

Klasifikasi Timun Segar dan Busuk Menggunakan K-Means Clustering

Riyan Saputra^{1✉}, Rahmah Dila², Agung Ramadhanu³

(1,2,3) Magister Teknik Informatika, Pascasarjana, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang

✉ Corresponding author
[alamat.emailnya.riyan@gmail.com]

Abstrak

Timun merupakan salah satu komoditas pertanian yang rentan terhadap penurunan kualitas akibat proses pembusukan. Klasifikasi timun segar dan busuk secara manual dapat memakan waktu dan tidak konsisten, sehingga diperlukan metode otomatis yang lebih efisien. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasi sistem klasifikasi otomatis berbasis pengolahan citra dalam mengklasifikasikan timun segar dan timun busuk berdasarkan fitur visual seperti warna, tekstur, dan bentuk, guna meningkatkan efisiensi dan konsistensi dalam proses seleksi kualitas timun. Metode yang diterapkan meliputi pengolahan citra dengan konversi dari ruang warna RGB ke LAB untuk memisahkan kecerahan dan warna. Algoritma K-Means Clustering berfungsi untuk mengelompokkan citra ke dalam dua cluster, yaitu timun segar dan timun busuk. Data yang digunakan mencakup 50 citra untuk pengujian, yang terdiri dari 25 timun segar dan 25 timun busuk. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode ini berhasil mengklasifikasikan timun masak dan timun busuk dengan tingkat akurasi 97% di mana 49 dari 50 citra teridentifikasi dengan benar. Metode K-Means Clustering terbukti efektif dan akurat dalam menentukan jenis timun masak dan timun busuk.

Kata Kunci: *Timun Segar, Timun Busuk, K-Means Clustering, Pengolahan Citra, Ekstraksi Fitur*

Abstract

Cucumber is one of the agricultural commodities that is susceptible to quality degradation due to the rotting process. Manual classification of fresh and rotten cucumbers can be time-consuming and inconsistent, thus requiring a more efficient automatic method. The primary goal of this research is to implement an automatic classification system based on image processing to classify fresh and rotten cucumbers based on visual features such as color, texture, and shape, in order to improve efficiency and consistency in the cucumber quality selection process. The applied method includes image processing with conversion from RGB color space to LAB to separate brightness and color. The K-Means Clustering algorithm is used to group the images into two cluster: fresh cucumbers and rotten cucumbers. The data used includes 50 images for testing, consisting of 25 fresh cucumber and 25 rotten cucumbers. The results of this study show that this method successfully classified ripe and rotten cucumbers with an accuracy rate 97% where 49 out of 50 images were correctly identified. The K-Means Clustering method proved to be effective and accurate in determining the type of ripe and rotten cucumbers.

Keyword: *Fresh Cucumber, Rotten Cucumber, K-Means Clustering, Image Processing, Feature Extraction*

PENDAHULUAN

Timun atau yang biasa di sebut mentimun merupakan jenis makanan tertentu yang mempunyai beberapa kegunaan dalam kehidupan sehari-hari bagi Masyarakat luas, sehingga menjadikannya sebagai komoditas yang sangat digemari, Sehingga kebutuhan mentimun dalam jumlah yang relatif banyak dan seimbang terus meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk, peningkatan taraf hidup, tingkat Pendidikan, dan kesadaran masyarakat tentang pentingnya nilai gizi (Ratna Indah Juwita Harahap et al., 2024). Timun juga dikenal dengan nama ilmiah nya dengan nama Cucumis Sativus

(Cucurbitaceae) yang memiliki kandungan air tinggi dan kalori yang relatif rendah. Sifat dari timun yaitu memiliki kandungan antioksidan yang sangat kuat untuk mengurangi kandungan lemak dalam tubuh serta timun memiliki efek anti diabetes (Zahro et al., 2022).

Mentimun mempunyai prospek yang cukup besar dalam pengeksportan, sehingga memperoleh pasar yang cukup baik yang mampu menaikkan pendapatan petani (Of et al., 2024). Mentimun termasuk jenis sayuran berbasis buah (fruit-type vegetable) yang bersifat mudah rusak (perishable). Setelah tiga hari pada suhu ruang pasca panen, kulit mentimun mulai mengalami perubahan warna. Perubahan warna ini menyebabkan penurunan harga, karena mentimun segar memiliki nilai jual lebih tinggi. Oleh karena itu, diperlukan penanganan pascapanen yang baik untuk mempertahankan kesegaran dan kualitas mentimun (Ifmalinda et al., 2023).

Penelitian sebelumnya mengenai aplikasi pengolahan citra identifikasi kematangan mentimun berdasarkan tekstur kulit buah menggunakan metode ekstraksi ciri statistic memiliki hasil deteksi kematangan dengan menggunakan aplikasi yang sangat baik dalam pengujian mentimun matang dan mentimun belum matang, sehingga keberhasilan aplikasi pengolahan citra untuk identifikasi kematangan mentimun berdasarkan tekstur kulit buah dengan metode ekstraksi ciri statistic yaitu sebesar 75% (Yuda Permadi & Murinto, 2015). Selanjutnya Penelitian sebelumnya yang dilakukan (Maya et al., 2024) mengenai implementasi convolutional neural network dalam menentukan tingkat kematangan mentimun dan tomat berdasarkan warna kulit menghasilkan implementasi tingkat kematangan mentimun dan tomat mendapatkan hasil yang signifikan dengan menggunakan tiga optimizer adam sehingga memberikan performa terbaik dengan akurasi mencapai 97% dan nilai loss terendah 3%.

Selain itu, penelitian terbaru tentang klasifikasi kualitas beras berdasarkan citra digital memiliki hasil yang menyajikan beberapa perbandingan dari kelima metode berdasarkan tingkat akurasi. Hasil review klasifikasi kualitas beras berdasarkan citra digital dengan cara membandingkan lima artikel dengan lima metode yang beda, yang mana Kesimpulan dari penelitian tersebut mendapatkan metode yang tepat adalah metode *KK-Nearst Neighborl* (KNN). Dengan hasil klasifikasi menggunakan validasi K Fold dengan $K=10$ pada data asli menunjukkan hasil metode KNN memiliki akurasi 99.87% (Pramudita et al., 2024).

Kecerdasan buatan (AI) memberikan beragam Solusi di bidang inspeksi visual, control, dan otomatis, kalibrasi, serta deteksi masalah secara otomatis bagi Perusahaan manufaktur besar. Teknologi ini bekerja melalui penggunaan algoritma machine learning, aplikasi khusus, dan platfrom yang membantu produsen dalam menemukan peluang bisnis baru, meningkatkan kualitas produk, serta mengoptimalkan efisiensi operasional di sektor manufaktur (Setya Nugraha & Hermawan, 2023).

Pengolahan citra adalah proses manipulasi gambar menggunakan berbagai teknik komputer untuk meningkatkan kualitas citra. Citra digital dapat diperoleh melalui kamera, dan pola yang berperan penting dalam pengolahan citra digital. Beberapa fungsi pengolahan citra meliputi mereduksi ukuran gambar yang terlalu besar atau menghilangkan elemen-elemen yang mengganggu proses pengenalan pola. Tujuan dari pengenalan pola adalah untuk mengklasifikasi data ke dalam berbagai kelompok atau kelas (Herlina & Ernarningsih, 2023).

Dalam penelitian ini menggunakan metode K-means Clustering. K-means Clustering adalah metode pengelompokan nonhirarki yang bertujuan untuk membagi data menjadi satu atau lebih kelompok. Metode ini mengelompokkan data ke dalam cluster sehingga data dengan karakteristik serupa ditempatkan dalam satu cluster yang sama, sementara data dengan karakteristik berbeda dikelompokkan ke dalam cluster yang lain (Efran et al., 2022).

Penelitian ini berfokus pada dua aspek utama, Pertama, penelitian ini bertujuan untuk membangun model klasifikasi yang efektif menggunakan algoritma K-Means Clustering untuk membedakan antara timun segar dan timun busuk berdasarkan karakteristik fisiknya. Kedua, Menganalisa dan mengidentifikasi karakteristik yang membedakan timun segar dan timun busuk, seperti ukuran, warna, dan tekstur, yang dapat digunakan sebagai fitur dalam proses clustering.

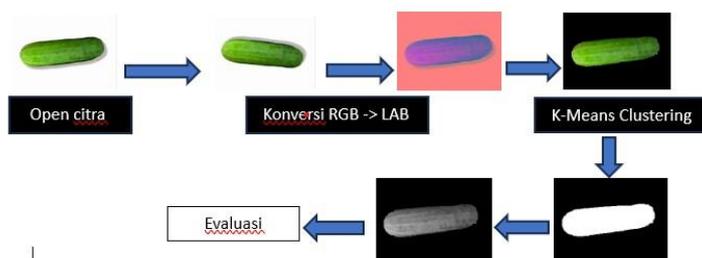
Namun penelitian ini juga memiliki Batasan penelitian yaitu fokus pada penerapan algoritma K-Means Clustering untuk mengklasifikasikan timun segar dan timun busuk berdasarkan fitur-fitur tertentu, seperti warna, tekstur, atau ukuran yang diekstraksi dari gambar timun. Penelitian ini tidak mencakup pengembangan metode ekstrasi fitur yang lebih kompleks, seperti teknik segmentasi atau

deteksi objek lainnya. Selain itu, penelitian tidak membahas secara mendalam factor-faktor mempengaruhi kesegaran timun. Hasil klasifikasi hanya bergantung pada data visual yang digunakan dan model K-Means yang diterapkan.

METODE PENELITIAN

Untuk menerapkan K-Means Clustering dalam mengidentifikasi Timun Segar dan Timun Busuk menggunakan K-Means Clustering, metode penelitian ini akan mengikuti langkah-langkah sistematis berikut:

Tahap Penelitian



Gambar 1. Tahap Penelitian

Tahapan penelitian yang dijelaskan pada Gambar 1 mencakup langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah dalam klasifikasi timun segar dan timun busuk. Tahapan yang dilakukan yaitu memasukkan citra yang ingin diuji dengan program yang telah dibuat menggunakan matlab (Renaldo et al., 2022). Citra yang diolah menghasilkan pemisahan citra yang bertujuan untuk membedakan antara citra yang jelas dan citra yang tidak jelas. Proses ini dilakukan untuk menghapus citra yang tidak fokus dan hanya mempertahankan citra yang jelas. Pada awalnya, tujuan utama pengolahan citra adalah meningkatkan kualitas citra.

Setelah citra dimasukkan ke dalam program, citra akan diolah ke dalam tahap yaitu mengubah citra RGB menjadi ruang warna LAB (Oktamia Anggraini Putri, 2022). Konversi ini dilakukan untuk memisahkan informasi kecerahan dari informasi warna, yang membuat pemrosesan citra, seperti segmentasi atau klasifikasi, menjadi lebih efektif. Tahap selanjutnya melakukan segmentasi pada citra K-Means Clustering membagi citra kedalam beberapa klaster yang serupa berdasarkan fitur warna atau intensitas, yang memudahkan pemisahan objek dari latar belakang (Putu et al., n.d.).

Selanjutnya mengambil informasi mengenai tekstur dari citra timun yang nantinya tekstur dapat membantu dalam membedakan objek berdasarkan pola permukaan atau variasi warna pada timun. Setelah itu fitur bentuk timun akan diekstrak (Fatih et al., 2022). Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi kontur dan karakteristik bentuk timun segar dan timun busuk, yang krusial untuk mengklasifikasikan timun tersebut. Tahap terakhir adalah evaluasi, dimana kinerja dari proses pengolahan citra, seperti segmentasi dan ekstraksi fitur, dianalisis untuk menilai kualitas hasil yang diperoleh. Evaluasi ini dapat melibatkan pengukuran akurasi, presisi, atau metrik lain yang sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Analisa Data dan Perancangan Model

Analisa data dalam penelitian ini akan dilakukan menggunakan aplikasi MATLAB, yang merupakan salah satu perangkat lunak yang paling banyak digunakan dalam analisa data dan pemodelan matematika. MATLAB menyediakan berbagai alat dan fungsi yang mendukung proses analisis, dari pengolahan data hingga penerapan algoritma pembelajaran mesin.

Analisa Data

Data yang dikumpulkan akan diimpor ke dalam MATLAB untuk pembersihan, normalisasi, dan eksplorasi, termasuk visualisasi menggunakan grafik dan histogram untuk memahami distribusi fitur dan pola sebelum penerapan algoritma K-Means.

Perancangan Model

Penerapan K-Means Clustering di MATLAB melibatkan penggunaan fungsi bawaan untuk mengelompokkan data, pemilihan parameter seperti jumlah cluster menggunakan Elbow Method atau Silhouette Score, serta evaluasi hasil clustering dengan metrik seperti Within-Cluster Sum of Squares (WCSS) dan Silhouette Score, yang semuanya dapat dihitung dan divisualisasikan secara efisien di MATLAB.

Dengan menggunakan Aplikasi MATLAB digunakan untuk analisis dan perancangan model, proses clustering dan evaluasi dapat dilakukan dengan akurat dan efisien. MATLAB tidak hanya memfasilitasi penerapan algoritma K-Means, tetapi juga menyediakan alat-alat penting untuk eksplorasi data, evaluasi model, dan visualisasi hasil yang mendalam.

K-Means Clustering

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

Dalam pengolahan citra menggunakan algoritma K-Means Clustering, terdapat beberapa parameter penting yang harus dipertimbangkan untuk mendapatkan hasil segmentasi atau clustering yang optimal: a) Jumlah Cluster (k): merupakan jumlah segmen cluster yang ingin dihasilkan dari citra. Dalam pengolahan citra, setiap cluster biasanya merepresentasikan bagian tertentu dari gambar, seperti warna atau tekstur yang serupa. Memilih jumlah cluster yang tepat sangat penting agar hasil segmentasi sesuai dengan kebutuhan. Jumlah k yang terlalu kecil dapat mengaburkan detail penting, sementara itu terlalu besar dapat menambah kompleksitas tanpa manfaat yang jelas, b) Pemilihan Centroid Awal: Posisi awal centroid sangat memengaruhi hasil clustering. Dalam pengolahan citra, centroid awal dapat dipilih secara acak atau menggunakan metode K-Means++ untuk memilih centroid awal yang lebih cerdas dan mengurangi risiko konvergensi lambat atau hasil yang kurang optimal, c) Ruang Warna atau Fitur yang Digunakan: Dalam pengolahan citra, setiap piksel citra biasanya direpresentasikan dalam ruang warna, seperti RGB, HSV, atau CIELAB. Pemilihan ruang warna yang tepat penting karena beberapa ruang warna lebih sesuai untuk segmentasi citra berdasarkan karakteristik visual. Selain itu, fitur lain seperti tekstur atau intensitas piksel juga dapat digunakan untuk clustering. Ukuran dan Resolusi Citra: Ukuran citra memengaruhi performa dan kecepatan algoritma. Pada citra beresolusi tinggi, akan ada lebih banyak piksel untuk di-cluster, sehingga dapat meningkatkan waktu komputasi. Oleh karena itu, citra sering kali diubah ukurannya atau diproses dalam resolusi lebih rendah sebelum di-cluster, d) Metode Pengukuran Jarak: K-Means biasanya menggunakan Euclidean Distance untuk menghitung jarak antara piksel dan centroid. Namun, metode pengukuran jarak lain juga bisa dipertimbangkan berdasarkan kebutuhan spesifik pengolahan citra, e) Jumlah Iterasi Maksimal: Sama seperti dalam aplikasi lain, algoritma K-Means akan berhenti jika pergerakan centroid dari satu iterasi ke iterasi berikutnya lebih kecil dari toleransi konvergensi yang ditentukan, 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 cara kerja Algoritma K-Means Clustering di antara lain: a) Inisialisasi Centroid: Tentukan jumlah kluster yang diinginkan, lalu pilih secara acak titik dari data sebagai centroid awal untuk setiap cluster. b) Pengelompokan Data: Setiap titik data kemudian ditetapkan ke kluster terdekat, berdasarkan jarak euclidean antara titik data dengan centroid kluster. Titik data akan masuk ke kluster dengan jarak terdekat. c) Memperbarui Centroid: Setelah semua data dikelompokkan, hitung ulang

posisi centroid sebagai rata-rata dari semua titik data dalam kluster tersebut. d) Pengulangan (Iterasi) : Langkah pengelompokan dan pembaharuan centroid diulang hingga posisi centroid tidak berubah lagi atau hingga konvergensi tercapai (yaitu ketika perubahan posisi centroid sangat kecil atau tidak ada lagi data yang berpindah kluster). Penyelesaian algoritma akan berhenti ketika centroid stabil, dan data telah dikelompokkan ke dalam kluster yang telah ditentukan.

Ekstraksi Fitur

Proses ekstraksi fitur dilakukan setelah grayscale selesai. Langkah ini bertujuan untuk mengekstraksi ciri-ciri yang membedakan dalam citra. Dalam penelitian ini, metode GLCM diterapkan untuk menentukan hubungan tekstur antara piksel yang memiliki derajat keabuan yang sama, guna menetapkan kriteria nilai dari citra timun. Pada tahap ini, ekstraksi dilakukan pada citra grayscale. Citra disusun berdasarkan matriks GLCM dengan mempertimbangkan tetangga setiap piksel pada empat arah sudut, yaitu 0° , 45° , 90° , dan 135° , dengan jarak satu piksel. Hasil matriks ini kemudian dinormalisasikan dengan merata-ratakan nilai dari keempat sudut tersebut (Nazila et al., 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Citra

Dalam penelitian ini, sampel citra yang diambil ada dua jenis, yaitu timun segar dan timun busuk. Citra secara keseluruhan, terdapat 1.600 citra yang digunakan, dengan 800 citra untuk pengujian timun masak dan 800 citra untuk pengujian timun busuk. Pada tahap ini, peneliti melakukan prapemrosesan terhadap citra tersebut. Proses yang dilakukan yaitu memisahkan background dengan objek.



Gambar 2. Data Citra Timun

Pengujian Sistem

Citra Data dan Citra Uji

Data citra latih merujuk pada kumpulan gambar yang digunakan untuk melatih model dalam menentukan kelas yang tepat untuk setiap gambar. Sementara itu, citra data uji terdiri dari gambar baru yang akan diklasifikasikan menggunakan model yang telah dilatih, dan dari sini akan dinilai akurasi hasil klasifikasinya. Penelitian ini menyajikan hasil evaluasi berdasarkan data latih dan data uji, yang menunjukkan seberapa baik model dapat mengklasifikasikan timun segar dan timun busuk berdasarkan warna, bentuk, dan tekstur citra. Tabel dibawah ini menyajikan hasil akurasi pelatihan untuk setiap model dengan berbagai parameter k yang telah diuji.

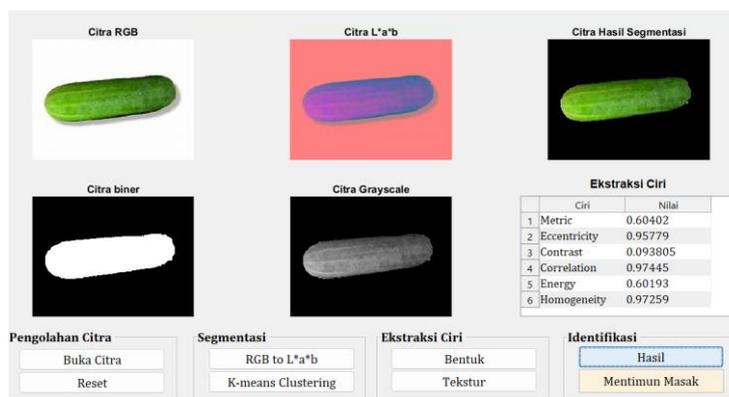
Table 1. Hasil Ekstraksi Citra Timun Masak

No	Ciri	Nilai
1	Metric	0.59278
2	Eccentricity	0.95794
3	Contrast	0.093852
4	Correlation	0.97444
5	Energy	0.60228
6	Homogeneity	0.97257

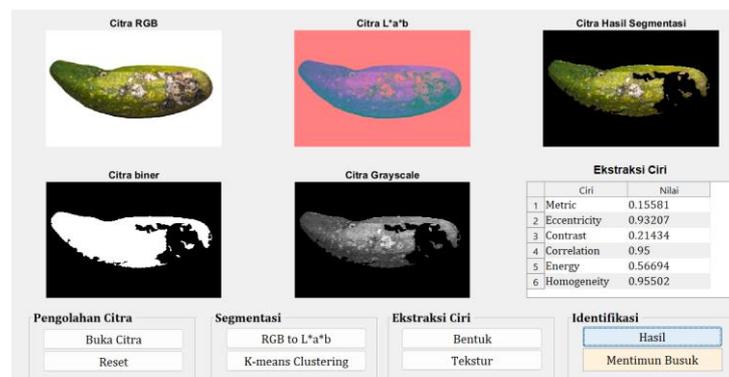
Table 2. Hasil Ekstraksi Citra Timun Busuk

No	Ciri	Nilai
1	Metric	0.15581
2	Eccentricity	0.93207
3	Contrast	0.21434
4	Correlation	0.95
5	Energy	0.56694
6	Homogeneity	0.95502

Setelah mendapatkan model *K-Means Clustering* dari hasil pelatihan, langkah selanjutnya yaitu menguji semua data pengujian yang telah dipersiapkan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 50 gambar dari 2 jenis timun dengan penjabaran untuk gambar timun segar 25 gambar dan timun busuk 25 busuk digunakan untuk menguji klasifikasi jenis timun berdasarkan karakteristik warna, bentuk, dan tekstur, dengan metode *K-Means Clustering* untuk klasifikasinya.



Gambar 3. Hasil K-Means Clustering



Gambar 4. Hasil K-Means Clustering Timun Busuk

Program pengolahan citra yang ditampilkan pada Gambar bekerja dengan beberapa tahap utama yang saling berkaitan. Pertama, pada tahap pengolahan citra, pengguna dapat membuka citra mentimun yang akan di dianalisis. Setelah itu citra dibuka, proses segmentasi dilakukan, dimana citra dikonversi dari ruang warna RGB ke ruang warna L^*a^*b . Ruang L^*a^*b dipilih karena memisahkan informasi luminansi dari warna, sehingga lebih memudahkan dalam proses segmentasi. Kemudian algoritma *K-Means Clustering* digunakan untuk mengelompokkan piksel berdasarkan kesamaan warna, yang membantu memisahkan objek timun dari latar belakang.

Setelah segmentasi selesai, program melanjutkan ke tahap ekstraksi ciri, di mana berbagai ciri penting dari citra diambil. Ciri-ciri yang diekstraksi meliputi *Metric*, *Eccentricity*, *Contrast*, *Correlation*, *Energy*. Dan *Homogeneity*. Ciri-ciri ini digunakan untuk mendeskripsikan aspek geometris, tekstur, dan

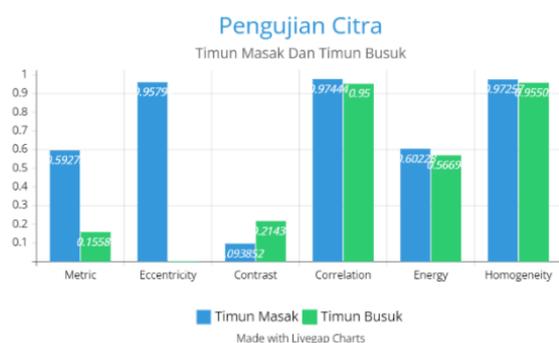
intensitas dari objek timun. Misalnya, nilai *Eccentricity* menunjukkan seberapa memanjangnya bentuk timun, sedangkan *Energy* dan *Homogeneity* digunakan untuk mengukur tekstur dan keseragaman permukaan timun. Akhirnya, pada tahap identifikasi, berdasarkan ciri-ciri yang diekstraksi, program akan mengidentifikasi jenis timun. Dalam contoh ini, pada Gambar 3 timun yang dianalisis teridentifikasi sebagai timun masak, sedangkan pada gambar 4 timun yang dianalisis teridentifikasi sebagai timun busuk. Seluruh proses, mulai dari membuka citra hingga identifikasi, memungkinkan pengguna untuk secara otomatis mengklasifikasikan timun berdasarkan analisis citra dengan akurasi yang baik.

Oleh karena itu, Algoritma K-Means bekerja dengan baik untuk pengolahan citra timun karena kemampuannya dalam mengelompokkan piksel berdasarkan kesamaan fitur, seperti warna, tekstur, atau intensitas. Dalam citra timun, algoritma ini dapat digunakan untuk membedakan antara bagian-bagian timun yang sehat dan rusak atau membusuk, berdasarkan karakteristik visual seperti warna hijau segar untuk timun sehat dan warna kuning kecokelatan untuk timun yang sudah membusuk.

Kesulitan yang didapat seperti citra yang salah terklasifikasi, salah satu tantangan utama adalah kesalahan klasifikasi, terutama ketika terdapat timun dengan warna yang mirip tapi kondisinya berbeda. Misalnya, jika timun segar mulai memudar warnanya, ia mungkin terklasifikasi sebagai rusak, padahal masih segar. Sebaliknya, timun yang sudah mulai membusuk tapi belum mengubah warna secara signifikan mungkin tidak terdeteksi dengan baik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan untuk mengidentifikasi jenis timun masak dan timun busuk dengan metode *K-Means Clustering* menggunakan aplikasi MATLAB. Didapatkan hasil dari sebuah system yang bisa digunakan untuk mengklasifikasikan timun masak dan timun busuk dengan menggunakan metode *K-Means Clustering* dan ekstraksi bentuk dan tekstur



Gambar 5. Hasil Pengujian

Dari 50 citra gambar yang diambil terdapat 49 citra yang berhasil diidentifikasi dengan benar untuk menghasilkan nilai, dan 1 citra gambar yang belum berhasil. Maka akurasi yang didapatkan yaitu sebesar 97% maka metode *K-Means Clustering* akurat dalam menguji timun segar dan timun busuk.

Adapun saran untuk penelitian lebih lanjut seperti penggunaan Dataset yang lebih besar, untuk mendapatkan hasil yang lebih komprehensif, penggunaan dataset yang lebih besar dan lebih bervariasi sangat disarankan. Dataset dengan beragam kondisi timun (berbeda usia, warna, dan tekstur) serta variasi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar akan memberikan algoritma lebih banyak variasi untuk dilatih, sehingga menghasilkan klasifikasi yang lebih umum dan akurat. Selain itu eksperimen dengan algoritma lain, Algoritma K-Means Clustering dapat dibandingkan dengan algoritma lain untuk mengetahui kelebihan dan kekurangannya. Dan serta penggabungan dengan Deep Learning menggunakan metode Convolutional Neural Networks (CNN) untuk ekstraksi fitur secara otomatis dan pengenalan pola yang lebih mendalam dapat dikombinasikan dengan K-Means untuk meningkatkan akurasi klasifikasi. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan mengeksplorasi bagaimana CNN dapat membantu dalam mengidentifikasi fitur-fitur yang lebih kompleks dan detail pada citra timun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Agung Ramadanu, selaku dosen pengampu mata kuliah, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan selama proses penelitian hingga penulisan jurnal ini. Tanpa kontribusi dan saran-saran berharga beliau, jurnal ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Efran, F. A. P., Khairil, & Jumadi, J. (2022). Implementasi Metode K-Means Clustering Pada Segmentasi Citra Digital. *Jurnal Media Infotama*, 18(2), 291–301.
- Fatih, M. Al, Riadi, A. A., & Evanita. (2022). Identifikasi tingkat kematangan buah pisang kepek berdasarkan warna dan tekstur dengan metode K-Means. *SmartAI Journal*, 1(4), 201–206. <https://ejournal.abivasi.id/index.php/SmartAI>
- Herlina, H., & Ernaningsih, Z. (2023). Implementasi K-Means Clustering untuk Analisis Tingkat Pemahaman Computational Thinking Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(3), 1405. <https://doi.org/10.30865/mib.v7i3.6132>
- Ifmalinda, I., Fahmy, K., & Zein, N. L. (2023). Studi Penambahan Ekstrak Daun Randu (Ceiba pentandra) Pada Edible Coating Gel Lidah Buaya (Aloe vera L.) Terhadap Mutu Mentimun (Cucumis sativus L.). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 11(1), 48–62. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2023.011.01.05>
- Maya, A., Putri, K., Rozi, A. F., Informasi, S., Mercu, U., & Yogyakarta, B. (2024). *Implementasi Convolutional Neural Network Dalam*. 8(5), 10388–10394.
- Nazila, S. F., Arman, Y., Wahyuni, D., Nurhasanah, N., & Putra, Y. S. (2023). Deteksi Dini Serangan Hama Penyakit pada Cabai Rawit Menggunakan Metode Image Recognition. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 9(2), 232–241. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v9i2.6342>
- Of, P., Plant, C., Various, A., Bokashi, O., Cake, F., Adyaksa, R., Abdul, A., Syafar, R., Andrain, D. E., Zaini, M. M., Agroteknologi, P. S., Pertanian, F., & Makassar, U. I. (2024). *Pertumbuhan dan produksi tanaman mentimun pada berbagai dosis bokashi blotong*. 3.
- Oktamia Anggraini Putri. (2022). Jurnal Pendidikan dan Konseling. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(20), 1349–1358.
- Pramudita, A., Bill, S., Ginting, F., Syahfitri, I., Silviya, H., & Rahman, F. A. (2024). *Literatur Review : Klasifikasi Kualitas Beras Berdasarkan Citra Digital*. 1(1), 30–34.
- Putu, N., Merliana, E., & Santoso, A. J. (n.d.). *Analisa Penentuan Jumlah Cluster Terbaik pada Metode K-Means*. 978–979.
- Rachmadhany Iman, Basuki Rahmat, & Achmad Junaidi. (2024). Implementasi Algoritma K-Means dan Knearest Neighbors (KNN) Untuk Identifikasi Penyakit Tuberkulosis Pada Paru-Paru. *Repeater : Publikasi Teknik Informatika Dan Jaringan*, 2(3), 12–25. <https://doi.org/10.62951/repeater.v2i3.77>
- Ratna Indah Juwita Harahap, Sumi Khairani, & Rismayanti. (2024). Implementasi Metode K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Penyakit Tanaman Mentimun Pada Citra Daun. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi*, 3(2), 135–145. <https://doi.org/10.70340/jirsi.v3i2.123>
- Renaldo, E., Pratama, M. F. R., & Prasetya, F. (2022). Operasi Titik Pada Pengolahan Citra Digital Untuk Matlab. *Mdp Student Conference (Msc)*, 200–205.
- Setya Nugraha, R., & Hermawan, A. (2023). Optimasi Akurasi Metode Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Kualitas Buah Apel Hijau. *Jurnal Mnemonic*, 6(2), 149–156. <https://doi.org/10.36040/mnemonic.v6i2.6730>
- Wakhidah, N. (2010). Clustering Menggunakan K-Means Algorithm. *Jurnal Transformatika*, 8(1), 33. <https://doi.org/10.26623/transformatika.v8i1.45>
- Yuda Permadi, & Murinto. (2015). Buah Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik. *Jurnal Informatika*, 9(1), 1028–1038.
- Zahro, A. L. A., Widiyanto, A., & Isnani, N. (2022). *Journal of Language and Health Volume 3 No 2 , October 2022*. 3(2), 71–78.