

Penerapan Metode *Linear Discriminant Analysis* Dalam Mendeteksi Kematangan Buah Tomat

Adil Setiawan¹, Sumijan²

¹Universitas Potensi Utama, Medan, Indonesia

²Universitas Putra Indonesia "YPTK" Padang, Indonesia

E-mail: adio165@gmail.com

Abstract

Tomatoes are fruits of various shapes and sizes originating from the American continent, the tree can reach a height of 2.5 meters, grows as a fruit plant in fields, yards or is found wild at an altitude of 1-1600 meters. above the sea level. Tomatoes are classified as fruits because they are the edible part of the plant and contain seeds or seeds visible through fiber which play an important role in improving digestion. Fiber facilitates bowel movements and prevents constipation, thereby improving the digestive system. Researchers examined the level of ripeness of tomatoes to obtain a classification of ripe tomato parts and unripe tomato parts by utilizing the Linear Discriminant Analysis method, one of the supervised learning algorithms used to carry out classification in machine learning. This technique is used to find the best linear combination of variables as an indicator of separating classes (classifying) in the dataset. LDA works by projecting data into a lower dimensional space that maximizes the separation between RGB, hue, saturation classes. Farmers usually sort them manually to determine the ripeness of tomatoes, so a system is needed that is capable of classifying the ripeness of tomatoes using the Linear Discriminant Analysis method. Based on the results of accuracy testing, the accuracy rate reaches 85%, this is a result that has become reference material for future researchers.

Keywords: Linear Discriminant Analysis, machine learning, Tomato, Hue, Saturation

Abstrak

Tomat merupakan buah dengan berbagai bentuk dan ukuran yang berasal dari benua Amerika, tinggi pohonnya dapat mencapai 2,5 meter, tumbuh sebagai tanaman buah di ladang, pekarangan atau ditemukan secara liar pada ketinggian 1-1600 meter. di atas permukaan laut. tomat tergolong buah-buahan karena merupakan bagian tanaman yang dapat dimakan dan mengandung biji atau biji yang terlihat melalui serat yang berperan penting dalam melancarkan pencernaan. Serat memperlancar buang air besar dan mencegah sembelit, sehingga meningkatkan sistem pencernaan. Peneliti meneliti tingkat kematangan buah tomat untuk mendapatkan klasifikasi bagian tomat yang matang dengan bagian tomat yang mentah dimana dengan memanfaatkan metode Linear Discriminant Analysis salah satu algoritma supervised learning yang digunakan untuk melakukan klasifikasi dalam machine learning. Teknik ini dilakukan untuk menemukan kombinasi linier dari variabel-variabel yang paling baik sebagai indikator memisahkan kelas (melakukan klasifikasi) dalam dataset. LDA bekerja dengan memproyeksikan data ke ruang berdimensi lebih rendah yang memaksimalkan pemisahan antara kelas-kelas RGB, hue, saturation. Petani biasanya memilah milah secara manual untuk mengetahui kematangan buah tomat sehingga di perlukan sistem yang mampu mengklasifikasi kematangan buah tomat dengan menggunakan metode linier Discriminant Analysis Berdasarkan hasil pengujian akurasi menunjukkan tingkat akurasi mencapai 85%, hal ini sudah merupakan hasil yang menjadi bahan acuan bagi peneliti berikutnya.

Kata Kunci: Linear Discriminant Analysis, machine learning, Tomat, Hue, Saturation

1. Pendahuluan

Tomat merupakan buah yang paling sering digunakan di dapur, selain dapat di olah menjadi sebuah masakan, tomat juga dapat di makan langsung oleh manusia. Pada dasarnya seseorang tidak dapat memproduksi vitamin sendiri, sehingga sebagian besar kebutuhan vitamin seseorang didapat dari buah-buahan, olehkarna itu kita sebagai manusia harus lebih banyak mengunsumsi buah-buahan seperti tomat yang didalamnya terdapat kandungan yang baik bagi tubuh manusia. Tiap 100 gram tomat mengandung kalori 20 kal, protein 1 gram, lemak 0,3 gram, karbohidrat 4,2 gram, kalsium 5 miligram, karoten (vitamin A) 1500 SI, thiamin (vitamin B) 60 mikrogram, asam Askorbat (vitamin C) 40 miligram, fosfor 27 miligram, zat besi 0,5 miligram, potassium 360 miligram. Penelitian ini membahas tentang pengembangan sistem klasifikasi kematangan buah nanas berdasarkan ciri warna menggunakan ekstraksi ciri HSV dan metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Prosesnya meliputi transformasi citra, segmentasi citra, ekstraksi fitur, klasifikasi citra dengan LDA, dan pengujian akurasi. Hasilnya menunjukkan efektivitas metode ini dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan buah tomat.

Latar belakang permasalahan dalam penelitian ini adalah dikembangkannya sistem pengklasifikasian tingkat kematangan buah tomat berdasarkan ciri warna. Tujuannya adalah untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah tomat secara akurat menggunakan teknik pengolahan citra, khususnya fokus pada ekstraksi warna menggunakan fitur HSV dan menerapkan *Linear Discriminant Analysis* (LDA) untuk klasifikasinya. Studi ini bertujuan untuk mengatasi tantangan penentuan tingkat kematangan buah tomat secara akurat, yang penting untuk pengendalian kualitas dan penilaian kesiapan pasar. Dengan menggunakan teknik pemrosesan gambar dan pembelajaran mesin, para peneliti berupaya mengembangkan sistem yang andal dan efisien untuk klasifikasi kematangan buah tomat, didalamnya baik berupa Teknik pengolahan citra apa yang digunakan dalam pengembangan sistem klasifikasi kematangan buah tomat, Teknik mengekstrak fitur dari gambar buah tomat untuk klasifikasi, tingkat akurasi yang dicapai sistem klasifikasi berdasarkan *Linear Discriminant Analysis* (LDA) pada penelitian ini.

Penelitian lain biasa meneliti buah tomat biasanya dalam hal deteksi kematangan buah tomat berdasarkan fitur warna menggunakan metode transformasi ruang warna HIS [1], Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Buah dengan Menggunakan Metode YcbCr [2], Analisis Pengaruh Artificial Intelligence Berbasis Images Preprocessing dalam Implementasi Deteksi Kematangan Buah Tomat [3], Metode Color Blob Detection Untuk Deteksi Kematangan Tomat Secara Otomatis Berbasis Android [4], Sistem Otomasi Dalam Penyortiran Tomat Dengan Image Processing Menggunakan Metode Deteksi Rgb [5], Deteksi Formalin Pada Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) Dengan Teknologi Hidung Elektronik (Electronic Nose) [6], Penerapan Transformasi Ruang Warna Hue Saturation Intensity (HSI) untuk Mendeteksi Kematangan Buah Tomat [7], Deteksi Molekuler Penyebab penyakit Kuning (Tomato chlorosis virus dan Tomato infectious chlorosis virus) pada Tanaman Tomat [9], Pengaruh Minat Penggunaan Robot AI terhadap Tingkat Akurasi dalam Mendeteksi Kematangan Buah Tomat [10], Sistem Deteksi Tomat Matang Hidroponik berdasarkan Warna Hue, Saturation dan Value menggunakan Metode Threshold berbasis Graphical User Interface [11], Sistem Deteksi Tomat Matang Hidroponik berdasarkan Warna Hue, Saturation dan Value menggunakan Metode Threshold berbasis Graphical User Interface [12], Deteksi Kematangan Dan Kebusukan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna His Laporan Akhir [13], Aplikasi Deteksi Penyakit pada Daun Tomat Berbasis Android Menggunakan Model Terlatih Tensorflow Lite [14], Deteksi Formalin Pada Tomat Dengan Menggunakan Metode Lsi (Laser Speckel Imaging) [15]. Peneliti meneliti sesuai dengan kaidah ilmiah yang di peroleh dengan memaksimalkan data pengujian

dan algoritma yang digunakan di sesuaikan dengan kebutuhan yang ingin di capai sehingga hasilnya menjadi lebih baik dan maksimal.

Penelitian sebelumnya juga menggunakan metode *Linear Discriminant Analysis* digunakan peneliti lain untuk memecahkan masalah seperti Simulasi Ekstraksi Citra Wajah dengan Deskriptor Global Direct Fractional-Step *Linear Discriminant Analysis* (DF-LDA) untuk Pengenalan Wajah [16], Pengenalan wajah menggunakan fitur holistik dan penyederhanaan analisis diskriminan linier [17], Pengenalan Wajah Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis* dan k Nearest Neighbor [18], Performance Evaluation Of *Linear Discriminant Analysis* And Support Vector Machines To Classify Cesarean Section [19], Pengakuan Modal Daerah Menggunakan Analisis Diskriminan Linear Dua Dimensi Simmetrik [20], Pendeteksian Kanker Paru-Paru Dengan Menggunakan Transformasi Wavelet Dan Metode *Linear Discriminant Analysis* [21], Analisis Diskriminan Berbasis Getaran untuk Deteksi Kebocoran Pipa [22], Implementasi Metode *Linear Discriminant Analysis* Untuk Deteksi Kematangan Pada Buah Stroberi [23], Pendeteksi Jenis Autis pada Anak Usia Dini Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA) [24], Penggunaan Metode *Linear Discriminant Analysis* Untuk Pengenalan Wajah Dengan Membandingkan Banyaknya Data Latih [25], Klasifikasi Kain Songket Lombok Berdasarkan Fitur GLCM dan Moment Invariant Dengan Teknik Pengklasifikasian *Linear Discriminant Analysis* (LDA) [26], Pengenalan citra wajah menggunakan metode two-dimensional *Linear Discriminant Analysis* dan support vector machine [27], Identifikasi huruf kapital tulisan tangan menggunakan *Linear Discriminant Analysis* dan Euclidean Distance [28], Pengenalan Pola Tulisan Tangan Aksara Sasak Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis* dan Jaringan Syaraf Tiruan Jenis Backpropagation [29], Perbandingan Ekstraksi Ciri untuk Menguji Tingkat Kekeringan dan Kelembapan pada Kawasan Restorasi Terbakar Menggunakan Analisis Diskriminan Linier [30].

Berdasarkan penelitian sebelumnya dan yang telah dikembangkan, maka penelitian ini melakukan analisa deteksi Kematangan Buah tomat dengan menggunakan metode *Linear Discriminant Analysis*. Tujuannya untuk mengetahui nilai dari hasil ekstraksi citra yang ada pada citra buah tomat untuk kemudian di olah menjadi hasil yang dapat memudahkan penentuan terhadap kematangan buah tomat yang telah di panen.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Jenis Penelitian

Data pada penelitian yang dikembangkan merupakan bagian dari uji coba penulis. Hasil penelitian ini dilakukan dengan Penerapan metode *Linear Discriminant Analysis* dalam mendeteksi kematangan buah tomat dengan terlebih dahulu mengambil data citra kemudian mengekstraknya menjadi ciri yang kemudian di olah untuk mendapatkan hasil pengujian kemudian dapat menyortir tomat yang matang dengan tomat yang mentah dengan cara melakukan input data citra baru untuk menguji apakah sistem bisa mendeteksi jenis citra baru.

2.2. Variabel Nilai Input

Variabel input yang digunakan berdasarkan hasil diskusi dan wawancara yang kepada petani tomat di Kabupaten Karo, dimana didalamnya ada keterangan-keterangan tentang data buah matang, dan mentah diperoleh dari hasil wawancara dengan petani tersebut. Transformasi menggunakan ruang warna L^*a^*b bertujuan sebagai seleksi kandungan warna pada citra [31]. Terdapat 12 jenis warna yang dihasilkan dalam roda warna yaitu cyan, biru, merah, kuning, hijau, magenta, dengan semua warna dengan mengubah dan mentransformasikan ruang warna citra dari RGB ke XXX [32]. Selanjutnya hasil nilai warna RGB tersebut digunakan sebagai nilai untuk menghitung nilai nilai L^* , a^* dan b^* . ini dibuat untuk menyederhanakan proses segmentasi.

Segmentasi citra berfungsi untuk memisahkan satu objek dengan objek lainnya. Pemisahan dilakukan berdasarkan batas wilayah yang memiliki bentuk atau susunan yang sama. Keluaran dari proses ini adalah citra biner, dimana objek yang diinginkan memiliki nilai 1 (warna putih), sedangkan nilai background adalah 0 (warna hitam) [33].

LDA (*Linear Discriminant Analysis*) didalamnya terdapat area indeks informasi tetap ada, tetapi lebih banyak kelas dibingkai. Kelas diasolasi dengan tujuan agar kondisi ini membuat jarak antar kelas semakin besar, sedangkan jarak penyiapan informasi dalam satu kelas semakin berkurang. Banyaknya fitur yang dihasilkan oleh LDA tergantung dari jumlah kelas dan, jumlah pose yang dilakukan. telah dilatih oleh LDA, dan LDA tidak mempengaruhi jumlah fitur yang dihasilkan sehingga akan memakan waktu lebih cepat dalam prosesnya. Implementasi metode LDA terdiri dari beberapa tahap. Tahap awal adalah mengubah data citra latih dan citra uji menjadi vektor $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$. Selanjutnya membuat kelas berdasarkan jumlah variabel pada data citra latih dan citra uji. Kemudian dihitung rata-rata kelas dan rata-rata kelas keseluruhan (m) dari semua citra yang ada. Setelah itu hitung matriks distribusi antar kelas (S_b) dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_b = \sum_{i=1}^k n_i (m_i - m_o)(m_i - m_o)^T \quad (1)$$

Selanjutnya hitung matriks distribusi dalam kelas (S_w) dengan persamaan berikut:

$$S_w = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} n_i (x_i^{(j)} - m_o)(x_i^{(j)} - m_o)^T \quad (2)$$

Bagian ini memproyeksikan matriks distribusi dalam kelas (S_w). S_w merupakan matriks jarak dalam kelas yang sama, menggunakan persamaan:

$$J(W) = \max_{\text{trace}}((W^T S W)^{-1} (W^T S W)) \quad (3)$$

Selanjutnya cari nilai Eigen (λ) dan nilai eigenvector (v). Langkah terakhir adalah memproyeksikan seluruh gambar asli (bukan gambar ujung tengah) ke vektor fisher base dengan menghitung produk titik dari gambar asli V ke setiap vektor fisher base x_i . Adapun pencampuran warna ketiga ini disebut additive color. Pengaturan Hue, Saturation dan dapat kita membuatnya dengan skala mulai dari 0 di akhiri 255. Setiap warna yang ada merupakan hasil kombinasi intensitas merah, hijau dan biru yang terdapat pada setiap piksel [33].

$$r = \frac{R}{R+G+B} \quad (4)$$

$$g = \frac{G}{R+G+B} \quad (5)$$

$$b = \frac{B}{R+G+B} \quad (6)$$

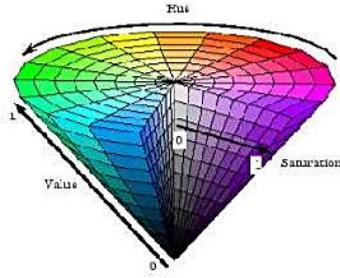
Keterangan:

r = normalisasi *red*,

g = normalisasi *green*,

b = normalisasi *blue*.

Warna HSV (Hue, Saturation dan Value) merupakan model yang digunakan dalam analisis warna pada pengolahan citra digital. Hue adalah warna sebenarnya, seperti merah, violet, dan kuning yang digunakan untuk menentukan kemerahan kehijauan dan sebagainya. Saturation merupakan kemurnian warna, Value merupakan kecerahan warna yang didalamnya terdapat nilai rentang 0-100 %. Jika value bernilai 0 maka warnanya akan menjadi hitam, semakin besar nilai value maka semakin cerah dan hadirnya variasi warna baru pada Gambar 1.



Gambar 1. Warna HSV

Hue merupakan metode menentukan jenis warna, Hue biasanya diukur dalam derajat (0-360), dengan 0 derajat menunjukkan warna merah, 120 derajat menunjukkan warna hijau, dan 240 derajat menunjukkan warna biru.

Saturation merupakan metode menentukan seberapa jernih atau pekat warna tersebut. Saturation diukur dalam skala 0-100%, dengan 0% menunjukkan warna putih atau abu-abu (tidak ada warna) dan 100% menunjukkan warna yang paling pekat.

Value merupakan metode menentukan seberapa terang atau gelap warna tersebut. Value diukur dalam skala 0-100%, dengan 0% menunjukkan warna hitam (tidak ada cahaya) dan 100% menunjukkan warna putih (sumber cahaya penuh) [34].

$$H = \tan\left(\frac{3(G-B)}{(R-B)+(R-B)}\right) \tag{7}$$

$$S = 1 - \frac{\min(R,G,B)}{V} \tag{8}$$

$$V = \frac{R+G+B}{3} \tag{9}$$

Dimana:

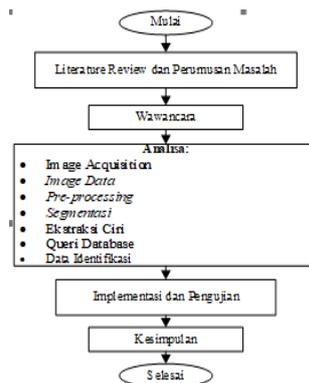
S : nilai *saturation*.

V : nilai *value*.

H : nilai *hue*.

2.3. Tahapan Penelitian

Gambar 2 menunjukkan tahapan penyelesaian penelitian yang dilakukan.



Gambar 2. Urutan Langkah Penyelesaian Penelitian

Penelitian ini menjelaskan urutan langkah di atas dimulai dari langkah pertama dimulai dengan membaca literatur (baik dari jurnal, buku, internet) mencari tahu rumusan masalah untuk merumuskan dan merincikan permasalahan yang terjadi dan kemudian dipecahkan menjadi sebuah kesimpulan yang dapat diukur pengujiannya yang akan menjadi topik penelitian. Selanjutnya pada tahap kedua merupakan tahap wawancara dengan Petani tomat untuk mendapat variabel yang digunakan untuk mendeteksi tomat

secara detil dan jelas. Tahap ketiga merupakan akuisisi citra, pada tahap ini dilakukan pengambilan beberapa citra tomat dengan peralatan digital, sehingga citra tersebut berekstensi “jpg”. Pada step yang keempat data citra, pada tahap ini dilakukan pengaturan citra tomat ke dalam sebuah database yang akan diproses ke pre-processing. Untuk step kelima dilakukan Pre prosesing dimana tahapan ini proses awal pengolahan citra. Pada tahap ini dilakukan perubahan citra RGB tomat ke L^*a^*b ke thresholding ke hsv.

Bagian step keenam dilakukan proses segmentasi citra tomat dimana tahapan ini memisahkan antara sebuah objek yang di inginkan dengan objek yang tidak diinginkan sehingga memisahkan antara latar belakang dengan objek yang akan diolah menjadi data ekstrak. Bagian step ketujuh ekstraksi ciri dimana tahapan ini ialah tahapan untuk mendapatkan nilai ciri masing-masing citra, dimana nantinya akan di simpan kedalam database. Bagian step kedelapan query database untuk step ini data hasil ekstraksi ciri yang telah di ekstraksi disimpan kedalam database. Bagian step kesembilan data identifikasi dimana dalam step ini telah dapat mengidentifikasi berdasarkan data dari database yang telah di simpan sehingga sudah dapat menentukan tomat yang matang dengan tomat yang mentah dan memudahkan petani tomat dalam menyeleksi tomat yang akan di panen

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Diagram block Pre-Processing

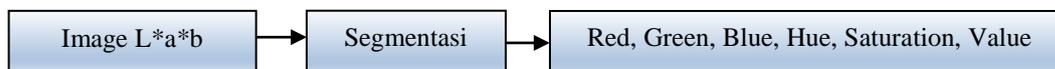
Bagian Pre-Processing adalah Image Acquisition, pada tahap ini dilakukan pengambilan beberapa citra tomat dengan peralatan digital, sehingga citra tersebut berekstensi “jpg”. Dari Gambar 3 dapat di lihat image RGB berubah ke bentuk L^*a^*b bentuk ini nantinya akan dilakukan Langkah selanjutnya yang akan digunakan sebagai pemngolahan citra untuk dapat melakukan perbaikan gambar pada citra Lihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram block Pre-Processing

3.2. Diagram Block diagram ekstraksi ciri

Bagian Step ekstraksi ciri ini adalah tahap dimana. tujuh ekstraksi ciri dimana tahapan ini ialah tahapan untuk mendapatkan nilai ciri masing-masing citra dimana data ini yang selanjutnya akan di olah menjadi database. Pada tahap ke delapan query database dimana pada tahapan ini adalah menyimpan data hasil ekstraksi ciri yang telah di oalah pada tahap ekstraksi data. Lihat pada Gambar 4 ini.



Gambar 4. Diagram block Ekstraksi ciri

3.3. Diagram Block diagram proses identifikasi

Bagian Step adalah sebuah data identifikasi dimana dalam tahapan ini mengidentifikasi berdasarkan data dari database yang telah di simpan untuk menjadi rujukan data primer yang di olah untuk menentukan tomat matang dan tomat mentah sehingga dapat memudahkan petani dalam memilah tomat matang dan tomat mentah di pergunaan petani.



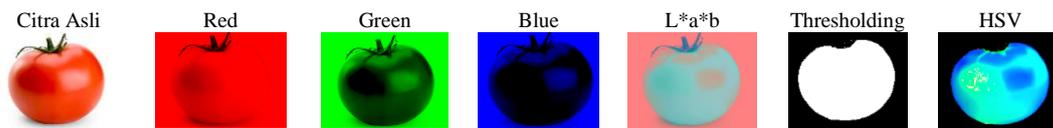
Gambar 5. Diagram block proses identifikasi

3.4. Hasil Pengujian

Keadaan sebenarnya dibandingkan dengan hasil pendeteksian sistem selama proses pengujian. Dalam contoh ini, akurasi sistem akan dinilai dari kemampuannya untuk secara akurat menentukan akurasi kematangan tomat, seperti yang ditunjukkan dalam persamaan.

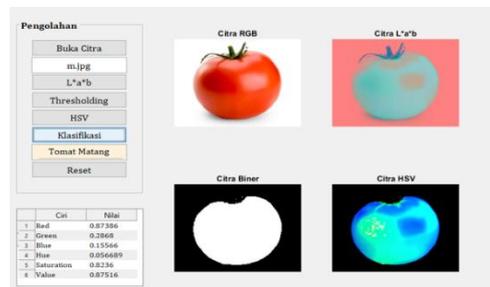
$$Akurasi = \frac{Kondisi Aktual}{Hasil Deteksi Sistem} \times 100 \quad (13)$$

Pada bagian ini adalah mengubah ruang warna RGB dari citra asli menjadi RGB ke L*a*b dan Thresholding. Ini akan membantu proses masking beberapa wilayah dengan mensegmentasi setiap komponen citra dari rentang warna terendah hingga rentang warna tertinggi untuk obje Hue, Saturation, Value. Jika komposisi warna suatu objek berada dalam kisaran tertentu, ia akan berubah menjadi putih dan dianggap sebagai foreground.



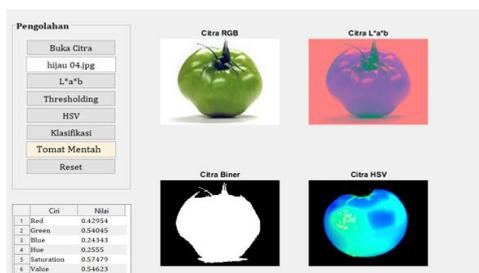
Gambar 6. Proses perubahan citra

Pada Proses ini dapat dilihat proses perubahan warna dari citra asli ke bentuk red, green, blue selanjutnya berubah ke bentuk L*a*b dan selanjutnya melakukan Langkah Thresholding dan akhirnya dilakukan Citra HSV seperti hasil pada Gambar 6. Langkah selanjutnya ekstraksi ciri pada citra yang sudah melewati proses perbaikan citra dimana hasil ekstraksi ciri ini akan memiliki nilai yang akan dijadikan sebagai deteksi kematangan buah tomat, ekstrak yang digunakan dalam penelitian ini adalah Red, Green, Blue, L*a*b, HSV beberapa jenis ekstrak ini akan di olah sebagai data pelatihan dan akan di uji datanya sesuai dengan data.



Gambar 7. Proses Hasil Ekstraksi Citra Tomat Matang

Ekstraksi tomat yang matang dengan *Linear Discriminant Analysis* dimana untuk hasil ekstrak citra tomat matang Seperti yang terlihat pada gambar di atas. Data ini kemudian nantinya akan di simpan dan di latih sebagai data uji untuk dapat digunakan sebagai pengolahan deteksi buah tomat.



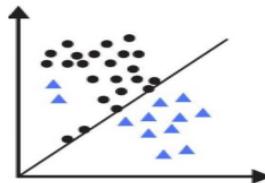
Gambar 8. Proses Hasil Ekstraksi Citra Tomat Mentah

Ekstraksi tomat yang mentah dengan *Linear Discriminant Analysis* dimana untuk hasil ekstrak citra tomat mentah seperti yang terlihat pada gambar di atas. Data ini kemudian nantinya akan di simpan dan di latih sebagai data uji untuk dapat digunakan sebagai pengolahan deteksi buah tomat.

Tabel 1. Hasil Ekstraksi Ciri

Ekstaksi ciri	Matang	Mentah
Red	0.87386	0.42954
Green	0.2868	0.54045
Blue	0.15566	0.24343
Hue	0.056689	0.2555
Saturation	0.8236	0.57479
Value	0.87516	0.54623
Warna	Merah	Hijau

Dari hasil ekstraksi menunjukkan data data yang di ekstrak menampilkan nilai yang memiliki rentang jarak berjauhan itu terlihat di bagian ekstraksi ciri Red, Green, hue, value dan lainnya sehingga memudahkan data pelatihan untuk menjadikan data uji sebagai data testing untuk mendeteksi kematangan pada tomat, juga dapat mempengaruhi terhadap hasil akurasi yang akan dilakukan pada deteksi kematangan tomat di penelitian ini. fitur redundan dan mengubah elemen dari ruang berdimensi lebih tinggi ke ruang berdimensi lebih rendah. LDA dapat mengisolasi informasi antar kelas sehingga memudahkan dalam pengelompokan nilai disipasi antar kelas dan membatasi penyebaran antar kelas, seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil LDA Memisahkan Antar Kelas

LDA (*Linear Discriminant Analysis*) didalamnya terdapat area indeks informasi tetap ada, tetapi lebih banyak kelas dibingkai. Kelas diisolasi dengan tujuan agar kondisi ini membuat jarak antar kelas semakin besar, sedangkan jarak penyiapan informasi dalam satu kelas semakin berkurang uji. Terdapat 2 kelas atau kategori tingkat kematangan tomat, yaitu tomat matang dan tomat mentah. Setiap kelas masing-masing diuji dengan 50 gambar. Semua gambar uji akan dicocokkan dengan hasil klasifikasi. Hasil pengujian akurasi model dapat dilihat pada Gambar 10 berupa grafik persentase hasil pengujian akurasi untuk setiap kelas atau kategori tingkat kematangan tomat.



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Akurasi

Dari hasil akurasi diatas bahwa terlihat nilai akurasi terlihat bahwa nilai uji untuk masing-masing kelas yaitu sebesar Tomat matang sebesar 90%, Tomat Mentah Sebesar 80%, jika di rata-ratakan sebesar 85% tingkat akurasinya dengan uji akurasi rata-rata error mencapai 15% dan menjadikan hasil deteksi tomat yang peneliti kembangkan menjadi dapat digunakan untuk menyeleksi buah yang telah dipanen petani selama musim panen tiba

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan penelitian ini, dapat disimpulkan antara lain bahwa dapat dibangun sebuah model penerapan metode *Linear Discriminant Analysis* dalam mendeteksi kematangan buah tomat, Jurnal ini juga melakukan analisa terhadap deteksi kematangan tomat dengan metode *Linear Discriminant Analysis* dimana hasil akurasinya 85%, dimana untuk hasil ekstrak citra tomat hal ini juga dipengaruhi oleh banyaknya jumlah data uji dan data latih yang digunakan. Dimana hasil Uji tomat matang sebesar 90% sedangkan untuk hasil uji tomat mentah sebesar 80%, ini pengujian 50 data citra tomat matang dan 50 data citra tomat mentah dengan rata-rata akurasi 85%, Penelitian dapat dilanjutkan dengan cara mengintegrasikan berbagai model untuk menyempurnakan hasil pengolahan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Pratama, Rendy, Achmad Fuad, and Firman Tempola. "deteksi kematangan buah tomat berdasarkan fitur warna menggunakan metode transformasi ruang warna HIS." *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)* 2.2 (2019): 81-86.
- [2] Nasution, Muhammad Syahputra, and Nurul Fadillah. "Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Buah dengan Menggunakan Metode YCbCr." *InfoTekJar (Jurnal Nas. Inform. dan Teknol. Jaringan)*, 3.2 (2019): 147-150.
- [3] Yanti, Sevia Dwi, et al. "Analisis Pengaruh Artificial Intelligence Berbasis Images Preprocessing dalam Implementasi Deteksi Kematangan Buah Tomat." *Jurnal Penelitian Teknologi Informasi Dan Sains* 1.4 (2023): 39-48.
- [4] Nurhuda, Choirul Ridho, and Kartika Firdausy. "Metode Color Blob Detection Untuk Deteksi Kematangan Tomat Secara Otomatis Berbasis Android." *Jurnal Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, ISSN (2017): 2085-6350.
- [5] Mukhti, Ihsan Nugraha Putra, Suwandi Suwandi, and Hertiana Bethaningtyas. "Sistem Otomasi Dalam Penyortiran Tomat Dengan Image Processing Menggunakan Metode Deteksi Rgb." *eProceedings of Engineering* 2.3 (2015).
- [6] Maibriadi, Irfan, Ratna Ratna, and Agus Arip Munawar. "Deteksi Formalin Pada Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) Dengan Teknologi Hidung Elektronik (Electronic Nose)." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 4.2 (2019): 359-366.
- [7] Arkadia, Arvi, et al. "Penerapan Transformasi Ruang Warna Hue Saturation Intensity (HSI) untuk Mendeteksi Kematangan Buah Tomat." *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Bidang Ilmu Komputer dan Aplikasinya*. Vol. 2. No. 2. 2021.
- [8] Fajarfika, Resti, et al. "Deteksi Molekuler Penyebab penyakit Kuning (Tomato chlorosis virus dan Tomato infectious chlorosis virus) pada Tanaman Tomat." *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 19.2 (2015): 80-88.
- [9] Partio, Mari, et al. "Rock texture retrieval using gray level co-occurrence matrix." *Proc. of 5th Nordic Signal Processing Symposium*. vol. 75, no. 1, pp. 511-524, 2002
- [10] Afifah, Najla Putri Afifah Putri, et al. "Pengaruh Minat Penggunaan Robot AI terhadap Tingkat Akurasi dalam Mendeteksi Kematangan Buah Tomat." *TEKTONIK: Jurnal Ilmu Teknik* 1.2 (2024): 144-149.
- [11] Hartono, Andy, Hurriyatul Fitriyah, and Edita Rosana Widasari. "Sistem Deteksi Tomat Matang Hidroponik berdasarkan Warna Hue, Saturation dan Value

- menggunakan Metode Threshold berbasis Graphical User Interface." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 7.5 (2023): 2313-2319.
- [12] Hartono, Andy, Hurniyatul Fitriyah, and Edita Rosana Widasari. "Sistem Deteksi Tomat Matang Hidroponik berdasarkan Warna Hue, Saturation dan Value menggunakan Metode Threshold berbasis Graphical User Interface." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 7.5 (2023): 2313-2319.
- [13] Rahayu, Diajeng Shinta Febri. "Deteksi Kematangan Dan Kebusukan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna His Laporan Akhir." *Diss. Politeknik Negeri Jember*, 2021.
- [14] Natbais, Yuyun Hana, and Ari Bangkit Sanjaya Umbu. "Aplikasi Deteksi Penyakit pada Daun Tomat Berbasis Android Menggunakan Model Terlatih Tensorflow Lite." *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian* 17.2 (2023): 83-90.
- [15] Afifah, Najla Putri Afifah Putri, et al. "Pengaruh Minat Penggunaan Robot AI terhadap Tingkat Akurasi dalam Mendeteksi Kematangan Buah Tomat." *TEKTONIK: Jurnal Ilmu Teknik* 1.2 (2024): 144-149.
- [16] Barus, Ikuthen Gabriel, and Riko Arlando Saragih. "Simulasi Ekstraksi Citra Wajah dengan Deskriptor Global Direct Fractional-Step *Linear Discriminant Analysis* (DF-LDA) untuk Pengenalan Wajah." *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika* 14.01 (2015): 59-66.
- [17] Wijaya, I. Gede Pasek Suta, Keiichi Uchimura, and Gou Koutaki. "Face recognition using holistic features and *Linear Discriminant Analysis* simplification." *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)* 10.4 (2012): 771-782.
- [18] Fandiansyah, Fandiansyah, Jayanti Yusmah Sari, and Ika Putri Ningrum. "Pengenalan Wajah Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis* dan k Nearest Neighbor." *Ultimatics: Jurnal Teknik Informatika* 9.1 (2017): 1-9.
- [19] Abdillah, Abdul Azis, et al. "Performance Evaluation Of *Linear Discriminant Analysis* And Support Vector Machines To Classify Cesarean Section." *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 113.2 (2021).
- [20] Sari, Rina Widya, and Ismail Husein. "Recognition Of Local Capital Using Symmetric Two-Dimensional *Linear Discriminant Analysis*." *ZERO: Jurnal Sains, Matematika dan Terapan* 1.2 (2017): 72-86.
- [21] Saksono, Hanung Tyas, Achmad Rizal, and Koredianto Usman. "Pendeteksian Kanker Paru-Paru Dengan Menggunakan Transformasi Wavelet Dan Metode *Linear Discriminant Analysis*." *Maj. Ilm. Tek. Elektro* 9 (2010).
- [22] Kamiel, Berli Paripurna, and Indra Rukmana. "Vibration-Based Discriminant Analysis for Pipeline Leaks Detection." *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)* 6.2 (2022): 8-15.
- [23] Sari, Rizka Purmaya, Ulla Delfana Rosiani, and Arie Rachmad Syulistyo. "Implementasi Metode *Linear Discriminant Analysis* Untuk Deteksi Kematangan Pada Buah Stroberi." *Seminar Informatika Aplikatif Polinema*. 2020.
- [24] Budiman, Edwar, Edy Santoso, and Tri Afirianto. "Pendeteksi Jenis Autis pada Anak Usia Dini Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA)." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 1.7 (2017): 583-592.
- [25] Kosasih, Rifki. "Penggunaan Metode *Linear Discriminant Analysis* Untuk Pengenalan Wajah Dengan Membandingkan Banyaknya Data Latih." *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa* 26.1 (2021): 25-34.
- [26] Nurhalimah, Nurhalimah, I. Gede Pasek Suta Wijaya, and Fitri Bimantoro. "Klasifikasi Kain Songket Lombok Berdasarkan Fitur GLCM dan Moment Invariant Dengan Teknik Pengklasifikasian *Linear Discriminant Analysis* (LDA)." *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, dan Aplikasinya (JTika)* 2.2 (2020): 173-183.

- [27] Damayanti, Fitri, Agus Zainal Arifin, and Rully Soelaiman. "Pengenalan citra wajah menggunakan metode two-dimensional *Linear Discriminant Analysis* dan support vector machine." *Jurnal Ilmiah Kursor* 5.3 (2010).
- [28] Cahyani, Septa, Rita Wiryasaputra, and Rendra Gustriansyah. "Identifikasi huruf kapital tulisan tangan menggunakan *Linear Discriminant Analysis* dan Euclidean Distance." *Jurnal Sistem Informasi Bisnis* 8.1 (2018): 57.
- [29] Mahafani, AA Sg Mas Karunia, and Fitri Bimantoro. "Pengenalan Pola Tulisan Tangan Aksara Sasak Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis* dan Jaringan Syaraf Tiruan Jenis Backpropagation." *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, Dan Aplikasinya (JTika)* 2.2 (2020): 237-247.
- [30] Sari, Yunita Sartika, et al. "Comparison of Feature Extraction to Test Dryness and Moisture Levels in Burned Restoration Areas Using *Linear Discriminant Analysis*." *2023 International Conference on Computer Science, Information Technology and Engineering (ICCoSITE)*. IEEE, 2023.
- [31] Hapantenda, Andrey Kartika Widhy, Ardy Januantoro, and Indah Listiowarni. "Studi Independen Komparasi Segmentasi Sel darah Putih Menggunakan Ruang Warna HSV Dengan $CIE-L^* a^* b^*$." *Jurnal Konvergensi* 15.2 (2019): 22-28.
- [32] Borman, Rohmat Indra, et al. "Identification of Herbal Leaf Types Based on Their Image Using First Order Feature Extraction and Multiclass SVM Algorithm." *2021 1st international conference on electronic and electrical engineering and intelligent system (ICE3IS)*. IEEE, 2021.
- [33] Yogi, Maldini. "Aplikasi Deteksi Kematangan Buah Semangka Berbasis Nilai RGB Menggunakan Metode Thresholding." *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 3, no. 6, pp. 84-89, 2016
- [34] Suradi, Andi Asvin Mahersatillah, et al. "Deteksi Tingkat Kematangan Buah Apel Menggunakan Segmentasi Ruang Warna HSV." *SISITI: Seminar Ilmiah Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, vol. 12, no. 1, pp. 19-26, 2023.
- [35] Asri, Puput Puji, and Resty Wulanningrum. "Implementasi SOM (Self Organizing Maps) untuk Identifikasi Kematangan Buah Tomat." *JTECS: Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem & Komputer*, vol. 1, no. 2, pp.185-192, 2021.
- [36] Sutrisno, "Aulia Andiani. Segmentasi Citra Sputum Mycobacterium Tuberculosis Menggunakan Self Organizing Map". *Diss. Universitas Airlangga*, vol. 4, no. 2, pp. 121–127, 2018.
- [37] Putri, Shabrina Elha, Bambang Hidayat, and Fahmi Oscandar. "Identifikasi Pola Enamel Gigi Menggunakan Metode Discrete Wavelet Transform (dwt) Dan Self Organizing Maps (som) Untuk Aplikasi Forensik Kedokteran Gigi." *eProceedings of Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 497–504, 2018.
- [38] Setiawan, Arif, Ratri Dwi Atmaja, and Suci Aulia. "Analisis Dan Perancangan Pengenalan Pola Huruf Jepang (hiragana) Menggunakan Metode Selforganizing Map (som)." *eProceedings of Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 539–546, 2017.
- [39] Baharani, Siti Nurfa. "Deteksi Tingkat Kematangan Buah Melinjo Menggunakan Metode Algoritma Self Organizing Map". *Diss. Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, 2023.