

# Pengolahan Citra Digital Buah Murbei Dengan Algoritma LDA (*Linear Discriminant Analysis*)

Aditiya Tri Laksono<sup>1</sup>, Endryansyah<sup>2</sup>, Puput Wanarti Rusmamto<sup>3</sup>,  
Muhammad Syariffuddin Zuhrie<sup>4</sup>

<sup>1234</sup>S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya,  
Surabaya, 60231, Indonesia

e-mail : <sup>1</sup>aditiya.18053@mhs.unesa.ac.id, <sup>2</sup>endryansyah@unesa.ac.id,  
<sup>3</sup>puputwanarti@unesa.ac.id, <sup>4</sup>zuhrie@unesa.ac.id

## Abstrak

Buah murbei merupakan buah yang berbuah disepanjang tahun dan banyak dibudidayakan oleh peternak ulat sutera. Buah murbei yang telah matang mengandung banyak mineral. Cara manual atau konvensional masih banyak digunakan untuk memperoleh buah murbei yang mempunyai tingkat kematangan sempurna. Hal tersebut tidak efisien jika buah murbei dalam jumlah yang banyak. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengembangkan sistem pengolahan citra digital yang dapat mengklasifikasi kematangan buah murbei berdasarkan nilai hue dan saturation. Citra harus direpresentasikan secara numerik dengan nilai diskrit agar dapat diolah dengan mudah. Pada penelitian ini, terdapat proses segmentasi, proses ekstraksi ciri dan proses klasifikasi. Proses ekstraksi ciri memperoleh nilai hue dan saturasi dari sebuah citra HSV untuk mempermudah proses klasifikasi. Selanjutnya, Linear Discriminant Analysis akan memperoleh proyeksi yang optimal untuk dapat memasuki ruang-ruang yang berdimensi lebih kecil. Berdasarkan pengolahan pada data latih didapatkan tingkat akurasi 80%, pada data uji didapatkan tingkat akurasi 91,6% dan hasil pengujian mendapatkan tingkat akurasi 85,8%.

**Kata kunci:** Buah Murbei, HSV, LDA, Pengolahan Citra Digital.

## Abstract

Mulberry fruit is a fruit that bears fruit throughout the year and is widely cultivated by silkworm breeders. Ripe mulberry fruit contains many minerals. Manual or conventional methods are still widely used to obtain mulberry fruit that has a perfect maturity level. It is not efficient if the mulberry fruit is in large quantities. Therefore, this study will develop a digital image processing system that can classify mulberry ripeness based on hue and saturation values. The image must be represented numerically with discrete values so that it can be processed easily. In this research, there is a segmentation process, a feature extraction process and a classification process. The feature extraction process obtains hue and saturation values from an HSV image to simplify the classification process. Furthermore, Linear Discriminant Analysis will obtain optimal projections to be able to enter spaces with smaller dimensions. Based on the processing of the training data obtained an accuracy rate of 80%, the test data obtained an accuracy rate of 91.6% and the test results obtained an accuracy rate of 85.8%.

**Keywords:** Mulberry Fruit, HSV, LDA, Digital Image Processing.

## I. PENDAHULUAN

Murbei merupakan tanaman yang berasal dari daratan Tiongkok dan biasa hidup di daerah tropis dan subtropis di Benua Amerika, Afrika, Asia. Salah satu murbei yang terkenal dan berusia 130 tahun lebih berada di Indonesia. Indonesia mempunyai wilayah yang berada tepat di lintas garis khatulistiwa. Sehingga matahari dapat bersinar sepanjang tahun di wilayah Indonesia. Di Indonesia tanaman murbei banyak dibudidayakan untuk pakan ulat sutera dan juga banyak tumbuh liar pada daerah dengan ketinggian 10-150 mdpl

(Windana, dkk, 2021). Kandungan nutrisi yang terdapat pada buah murbei seperti kalsium, magnesium dan potasium. Tanaman murbei tak mengenal musim untuk berbuah. Cara manual atau konvensional masih banyak digunakan untuk memperoleh buah murbei yang mempunyai tingkat kematangan sempurna. Hal tersebut tentunya sangat tidak efisien jika buah murbei dalam jumlah yang banyak. Buah murbei akan berwarna hijau ketika mentah dan akan berubah menjadi merah ketika hampir matang dan akan berubah menjadi merah kehitaman ketika matang.

Pengolahan citra digital (Digital Image Processing) merupakan disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik untuk mengolah citra. Dan citra adalah gambar diam (foto) maupun gambar bergerak (hasil dari webcam). Sedangkan digital yang dimaksud adalah pengolahan citra atau gambar yang dilakukan secara digital menggunakan komputer. Citra harus direpresentasikan secara numerik dengan nilai diskrit agar dapat diolah dengan mudah. Dan proses tersebut disebut dengan digitalisasi citra. Digitalisasi citra adalah representasi dari fungsi kontinu menjadi nilai-nilai diskrit (Kusumanto dan Tomponu, 2011).

Penelitian ini memanfaatkan pengolahan citra digital untuk membuat sebuah sistem yang dapat mengidentifikasi kematangan buah murbei berdasarkan warna RGB dan HSV. Citra berupa foto buah murbei yang diambil dengan kamera digital diolah dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB kemudian dianalisis dengan metode Algoritma LDA (*Linear Discriminant Analysis*) untuk dapat mengklasifikasi kematangan buah murbei yang telah diolah.

Penelitian sejenis ini pernah dilakukan peneliti sebelumnya untuk mengklasifikasi tingkat kematangan buah kelapa sawit dengan berdasarkan warna RGB dan teknik logika fuzzy dengan metode *K-Means Clustering*. Nilai Efisiensi dari keseluruhan hasil simulasi klasifikasi kematangan buah kelapa sawit terlalu matang, matang dan mentah sebesar 88.7% (Himmah, dkk, 2020).

## II. KAJIAN TEORI

### A. Citra Digital

Citra atau disebut juga dengan gambar adalah fungsi *continue* yang memiliki nilai intensitas cahaya dua dimensi. Dan digital adalah pengolahan citra menggunakan komputer yang dilakukan secara digital. Citra harus direpresentasikan secara numerik dengan nilai diskrit agar dapat diolah dengan mudah dan proses tersebut disebut dengan digitalisasi citra. Digitalisasi citra adalah representasi dari fungsi *continue* menjadi nilai-nilai diskrit (Kusumanto dan Tomponu, 2011). Citra digital merupakan representasi dari fungsi *continue* menjadi nilai-nilai diskrit. Terdapat sebuah matriks dalam sebuah citra digital yang mempunyai dua dimensi yaitu  $f(x,y)$  yang terdiri dari kolom dan baris. Piksel merupakan perpotongan antara baris dan kolom.

### B. Binary Image

*Binary image* atau disebut dengan citra biner merupakan citra yang setiap pikselnya memiliki 2

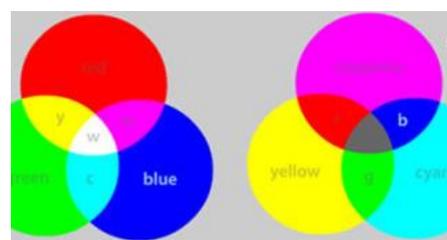
warna yaitu warna hitam atau warna putih, oleh karena hanya terdapat dua warna pada setiap piksel, maka hanya diperlukan 1 bit atau 8 bit per piksel, sehingga penyimpanan dapat dilakukan secara efisien (Astiningrum, dkk, 2019). Citra biner berguna untuk penulisan teks, *fingerprint* dan arsitektur gambar (Kusumanto dan Tomponu, 2011).

### C. Klasifikasi

Klasifikasi adalah proses mencari dan menemukan kumpulan fungsi yang membedakan data kedalam kelas-kelas tertentu, yang bertujuan mengetahui kelas dari sebuah citra (Destriana, dkk, 2021). Terdapat 2 proses dalam klasifikasi, yaitu proses *training* dan *testing*. Proses *training* merupakan proses pelatihan model menggunakan data latih. Sedangkan proses *testing* atau proses pengujian merupakan kegiatan menguji data uji seperti model pada proses pelatihan (Destriana, dkk, 2021).

### D. Citra RGB (*Red-Green-Blue*)

RGB merupakan jenis citra yang terdiri dari komponen warna merah (R), hijau (G) dan biru (B) (Nafi'iyah, 2015). Apabila warna-warna tersebut dikombinasikan, maka akan terbentuk warna citra asli. Oleh karena itu RGB sering disebut juga sebagai *additive color*. *Additive Color* merupakan percampuran dua warna primer akan menghasilkan warna sekunder RGB. Pengaturan warna RGB mempunyai skala 0-255 (Kusumanto dan Tomponu, 2011). Warna dari tiap piksel ditentukan dengan kombinasi intensitas warna merah, biru dan hijau. Format *file* grafik menyimpan citra RGB sebagai 24-bit dengan komponen merah, hijau dan biru dengan masing-masing komponen 8 bit (Asmara, dkk, 2017). Warna RGB dapat ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. RGB

(Sumber : Himmah dkk, 2020)

### E. Citra $L^*a^*b$

Citra  $L^*a^*b$  merupakan model warna yang dibuat serupa dengan persepsi penglihatan manusia dengan mengimplementasikan tiga komponen yaitu L sebagai *luminance* lalu a dan b sebagai koreksi keseimbangan warna yang lebih

akurat untuk mengatur kontras pencahayaan yang sulit dan tidak mungkin dilakukan oleh citra RGB (Harnis, dkk, 2019).

#### F. Digital Image Processing

Digital Image Processing bisa disebut dengan pengolahan citra digital menggunakan berbagai algoritma dalam teknik pengolahan gambar atau citra (Destriana, dkk, 2021). Salah satu proses yang dapat dilakukan *digital image processing* merupakan citra yang berawal dari foto yang gelap dan diproses menjadi lebih terang (Hadinegoro dan Rizaldilhi, 2021). *Digital image processing* sudah diterapkan di berbagai bidang dan aplikasi. *Digital image processing* juga dapat menganalisis hal-hal yang tidak kasat mata tetapi bisa dilihat dengan kamera. Contohnya seperti gelombang elektromagnetik yang menampilkan spektrum warna (Lustini, 2019).

#### G. Segmentasi

Segmentasi citra memiliki tujuan untuk memisahkan satu objek dengan objek lain yang sesuai dengan batas wilayah yang memiliki susunan dan bentuk yang sama. Hasil yang diperoleh dari proses segmentasi yaitu citra biner yang dapat memberikan objek. Proses segmentasi citra yang dapat diterapkan dalam penelitian ini menggunakan teknik *thresholding*. Pemisahan objek dari *background* merupakan tujuan dari *thresholding* dengan mencari nilai *threshold* yang tepat (Burman, dkk, 2021). Proses ekstraksi ciri dapat dilakukan dengan mudah setelah dilakukannya proses transformasi citra biasa ke dalam bentuk biner.

#### H. Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri merupakan proses untuk memperoleh ciri dan nilai-nilai khusus yang mewakili karakteristik dari sebuah citra yang diteliti (Kusuma dan Dijaya, 2017). Teknik pengambilan ciri dari citra tersebut menggunakan parameter *mean*, *skewness* dan *curtosis*. Proses klasifikasi buah murbei dengan berbagai kelas (mentah, setengah matang, dan matang) didapatkan dari parameter tersebut (Khotimah dan Masruroh, 2020).

#### I. Warna HSV (Hue, Saturation dan Value)

HSV ialah metode ekstraksi yang menggunakan *hue*, *saturation* dan *value* yang diperoleh dari hasil konversi warna citra RGB (Hadinegoro dan Rizaldilhi, 2021). Segmentasi warna yang dimiliki HSV adalah warna yang hampir bisa ditangkap oleh retina mata (Ryansyah, 2021). Warna yang digunakan oleh

HSV untuk menentukan kemerahan (*redness*) dan kehijauan (*greenness*) adalah warna sebenarnya seperti merah, violet dan kuning. Hal tersebut dinyatakan oleh *hue*. Selanjutnya, *saturation* atau *chroma* yang merupakan kemurnian atau kekuatan warna. Nilai kecerahan warna yang dinyatakan oleh *value* berkisar antara 0-100%. *value* yang berwarna hitam mempunyai nilai 0 dan akan berwarna putih jika mempunyai nilai 100. Selain itu, semakin besar nilai *value* maka semakin cerah. Konversi citra RGB menjadi citra HSV dapat dirumuskan oleh Persamaan (1), (2) dan (3).

$$H = \tan\left(\frac{3(G-B)}{(R-B)+(R-B)}\right) \quad (1)$$

$$S = 1 - \frac{\min(R,G,B)}{v} \quad (2)$$

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

Keterangan:

H = Hue

S = Saturation

V = Value

R = Red

G = Green

B = Blue

tan = tangen

min = minimal

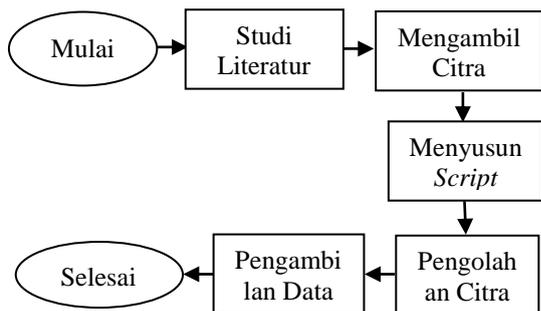
#### J. Linear Discriminant Analysis (LDA)

Linear Discriminant Analysis (LDA) pertama kali diterapkan oleh Etemad dan Chellapa pada proses pengenalan wajah (Ramdhani, 2019). Teori statistik merupakan metode yang digunakan oleh LDA untuk *machine learning* pengolahan data dan pengolahan citra. Pendekatan LDA dengan mengenali pola tertentu dalam menemukan kombinasi fitur berdasarkan pembelajaran (Suryani, dkk, 2017). Analisa matriks penyebaran (*scatter matrix analysis*) merupakan cara kerja LDA dengan tujuan menemukan proyeksi optimal untuk memaksimalkan penyebaran antar kelas dan meminimalkan penyebaran dalam kelas data buah murbei. Algoritma LDA dengan PCA memiliki karakteristik perhitungan matriks yang hampir sama. Pada LDA diusahakan seminimal mungkin adanya perbedaan dari citra dalam kelas Matriks  $S_b$  (*scatter between class*) merepresentasikan perbedaan antar kelas dan matriks  $S_w$  (*scatter within class*) merepresentasikan perbedaan dalam kelas. Dari kedua matriks tersebut didapatkan *Matrix covariance*.

### III. METODE

#### A. Alur Penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.

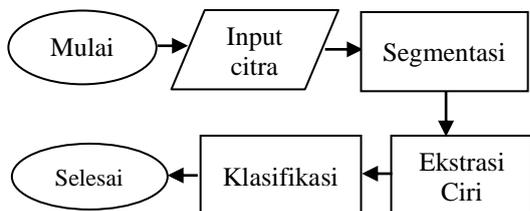


Gambar 2. Diagram alir penelitian

Penelitian ini diawali dengan melaksanakan studi literatur dari beberapa referensi seperti tesis, buku cetak, skripsi, informasi dari internet yang mendukung dan jurnal ilmiah terkait yang telah dilakukan sebelumnya. Selanjutnya, mengambil citra buah murbei dengan kamera pada *handphone*. Setelah itu membuat *script* pelatihan dan pengujian pada matlab. Selanjutnya dilakukan proses pengolahan citra dan terakhir dilakukan pengambilan data citra buah murbei.

### B. Alur Proses Pengolahan Citra

Diagram alir pengolahan citra buah murbei dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir proses pengolahan citra

Proses pengolahan citra buah murbei diawali dengan memasukkan citra buah murbei. Selanjutnya dilakukan proses segmentasi yang berisi konversi citra RGB menjadi citra  $L^*a^*b$  dan mengkonversi citra RGB menjadi citra biner. Setelah itu dilakukan proses ekstraksi ciri yang mengkonversi citra RGB menjadi citra HSV dan mendapatkan nilai rata-rata dari *hue* dan *saturation*. Terakhir dilakukan klasifikasi kematangan buah murbei untuk mendapatkan kelas keluaran dari citra buah murbei berdasarkan nilai rata-rata *hue* dan *saturation*.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

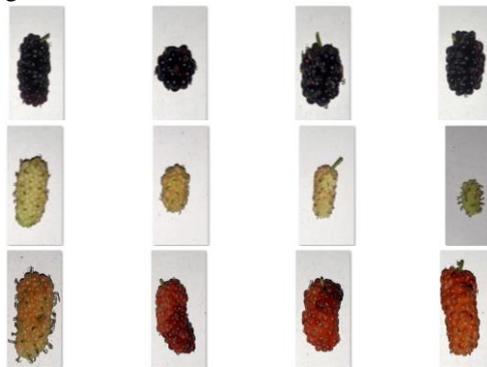
### A. Data Uji

Pada penelitian ini juga digunakan data uji 12 *sample* citra murbei acak yang merupakan koleksi pribadi peneliti dengan berbagai keadaan yaitu 4 citra murbei matang, 4 citra murbei mentah dan 4 citra setengah matang. Untuk mendapatkan nilai

akurasi dari hasil data latih dapat menggunakan Persamaan (4).

$$\text{Nilai akurasi} = \frac{\text{Jumlah benar}}{\text{Jumlah keseluruhan}} \times 100\% \quad (4)$$

Berikut merupakan citra buah murbei yang digunakan sebagai data uji. Ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Citra Data uji

Setelah dilakukan pelatihan dari 12 citra pada data uji didapatkan kelas keluaran dan data uji yang berisi nilai rata-rata *hue* dan *saturation* yang ditunjukkan pada tabel I.

TABEL I  
Hasil pengujian 12 citra data uji

No.	Data Uji		
	Kelas Keluaran	Nilai Hue	Nilai Saturation
1	Matang	0,3824	0,2158
2	Matang	0,4922	0,1839
3	Mentah	0,3705	0,1627
4	Matang	0,3221	0,2175
5	Mentah	0,1095	0,1919
6	Mentah	0,1270	0,1188
7	Mentah	0,0938	0,1268
8	Mentah	0,6798	0,0655
9	Setengah Matang	0,0868	0,3381
10	Setengah Matang	0,0979	0,3249
11	Setengah Matang	0,0991	0,4052
12	Setengah Matang	0,0713	0,4376

Hasil dari data uji pada Tabel 2 terdapat 1 kelas keluaran yang salah yaitu pada nomor 3. Berdasarkan rumus Persamaan (4) didapatkan nilai akurasi sebesar 91,6%

### B. Data Training

Pada penelitian ini digunakan data *training* 30

citra murbei *sample* acak yang merupakan koleksi pribadi peneliti dengan berbagai keadaan yaitu 10 citra murbei matang, 10 citra murbei mentah dan 10 citra setengah matang. Setelah dilakukan pelatihan dari 30 citra pada data *training* didapatkan kelas keluaran dan data *training* yang berisi nilai rata-rata *hue* dan *saturation* yang ditunjukkan pada tabel II.

TABEL II  
 Hasil pelatihan 30 citra data *training*

No	Data Latih		
	Kelas Keluaran	Nilai Hue	Nilai Saturation
1	Matang	0,4293	0,2660
2	Mentah	0,3824	0,2158
3	Matang	0,6356	0,4750
4	Matang	0,4978	0,3047
5	Matang	0,6618	0,5431
6	Matang	0,3984	0,2719
7	Mentah	0,2815	0,1704
8	Mentah	0,3028	0,1869
9	Setengah Matang	0,0563	0,7607
10	Setengah Matang	0,0456	0,4236
11	Mentah	0,0883	0,0432
12	Mentah	0,4956	0,0465
13	Mentah	0,0864	0,0334
14	Mentah	0,6914	0,0977
15	Mentah	0,1110	0,1511
16	Mentah	0,1002	0,1304
17	Mentah	0,6850	0,0350
18	Mentah	0,6612	0,1018
19	Mentah	0,6507	0,1144
20	Mentah	0,7592	0,0302
21	Setengah Matang	0,0757	0,4298
22	Setengah Matang	0,0514	0,5236
23	Setengah Matang	0,0958	0,3766
24	Setengah Matang	0,0914	0,3886
25	Setengah Matang	0,0829	0,3752
26	Setengah Matang	0,2282	0,4956
27	Setengah Matang	0,0713	0,4811
28	Mentah	0,3666	0,2202
29	Setengah Matang	0,1064	0,4655
30	Setengah Matang	0,0482	0,5578

Hasil dari data *training* pada tabel 1 terdapat 6 kelas keluaran yang salah yaitu pada nomor 2, 7, 8, 9, 10, dan 28. Berdasarkan rumus Persamaan (4) didapatkan nilai akurasi sebesar 80%.

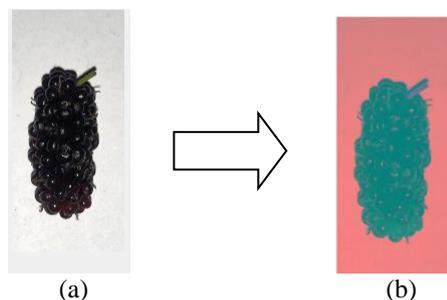
Berikut merupakan citra buah murbei yang digunakan sebagai data *training*. Ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Citra Data *Training*

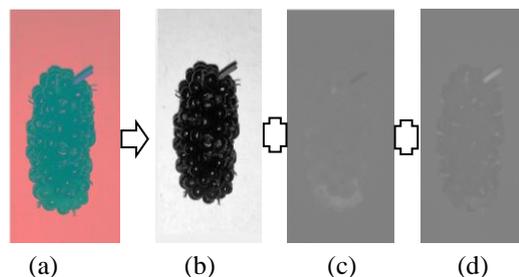
**C. Hasil Segmentasi**

Pada uji citra dilakukan proses segmentasi yaitu transformasi citra warna RGB menjadi citra  $L^*a^*b$ . Hal tersebut dilakukan agar kandungan warna dapat teridentifikasi secara digital oleh matlab yang ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Transformasi RGB menjadi  $L^*a^*b$  (a) Citra RGB (b) Citra  $L^*a^*b$

Secara detail komponen warna citra  $L^*a^*b$  pada objek buah murbei, menunjukkan komponen warna yang terdapat pada citra tersebut dibagi sesuai komponennya yaitu L, a dan b yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Komponen Yang Mengisi Pada Citra  $L^*a^*b$  (a) Citra  $L^*a^*b$  (b) Komponen 'L' (c) Komponen 'a' (d) Komponen 'b'

Selanjutnya, proses yang dapat dilakukan yaitu segmentasi citra menggunakan *thresholding*. Pengubahan citra biasa menjadi citra biner dilakukan untuk mempermudah ekstraksi ciri. Proses segmentasi tersebut menghasilkan keluaran citra biner, dimana objek pada citra memiliki nilai 1 (warna putih), dan nilai pada *background* adalah 0 (warna hitam). Proses segmentasi juga berguna untuk memisahkan antara objek dengan *background*. Hasil dari proses segmentasi warna dapat dilihat pada gambar 8.

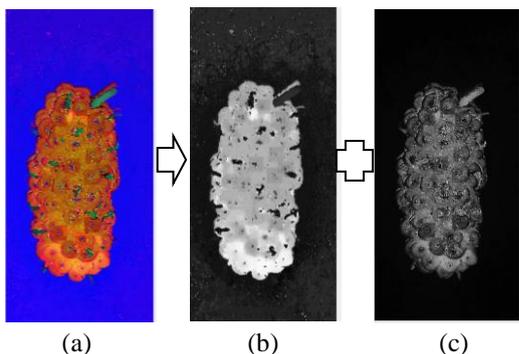


Gambar 8. Citra biner

#### D. Hasil Ekstraksi Ciri

Setelah proses segmentasi selesai dilakukan dan menghasilkan citra biner selanjutnya dilakukan proses ekstraksi ciri menggunakan HSV. Ekstraksi ciri bertujuan untuk mempermudah proses pengelompokan karakteristik gambar yang sesuai dengan *hue* dan *saturation*.

Secara rinci komponen warna citra HSV pada objek buah murbei setelah dilakukan ekstraksi ciri dapat diuraikan sesuai komponennya yaitu *Hue* dan Saturasi yang ditunjukkan pada gambar 10.



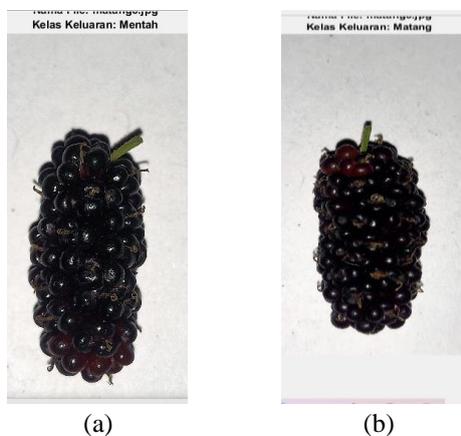
Gambar 10. Komponen yang mengisi pada citra HSV  
(a) Citra HSV (b) Komponen *hue* (c) Komponen saturasi

LDA bertujuan untuk mengurangi dimensi yang dilakukan dengan menghilangkan fitur redundan dan elemen. Redundansi adalah duplikasi data yang sama. Elemen tersebut dipindahkan dari

ruang berdimensi tinggi ke dimensi yang lebih rendah. *Dataset* dapat diproyeksikan ke dalam ruang dimensional dengan kelas fitur yang dipisahkan untuk mengurangi *overfitting*. Hasil klasifikasi dapat membuat berbagai variabel yang tumpang tindih. Oleh karena itu, perlu adanya perbaikan fitur agar tidak terjadi *overlapping*.

#### E. Hasil Klasifikasi

Setelah melalui proses segmentasi dan proses ekstraksi ciri dan mendapatkan nilai rata-rata dari *hue* dan saturasi maka proses selanjutnya adalah proses klasifikasi di mana citra buah murbei akan diberikan keluaran berupa klasifikasi dari kematangan buah murbei. Hasil dari klasifikasi ditunjukkan pada Gambar 11a dan 11b.



Gambar 11. Hasil klasifikasi (a) Klasifikasi salah  
(b) Klasifikasi benar

Dari proses hasil klasifikasi dari 42 citra terdapat 35 citra yang benar. Berdasarkan rumus Persamaan (4) didapatkan nilai akurasi sebesar 85,8%

### V. PENUTUP

#### A. Simpulan

Penelitian ini mengimplementasikan metode Algoritma LDA pada klasifikasi kematangan buah murbei. Klasifikasi tersebut berdasarkan karakteristik warna dan ciri khusus dengan menggunakan aplikasi Matlab. Klasifikasi yang dilakukan pada penelitian ini dibagi menjadi 3 kelas keluaran, yaitu mentah, setengah matang dan matang. Dan terdapat 3 proses utama dalam penelitian ini yaitu proses segmentasi, proses ekstraksi ciri dan proses klasifikasi.

Proses segmentasi menghasilkan sebuah citra biner yang hanya mempunyai warna putih (1) dan warna hitam (0). Proses ekstraksi ciri menghasilkan sebuah citra HSV dan mendapatkan nilai *hue* dan *saturation*. Oleh karena itu proses ekstraksi ciri sangat mempermudah untuk proses

klasifikasi. Hasil data *training* dari 30 citra terdapat 24 citra yang benar dan presentase nilai akurasi yaitu 80%. Hasil data uji dari 12 citra terdapat 11 citra yang benar dan presentase nilai akurasi yaitu 91,6% dan hasil pengujian mendapatkan nilai tingkat akurasi 85,8%.

Selanjutnya, LDA mampu mengidentifikasi dari proyeksi yang optimal untuk dapat memasuki ruang-ruang dengan dimensi yang lebih kecil. Jarak antar kelas diperbesar dengan cara kelas yang diisolasi. Sedangkan adanya jarak penyiapan informasi dalam satu kelas akan semakin berkurang. Jumlah kelas dan jumlah pose sangat berpengaruh dengan banyaknya fitur oleh LDA.

## B. Saran

Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk memberikan tambahan berbagai macam kelas lain dan menggunakan kategori yang sifatnya kompleks. Penambahan jumlah dataset untuk pelatihan dan pengujian, dapat membuat ekstraksi ciri dan identifikasi lebih maksimal. Adanya penambahan ekstraksi ciri yang bertumpu pada tekstur dan bentuk menggunakan algoritma *deep learning* juga lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA.

- Asmara. Rosa Andrie, Puspitasari. Dwi, Romlah. Siti, Hasanah. Qonitatul, dan Romario. Robertus. 2017. *Identifikasi Kesegaran Daging Sapi Berdasarkan Citranya dengan Ekstraksi Fitur Warna dan Teksturnya Menggunakan Metode Gray Level Cooccurrence Matrix*. SENTIA 2017, 9.
- Astiningrum. Mungki, Arhandi. Putra Prima, dan Ariditya. Nabilla Aqmarina. 2019. *Identifikasi Penyakit pada Daun Tomat Berdasarkan Fitur Warna dan Tekstur*. Seminar Informatika Aplikatif Polinema (pp. 227-230).
- Destriana. Rachmat, Nurnaningsih. Desi, Alamsyah. Dedy, dan Sinlae. Alfry Aristo Jansen. 2021. *Implementasi Metode Linear Discriminant Analysis (LDA) Pada Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Nanas*. Building of Informatics, Technology and Science (BITS), 3(1), 56-63.
- Hadinegoro. Arifiyanto, dan Rizaldilhi. Dicky Andhika. 2021. *Pengaruh HSV Pada Pengolahan Citra Untuk Kematangan Buah Cabai*. Building of Informatics, Technology and Science (BITS), 3(3), 155-163.
- Harnis, Putri, Sari. Yuita Arum, dan Rahman. Muhammad Arif. 2019. *Segmentasi Citra Kue Tradisional menggunakan Otsu Thresholding pada Ruang Warna CIE LAB*. J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput. E-ISSN, 2548, 964X.
- Himmah, Elok. Faiqotul, Widyarningsih. Maura, dan Maysaroh. 2020. *Identifikasi Kematangan Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Warna RGB Dan HSV Menggunakan Metode K-Means Clustering*. Jurnal Sains Dan Informatika, 6(2), 193-202.
- Khotimah, Husnul, Nafi'iyah. Nur, dan Masruroh. 2020. *Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Citra HSV dengan KNN*. Jurnal Elektronika Listrik dan Teknologi Informasi Terapan, 1(2), 1-4.
- Kusuma, Selvia. Ferdiana, Pawening. Ratri Enggar, dan Dijaya. Rohman. 2017. *Otomatisasi Klasifikasi Kematangan Buah Mengkudu Berdasarkan Warna dan Tekstur*. Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi, 3(1), 17-23.
- Kusumanto dan Tompunu. Alan Novi. 2011. *pengolahan citra digital untuk mendeteksi obyek menggunakan pengolahan warna model normalisasi RGB*. Semantik, 1(1).
- Lustini. Apriyanti. 2019. *Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Nanas Menggunakan Ruang Warna Red-Green-Blue Dan Hue-Saturation-Intensity*. Jurnal Digital Teknologi Informasi, 2(1), 1-8.
- Nafi'iyah. Nur. 2015. *Algoritma Kohonen dalam Mengubah Citra Graylevel Menjadi Citra Biner*. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia, 9(2), 49-55.
- Prabiantissa, Citra. Nurina, Tri. Ariadi Retno, dan Asmara. Rosa Andrie. 2017. *Sistem Identifikasi Batik Alami Dan Batik Sintetis Berdasarkan Karakteristik Warna Citra Dengan Metode K-Means Clustering*. Jurnal Informatika Polinema, 3(2), 26-26.
- Rohmat. Indra Borman, Farli. Rossi, Yessi. Jusman, Ashrani. Aizzuddin Abdul Rahni, Syahrizal. Dwi Putra, dan Arief. Herdiansah. 2021 *Identification of Herbal Leaf Types Based on Their Image Using First Order Feature Extraction and Multiclass SVM Algorithm*. 1st International Conference on Electronic and Electrical Engineering and Intelligent System (ICE3IS) Identification, pp. 12-17.
- Ramdhani dan Yudi. 2015. *Komparasi Algoritma LDA Dan Naïve Bayes Dengan*

*Optimasi Fitur Untuk Klasifikasi Citra Tunggal Pap Smear*. Jurnal Informatika, 2(2).

Ryansyah. 2021. *Identifikasi Tingkatan Warna Pada Kopi Roasting Menggunakan Metode HSV Berbasis Mobile*. TIN: Terapan Informatika Nusantara, pp. 520-526.

Suryani. Ilias, Nooritawati. Tahir, Rozita. Jailani, dan Che. Zhawiyah Che Hasan. 2017. *Linear Discriminant Analysis in Classifying Walking Gait of Autistic Children*. in European Modelling Symposium, pp. 67–72.

Wardhani, Ire. Puspa, dan Widayati. Susi. 2019. *Segmentasi Warna Citra HSV dan Deteksi Objek Kupu-Kupu Dengan Metode Klasifikasi K-Means*. Prosiding SeNTIK, 3(1), 125-131.

Windana, Fredy, Handaratri. Anitarakhmi, dan Zaen. Mohammad Taufan Asri. 2021. *Implementasi Metode K-Nearest Neighbor Untuk Pengenalan Buah Murbei Dengan Korelasi Kandungan Antosianin*. Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronik, 4(1), 78-86.