

Segmentasi Citra Digital Dengan K-Means Clustering Untuk Menentukan Kematangan Buah Nanas

Bintang Hijriawan Jachja 13521003^{1,2}

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

¹13521003@std.stei.itb.ac.id, ²bintanghijriawan433@gmail.com

Abstract—Penentuan tingkat kematangan nanas sangat penting dalam industri pertanian dan distribusi untuk memastikan kualitas produk yang dikirimkan kepada konsumen. Penilaian kematangan secara manual seringkali subjektif, memakan waktu, dan rentan terhadap kesalahan. Studi ini bertujuan untuk mengembangkan metode otomatis dalam mendeteksi tingkat kematangan nanas menggunakan teknik segmentasi gambar. Segmentasi gambar dilakukan untuk memisahkan area buah dari latar belakang dan mengekstrak fitur warna yang relevan dengan tingkat kematangan, seperti perubahan warna kulit nanas dari hijau menjadi kuning. Data gambar nanas kemudian dianalisis menggunakan metode klasifikasi berbasis warna dan intensitas untuk menentukan kategori kematangan: belum matang, setengah matang, atau matang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan segmentasi gambar memungkinkan deteksi kematangan nanas yang lebih objektif dan efisien, dengan akurasi yang cukup tinggi dibandingkan dengan metode manual. Penelitian ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan sistem otomatis dalam menentukan kualitas nanas secara industri..

Keywords—warna, segmentasi, k-means, HSV, RGB, citra digital.

I. INTRODUCTION

Nanas termasuk dalam buah tropis yang memiliki permintaan pasar yang tinggi. Salah satu faktor utama yang menentukan kualitas buah adalah tingkat kematangannya. Tingkat kematangan nanas mempengaruhi rasa, aroma, dan umur simpan buah. Saat ini, penentuan tingkat kematangan nanas umumnya dilakukan secara manual oleh petani atau pengumpul dengan mengamati warna kulit dan tekstur buah. Namun, metode ini bersifat subjektif, memerlukan pengalaman, dan rentan terhadap kesalahan manusia, terutama saat dilakukan secara besar-besaran.

Kemajuan dalam teknologi pemrosesan gambar digital membuka peluang untuk deteksi kualitas buah secara otomatis. Salah satu teknik potensial adalah segmentasi gambar, yang memisahkan objek utama (buah) dari latar belakang sehingga analisis dapat lebih fokus pada karakteristik relevan, seperti perubahan warna kulit yang menandakan kematangan. Dengan menggabungkan

segmentasi gambar dan analisis warna, deteksi kematangan nanas dapat dilakukan secara lebih objektif, cepat, dan konsisten.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi kematangan nanas menggunakan segmentasi gambar, yang diharapkan dapat membantu petani, pemetik, dan distributor menentukan kualitas buah secara lebih efektif. Selain itu, penelitian ini juga berpotensi menjadi dasar untuk mengembangkan sistem otomatis yang lebih canggih, seperti robot pemilih buah atau aplikasi berbasis komputer untuk industri pertanian.

II. DASAR TEORI

A. Segmentasi

Segmentasi adalah proses membagi gambar digital menjadi beberapa bagian. Tujuan segmentasi adalah untuk menyederhanakan dan mengubah presentasi gambar menjadi sesuatu yang lebih bermakna sehingga lebih mudah dianalisis. Segmentasi gambar membagi gambar menjadi beberapa bagian yang berbeda yang mewakili objek-objek yang berbeda yang terdapat dalam gambar. Bagian-bagian ini juga dapat memberikan informasi tentang karakteristik suatu objek. Segmentasi gambar mengubah gambar menjadi kumpulan wilayah piksel yang diwakili dalam masker atau label. Dengan membagi gambar menjadi segmen, pemrosesan seluruh gambar untuk memproses bagian tertentu dari gambar tidak lagi diperlukan. Pemrosesan dapat dilakukan hanya pada segmen-segmen tertentu.



Gambar 1. Segmentasi pada citra foto bunga

Segmentasi dilakukan dengan mencari kesamaan antara piksel. Pendekatan umum yang digunakan untuk menemukan kesamaan ini adalah region growing, clustering, dan thresholding. Dalam makalah ini, pendekatan yang digunakan adalah clustering. Clustering dilakukan untuk menciptakan gambar yang disegmentasi berdasarkan warna. Segmentasi berdasarkan warna berguna untuk menemukan objek dan menentukan warna dominan dari objek yang akan dianalisis. Metode clustering yang digunakan adalah K-Means.

B. K-Means Clustering

K-Means Clustering adalah algoritma yang melakukan pemodelan tanpa pengawasan dan merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengelompokkan data menggunakan sistem partisi. Dalam pemrosesan gambar, K-Means berguna untuk memisahkan gambar guna membedakan latar belakang dari objek dan membedakan objek-objek yang berbeda dalam sebuah gambar. Algoritma ini membagi data menjadi k segmen/kluster. Setiap kluster terdiri dari data yang dikelompokkan berdasarkan kesamaan.

Tahapan algoritma K-Means adalah sebagai berikut:

1. Tentukan jumlah cluster (k)
2. Alokasikan data awal ke dalam cluster secara random
3. Hitung rata-rata dari data yang ada di masing-masing cluster (centroid)
4. Alokasikan masing-masing data ke centroid/rata-rata terdekat
5. Kembali ke Langkah 3 jika masih ada data yang berpindah kluster atau jika terdapat perubahan pada nilai centroid cluster, atau jika perubahan pada nilai objective function yang digunakan melebihi nilai threshold yang ditentukan. Objective function adalah nilai jarak Euclidean antara pusat kluster lama dan pusat kluster baru.

C. Warna

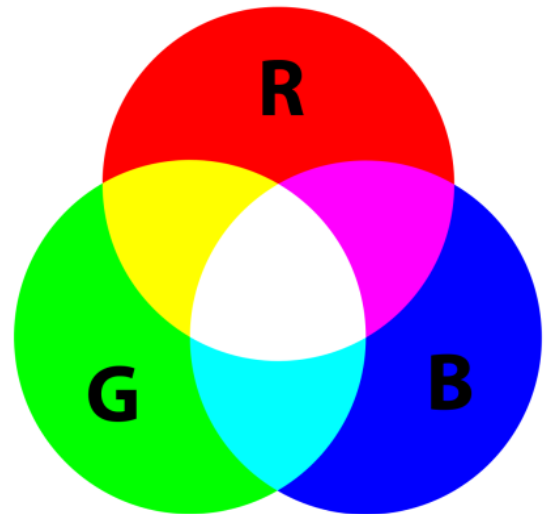
Warna adalah persepsi visual yang timbul ketika cahaya dipantulkan atau dipancarkan dari suatu objek dan diterima oleh mata manusia. Warna merupakan salah satu sifat utama objek yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi, membedakan, dan mengklasifikasikan objek. Dalam konteks pemrosesan gambar, warna sering digunakan sebagai fitur utama untuk mendeteksi kualitas atau kondisi suatu objek, seperti kematangan buah.

Model warna adalah representasi matematis dari warna dalam bentuk koordinat atau nilai numerik yang dapat diproses oleh komputer. Beberapa model warna yang umum digunakan antara lain:

a. RGB (Red, Green, Blue)

Model ini mewakili warna sebagai kombinasi dari tiga komponen cahaya: merah (R), hijau (G), dan biru (B). Nilai masing-masing komponen biasanya berkisar antara 0 hingga 255. Model RGB banyak digunakan dalam perangkat digital

seperti kamera dan monitor, tetapi kurang efektif untuk mendeteksi kematangan karena persepsi warna manusia tidak linier terhadap intensitas cahaya.



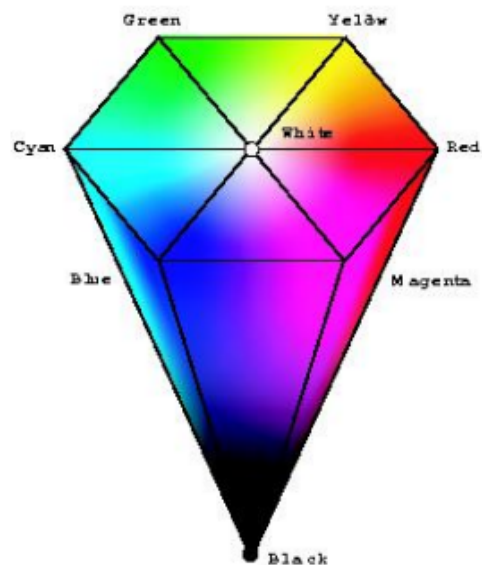
Gambar 2. Model warna RGB

b. HSV (Hue, Saturation, Value)

Model ini memisahkan informasi warna menjadi tiga komponen:

- Hue (H): Jenis warna (misal merah, kuning, hijau)
- Saturation (S): Kejernihan atau intensitas warna
- Value (V): Tingkat kecerahan warna

Model HSV/HSI lebih sesuai untuk analisis warna dalam pengolahan citra karena mirip dengan persepsi manusia dan memudahkan pemisahan warna objek dari latar belakang.



Gambar 3. Model warna HSV

Segmentasi citra berdasarkan warna dapat memisahkan objek dari latar belakang atau bagian citra lain berdasarkan rentang nilai warna tertentu. Misalnya, untuk deteksi nanas matang, dapat ditentukan dengan rentang nilai hue yang mewakili warna kuning, kemudian

memisahkan pixel yang termasuk dalam rentang tersebut. Metode ini memungkinkan analisis lebih akurat terhadap perubahan warna kulit yang menandakan kematangan.

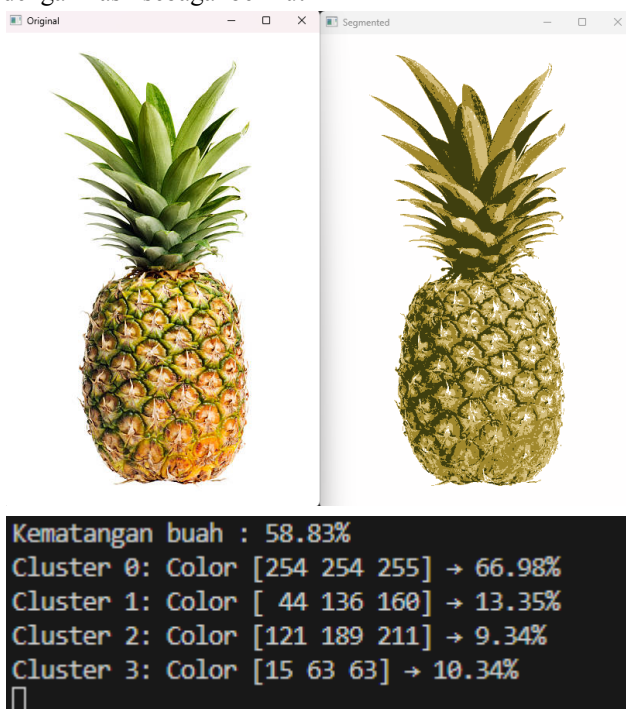
III. RANCANGAN

Proses pendeteksian tingkat kematangan dibagi menjadi beberapa tahapan. Proses pertama adalah segmentasi cluster dengan K-Means dilanjutkan dengan penentuan centroid yang paling menunjukkan kematangan buah dengan tahapan sebagai berikut:

1. Sistem menerima input citra buah nanas (Tanpa background)
2. Sistem melakukan proses K-Means clustering terhadap citra dengan jumlah cluster yang sudah ditentukan
3. Sistem menentukan centroid mana yang paling dekat menunjukkan bagian buah yang matang berdasarkan warna
4. Sistem menentukan centroid mana yang paling dekat menunjukkan bagian buah yang mentah berdasarkan warna
5. Sistem menentukan perkiraan tingkat kematangan buah nanas

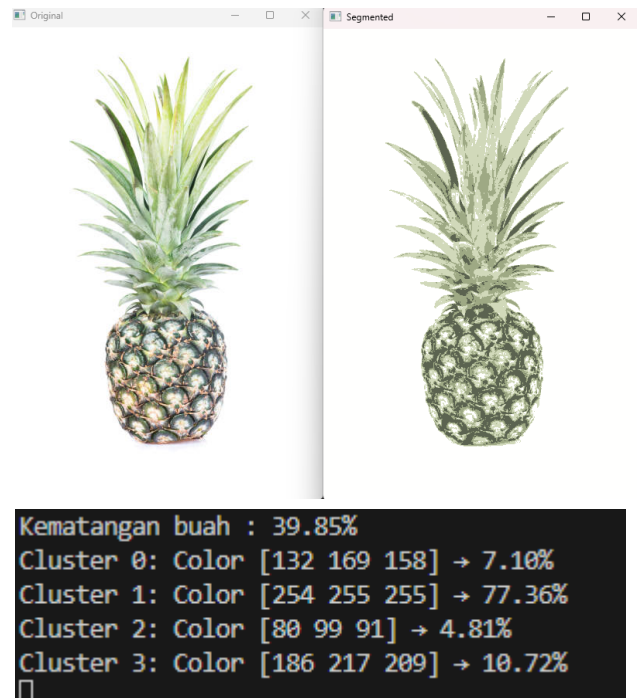
IV. IMPLEMENTASI

Dilakukan 5 pengujian terhadap foto nanas dengan tingkat kematangan dan kondisi nanas yang berbeda dengan hasil sebagai berikut



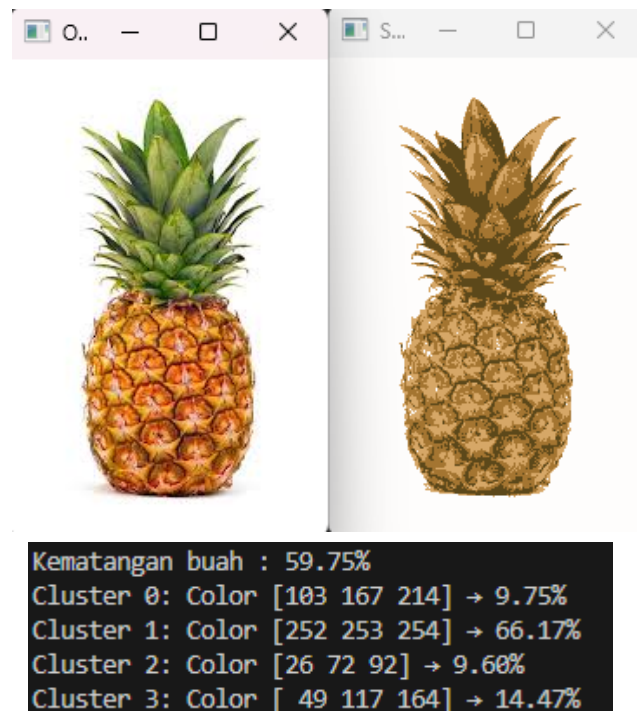
Gambar 4. Pengujian terhadap nanas cukup matang

Hasil pengujian pada foto 1 menunjukkan tingkat kematangan nanas sebesar 58.83% yang artinya nanas sudah cukup matang



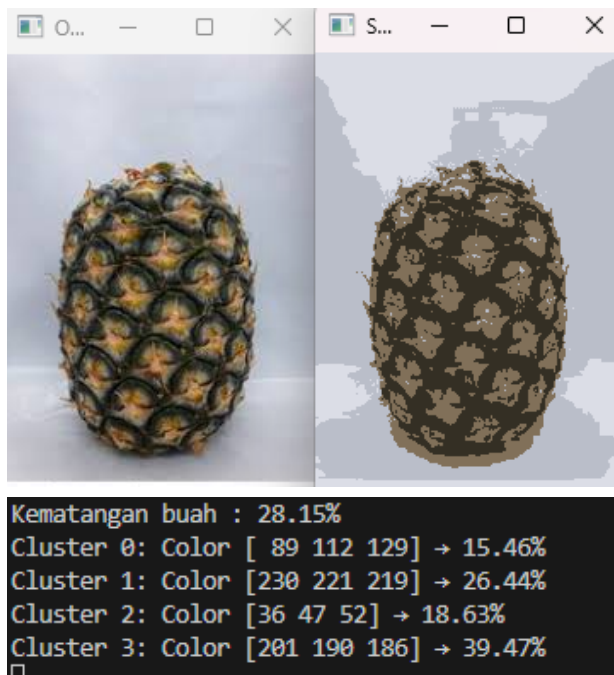
Gambar 5. Pengujian terhadap foto nanas belum matang

Hasil pengujian pada foto 2 menunjukkan tingkat kematangan nanas sebesar 39.85% yang artinya nanas belum cukup matang

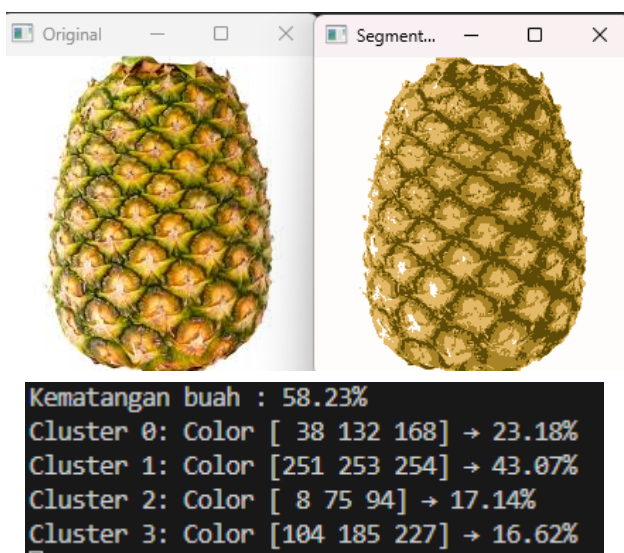


Gambar 6. Pengujian terhadap nanas cukup matang

Hasil pengujian pada foto 3 menunjukkan tingkat kematangan nanas sebesar 59.75% yang artinya nanas sudah cukup matang



Gambar 7. Pengujian terhadap nanas tanpa daun yang belum matang



Gambar 8. Pengujian terhadap nanas tanpa daun yang cukup matang

V. CONCLUSION

Pendeteksian tingkat kematangan nanas berhasil dilakukan dengan melakukan segmentasi metode K-Means clustering berdasarkan warna. Persentase tingkat kematangan nanas menunjukkan nilai yang lebih besar ketika citra nanas yang digunakan adalah citra nanas yang lebih matang. Terdapat beberapa batasan pada rancangan ini, yaitu persentase kematangan belum menunjukkan angka kematangan yang tepat, hanya sebagai perbandingan relatif terhadap hasil uji lain, seperti pada pengujian pada foto 3 (Gambar 6). Hasil uji juga akan berbeda jika citra yang diberikan adalah citra nanas

tanpa daun. Citra nanas tanpa daun akan menunjukkan persentase kematangan yang lebih akurat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8, sedangkan citra nanas dengan daun akan menunjukkan angka kematangan lebih kecil dari yang seharusnya. Selain itu, nanas yang busuk juga tidak masuk dalam perhitungan pada rancangan ini.

VI. APPENDIX

Penulis berterima kasih kepada Allah SWT atas rahmat-Nya penulis bisa menyelesaikan makalah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, terutama Dr. Ir. Rinaldi Munir, yang telah memberikan wawasan yang berguna dalam penulisan makalah ini.

REFERENCES

- [1] Munir, Rinaldi. "Segmentasi Citra Bagian 1". <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2025-2026/22-Segmentasi-Citra-Bagian1-2025.pdf> Diakses pada 23 Desember 2025
- [2] Munir, Rinaldi. "Segmentasi Citra Bagian 2". <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2025-2026/23-Segmentasi-Citra-Bagian2-2025.pdf> Diakses pada 23 Desember 2025
- [3] Munir, Rinaldi. "Warna Bagian 1". <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2023-2024/16-Warna-bagian1-2023.pdf> Diakses pada 23 Desember 2025

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 24 Desember 2025

Bintang Hijriawan Jachja 13521003