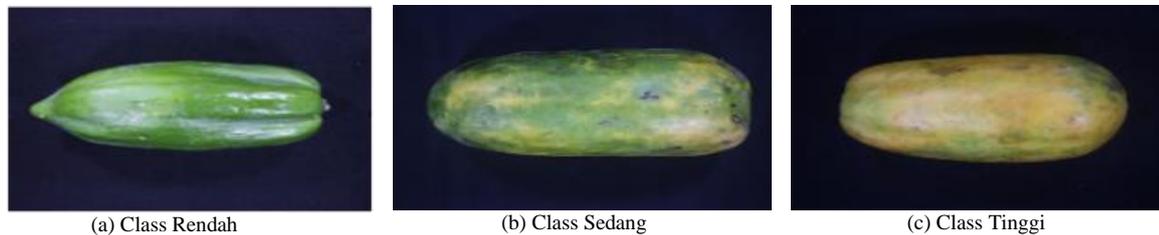
Membaca citra pepaya dengan 3 tingkat klasifikasi kadar gula yakni, tinggi, sedang, dan rendah merupakan langkah awal dari praproses. Kemudian dilanjutkan dengan mengkonversi *channel* pada citra *RGB* agar dapat menentukan *channel* yang sesuai pada citra sebagai patokan dalam proses segmentasi. *Channel* yang sesuai adalah *green* karena *channel* tersebut memiliki tingkat kematangan mentah, sedang, dan matang.

Praproses bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra sehingga memudahkan proses pengenalan sistem terhadap objek [15]. Dalam praproses terdapat tahap perbaikan citra yang dilakukan dengan dua tahap yaitu, dengan

meningkatkan kecerahan dan *contrast*. Pada awal *praprosesing* dilakukan dengan meningkatkan intensitas pixel sebesar 70. Setelah itu, dilakukan peningkatan *contrast* menggunakan intensitas dengan rentang dibawah 30 dan diatas 200 nantinya

Setelah melakukan operasi *dilasi* dan *erosi*, selanjutnya dilakukan operasi *closing* menggunakan *strel* yang telah dibangun sebelumnya.

Tahap selanjutnya dilakukan operasi *hole filling* untuk menutup lubang ada objek jika masih



Gambar 2. Hasil Tahap Akuisisi Citra

setelah diperbaiki akan memiliki nilai baru dengan rentang intensitas 0 hingga 255, lalu intensitas pixel citra akan diturunkan sebesar 100. Rangkaian tahap *praproses* ini bertujuan untuk menghilangkan bagian bukan objek agar JST tidak keliru dalam membaca objek dan juga mencegah hasil segmentasi rusak atau hasil segmentasi pepaya tidak sesuai.

### 2.3 Segmentasi

Segmentasi merupakan proses penentuan ambang batas untuk melabeli area objek dan *background* yang kemudian menghasilkan citra yang nilainya berupa bilangan biner, 0 sebagai hitam dan 1 sebagai putih [16].

Proses segmentasi dilakukan dengan menggunakan metode Otsu dengan citra asli sebagai inputan. Berdasarkan citra tersebut, kemudian pilih salah satu *channel RGB* (*red*, *green*, dan *blue*) untuk dilakukan proses segmentasi. *Channel* yang dipilih pada tahap ini yaitu *channel green* karena *channel green* memiliki tingkat *contrast* paling bagus antara area objek dan *background*.

Output yang dihasilkan dari tahap segmentasi ini adalah untuk mengetahui area objek dan *background* pada citra. Kemudian jika terdapat ketidaksempurnaan dalam memperoleh area, maka memerlukan tahap operasi morfologi agar memperoleh hasil yang lebih akurat.

### 2.4 Operasi Morfologi

Tahap operasi morfologi dilakukan ketika hasil segmentasi yang diperoleh tidak sempurna. Inputan dari tahap morfologi ini berupa hasil segmentasi yang diperoleh pada tahap sebelumnya.

Tahap pertama yang dilakukan dalam operasi morfologi adalah membangun *strel disk* dengan ukuran *strel 1* yaitu 15 pixel dan *strel 2* dengan ukuran 30 pixel.

Kemudian dilanjut dengan melakukan operasi *dilasi* dan *erosi* untuk memperhalus hasil dari citra dan juga menutup lubang pada tepi yang terdapat pada objek.

terdapat lubang yang diperoleh dari tahap sebelumnya, hal ini dilakukan untuk menyempurnakan bentuk objek.

Dan tahap terakhir yaitu menghilangkan objek yang tidak diperlukan (*noise*) agar sistem tidak membaca bahwa terdapat dua objek dalam citra. Berdasarkan tahap-tahap yang telah dilakukan, akan menghasilkan output hasil segmentasi yang bersih.

### 2.5 Ekstraksi Fitur RGB

Setelah melalui tahap segmentasi dan operasi morfologi, maka sudah diketahui yang mana objek dalam citra pepaya. Pada tahap ini dilakukan proses ekstraksi fitur *RGB* khusus pada area objek. Input dari tahap ini adalah ekstraksi sesuai *channel* warna yang ada. Metode yang digunakan pada ekstraksi fitur *RGB* ini yaitu Metode GLCM. Adapun keluaran atau output pada tahap ini yaitu nilai dari hasil ekstraksi fitur warna. Output diperoleh dengan menggunakan nilai *mean* dari tiap *channel* yang ada sebagai masukan dari JST, nilai *mean* tersebut yang menjadi patokan dalam tiga tingkat kadar gula dalam pepaya yakni tinggi, sedang dan rendah.

### 2.6 Klasifikasi

Setelah mendapatkan nilai fitur dari tahap ekstraksi fitur, selanjutnya dilakukan klasifikasi dengan menggunakan JST. Klasifikasi dapat dilakukan dengan cara menggunakan data latih dan data uji sehingga diperoleh akurasi dari hasil data latih dan data uji. Dari hasil akurasi tersebut nilainya akan dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada ekstraksi fitur *RGB* dalam hal ini *channel* yang digunakan adalah *channel G* karena warna *green* ada dalam setiap class pada dataset. Sehingga sistem mampu melakukan klasifikasi tingkat kandungan kadar gula pada pepaya berdasarkan citranya. dengan pengklasifikasian yang terbagi menjadi 3 class yaitu class rendah, sedang, dan tinggi.

Dalam arsitektur JST terdapat yang namanya *hidden layer*. Terdapat dua *hidden layer* yang digunakan dalam JST, *hidden layer* pertama sebanyak 10, sedangkan *hidden layer* kedua

sebanyak 5. Selain menggunakan *hidden layer*, juga digunakan fungsi aktivasi *logsig* dan *trainlm*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memiliki 300 citra buah pepaya sebagai dataset. Dimana dataset terdiri dari 3 *class* yaitu *class* rendah, sedang dan tinggi. Tiap *class* dalam dataset berjumlah 100 citra buah pepaya. Dari 300 citra pepaya yang ada, dilakukan pengelompokan citra untuk data latih dan data uji. Citra data latih dengan total 210 citra yang terdiri atas 70 citra pada masing-masing *class*. Sedangkan untuk data uji dengan total 90 citra yang terdiri atas 30 citra pada tiap-tiap *class*. Citra pada setiap dataset yang ada berupa citra RGB dengan dimensi 5184 x 3456 pixel. Sampel dataset masing-masing *class* hasil akuisisi citra dapat dilihat pada gambar 2.

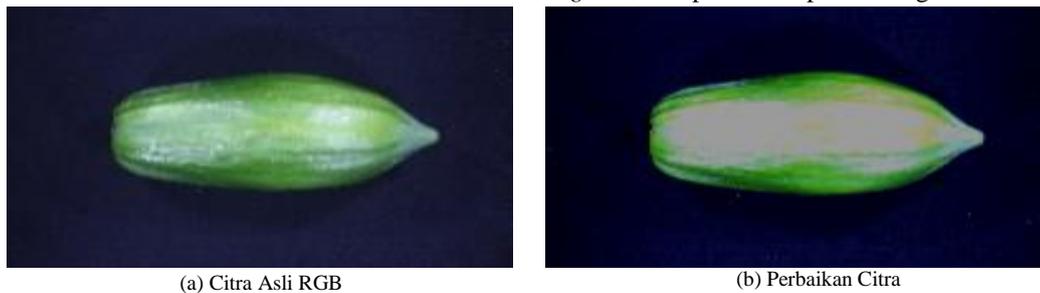
Hasil akuisi citra yang terdapat pada gambar 2 terbagi kedalam 3 bagian yaitu, (a) untuk gambar *class* rendah, (b) untuk gambar *class* sedang, dan (c) untuk gambar pada *class* tinggi. Dapat dilihat perbedaan antara ketiga pepaya pada bagian (a), (b),

*channel* yang sesuai untuk digunakan dalam proses segmentasi. Setelah dikonversi *channel* yang cocok pada citra pepaya yaitu *channel green*, *channel* itulah yang akan digunakan dalam proses segmentasi. Namun, Sebelum masuk ketahap segmentasi, terlebih dahulu dilakukan perbaikan citra dengan meningkatkan kecerahan dan ketajaman pada citra dapat dilihat pada gambar 3.

Hasil praproses yang terdapat pada gambar 3 terbagi kedalam 2 bagian yaitu, (a) untuk citra asli RGB, (b) setelah perbaikan citra dengan meningkatkan kecerahan dan ketajaman pada citra. Dapat dilihat perbedaannya, pada bagian (b) memiliki gambar yang lebih cerah dan tajam sehingga objek dan *background* lebih jelas dibandingkan dengan gambar bagian (a).

Selanjutnya pada proses segmentasi, metode yang digunakan adalah metode otsu karena dengan metode otsu titik potong antar objek dan *background* dapat diketahui dengan mudah.

Proses segmentasi diawali dengan memasukkan citra pepaya dengan *channel* yang terpilih yaitu *green*, output dari proses segmentasi ini untuk



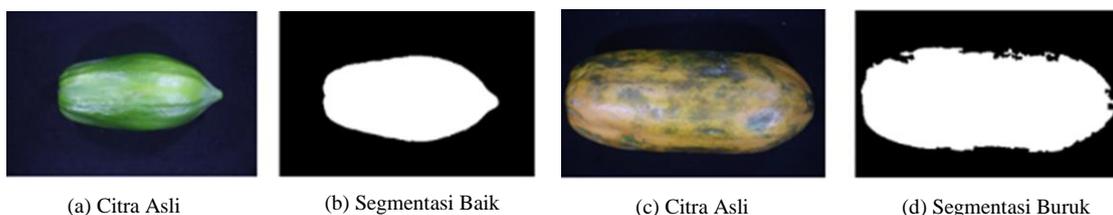
Gambar 3. Hasil Praprosesing Citra

dan (c) dibedakan berdasarkan warnanya, untuk (a) *class* rendah memiliki warna pepaya yang lebih hijau diseluruh permukaannya, (b) *class* sedang memiliki warna pepaya yang hijau tetapi sudah ada sedikit warna kuning dipermukaannya, dan (c) *class* tinggi dengan warna pepaya yang *orange* tetapi masih sedikit memiliki warna hijau dipermukaannya. Berdasarkan warna pepaya yang telah diuraikan diatas akan memberikan nilai fitur yang berbeda berdasarkan warna. Dari penelitian ini pepaya dengan warna yang didominasi kuning dan merah adalah pepaya dengan kadar gula yang tinggi.

Setelah tahap akuisisi citra, dilakukan tahap praproses. Pada Tahap ini dilakukan konversi *channel* pada citra RGB agar dapat menentukan

melabeli area objek dan area *background*. Hasil segmentasi dapat dilihat pada gambar 4.

Terdapat 2 contoh hasil segmentasi pada gambar 4 yaitu, (b) untuk hasil segmentasi yang baik karena *contrast* antara objek dan *background* dari *channel green* yang bagus, sehingga metode otsu yang digunakan dapat memilih titik potong yang paling tepat dapat dilihat citra aslinya pada bagian (a), dan (d) untuk hasil segmentasi yang buruk karena bagian tepi dari objeknya gelap seperti yang dilihat pada bagian (c), sehingga terdapat bagian objek yang terdeteksi sebagai *background*. Hasil segmentasi yang buruk akan mengganggu proses ekstraksi fitur, maka dari itu untuk menyempurnakan hasil segmentasi dilakukanlah operasi morfologi.



Gambar 4. Hasil Segmentasi

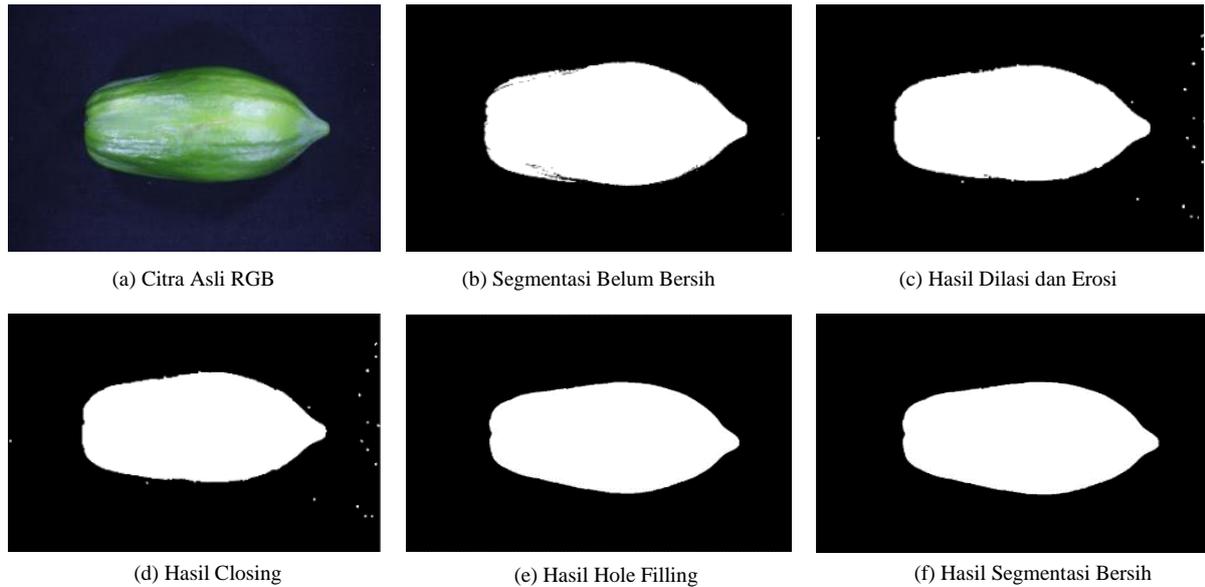
Dari tahap segmentasi yang telah dilakukan, hasil yang diperoleh belum sempurna, maka dari itu dilakukan tahap operasi morfologi. Yang mana prosesnya diawali dengan membangun *strel*. Digunakan 2 *strel* dalam tahap ini *strel* 1 bernilai 15 *pixel* dan *strel* 2 bernilai 30 *pixel*.

Setelah membangun *strel* dilanjutkan dengan operasi *dilasi* dan *erosi* untuk memperhalus citra dan menutup lubang tepi pada objek, lalu dilakukan tahap operasi *closing* dengan *strel*, dilanjutkan dengan *hole filling* untuk menyempurnakan bentuk objek.

seperti pada bagian (e) sehingga bagian objek dan *background* areanya menjadi lebih jelas. Tahap terakhir adalah menghilangkan *noise* yang terdapat pada citra, hasilnya dapat dilihat pada bagian (f).

Setelah dilakukan tahap operasi morfologi, langkah selanjutnya adalah tahap ekstraksi fitur. Dilakukan tiga skenario pengujian untuk mengetahui ekstraksi yang paling bagus terhadap citra.

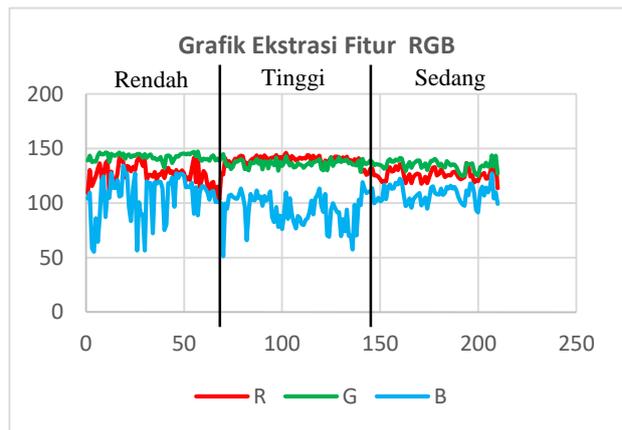
Skenario pertama adalah tahap ekstraksi fitur RGB. Hasilnya dapat dilihat dari grafik yg terdapat pada gambar 6. Pada gambar 6 terdapat grafik yang



Gambar 5. Output Operasi Morfologi

Dan tahap terakhir adalah menghilangkan *noise* pada citra sehingga menghasilkan hasil segmentasi yang bersih. Untuk lebih jelasnya diberikan sampel citra pepaya dengan *class* mentah untuk output metode operasi morfologi, dapat dilihat pada gambar 5.

Pada gambar 5 terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu bagian (a) berupa citra Asli RGB, kemudian bagian (b) berupa hasil segmentasi yang belum bersih, masih terdapat beberapa lubang dalam objek. Untuk itu dilakukan operasi *dilasi* untuk menambah lebar pixel sesuai ukuran *strel* yaitu *strel* pertama 15 pixel kemudian *strel* kedua 30 pixel dan tahap *erosi* memperbaiki tepi pada objek sehingga lubang yang ada pada objek tertutup. Hasilnya dapat dilihat pada bagian (c). Pada hasil operasi *dilasi* dan *erosi* bagian (c) garis tepi pada objek masih belum sempurna karena warna *background* hampir mirip dengan warna objeknya, selain itu terdapat beberapa *noise* pada bagian *background*. Untuk lebih menyempurnakan hasil segmentasi dilakukanlah *closing* (d), hasil dari tahap *closing* pada bagian tepi agak tertutupi tetapi masih sedikit kasar dan masih terdapat *noise* pada *background*. Untuk itu dilakukan tahap *hole filling* dengan nilai yang digunakan adalah 15000 untuk menghilangkan nilai pixel yang dibawah 15000

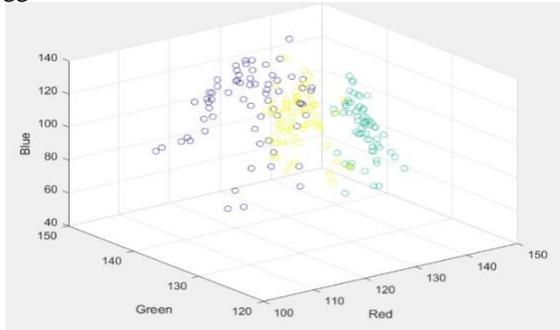


Gambar 6. Grafik Ekstraksi Fitur RGB

memiliki tiga channel warna yaitu R, G dan B.

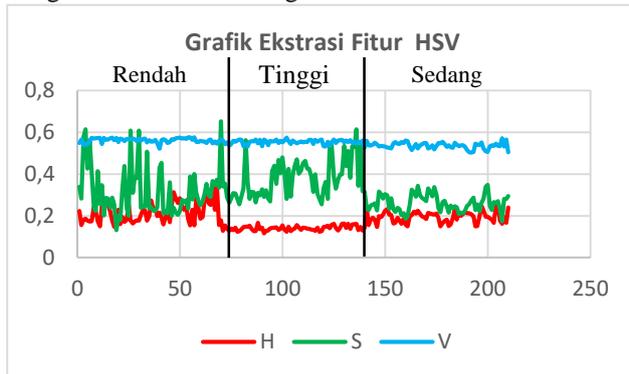
Berdasarkan channel warna R, G, dan B perbedaan grafik tiap citra pepaya dapat dilihat. *Class* pepaya dengan kadar gula tinggi cenderung memiliki nilai *channel* R yang lebih tinggi dibandingkan dengan *class* pepaya dengan kadar gula rendah dan sedang. *Channel* G dan R memiliki nilai grafik yang cenderung sama pada *class* pepaya dengan kadar gula yang tinggi. Pada *channel* B

dapat dilihat bahwa grafiknya cenderung tinggi pada bagian *class* sedang dibandingkan *class* rendah dan tinggi.



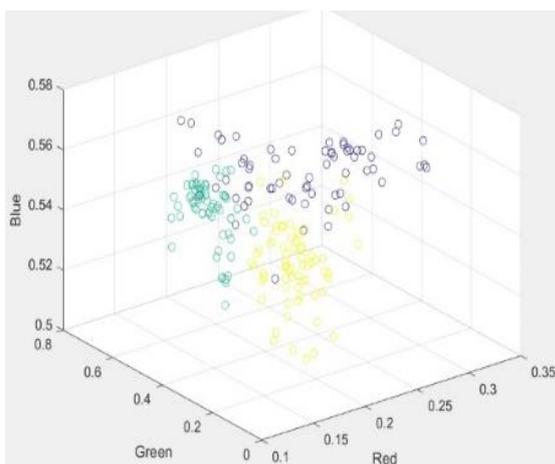
Gambar 7. 3-D Scatter Plot ekstraksi fitur

Skenario kedua yaitu ekstraksi fitur HSV yang grafiknya dapat dilihat pada gambar 8. Pada gambar 8 terdapat grafik yang memiliki tiga nilai *channel* yaitu H, S dan V. Dimana *channel* V memiliki grafik yang cenderung sama dikarenakan setiap citra telah melalui tahap *praprocessing* dimana setiap citra telah diberikan perlakuan yang sama. Nilai H dengan kadar gula tinggi memberikan grafik yang lebih rendah, dibandingkan pada *class* dengan kadar gula rendah dan sedang.



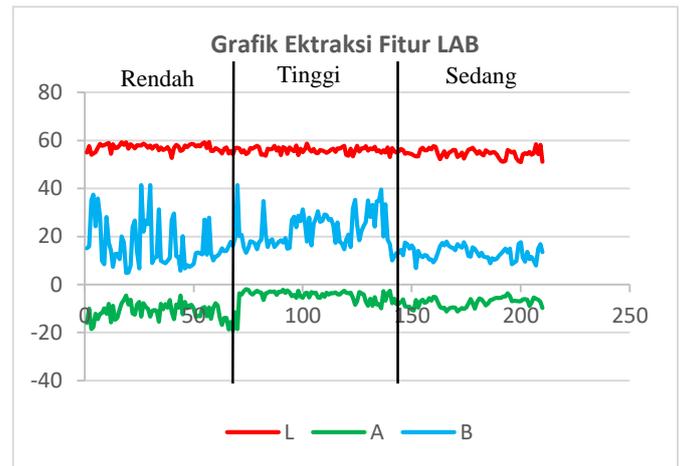
Gambar 8. Grafik Ekstraksi Fitur HSV

gambar 9 dapat dilihat penyebaran terbagi menjadi 3 yaitu dengan tingkat kadar gula rendah, sedang dan tinggi.



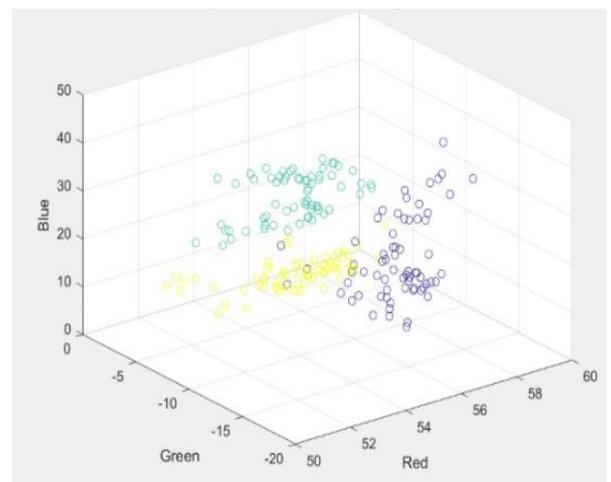
Gambar 9. 3-D Scatter Plot ekstraksi fitur HSV

Skenario ketiga yaitu ekstraksi fitur LAB yang grafiknya dapat dilihat pada gambar 10. Pada gambar 10 terdapat grafik yang memiliki tiga *channel* warna yaitu L, A dan B. Nilai L yang menunjukkan kecerahan pada setiap citra yang memiliki grafik yang cenderung sama dikarenakan setiap citra telah melewati tahap *preprocessing* yang dimana setiap citra mengalami perlakuan yang sama. Pada *channel* A, *class* dengan kadar gula tinggi akan memberikan grafik yang tinggi dibandingkan *class*



Gambar 10. Grafik Ekstraksi Fitur LAB

rendah dan sedang. Berdasarkan grafik tersebut diperoleh *scatter plot* seperti pada gambar 11, *Scatter plot* ini untuk merepresentasikan penyebaran dalam ruang fitur LAB. Pada gambar 11 dapat dilihat penyebaran terbagi menjadi 3 yaitu dengan tingkat kadar gula rendah, sedang dan tinggi.



Gambar 11. 3-D Scatter Plot ekstraksi fitur LAB

Langkah selanjutnya dilakukan proses pelatihan dan pengujian. Proses pelatihan dilakukan dengan tiga skenario yaitu dengan fitur RGB, HSV, dan LAB. Skenario pelatihan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Skenario Pelatihan

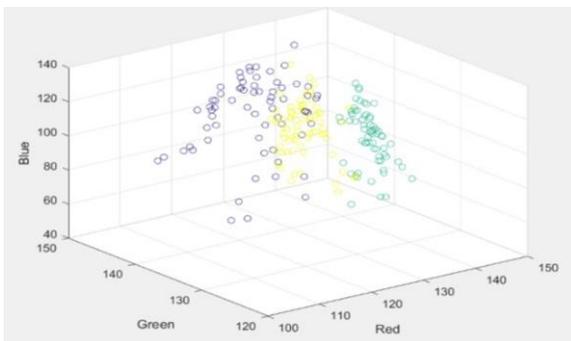
No	Fitur	Jumlah Data	Akurasi	ME	Waktu
1	RGB	70	97.14%	2,86	138.715094
		140	99.28%	0.72	281.234292
		210	92.85%	7.15	419.477452
2	HSV	70	77.42%	22.58	161.747522
		140	90	10	349.477492
		210	87.71%	12.19	493.637238
3	LAB	70	80%	20	349.321561
		140	95%	5	662.072815
		210	94.76%	5.24	1002.095153

Berdasarkan tabel 1, dilakukan tahap pelatihan dengan menggunakan Fitur RGB, HSV dan LAB. Dataset yang digunakan adalah data latih yang terdiri dari 210 citra pepaya didalamnya. Kemudian dataset dibagi menjadi 70, 140, dan 210 citra untuk mengetahui akurasi, *misclassification error* (ME), dan waktu komputasi berdasarkan jumlah dataset yang telah dibagi. Skenario pertama dengan pelatihan pada fitur RGB memperoleh hasil akurasi tertinggi 92.85%, ME sebesar 7.15%, dan waktu komputasi yang dihabiskan adalah 419.47 *seconds*.

Setelah itu dilanjutkan dengan skenario pelatihan pada fitur HSV. Hasil yang diperoleh yaitu akurasi sebesar tertinggi 87.71%, ME sebesar 12.19%, dan waktu komputasi yang dihabiskan adalah 493.63 *seconds*.

Kemudian yang terakhir adalah skenario pelatihan dengan fitur LAB. Pelatihan ini memperoleh hasil akurasi tertinggi 94.76%. ME sebesar 5.24%, dan waktu komputasi yang dihabiskan adalah 1002.09 *seconds*.

Berdasarkan tiga skenario pelatihan yang dilakukan, Fitur RGB menghasilkan akurasi yang paling tinggi yaitu sebesar 92.85% pada 210 citra, 99.28% pada 140 citra dan 97.14% pada 70 citra. Ruang penyebaran objek citra dataset dalam fitur RGB dapat dilihat pada gambar 12.

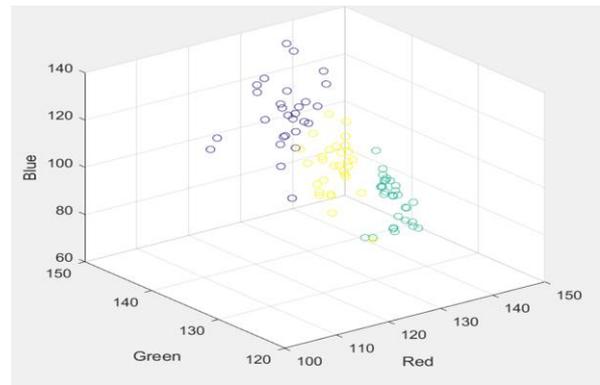


Gambar 12. Penyebaran objek citra dataset dalam Ruang Fitur RGB

Setelah melakukan tahap pelatihan dan diperoleh hasil bahwa fitur RGB yang memiliki akurasi paling tinggi. Maka dilakukan tahap pengujian dengan menggunakan fitur RGB. Hasil

pengujian memperoleh hasil akurasi sebesar 100% dengan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk komputasi sebesar 190.87 *seconds*. Untuk penyebaran objek citra dataset dalam ruang fitur RGB dapat dilihat pada 3-D Scatter Plot ekstraksi fitur RGB yang ada pada gambar 13.

Setelah melalui tahap pelatihan dan pengujian, selanjutnya adalah tahap pengklasifikasian. Tahap



Gambar 13. Penyebaran objek citra dataset dalam Ruang Fitur RGB dengan Data Uji

klasifikasi digunakan dengan metode Jaringan Saraf Tiruan (JST). Data yang digunakan dalam tahap klasifikasi adalah data uji sebanyak 90 citra. Terdiri atas 30 citra untuk class matang, 30 untuk class sedang, dan 30 untuk class mentah. Klasifikasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kadar gula pada buah pepaya. Hasil klasifikasi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Klasifikasi

Tingkat Kadar Gula	Citra Uji	Hasil Klasifikasi		akurasi
		sesuai	error	
Tinggi	30	30	0	100%
Sedang	30	30	0	100%
Rendah	30	30	0	100%
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>100%</b>

#### 4. DISKUSI

Penelitian ini menghasilkan suatu sistem yang dapat mengklasifikasi tingkat kandungan kadar gula pada buah pepaya berdasarkan fitur warna menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. Klasifikasi dilakukan dengan membagi pepaya ke dalam tiga *class* yaitu matang, sedang dan mentah. Pada tahap pelatihan dilakukan tiga skenario pelatihan dengan tiga fitur warna yaitu RGB, HSV dan LAB. Disetiap fitur warna masing-masing dataset dibagi menjadi 70, 140 dan 210. Adapun hasil dari pelatihan yang dilakukan fitur warna RGB memiliki akurasi, *misclassification error* (ME), dan waktu komputasi yang terbaik. Sehingga fitur warna RGB yang digunakan pada tahap pengujian. Didalam tahap pengujian sistem berhasil mendapat akurasi tertinggi

yaitu sebesar 100% dengan estimasi waktu 190.87 seconds.

Pada penelitian sebelumnya terkait dengan perkiraan kadar *sucrose* untuk menentukan kematangan pepaya berdasarkan nilai RGB dengan akurasi yang diperoleh adalah 66.67%. Pada penelitian lainnya untuk mengetahui kematangan buah pepaya dengan metode Jaringan Saraf Tiruan yang diklasifikasikan berdasarkan karakteristik warnanya memperoleh hasil penelitian dengan akurasi sebesar 100%, tetapi dataset yang digunakan pada penelitian ini tidak banyak hanya sekitar 120 citra pepaya.

Pada penelitian ini mempunyai tingkat akurasi yang tinggi jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Jika dilihat dari dataset yang digunakan penelitian ini menggunakan 300 dataset jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya hanya menggunakan 120 dataset.

## 5. KESIMPULAN

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 300 dataset citra pepaya RGB, dataset dibagi kedalam 3 *class* yakni *class* rendah sebanyak 100 citra, *class* sedang sebanyak 100 citra dan *class* tinggi sebanyak 100 citra. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah tahap akuisisi citra, pra-proses, segmentasi menggunakan metode otsu, operasi morfologi dengan dilasi, erosi, closing, *hole filling* dan tahap penghilangan *noise*, serta pengklasifikasian berdasarkan jaringan saraf tiruan. Sehingga hasil akurasi yang diperoleh 92.85% untuk data latih, dan untuk data uji memperoleh akurasi sebesar 100%. Dengan memanfaatkan sistem yang dapat mengklasifikasikan tingkat kandungan kadar gula tentunya memudahkan petani dalam penyortiran buah pepaya. selain itu konsumen juga dapat lebih mudah untuk mengetahui pepaya dengan kandungan kadar gula yang tinggi, sedang dan rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Febjislami, K. Suketi, and R. Yuniarti, "Karakterisasi Morfologi Bunga, Buah, dan Kualitas Buah Tiga Genotipe Pepaya Hibrida," *Bul. Agrohorti*, vol. 6, no. 1, pp. 112–119, 2018, doi: 10.29244/agrob.v6i1.17488.
- [2] A. Aminudin, "Klasifikasitingkat Kematangan Buah Pepaya Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor berdasarkan Warna Kulit Buah," pp. 3–15, 2019.
- [3] R. Prihatiningtyas, A. S. S, and N. H. Wijaya, "Analisis Peningkatan Kualitas pada Rantai Pasok Buah Pepaya Calina," *J. Manaj. dan Organ.*, vol. 6, no. 3, p. 206, 2016, doi: 10.29244/jmo.v6i3.12609.
- [4] N. Arifiya, Y. A. Purwanto, and I. W. Budiastara, "Analisis Perubahan Kualitas Pascapanen Pepaya Varietas IPB9 pada Umur Petik yang Berbeda," *J. Keteknikan Pertan.*, vol. 3, no. 1, pp. 41–48, 2015.
- [5] M. L. Taris, W. D. Widodo, and K. Suketi, "Kriteria Kemasakan Buah Pepaya (*Carica papaya* L.) IPB Callina dari Beberapa Umur Panen," *J. Hortik. Indones.*, vol. 6, no. 3, p. 172, 2015, doi: 10.29244/jhi.6.3.172-176.
- [6] R. M. González-Reza, D. Quintanar-Guerrero, A. Del Real-López, E. Piñon-Segundo, and M. L. Zambrano-Zaragoza, "Effect of sucrose concentration and pH onto the physical stability of  $\beta$ -carotene nanocapsules," *Lwt*, vol. 90, no. December 2017, pp. 354–361, 2018, doi: 10.1016/j.lwt.2017.12.044.
- [7] R. A. Anggreini, S. Winarti, and T. Heryanto, "Pengaruh Suhu, Lama Waktu Pemanasan, pH, Garam dan Gula Terhadap Kestabilan Karotenoid Licuala," *J. Teknol. Pangan*, vol. 12, no. 2, pp. 82–86, 2018, doi: 10.33005/jtp.v12i2.1292.
- [8] F. Fahmi, Eliyani, and Tulus, "IMAGE PROCESSING Pengenalan Tingkat Kematangan Buah Pepaya Paya Rabo Menggunakan Pengolahan Citra Berdasarkan Warna RGB Dengan K-Means Clustering," *Singuda Ensikom*, vol. 1, no. Snastikom, pp. 1–6, 2013.
- [9] M. L. Firdhaus, F. Romadlon, and F. M. Wibowo, "Accuracy of sucrose level estimation on papaya ripeness degree determination using RGB value based on mobile application," ... *Manaj. Agroindustri*, vol. 8, pp. 79–86, 2019, [Online]. Available: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20193483695>
- [10] F. Wibowo, A. Harjoko "Klasifikasi Mutu Pepaya Berdasarkan Ciri Tekstur GLCM Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan," *J. Ilmu Komputer dan Informatika.*, vol.3, no.2, pp. 100–104, 2017.
- [11] F. Wibowo, D. K. Hakim, and S. Sugiyanto, "Pendugaan Kelas Mutu Buah Pepaya Berdasarkan Ciri Tekstur Glcm Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbors," *J. Nas. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 1, p. 100, 2018, doi: 10.23887/janapati.v7i1.12991.
- [12] M. Ezar, A. Rivan, and J. Suherman, "Penentuan Mutu Buah Pepaya California (*Carica Papaya* L.) Menggunakan Fuzzy Mamdani," vol. 12, no. 2, pp. 76–83, 2020.

- [13] A. Firlansyah, A. B. Kaswar, and A. A. N. Risal, "Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan," *Techno Xplore J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 55–60, 2021.
- [14] M. E. Al Rivan, M. Arman, and W. Kennedy, "Penentuan Kualitas Buah Pepaya California Menggunakan Metode K-Nn," *Jusikom J. Sist. Komput. Musirawas*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.32767/jusikom.v6i1.1175.
- [15] N. D. Miranda, L. Novamizanti, and S. Rizal, "Convolutional Neural Network Pada Klasifikasi Sidik Jari Menggunakan Resnet-50," *J. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 61–68, 2020, doi: 10.20884/1.jutif.2020.1.2.18.
- [16] D. R. Anamisa, "Rancang Bangun Metode OTSU Untuk Deteksi Hemoglobin," *S@Cies*, vol. 5, no. 2, pp. 106–110, 2015, doi: 10.31598/sacies.v5i2.64.