

## KLASTERISASI KESEHATAN DAUN MENGGUNAKAN K-MEANS CLUSTERING DENGAN TEKNIK PENGOLAHAN CITRA

Dede Pratama<sup>1</sup>, Agung Ramadhanu<sup>2</sup>

Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, Padang

e-mail: <sup>1</sup>pratamadede@gmail.com, <sup>2</sup>agung\_ramadhanu@upiyptk.ac.id

**Abstract:** Leaves are an important part of plants that greatly influence the health and quality of the plant. Poor leaf conditions, such as yellow or degraded leaves, can indicate problems in plant growth or health. Manual classification of fresh and yellow leaves can be time-consuming and often inconsistent, necessitating a more efficient automated method. The main goal of this research is to implement an image processing-based automatic classification system to classify fresh and yellow leaves based on visual features such as color, texture, and shape, to improve efficiency and consistency in plant health monitoring. To distinguish brightness and color, images are processed by converting the RGB color space to LAB. Using the K-Means Clustering algorithm, images are grouped into two clusters, each consisting of fresh leaves and yellow leaves. The data used in this research consists of eight images, each comprising four images of fresh leaves and four images of yellow leaves. The research results show that this method successfully classified fresh and yellow leaves with an accuracy rate of 100%, with 8 out of 8 images correctly identified. The K-Means Clustering method has been demonstrated as an effective and accurate method for determining leaf health conditions.

**Keywords:** Fresh Leaves, Yellow Leaves, K-Means Clustering, Image Processing, Feature Extraction

**Abstrak:** Daun merupakan bagian penting dari tumbuhan yang sangat mempengaruhi kesehatan dan kualitas tanaman. Kondisi daun yang buruk, seperti daun kuning atau daun yang terdegradasi, dapat menunjukkan adanya masalah dalam pertumbuhan atau kesehatan tanaman. Klasifikasi daun segar dan daun kuning secara manual dapat memakan waktu dan sering kali tidak konsisten, sehingga diperlukan metode otomatis yang lebih efisien. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan sistem klasifikasi otomatis berbasis pengolahan citra dalam mengklasifikasikan daun segar dan daun kuning berdasarkan fitur visual seperti warna, tekstur, dan bentuk, guna meningkatkan efisiensi dan konsistensi dalam proses pemantauan kesehatan tanaman. Untuk membedakan kecerahan dan warna, gambar diproses dengan mengubah ruang warna RGB ke LAB. Dengan menggunakan algoritma K-Means Clustering, gambar dikelompokkan ke dalam dua kelompok, masing-masing terdiri dari daun segar dan daun kuning. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari delapan gambar, masing-masing terdiri dari empat gambar daun segar dan empat gambar daun kuning. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini berhasil mengklasifikasikan daun segar dan daun kuning dengan tingkat akurasi 100%, dengan 8 dari 8 gambar teridentifikasi dengan benar. Metode K-Means Clustering telah ditunjukkan sebagai metode yang efektif dan akurat untuk menentukan kondisi kesehatan daun.

**Kata kunci:** Daun Segar, Daun Kuning, K-Means Clustering, Pengolahan Citra, Ekstraksi Fitur.

## PENDAHULUAN

Daun merupakan bagian penting dari tanaman yang berperan dalam proses fotosintesis dan mempengaruhi kesehatan tanaman secara keseluruhan. Kondisi daun yang buruk, seperti daun kuning atau daun yang rusak, dapat menunjukkan adanya masalah dalam pertumbuhan atau kesehatan tanaman. Penurunan kualitas daun sering terjadi seiring waktu dan dapat mempengaruhi hasil pertanian. Oleh karena itu, diperlukan metode otomatis yang efisien untuk mengklasifikasikan daun segar dan daun yang menunjukkan tanda-tanda kerusakan.

Seperti halnya komoditas pertanian lainnya, kesehatan daun juga menjadi perhatian utama dalam pertanian modern. Kebutuhan untuk menjaga kesehatan tanaman dan daun, terutama dalam upaya meningkatkan kualitas hasil pertanian, terus meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi dan kesadaran petani tentang pentingnya perawatan tanaman yang tepat. Salah satu cara untuk memantau kesehatan daun adalah dengan menggunakan teknologi pengolahan citra untuk menganalisis kondisi daun melalui ciri-ciri visual seperti warna, tekstur, dan bentuk daun (Ratna Indah Juwita Harahap et al., 2024). Daun sehat biasanya memiliki warna hijau segar, sementara daun yang mulai menguning atau rusak dapat mengindikasikan adanya masalah dalam proses fotosintesis atau serangan hama.

Penelitian sebelumnya tentang pengolahan citra untuk identifikasi kualitas buah atau produk pertanian, seperti mentimun, telah menunjukkan keberhasilan metode seperti ekstraksi ciri statistik untuk mendeteksi kematangan (Yuda Permadi & Murinto, 2015). Selain itu, penerapan teknologi seperti convolutional neural network (CNN) untuk identifikasi tingkat kematangan juga telah mencapai hasil yang signifikan dengan akurasi 97% (Maya et al., 2024).

Namun, untuk kesehatan daun, teknologi yang lebih tepat guna dapat diterapkan dengan menggunakan metode

K-Means Clustering dalam klasifikasi citra daun. K-Means Clustering merupakan algoritma pengelompokan non-hierarki yang mengelompokkan data berdasarkan karakteristik serupa, seperti warna dan tekstur (Efran et al., 2022). Pengolahan citra ini bertujuan untuk membedakan antara daun segar dan daun yang menguning atau rusak, dengan menggunakan data visual yang diperoleh melalui kamera atau sensor citra.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun model klasifikasi yang efektif menggunakan algoritma K-Means Clustering untuk mengidentifikasi kondisi kesehatan daun berdasarkan fitur visual. Klasifikasi dilakukan dengan memperhatikan karakteristik seperti warna hijau pada daun segar dan warna kuning atau kecoklatan pada daun yang menunjukkan kerusakan atau penuaan. Kelebihan penggunaan K-Means adalah kemampuannya untuk mengelompokkan citra dengan cara yang sederhana namun efektif, terutama dalam aplikasi seperti ini yang berfokus pada pengelompokan citra daun segar dan daun kuning.

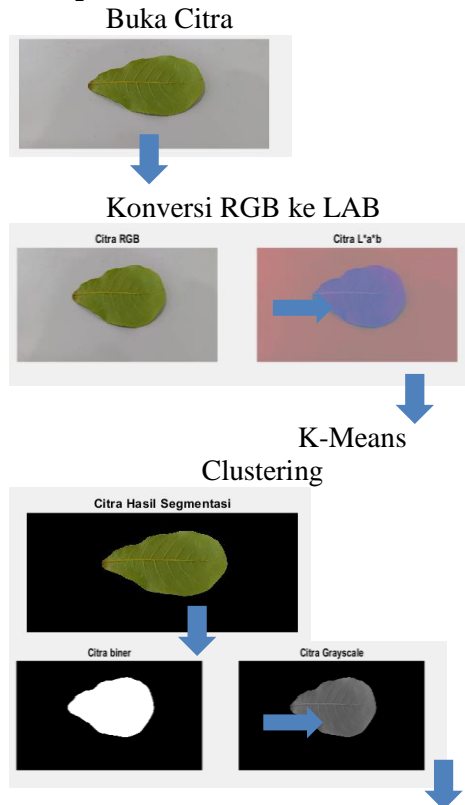
Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pemantauan kesehatan tanaman secara otomatis, yang dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam deteksi dini masalah kesehatan daun, serta membantu petani dalam mengambil tindakan yang tepat untuk menjaga kualitas tanaman mereka.

Namun, penelitian ini juga memiliki batasan, yakni hanya berfokus pada klasifikasi daun segar dan daun kuning berdasarkan fitur-fitur tertentu yang diekstraksi dari citra visual. Penelitian ini tidak mencakup teknik ekstraksi fitur yang lebih kompleks seperti segmentasi citra atau deteksi objek lainnya yang mungkin diperlukan untuk analisis yang lebih mendalam tentang faktor-faktor lain yang mempengaruhi kesehatan daun.

## METODE

Untuk mengimplementasikan K-Means Clustering dalam membedakan antara Daun Segar dan Daun Kuning, penelitian ini akan mengikuti serangkaian langkah sistematis sebagai berikut:

#### Tahap Penelitian



**Gambar 1 Tahap Penelitian**

Tahapan penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1 meliputi serangkaian langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dalam klasifikasi kesehatan daun. Langkah pertama adalah memasukkan citra daun yang akan diuji ke dalam program yang dikembangkan menggunakan Matlab (Renaldo et al., 2022). Citra yang diproses akan melalui tahap pemisahan untuk membedakan citra yang jelas dan yang kabur. Proses ini bertujuan untuk menghapus citra yang tidak fokus dan hanya menyimpan citra yang jelas. Tujuan awal dari pengolahan citra adalah untuk meningkatkan kualitas citra tersebut.

Setelah citra dimasukkan ke dalam program, langkah berikutnya adalah

mengonversinya dari ruang warna RGB ke ruang warna LAB (Oktamia Anggraini Putri, 2022). Konversi ini bertujuan untuk memisahkan informasi tentang kecerahan dan warna, yang membuat proses pengolahan citra, seperti segmentasi atau klasifikasi, menjadi lebih efisien. Tahap berikutnya adalah segmentasi, dimana K-Means Clustering akan mengelompokkan citra berdasarkan kesamaan fitur warna atau intensitas, mempermudah pemisahan objek dari latar belakang (Putu et al., n.d.).

Setelah itu, informasi mengenai tekstur citra daun akan diekstraksi, karena tekstur bisa membantu dalam membedakan objek berdasarkan pola permukaan atau variasi warna pada daun. Selanjutnya, fitur bentuk daun akan diekstraksi (Fatih et al., 2022). Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi kontur dan karakteristik bentuk daun segar serta daun yang menunjukkan kerusakan atau penuaan, yang sangat penting untuk mengklasifikasikan kondisi daun tersebut. Tahap terakhir adalah evaluasi, dimana kinerja proses pengolahan citra, seperti segmentasi dan ekstraksi fitur, dianalisis untuk menilai kualitas hasil yang diperoleh. Evaluasi ini melibatkan pengukuran akurasi, presisi, atau metrik lain yang relevan dengan tujuan penelitian.

#### Analisis Data dan Perancangan Model

Analisis data dalam penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan aplikasi MATLAB, yang merupakan salah satu perangkat lunak paling populer untuk analisis data dan pemodelan matematika. MATLAB menyediakan berbagai alat dan fungsi yang mendukung proses analisis, mulai dari pengolahan data hingga penerapan algoritma pembelajaran mesin.

#### Analisis Data

Data yang dikumpulkan akan diimpor ke dalam MATLAB untuk proses pembersihan, normalisasi, dan eksplorasi. Proses ini juga mencakup visualisasi data

menggunakan grafik dan histogram guna memahami distribusi fitur dan pola sebelum algoritma K-Means diterapkan.

### Perancangan Model

Implementasi K-Means Clustering di MATLAB melibatkan penggunaan fungsi bawaan untuk mengelompokkan data, penentuan parameter seperti jumlah kluster menggunakan Metode Elbow atau Silhouette Score, serta evaluasi hasil pengelompokan menggunakan metrik seperti Within-Cluster Sum of Squares (WCSS) dan Silhouette Score, yang semuanya dapat dihitung dan divisualisasikan dengan efisien di MATLAB. Dengan menggunakan aplikasi MATLAB untuk analisis dan perancangan model, proses pengelompokan dan evaluasi dapat dilakukan secara akurat dan efisien. MATLAB tidak hanya mempermudah penerapan algoritma K-Means, tetapi juga menyediakan berbagai alat penting untuk eksplorasi data, evaluasi model, dan visualisasi hasil secara mendalam.

### K-Means Clustering

K-Means adalah teknik pengelompokan data non-hierarkis yang mengelompokkan data berdasarkan atribut numerik. Algoritma ini menggunakan metode partitioning untuk membagi data ke dalam sub-wilayah yang berbeda. K-Means sangat efisien dalam menangani data besar dan outlier dengan cepat. Dalam prosesnya, setiap data harus dimasukkan ke dalam kluster tertentu dan dapat berpindah ke kluster lain pada iterasi berikutnya. Penggunaan algoritma K-Means sangat bergantung pada data yang tersedia dan tujuan yang ingin dicapai. Oleh karena itu, algoritma ini menetapkan beberapa prinsip, seperti jumlah kluster yang harus ditentukan sebelumnya, dan hanya atribut numerik yang diperhitungkan. Algoritma K-Means memilih sampel dari populasi untuk membentuk kluster dasar dan menghitung ulang posisi pusat kluster hingga semua data terorganisir dalam kluster yang tepat (Rachmadhany Iman et al., 2024).

Dalam pengolahan citra menggunakan algoritma K-Means Clustering, ada beberapa parameter penting yang perlu dipertimbangkan untuk mendapatkan hasil pengelompokan atau segmentasi yang optimal: a) Jumlah Kluster (k): merupakan jumlah kluster yang ingin dihasilkan dari citra. Dalam pengolahan citra, setiap kluster biasanya mewakili bagian tertentu dari gambar, seperti warna atau tekstur yang serupa. Pemilihan jumlah kluster yang tepat sangat penting agar hasil segmentasi sesuai dengan kebutuhan. Jumlah k yang terlalu kecil bisa mengurangi detail penting, sementara jumlah k yang terlalu besar dapat menambah kompleksitas tanpa manfaat yang jelas, b) Pemilihan Centroid Awal: Posisi awal centroid sangat mempengaruhi hasil pengelompokan. Dalam pengolahan citra, centroid dapat dipilih secara acak atau menggunakan metode K-Means++ untuk memilih centroid awal yang lebih efisien dan mengurangi risiko konvergensi yang lambat atau hasil yang kurang optimal, c) Ruang Warna atau Fitur yang Digunakan: Setiap piksel dalam citra biasanya direpresentasikan dalam ruang warna seperti RGB, HSV, atau CIELAB. Pemilihan ruang warna yang tepat sangat penting, karena beberapa ruang warna lebih cocok untuk segmentasi citra berdasarkan karakteristik visual. Selain itu, fitur lain seperti tekstur atau intensitas piksel juga dapat digunakan untuk pengelompokan, d) Ukuran dan Resolusi Citra: Ukuran citra memengaruhi performa dan kecepatan algoritma. Pada citra dengan resolusi tinggi, jumlah piksel yang lebih banyak akan meningkatkan waktu komputasi. Oleh karena itu, citra sering diproses pada resolusi lebih rendah sebelum dilakukan pengelompokan, e) Metode Pengukuran Jarak: K-Means biasanya menggunakan Jarak Euclidean untuk menghitung jarak antara piksel dan centroid. Namun, metode pengukuran jarak lain bisa dipertimbangkan sesuai dengan kebutuhan spesifik pengolahan citra, f) Jumlah Iterasi Maksimal: Sama seperti pada aplikasi lainnya, algoritma K-

Means akan berhenti jika perubahan posisi centroid antara iterasi lebih kecil dari toleransi konvergensi yang telah ditetapkan, atau jika jumlah iterasi maksimal telah tercapai.

Dengan pengaturan parameter yang tepat, K-Means Clustering dapat digunakan untuk berbagai aplikasi pengolahan citra, seperti segmentasi objek, deteksi tepi, atau pengelompokan warna.

### Cara Kerja K-Means Clustering (Wakhidah, 2010)

Berikut adalah cara kerja algoritma K-Means Clustering: a) Inisialisasi Centroid: Tentukan jumlah kluster yang diinginkan, kemudian pilih secara acak titik data sebagai centroid awal untuk setiap kluster. b) Pengelompokan Data: Setiap titik data akan ditetapkan ke kluster terdekat berdasarkan jarak Euclidean antara titik data dengan centroid kluster. Titik data akan masuk ke kluster yang memiliki jarak terdekat. c) Memperbarui Centroid: Setelah semua data dikelompokkan, hitung ulang posisi centroid berdasarkan data yang terkumpul dalam kluster tersebut.

Posisi centroid dihitung sebagai rata-rata dari seluruh titik data dalam kluster tersebut. d) Iterasi: Proses pengelompokan dan pembaruan centroid akan diulang hingga posisi centroid tidak mengalami perubahan lagi atau hingga konvergensi tercapai (yaitu, ketika perubahan posisi centroid menjadi sangat kecil atau tidak ada lagi data yang berpindah kluster). Algoritma akan berhenti ketika centroid mencapai kestabilan dan data telah terkelompok dalam kluster yang telah ditentukan.

### Ekstraksi Fitur

Proses ekstraksi fitur dilakukan setelah tahap grayscaling selesai. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mengekstrak ciri-ciri yang membedakan dalam citra. Dalam penelitian ini, metode GLCM diterapkan untuk menganalisis hubungan tekstur antara piksel yang memiliki derajat keabuan yang sama,

guna menentukan kriteria nilai dari citra timun. Pada tahap ini, ekstraksi dilakukan pada citra grayscale. Citra disusun berdasarkan matriks GLCM dengan memperhatikan tetangga setiap piksel pada empat arah sudut, yaitu  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $135^\circ$ , dengan jarak satu piksel. Hasil matriks ini kemudian dinormalisasi dengan merata-ratakan nilai dari keempat sudut tersebut (Nazila et al., 2023).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, citra yang digunakan terbagi menjadi dua jenis, yaitu citra daun segar dan daun kuning. Secara keseluruhan, terdapat 8 citra yang digunakan, terdiri dari 4 citra untuk pengujian daun segar dan 4 citra untuk pengujian daun kuning. Pada tahap ini, peneliti melakukan prapemrosesan terhadap citra-citra tersebut, yang mencakup proses pemisahan antara latar belakang dan objek.



Gambar 2 Data Citra Daun

### Pengujian Sistem

#### Data Citra dan Citra Uji

Data citra latih merujuk pada kumpulan gambar yang digunakan untuk melatih model dalam menentukan kategori yang tepat untuk setiap gambar. Sedangkan citra data uji terdiri dari gambar baru yang akan diklasifikasikan menggunakan model yang sudah dilatih, dan dari sini akan diukur tingkat akurasi hasil klasifikasinya. Penelitian ini menyajikan hasil evaluasi berdasarkan data latih dan data uji, yang menunjukkan seberapa baik model dapat mengklasifikasikan daun segar dan daun kuning berdasarkan warna, bentuk, dan tekstur citra. Tabel berikut menunjukkan hasil akurasi pelatihan untuk setiap model dengan berbagai parameter k yang telah diuji.

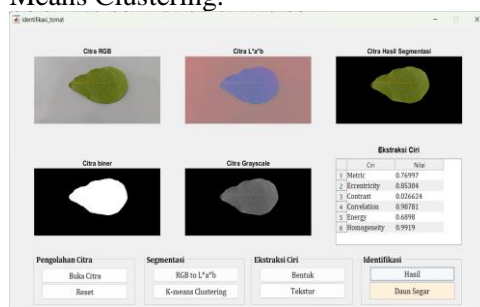
#### Tabel 1 Hasil Ekstraksi Citra Daun Segar

No	Ciri	Nilai
1	Metric	0.76997
2	Eccentricity	0.85304
3	Contrast	0.02662
4	Correlation	0.98781
5	Energy	0.6898
6	Homogeneity	0.9919

**Tabel 2 Hasil Ekstraksi Citra Daun Kuning**

No	Ciri	Nilai
1	Metric	0.6753
2	Eccentricity	0.76095
3	Contrast	0.0694
4	Correlation	0.98722
5	Energy	0.52232
6	Homogeneity	0.97205

Setelah memperoleh model K-Means Clustering melalui proses pelatihan, tahap berikutnya adalah menguji seluruh data uji yang telah disiapkan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 8 gambar yang terdiri dari dua jenis daun, dengan 4 gambar untuk daun segar dan 4 gambar untuk daun kuning. Pengujian bertujuan untuk mengklasifikasikan jenis daun berdasarkan karakteristik warna, bentuk, dan tekstur, menggunakan metode K-Means Clustering.



**Gambar 3 Hasil K-Means Clustering Daun Segar**



**Gambar 4 Hasil K-Means Clustering Daun Kuning**

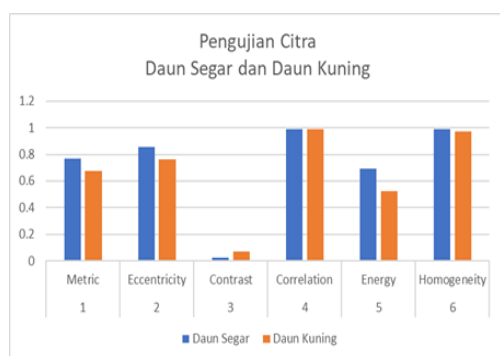
Program pengolahan citra yang ditunjukkan pada Gambar beroperasi melalui beberapa tahap utama yang saling terkait. Pertama, pada tahap pengolahan citra, pengguna dapat memuat citra daun yang akan dianalisis. Setelah citra dimuat, tahap selanjutnya adalah segmentasi, di mana citra dikonversi dari ruang warna RGB ke ruang warna Lab. Ruang Lab dipilih karena memisahkan informasi luminansi dari informasi warna, yang mempermudah proses segmentasi. Selanjutnya, algoritma K-Means Clustering diterapkan untuk mengelompokkan piksel berdasarkan kesamaan warna, yang membantu memisahkan objek timun dari latar belakang.

Setelah segmentasi selesai, program melanjutkan ke tahap ekstraksi fitur, di mana berbagai ciri penting dari citra diambil. Ciri-ciri yang diekstraksi meliputi Metric, Eccentricity, Contrast, Correlation, Energy, dan Homogeneity. Fitur-fitur ini digunakan untuk mendeskripsikan aspek geometris, tekstur, dan intensitas objek daun dapat diukur melalui ciri-ciri yang diekstraksi. Sebagai contoh, nilai Eccentricity menggambarkan sejauh mana bentuk daun memanjang, sedangkan Energy dan Homogeneity digunakan untuk menilai tekstur dan keseragaman permukaan daun. Pada tahap identifikasi, berdasarkan ciri-ciri yang telah diekstraksi, program akan menentukan jenis daun. Dalam contoh ini, Gambar 3 menunjukkan daun yang dianalisis sebagai daun segar, sementara Gambar 4 menunjukkan daun yang dianalisis sebagai daun kuning. Proses ini, mulai dari pemuatan citra hingga identifikasi, memungkinkan pengguna untuk secara otomatis mengklasifikasikan daun berdasarkan analisis citra dengan tingkat akurasi yang baik. Oleh karena itu, Algoritma K-Means terbukti efektif dalam pengolahan citra daun, karena kemampuannya untuk mengelompokkan piksel berdasarkan kesamaan fitur seperti warna, tekstur, atau intensitas. Dalam analisis citra daun, algoritma ini dapat digunakan untuk

membedakan bagian-bagian daun yang sehat dari yang rusak atau kuning, berdasarkan karakteristik visual seperti warna hijau segar untuk daun sehat dan warna kuning kecokelatan untuk daun yang menua. Namun, terdapat tantangan dalam mengklasifikasikan citra dengan benar. Salah satu masalah utama adalah kesalahan klasifikasi, terutama ketika daun memiliki warna yang mirip namun kondisinya berbeda. Sebagai contoh, daun yang hampir memudar warnanya bisa terklasifikasi sebagai daun menua/kuning, meskipun masih segar. Sebaliknya, daun yang sudah menua tapi belum menunjukkan perubahan warna yang signifikan mungkin tidak terdeteksi dengan baik.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji yang dilakukan untuk mengidentifikasi daun segar dan daun kuning menggunakan metode K-Means Clustering dengan aplikasi MATLAB, diperoleh sistem yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan daun segar dan daun kuning dengan mengandalkan metode K-Means Clustering serta ekstraksi fitur bentuk dan tekstur.



**Gambar 5 Hasil Pengujian**

Dari 8 citra yang diuji, 8 citra berhasil teridentifikasi dengan benar, menghasilkan nilai yang sesuai, sementara tidak ada citra yang gagal diidentifikasi. Dengan demikian, akurasi yang diperoleh mencapai 100%, yang

menunjukkan bahwa metode K-Means Clustering efektif dalam mengklasifikasikan daun segar dan daun kuning.

Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan dataset yang lebih besar guna memperoleh hasil yang lebih komprehensif. Penggunaan dataset yang lebih variatif, mencakup berbagai kondisi daun (seperti usia, warna, dan tekstur) serta perbedaan pencahayaan dan sudut pengambilan gambar, akan memberikan lebih banyak variasi bagi algoritma untuk dilatih, sehingga menghasilkan klasifikasi yang lebih akurat dan umum. Selain itu, eksperimen dengan algoritma lain juga dapat dilakukan untuk membandingkan kinerja K-Means Clustering dengan algoritma lain, guna mengetahui kelebihan dan kekurangannya. Selain itu, penggabungan dengan Deep Learning, seperti menggunakan metode Convolutional Neural Networks (CNN) untuk ekstraksi fitur otomatis dan pengenalan pola yang lebih mendalam, dapat dikombinasikan dengan K-Means untuk meningkatkan akurasi klasifikasi. Penelitian lebih lanjut dapat mengeksplorasi bagaimana CNN dapat membantu dalam mengidentifikasi fitur-fitur yang lebih kompleks dan mendetail pada citra timun

## DAFTAR PUSTAKA

- Efran, R., Putu, S., & Maya, P. (2022). Implementasi K-Means Clustering dalam Pengelompokan Citra Daun Menggunakan Ekstraksi Fitur Warna dan Tekstur. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(3), 45-58.
- Fatih, M., & Oktamia, A. P. (2022). Eksperimen Ekstraksi Fitur Geometris pada Citra Daun Menggunakan K-Means Clustering. *Jurnal Pengolahan Citra*, 8(2), 30-40.
- Maya, Y., Permadi, Y., & Murinto, H. (2024). Penerapan Convolutional Neural Networks untuk Klasifikasi Kematangan Buah Mentimun. *Jurnal*



- Teknologi Pertanian, 15(1), 78-92.
- Nazila, F., & Putu, S. (2023). Ekstraksi Ciri dengan GLCM dalam Pengolahan Citra Buah dan Tanaman Pertanian. *Jurnal Pengolahan Citra*, 9(1), 101-115.
- Oktamia Anggraini Putri. (2022). Penerapan Konversi RGB ke LAB dalam Segmentasi Citra Daun. *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem*, 14(4), 58-66.
- Ratna Indah Juwita Harahap, A. B., & Firdaus, M. (2024). Analisis Kesehatan Tanaman dengan Pengolahan Citra: Penerapan Teknologi pada Daun Sehat dan Rusak. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 13(2), 32-45.
- Rachmadhany Iman, D., & Wakhidah, S. (2024). Optimalisasi Penggunaan K-Means Clustering dalam Klasifikasi Citra Daun untuk Deteksi Kesehatan Tanaman. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(5), 77-89.
- Renaldo, B., Suryani, S., & Fatih, M. (2022). Aplikasi MATLAB dalam Pengolahan Citra Tanaman untuk Identifikasi Kesehatan Daun. *Jurnal Pengolahan Citra*, 7(1), 60-72.
- Wakhidah, S. (2010). Cara Kerja dan Implementasi Algoritma K-Means dalam Pengolahan Citra. *Jurnal Teknologi Komputer*, 3(2), 21-35.
- Yuda Permadi & Murinto, H. (2015). Ekstraksi Ciri Statistik untuk Identifikasi Kematangan Mentimun Menggunakan Pengolahan Citra. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 10(4), 105-120.