

KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH MARKISA MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

Andi Baso Kaswar¹, Andi Akram Nur Risal², Fatiah³, Nurjannah⁴

¹a.baso.kaswar@unm.ac.id, ²akramandi@unm.ac.id, ³fhatiah.adiba@unm.ac.id, ⁴nurjannah310807@gmail.com
^{1,2,3}Universitas Negeri Makassar, ⁴Institut Agama Islam Muhammadiyah Sinjai

Received : 20 Apr 20
Accepted : 29 Apr 20
Published : 30 Apr 20

Abstract

Society in general harvests passion fruits if it is predicted to be ripe. Then the harvested fruit is grouped according to their level of maturity for resale. Maturity identification is done manually, looking at the visual characteristics of the color only. These methods of identifying the level of maturity are quite good. However, the conventional method used is not effective and efficient in identifying the maturity level of passion fruits because of frequent misidentification.

In this study, we propose the Passion Fruit Maturity Classification Using Artificial Neural Networks based on Digital Image Processing. The proposed method consists of 5 main stages, namely image acquisition, preprocessing, segmentation, morphological operations, feature extraction, and classification. The proposed method gives an accuracy of the classification results of 80% and misclassification of 20%. While the time required to execute a test image is 0.2 seconds.

The results of classification and computational time show that the proposed method can provide high accuracy and fast computing time. The proposed method and the system built are expected to help the community in identifying the maturity level of passion fruits. It is also hoped that the proposed method can be used as a reference for the development of passion fruit cultivation technology.

Keywords: Artificial Neural Networks, Classification, Digital Image Processing, Passion Fruit

Abstrak

Masyarakat pada umumnya memanen buah markisa apabila diprediksi sudah matang. Kemudian buah yang telah dipanen dikelompokkan berdasarkan tingkat kematangannya untuk dijual kembali. Identifikasi kematangan dilakukan dengan cara manual, melihat ciri visualnya berupa warna saja. Metode-metode identifikasi tingkat kematangan ini cukup baik. Namun, metode konvensional yang digunakan tersebut tidak efektif dan efisien dalam mengidentifikasi tingkat kematangan buah markisa karena seringnya terjadi kesalahan identifikasi.

Pada penelitian ini, kami mengusulkan Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Markisa Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan berbasis Pengolahan Citra Digital. Metode yang diusulkan terdiri atas 5 tahapan utama yaitu akuisisi citra, pra-proses, segmentasi, operasi morfologi, ekstraksi fitur, dan klasifikasi. Metode yang diusulkan memberikan akurasi hasil klasifikasi sebesar 80% dan misklasifikasi sebesar 20%. Sedangkan waktu yang diperlukan untuk mengeksekusi sebuah citra uji adalah sebesar 0.2 detik.

Hasil klasifikasi dan waktu komputasi menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dapat memberikan akurasi yang tinggi dan waktu komputasi yang cepat. Metode yang diusulkan dan sistem yang dibangun diharapkan dapat membantu masyarakat dalam mengidentifikasi tingkat kematangan buah markisa. Selain itu diharapkan metode yang diusulkan dapat dimanfaatkan sebagai referensi untuk pengembangan teknologi budidaya buah markisa.

Kata kunci: Jaringan Syaraf Tiruan, Klasifikasi, Pengolahan Citra Digital, Markisa

*This is an open access article under the
CC BY-SA license*



1. Pendahuluan

Tanaman markisa merupakan salah satu tanaman yang tumbuh di daerah tropis. Markisa awalnya disebut sebagai passion fruit. Nama tersebut diberikan oleh seorang paderi Katolik pada tahun 1500-an. Nama tersebut diberikan sebagai symbol penderitaan dan kematian karena memiliki bentuk kepala putik mirip dengan tanda salib lambang penderitaan Yesus.

Dalam perkembangannya tanaman markisa menyebar dari Amerika Selatan ke berbagai negara melalui orang-orang Spanyol di Eropa. Tanaman markisa yang masuk ke Indonesia berasal dari Peru, mula-mula masuk ke Manado, Ambon, dan Sulawesi, dan akhirnya ke pulau-pulau lain di seluruh wilayah Indonesia [1][1].

Buah markisa asam terdiri dari kurang-lebih 45% kulit buah dan 55% bagian yang dapat dimakan dari bobot buah segar. Dari 100 g bagian buah yang dapat dimakan mengandung 69-80 g air, 2.3 g protein, 2.0 gram lemak (hampir semuanya berada dalam biji), 16 g karbohidrat, 3.5 g serat, 10 mg Ca, 1 mg Fe, 20 SI vitamin A, sedikit sekali tiamin, 0.1 mg riboflavin, 1.5 mg niasin dan 20 – 80 mg vitamin C. Nilai energy sebanyak 385 kJ/100 g [2]. Dalam pemanfaatannya, buah markisa dapat diolah menjadi sari buah, konsentrat, cocktail, es krim, jam, dan jelly. Sari buah markisa yang memiliki tingkat keasaman yang tinggi dipadukan dengan penambahan bakteri asam laktat dapat digunakan sebagai penggumpal dalam pengolahan keju.

Dalam bidang farmasi telah dilakukan banyak penelitian untuk mengetahui manfaat markisa sebagai obat dan nutraceutical atau sejenis suplemen untuk penambah nutrisi yang juga memiliki fungsi obat. Kandungan fitokimia pada markisa antara lain passiflorine, harmin, harman, harmol, harmalin, carotenoid, vitexin, isovitexin, dan chrysin. Mengonsumsi ekstrak buah markisa ungu dapat mengurangi gejala asma dan meningkatkan daya tahan tubuh. Sari buah markisa banyak mengandung passiflorine, yaitu suatu zat yang dapat menentramkan urat syaraf. Selain bagian buah, bagian daun dan bunga pun memiliki khasiat obat. Daun kaya polifenol yang dilaporkan sebagai antioksidan alami. Di Suriname daun markisa kuning digunakan untuk pengobatan tradisional, yaitu menenangkan urat syaraf, obat diare, disentri, dan insomnia. Bunga markisa digunakan sebagai pengobatan gelisah, asma, dan insomnia [3].

Ciri-ciri morfologi buah markisa ungu berbentuk bulat agak lonjong/oval. Berdiameter antara 5,0 cm – 5,5 cm. Buah muda berwarna hijau,

sedangkan buah tua atau masak berwarna ungu, gelap hingga coklat tua [1]. Pada permukaan kulit buah terdapat bercak dengan tekstur halus mengkilap.

Berdasarkan fakta-fakta tersebut serta hasil penelitian yang ada dapat diketahui betapa penting dan bermanfaatnya buah markisa tersebut. Berangkat dari hal tersebut maka buah markisa berpotensi untuk dikembangkan pembudidayaan serta pengolahannya. Sehingga, dengan begitu dapat menambah lapangan kerja dan meningkatkan pendapatan masyarakat.

Berkaitan dengan pengembangan budidaya dan pengolahan markisa, maka perlu pula dilakukan mengenai kajian-kajian terhadap teknologi yang dibutuhkan untuk mendukung hal tersebut. Salah satu bidang ilmu pengetahuan yang berkembang pesat saat ini adalah bidang kecerdasan buatan yang dipadukan dengan pengolahan citra digital. Dengan menggunakan teori serta algoritma yang ada, dapat dibuat suatu sistem atau alat yang mampu mengidentifikasi jenis suatu objek berdasarkan cirinya secara visual dengan menggunakan pengolahan citra digital.

Pengolahan citra digital adalah pemrosesan gambar berdimensi-dua melalui komputer digital [4]. Pada visi komputer, pengolahan citra berperan untuk mengenali bentuk-bentuk khusus yang dilihat oleh mesin sehingga mesin dapat mengenali atau mendapatkan informasi dari objek yang dilihatnya melalui kamera.

Tidak ada batasan yang jelas mengenai area bidang pengolahan citra digital. Langkah pengolahan citra hingga bagaimana sebuah sistem dapat mengenali objek harus melalui beberapa tahapan yaitu: Akuisisi citra, praproses (filtering, restorasi citra dan lain-lain), segmentasi, ekstraksi fitur (representasi dan deskripsi), dan pengenalan objek (klasifikasi) [5].

Akuisisi citra merupakan langkah awal dalam pemrosesan citra. Akuisisi citra merupakan proses dimana sebuah citra analog dikonversi kedalam citra digital menggunakan alat pengakuisisi citra (kamera). Setelah citra digital sebuah objek diperoleh, selanjutnya adalah melakukan peningkatan kualitas citra jika diperlukan. Misalnya, jika citra memiliki banyak noise maka diperlukan proses penghilangan noise. Tujuan akhir dari tahap praproses adalah untuk menghasilkan citra yang siap untuk disegmentasi.

Segmentasi merupakan proses untuk membagi citra digital kedalam area objek atau background. Tujuan dilakukannya segmentasi adalah agar sistem dapat mengenali mana bagian objek dan yang mana bagian background. Sehingga, sistem dapat fokus hanya ke bagian piksel objek untuk melakukan proses ekstraksi fitur. Seiring dengan semakin dalamnya

kajian dalam bidang segmentasi, saat ini ada banyak metode segmentasi. Berdasarkan pondasi matematikanya, metode segmentasi dapat dibagi ke dalam tiga jenis, yaitu: Threshold-based [6] [7], cluster-based [8], dan statistic-based [9].

Beberapa penelitian terkait yang memanfaatkan kecerdasan buatan dan pengolahan citra digital untuk mengidentifikasi suatu objek, dalam hal ini buah, telah pernah dilakukan dan dipublikasikan. Penelitian mengenai Klasifikasi jenis pohon manga gadung dan curut berdasarkan tekstur daun menghasilkan suatu kesimpulan bahwa dengan menggunakan fitur tekstur dan warna RGB dapat diperoleh hasil akurasi klasifikasi 54.24% dengan KNN dan 65,19% menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Hasil ini menunjukkan bahwa metode JST dapat memberikan akurasi lebih baik daripada KNN [10]. Selanjutnya, penelitian mengenai identifikasi tanaman buah tropika berdasarkan tekstur permukaan daun menggunakan jaringan syaraf tiruan menunjukkan bahwa identifikasi yang dilakukan dengan memanfaatkan fitur gray level co-occurrence matrix (GLCM) dari tekstur citra permukaan daun buah tropika dapat memberikan akurasi hasil identifikasi sebesar 90% menggunakan metode klasifikasi JST. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa metode JST dapat memberikan hasil akurasi yang cukup baik [11].

Selain identifikasi jenis, adapula penelitian mengenai identifikasi kematangan buah tomat menggunakan metoda backpropagation. Berdasarkan hasil penelitian yang dipaparkan, diketahui bahwa dengan menggunakan fitur warna, metode yang diusulkan dapat memberikan akurasi hasil klasifikasi sebesar 71,76%. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang diusulkan cukup akurat.

Dari beberapa penelitian yang dijelaskan di atas, diketahui bahwa teknologi pendukung untuk budidaya masing-masing tanaman atau buah tersebut telah ada. Berbeda halnya dengan tanaman markisa. Selama ini, terutama di daerah, budidaya tanaman markisa dilakukan dengan cara manual, tanaman dibiarkan tumbuh liar. Selain itu, masyarakat pada umumnya memanen buah markisa apabila diprediksi sudah matang. Identifikasi kematangan dilakukan dengan cara manual, melihat ciri warna atau menekan buah secara langsung. Jika buahnya jauh di atas pohon, maka satu-satunya cara adalah dengan melihat ciri visualnya berupa warna saja. Apabila diprediksi sudah matang maka buah akan dipanen. Metode lainnya adalah dengan menunggu buah jatuh ke tanah dengan sendirinya. Buah yang telah jatuh ke tanah itulah yang kemudian dipungut untuk dikonsumsi. Metode-

metode identifikasi tingkat kematangan ini cukup baik. Namun, metode konvensional yang digunakan tersebut tidak efektif dan efisien dalam mengidentifikasi tingkat kematangan buah markisa karena seringnya terjadi kesalahan identifikasi.

Pada penelitian ini, kami mengusulkan Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Markisa Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan berbasis Pengolahan Citra Digital. Metode yang diusulkan terdiri atas 5 tahapan utama yaitu akuisisi citra, praproses, segmentasi, operasi morfologi, ekstraksi fitur, dan klasifikasi. Metode yang diusulkan diharapkan dapat memberikan akurasi hasil klasifikasi yang tinggi dan waktu komputasi yang cepat. Diharapkan pula sistem yang dibangun dapat membantu masyarakat dalam mengidentifikasi tingkat kematangan buah markisa. Selain itu diharapkan metode yang diusulkan dapat dimanfaatkan sebagai referensi untuk pengembangan teknologi budidaya buah markisa.

2. Metode

Metode dalam penelitian ini terdiri atas lima tahapan utama yaitu: praproses, segmentasi, operasi morfologi, ekstraksi fitur, dan klasifikasi. Adapun kelima tahapan metode yang diusulkan ditampilkan pada Gambar 1.

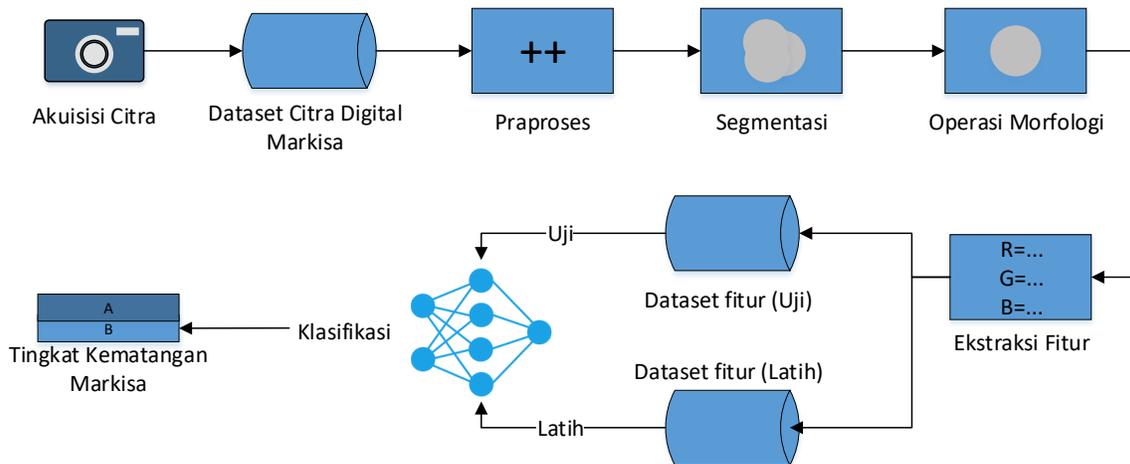
2.1. Praproses

Input dari tahapan ini berupa citra RGB buah markisa. Citra yang digunakan terdiri atas buah markisa muda dan tua dengan background berwarna abu-abu. Selanjutnya, dilakukan proses ekstraksi channel green untuk keperluan segmentasi.

2.2. Segmentasi

Segmentasi merupakan tahap untuk membagi area citra digital kedalam dua bagian yakni area objek dan area bukan objek. Input dari tahapan ini adalah citra grayscale yang diperoleh dari channel green. Berdasarkan histogram dari citra grayscale inilah kemudian metode Otsu Thresholding diterapkan (Otsu, 1979).

Pada metode Otsu, agar dapat diperoleh nilai threshold k yang paling optimal, langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat histogram dari sebuah citra grayscale. Dengan adanya histogram maka dapat diketahui banyaknya piksel dengan intensitas yang sama untuk setiap intensitas. Adapun tingkatan intensitas pada citra grayscale adalah dinyatakan dari I sampai dengan L , dimana level i dimulai dari intensitas paling rendah yakni 0 hingga ke



Gambar 1. Bagan Sistem Klasifikasi yang Diusulkan

yang paling tinggi yakni 255. Probabilitas setiap piksel pada intensitas i dinyatakan dalam persamaan (1).

$$P_i = \frac{n_i}{N}, P_i \geq 0, \sum_{i=1}^L P_i = 1. \quad (1)$$

Setelah memperoleh nilai probabilitas setiap intensitas, dilanjutkan dengan mencari nilai kumulatif $\omega(k)$ untuk $L=0,1,2,3,\dots,L-1$. Untuk mendapatkan nilai kumulatif tersebut digunakan persamaan (2) berikut.

$$\omega(k) = \sum_{i=0}^k P_i \quad (2)$$

Selanjutnya menghitung rata-rata kumulatif $\mu(k)$ untuk $L=0,1,2,3,\dots,L-1$ yang dapat dilihat pada persamaan (3).

$$\mu(k) = \sum_{i=0}^k i.P_i \quad (3)$$

Kemudian dengan menggunakan persamaan (4) kita hitung mean intensitas global.

$$\mu_T(k) = \sum_{i=0}^k i.P_i \quad (4)$$

Setelah memperoleh ketiga nilai di atas dengan berdasarkan tingkatan level keabuan k , selanjutnya

adalah menggunakan persamaan (5) untuk mencari nilai varian antar kelas $\sigma_B^2(k)$.

$$\sigma_B^2(k) = \frac{[\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k)[1 - \omega(k)]} \quad (5)$$

Berdasarkan nilai varian antar kelas yang diperoleh untuk setiap tingkat keabuan, nilai tersebut kemudian diurutkan dan dipilih nilai yang paling tinggi menggunakan persamaan (6).

$$\sigma_B^2(k^*) = \max_{1 \leq x \leq L} \sigma_B^2(k) \quad (6)$$

Berdasarkan nilai yang diperoleh dari varian antar kelas untuk setiap tingkat keabuan, nilai tersebut kemudian diurutkan dan dipilih nilai yang paling tinggi. Kelas dengan nilai varian tertinggi $\sigma_B^2(k^*)$ ditetapkan sebagai nilai threshold terbaik. Setelah memperoleh nilai threshold tersebut maka citra grayscale dibagi menjadi dua area berdasarkan nilai ambang tersebut. Sehingga dapat diperoleh bagian objek dan background.

2.3. Operasi Morfologi

Operasi morfologi merupakan proses penggabungan beberapa piksel area *background* menjadi area objek ataupun sebaliknya. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas dari hasil segmentasi. Adapun operasi morfologi yang digunakan yakni erosi, dilasi, *hole filling*. *Output* dari

tahapan ini berupa hasil segmentasi dengan kualitas yang lebih baik atau lebih akurat.

2.4. Ekstraksi Fitur Warna RGB

Pada tahap ekstraksi fitur digunakan fitur warna RGB. Berdasarkan hasil segmentasi sebelumnya, telah diperoleh area objek buah markisa pada citra *input*. Selanjutnya, khusus untuk area tersebut dilakukan proses pengekstrakan *channel red*, *green* dan *blue*. Setiap *channel* kemudian dicari nilai rata-ratanya. Nilai *mean* inilah kemudian yang akan digunakan sebagai *inputan* pada Jaringan Syaraf Tiruan yang akan dilatih dan diuji.

2.5. Pelatihan dan Klasifikasi menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan

Setelah semua nilai fitur citra data latih maupun data uji diperoleh maka selanjutnya adalah melakukan dua tahapan penting. Sama seperti yang telah dijelaskan pada bagian kajian pustaka, tahap pertama membangun jaringan syaraf tiruan dengan melatih jaringan syaraf tiruan menggunakan nilai fitur data latih yang telah diperoleh. Setelah Jaringan Syaraf Tiruan terbangun maka sistem siap digunakan untuk mengklasifikasikan inputan citra baru. Sehingga, system dapat mengklasifikasikan tingkat kematangan markisa berdasarkan citra yang diperoleh. Adapun Algoritma dari metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation yang diusulkan adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi bobot dengan nilai random atau acak yang cukup kecil. Set learning rate serendah mungkin dengan nilai antara 0 hingga 1.
2. Selama kondisi penghentian masih belum terpenuhi, maka lakukan tahap 2 sampai 9.
3. Untuk setiap pasangan pelatihan, lakukan nomor 4 sampai 9.

feedforward

4. Untuk setiap input neuron ($x_i = 1, 2, \dots, n$) menerima input x_i kemudian menyebarkan sinyal ke setiap neuron pada lapisan tersembunyi.
5. Tiap unit tersembunyi ($x_j = 1, 2, \dots, p$) jumlahkan bobot sinyal inputan menggunakan persamaan (7)

$$z_{in_j} = v_{0j} + \sum_{i=1}^p x_i v_{ij} \quad (7)$$

6. Kemudian dihitung nilai output dengan menggunakan fungsi aktivasi yang digunakan dengan persamaan(8)

$$Z_j = f(z - in_j) \quad (8)$$

Dan mengirimkan sinyal dari lapisan ini ke seluruh unit lapisan di atasnya (output)

7. Tiap unit neuron output ($y_j, k = 1, 2, \dots, m$) jumlahkan bobot sinyal keluarannya menggunakan persamaan (9).

$$y_{in_k} = w_{0k} + \sum_{j=1}^m x_j v_{jk} \quad (9)$$

Sedangkan untuk cascadenya pada persamaan (10).

$$y_{in_k} = w_{0k} + \sum_{j=1}^m x_j v_{jk} + \sum_{i=1}^p x_i v_{ij} \quad (10)$$

8. Kemudian hitung sinyal output dengan fungsi aktivasi dengan menggunakan persamaan (11)

$$y_k = f(z_{in_k}) \quad (11)$$

backpropagation

9. Untuk setiap output neuron menerima pola target yang bersesuaian dengan pola input dan kemudian menghitung informasi kesalahan menggunakan persamaan(12)

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad (12)$$

10. Hitung koreksi bobot menggunakan persamaan(13)

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (13)$$

11. Hitung koreksi terhadap bias dengan persamaan(14)

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \quad (14)$$

Lalu hasilnya akan dikirimkan ke lapisan berikutnya

12. Untuk setiap hidden neuron ($z_j, j=1,2,\dots,p$) dihitung delta input yang berasal dari neuron pada layer di atasnya dengan persamaan (15)

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_j w_{jk} \quad (15)$$

13. Kalikan dengan turunan dari fungsi aktivasi untuk mencari kesalahan dengan persamaan(16)

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \quad (16)$$

14. Dan hitung nilai bobot koreksinya dengan persamaan(17)

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (17)$$

15. Dan hitung koreksi biasnya dengan persamaan(18)

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j \quad (18)$$

Update bobot dan bias

16. Tiap nilai output neuron ($y_k, k=1,2,\dots,m$) perbarui bias dan bobotnya $j=0,1,\dots,p$ dengan persamaan(19)

$$w_{jk}(new) = w_{jk}(old) + \Delta w_{jk} \quad (19)$$

17. Tiap unit tersembunyi $z_j, j=1,2,\dots,p$ perbaharui bias dan bobotnya $i=0,1,\dots,n$ dengan persamaan (20)

$$v_{ij}(new) = v_{ij}(old) + \Delta v_{ij} \quad (20)$$

18. Uji kondisi berhenti menggunakan persamaan (21)

$$\text{If } \delta_k < \text{nilai error set awal, "Stop training"} \quad (21)$$

2.6. Perhitungan Akurasi Hasil Klasifikasi

Setelah semua nilai fitur citra data latihan maupun data uji diperoleh maka selanjutnya adalah melakukan dua tahapan penting. Sama seperti yang telah

dijelaskan pada bagian kajian pustaka, tahap pertama membangun jaringan syaraf tiruan dengan melatih jaringan syaraf tiruan menggunakan nilai fitur data latihan yang telah diperoleh. Setelah Jaringan Syaraf Tiruan terbangun maka sistem siap digunakan untuk mengklasifikasikan inputan citra baru. Sehingga, system dapat mengklasifikasikan tingkat kematangan markisa berdasarkan citra yang diperoleh.

3. Hasil dan Pembahasan

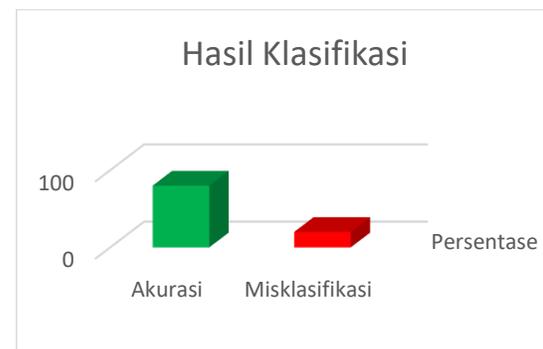
Pada penelitian ini terdapat 2 kelompok dataset citra yaitu citra latihan dan citra uji. Citra latihan terdiri atas 20 data citra buah markisa muda dan 20 citra markisa matag/tua. Sedangkan untuk citra uji digunakan 5 citra markisa tua dan 5 citra markisa muda. Citra dalam ruang warna RGB dan berukuran 480×360 piksel.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan setelah metode jaringan syaraf tiruan yang diusulkan dilatih menggunakan dataset yang ada, diperoleh tingkat akurasi sebesar 80% dengan menggunakan persamaan (21).

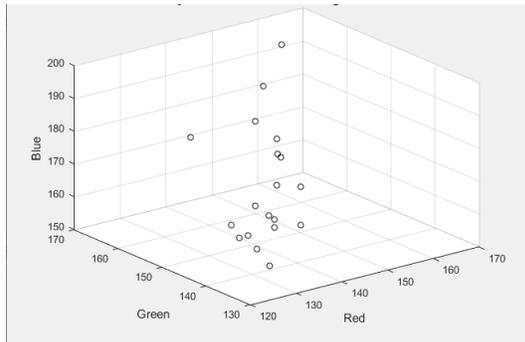
$$\text{Akurasi} = \frac{Tb}{tc} * 100 \quad (21)$$

Dimana Tb adalah total citra yang terklasifikasi dengan benar dan tc adalah total citra uji keseluruhan. Sedangkan untuk nilai misclassification error diperoleh sebesar 20%.

Berdasarkan hasil pengujian seperti Nampak pada Gambar 2, citra uji markisa tua memiliki akurasi 80% dan misklasifikasi 20% yang artinya dari 5 citra uji yang digunakan terdapat 4 citra yang terklasifikasikan dengan benar dan 1 citra salah pengklasifikasian. Begitupula dengan citra uji markisa muda. Sedangkan waktu yang diperlukan untuk mengeksekusi sebuah citra uji adalah sebesar 0.2 detik.



Gambar 2. Hasil Klasifikasi Markisa



Gambar 3. Nilai mean data latih berdasarkan rata-rata nilai RGB pada ruang fitur.

Berdasarkan hasil pelatihan, jika melihat representasi penyebaran data latih berdasarkan rata-rata nilai RGB setiap objek seperti pada Gambar 3, dapat diketahui bahwa citra buah yang lebih tua cenderung berada pada posisi dengan intensitas warna yang gelap/rendah sedangkan untuk citra buah yang muda berada pada intensitas yang lebih tinggi.

Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh, maka dapat diketahui bahwa dari 10 citra uji yang digunakan terdapat 2 citra yang diklasifikasikan salah oleh system yang telah dibangun. Namun secara umum hasil klasifikasi metode yang diusulkan sudah dapat memberikan akurasi yang cukup tinggi sebesar 80%. Hal tersebut berarti terdapat 8 citra uji yang telah dapat diklasifikasikan dengan benar. Hasil akurasi klasifikasi yang cukup tinggi ini disebabkan karena citra latih dapat disegmentasi dengan baik oleh system sehingga menghasilkan nilai fitur RGB yang cukup akurat.

Sedangkan 2 citra yang salah diklasifikasikan oleh system terjadi karena adanya hasil segmentasi yang tidak akurat pada kedua citra tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Hasil segmentasi yang tidak akurat diakibatkan oleh pencahayaan yang tidak merata sehingga mempengaruhi intensitas gelombang cahaya yang diterima oleh kamera. Hasilnya, interpretasi warna menjadi bias. Iluminasi yang kurang baik memberikan 2 efek pada objek yaitu munculnya pantulan cahaya pada objek dan terdapatnya bayangan disekitar objek.

Pantulan cahaya yang diterima oleh kamera berada pada bagian objek sehingga hal ini mengakibatkan bagian objek dianggap memiliki intensitas yang tinggi mirip dengan background. Sehingga berdasarkan perhitungan matematis dari metode yang digunakan bagian tersebut



Gambar 4. Hasil segmentasi citra gagal klasifikasi (citra uji matang-04 & tua-03).

diklasifikasikan sebagai background. Hal ini tentu berdampak buruk pada hasil ekstraksi fitur.

Adapun bayangan yang berada di sekitar objek mengakibatkan bagian tersebut juga dianggap sebagai bagian dari objek. Sehingga tentunya berdampak buruk terhadap nilai ekstraksi fitur.

Kedua masalah di atas merupakan penyebab utama terjadinya kesalahan segmentasi.

Akibat terjadinya kesalahan segmentasi, maka ini berakibat kepada tidak akuratnya hasil ekstraksi fitur warna Red green & Blue sehingga nilai fitur kedua citra dianggap sebagai sebuah anomaly yang jauh berbeda dari rata-rata citra sejenisnya. Hal tersebutlah yang mengakibatkan terjadinya kesalahan klasifikasi pada kedua citra tersebut.

4. Kesimpulan dan Saran

Masyarakat pada umumnya memanen buah markisa apabila diprediksi sudah matang. Kemudian buah yang telah dipanen dikelompokkan berdasarkan tingkat kematangannya untuk dijual kembali. Identifikasi kematangan dilakukan dengan cara manual, melihat ciri visualnya berupa warna saja. Metode-metode identifikasi tingkat kematangan ini cukup baik. Namun, metode konvensional yang digunakan tersebut tidak efektif dan efisien dalam mengidentifikasi tingkat kematangan buah markisa karena seringkali terjadi kesalahan identifikasi.

Pada penelitian ini, kami mengusulkan Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Markisa Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan berbasis Pengolahan Citra Digital. Metode yang diusulkan terdiri atas 5 tahapan utama yaitu akuisisi citra, pra-proses, segmentasi, operasi morfologi, ekstraksi fitur, dan klasifikasi. Metode yang diusulkan memberikan akurasi hasil klasifikasi sebesar 80% dan misklasifikasi sebesar 20%. Sedangkan waktu yang diperlukan untuk mengeksekusi sebuah citra uji adalah sebesar 0.2 detik.

Hasil klasifikasi dan waktu komputasi menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dapat

memberikan akurasi yang tinggi dan waktu komputasi yang cepat. Metode yang diusulkan dan sistem yang dibangun diharapkan dapat membantu masyarakat dalam mengidentifikasi tingkat kematangan buah markisa. Selain itu diharapkan metode yang diusulkan dapat dimanfaatkan sebagai referensi untuk pengembangan teknologi budidaya buah markisa.

Adapun saran untuk penelitian berikutnya adalah perlu adanya perbaikan dari sisi metode segmentasi agar hasil segmentasi yang diperoleh dapat lebih akurat sehingga ekstraksi fitur juga menghasilkan nilai yang lebih merepresentasikan citra markisa. Dengan begitu, hasil klasifikasi akan lebih akurat.

Daftar Pustaka

- [1] R. Rukmana, *Usaha Tani Markisa*. Yogyakarta: Kanisius, 2003.
- [2] - Karsinah, F. Silalahi, and A. Manshur, "Eksplorasi Dan Karakterisasi Plasma Nutfah Tanaman Markisa," *J. Hortik.*, vol. 17, no. 4, pp. 297–306, 2007.
- [3] S. Lesmayati, "Penerapan Inovasi Teknologi Pengolahan untuk Mendukung Pengembangan Buah Markisa Sebagai Produk Hasil Pekarangan," in *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian*, 2016, pp. 1009–1014.
- [4] A. Kadir and A. Susanto, *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta: Andi, 2013.
- [5] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, and B. R. Masters, "Digital image processing, third edition.," *J. Biomed. Opt.*, vol. 14, no. 2, p. 029901, 2008.
- [6] A. Z. Arifin and A. Asano, "Image Segmentation by Histogram Thresholding using Hierarchical Cluster Analysis," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 27, no. 13, pp. 1515–1521, 2006.
- [7] N. Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms," *IEEE Trans. Syst. Man. Cybern.*, vol. 9, no. 1, pp. 62–66, 1979.
- [8] A. B. Kaswar, A. Z. Arifin, and A. Y. Wijaya, "Segmentasi Citra Ikan Tuna dengan Mahalanobis Histogram Thresholding dan Mahalanobis Fuzzy C-Means," *J. Buana Inform.*, vol. 7, no. 3, pp. 197–204, 2016.
- [9] H. Yao, Q. Duan, D. Li, and J. Wang, "An improved K-means clustering algorithm for fish image segmentation," *Math. Comput. Model.*, vol. 58, no. 3–4, pp. 790–798, 2013.
- [10] S. Agustin and E. Prasetyo, "Klasifikasi Jenis Pohon Mangga Gadung dan Curut Berdasarkan Tesktur Daun," in *SESINDO*, 2011, pp. 58–64.
- [11] M. A. Agmalaro, A. Kustiyo, and A. R. Akbar, "Identifikasi Tanaman Buah Tropika Berdasarkan Tekstur Permukaan Daun Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan," *J. Ilmu Komput. dan Agri-Informatika*, vol. 2, no. 2, p. 73, 2013.