

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terkait

Dalam penelitian ini mengambil beberapa penelitian terdahulu serta materi terkait penelitian untuk menjadi referensi dalam membuat penelitian ini sebagai berikut:

Tingkat kematangan buah merupakan salah satu faktor utama yang menentukan kualitasnya. Buah yang telah matang sempurna mengandung vitamin dalam jumlah optimal, sehingga lebih baik untuk dikonsumsi oleh tubuh manusia. Namun, sering kali muncul permasalahan terkait tingkat kematangan buah yang dikonsumsi, di mana buah yang belum matang sepenuhnya dapat menyebabkan asupan vitamin yang diperoleh tubuh menjadi kurang maksimal. Selain itu, metode tradisional dalam mengidentifikasi tingkat kematangan buah masih menghadapi berbagai kendala. Keterbatasan manusia, seperti kelelahan dan ketidakakuratan akibat faktor fisik, sering kali menyebabkan proses identifikasi menjadi kurang efisien dan efektif. Hal ini dapat berdampak pada ketepatan dalam menentukan kematangan buah yang akan dikonsumsi. (Suryadi, Putri, and Febrianti 2022)

Cabai merah keriting (*Capsicum annum* L.) adalah varietas cabai yang banyak dibudidayakan dan digunakan di Indonesia. Cabai ini memiliki bentuk yang panjang dan keriting dengan rasa yang pedas. Warna cabai berubah seiring

dengan tingkat kematangannya, dari hijau saat masih mentah, oranye atau hijau kemerahan saat setengah matang, hingga merah cerah saat matang sepenuhnya. Cabai merah keriting tidak hanya digunakan sebagai bumbu masakan tetapi juga memiliki nilai ekonomi tinggi karena permintaannya yang stabil sepanjang tahun.

Pengklasifikasian cabai merah keriting tradisional biasanya dilakukan secara manual berdasarkan warna dan tekstur, membutuhkan ketelitian dan pengalaman manusia. Namun, metode ini kurang efisien dan rentan terhadap kesalahan manusia, terutama dalam skala besar. Sebagai alternatif, teknologi pengolahan citra digital dan algoritma machine learning telah digunakan untuk mengotomatisasi proses klasifikasi. Pendekatan ini dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi klasifikasi, meskipun membutuhkan investasi awal dalam perangkat keras dan perangkat lunak, serta pemahaman teknis untuk pengoperasiannya. (Irma et al. 2024)

Sayuran merupakan salah satu produk hortikultura yang banyak diminati masyarakat karena kaya akan nutrisi yang bermanfaat bagi kesehatan. Cabai, khususnya, mengandung berbagai zat gizi seperti kalori, protein, lemak, karbohidrat, kalsium, serta vitamin A, B1, dan C. Selain itu, cabai juga mengandung minyak atsiri capsaicin, yang memberikan rasa pedas dan sensasi hangat ketika digunakan sebagai bumbu dapur. Zat capsaicin ini juga memiliki manfaat dalam membantu mengendalikan pertumbuhan sel kanker. Selain dimanfaatkan untuk kebutuhan rumah tangga, cabai juga memiliki peran penting dalam industri diantaranya, industri bumbu masakan, industri makanan dan industri obat-obatan atau jamu. Terdapat berbagai jenis cabai yang ada di

Indonesia, tetapi cabai merah besar merupakan salah satu jenis cabai yang banyak digunakan sebagai bahan olahan. Seiring dengan meningkatnya kualitas cabai, komoditas hortikultura ini menjadi salah satu yang mengalami fluktuasi harga tertinggi di Indonesia. Dengan tingginya perubahan harga, diharapkan produksi cabai tetap memiliki kualitas yang baik. Oleh karena itu, diperlukan sistem klasifikasi cabai untuk memastikan kualitasnya tetap terjaga, sehingga dapat mendukung peningkatan hasil produksi cabai di Indonesia.(Wiratmaka, Rozi, and Asmara 2017)

Penerapan Fuzzy K-Nearest Neighbor (F-KNN) Dalam Menentukan Status Gizi Balita” menjelaskan tentang bagaimana aplikasi untuk mendiagnosis status gizi pada balita dengan penentuan status gizi balita hanya didasarkan atas 4 faktor internal yaitu jenis kelamin, umur, berat badan dan tinggi badan. Oleh karena itu, antropometri dirasa masih kurang fleksibel karena hanya terpaku pada 4 faktor tersebut mengingat status gizi balita juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti status kesehatan, pendidikan, pengetahuan, genetik, dan pendapatan. Metode klasifikasi Fuzzy K- Nearest Neighbor merupakan metode klasifikasi yang akan mampu melakukan perhitungan penentuan status gizi balita di masa yang akan datang dimana klasifikasi sendiri merupakan metode yang memakai data training sebagai bagian dalam mengambil keputusannya sehingga dapat menyesuaikan parameter- parameter penentu status gizi balita lainnya agar dapat menghasilkan hasil yang semakin akurat.(Akbari, Hidayat, and Santoso 2019)

Berbagai penelitian terkait pengolahan citra digital pada cabai telah dilakukan sebelumnya. Salah satunya adalah penelitian mengenai Sistem Identifikasi Citra

Jenis Cabai (*Capsicum annum* L.) yang menggunakan metode klasifikasi *City Block Distance*. Dalam penelitian ini, digunakan lima sampel sebagai referensi standar untuk masing-masing jenis cabai, yaitu cabai besar, cabai rawit, cabai keriting, dan paprika. Proses identifikasi dilakukan dengan variasi ukuran citra menggunakan metode matriks jarak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat akurasi tertinggi mencapai 93% pada ukuran citra 10x10 dengan metode klasifikasi *Lorentzian Distance*, sedangkan akurasi terendah sebesar 57% diperoleh pada ukuran citra 20x15 dengan metode klasifikasi *Gower Distance*. Penelitian lain yang dilakukan adalah implementasi metode klasifikasi *Naïve Bayes* untuk memprediksi kualitas cabai. Dalam penelitian ini, kualitas cabai diklasifikasikan ke dalam empat kategori, yaitu kualitas A (cabai merah berukuran besar), kualitas B (cabai hijau berukuran besar), kualitas C (cabai merah berukuran kecil), dan kualitas D (cabai hijau berukuran kecil). Parameter yang digunakan meliputi jumlah tangkai, persentase tangkai, nilai komponen warna *Red*, *Green*, dan *Blue*, serta jumlah piksel dari masing-masing komponen warna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Naïve Bayes* mampu mengklasifikasikan kualitas cabai dengan tingkat akurasi sebesar 93,33%. Selanjutnya, penelitian mengenai klasifikasi kualitas tanaman cabai menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN) dilakukan dengan objek penelitian cabai merah besar yang dikategorikan dalam dua kelas, yaitu layak jual dan belum layak jual. Selain itu, penelitian lain berjudul Aplikasi Pengolahan Citra Kematangan Cabai Kathur dengan Metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) juga dikembangkan. Teknik pengolahan citra dalam penelitian ini mencakup

sharpening untuk meningkatkan ketajaman citra, konversi warna ke skala *grayscale*, serta deteksi tepi menggunakan operator *Kirsch*. Metode KNN yang digunakan dalam penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi sebesar 60%. Penelitian lebih lanjut mengembangkan sistem klasifikasi cabai berdasarkan fitur warna HSV dengan empat kategori tingkat kematangan, yaitu mentah, setengah matang, matang, dan busuk. Dalam setiap kategori, fitur warna yang diambil meliputi komponen *Hue*, *Saturation*, dan *Value*. Fitur-fitur ini kemudian digunakan sebagai input dalam metode klasifikasi *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN), yang menghasilkan tingkat akurasi sebesar 86,66%. (Fitri et al. 2020)

Penelitian yang dilakukan oleh Dian Novianto dan Tri Sugihartono (2020) berjudul “Sistem Deteksi Kualitas Buah Jambu Air Berdasarkan Warna Kulit Menggunakan Algoritma *Principal Component Analysis* (PCA) dan *K-Nearest Neighbor* (K-NN)”. Dalam penelitian ini, algoritma *Principal Component Analysis* (PCA) dan *K-Nearest Neighbor* (K-NN) digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas jambu air secara otomatis berdasarkan warna kulitnya. Sementara itu, penelitian oleh Duwen Imantata Muhammad, Ermatita, dan Noor Falih (2021) yang berjudul “Penggunaan *K-Nearest Neighbor* (KNN) untuk Mengklasifikasi Citra Belimbing Berdasarkan Fitur Warna”, menerapkan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) dalam proses klasifikasi citra belimbing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan algoritma KNN dengan nilai $K=7$ mampu mencapai tingkat akurasi 93,33%. Klasifikasi sendiri merupakan suatu proses untuk menemukan model atau fungsi yang dapat mengelompokkan data ke dalam kelas-kelas tertentu. Model tersebut kemudian digunakan untuk

menentukan kategori suatu objek yang sebelumnya belum diketahui kelasnya.(Raysyah, Veri Arinal, and Dadang Iskandar Mulyana 2021)

2.2 Pengenalan Citra

Citra digital merupakan representasi visual suatu objek dalam bentuk matriks yang terdiri dari sejumlah elemen yang terbatas. Adapun penggunaan citra digital di bidang kedokteran meliputi CT scan, X-ray, MRI, dan lain-lain. (Fattah et al. 2021)

Pengolahan citra merupakan proses memasuka citra sehigga menghasilkan keluaran sesuai dengan dikehendaki sehingga memperoleh suatu informasi penting yang dibutuhkan seperti proses indentifikasi objek citra digital dengan mengelompokan berdasarkan pixel-pixel berdasarkan kedekan warna dengan Algoritma Hierarchical Agglomerative Clustering, penggunaan citra sebagai pengenalan tanaman herbal berdasarkan bentuk dengan melakukan modifikasi dengan metode K- NEAREST NEIGHBOR.(Wijaya et al. 2023)

Citra sebagai salah satu komponen multimedia memegang satu peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra memiliki karakteristik yang tidak dimiliki oleh teks, yaitu citra kaya dengan informasi. Meskipun sebuah citra kaya akan informasi, namun seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan mutu (degradasi) citra yaitu penurunan kualitas citra, misalnya karena mengandung cacat atau derau (noise), Metode Adaptive Median Filter (AMF) merupakan metode yang dirancang untuk menghilangkan masalah yang dihadapi. (Fachrunnisa, Ari Usman, and Mufida Khairani 2024)

2.3 Restorasi Citra Digital

Restorasi citra merupakan proses rekonstruksi atau pemulihan citra yang mendekati bentuk aslinya dari kondisi yang cacat atau mengalami degradasi akibat faktor perusak yang telah diketahui sebelumnya. Dalam penelitian ini, restorasi citra memiliki makna yang berbeda dari peningkatan kualitas citra (*image enhancement*), meskipun keduanya bertujuan untuk memperbaiki kualitas gambar. Restorasi citra menggunakan informasi mengenai proses degradasi untuk mengembalikan citra ke kondisi semula, sementara *image enhancement* lebih berfokus pada penajaman atau peningkatan fitur tertentu dalam gambar (Munir, 2006). Tujuan utama dari restorasi citra adalah meningkatkan kualitas gambar, yang sekilas memiliki kesamaan dengan *image enhancement*. Namun, terdapat perbedaan mendasar di antara keduanya: *image enhancement* bersifat subjektif, karena berorientasi pada peningkatan visual yang disesuaikan dengan preferensi pengguna, sedangkan *image restoration* bersifat objektif, karena bertujuan untuk memperbaiki citra yang mengalami kerusakan. *Image enhancement* umumnya diterapkan untuk meningkatkan kualitas gambar yang menurun selama proses pembentukan citra atau untuk memberikan efek tambahan pada gambar yang sudah ada. Sebaliknya, *image restoration* difokuskan pada pemulihan citra yang rusak akibat proses digitalisasi, usia, jamur, goresan, atau adanya pelabelan teks, baik yang disengaja maupun tidak disengaja. (Fachrunnisa, Ari Usman, and Mufida Khairani 2024)

2.4 Ruang Warna RGB

Ruang warna RGB merupakan salah satu model warna paling umum yang digunakan dalam pengolahan citra digital. Setiap piksel dalam gambar digital diwakili oleh kombinasi nilai intensitas merah (R), hijau (G), dan biru (B). Metode ekstraksi fitur warna dengan menggunakan nilai rata-rata dari setiap kanal warna telah terbukti efektif untuk menganalisis objek yang mengalami perubahan warna, seperti buah dan sayuran pada berbagai tahap kematangan. Misalnya, pada buah cabai, perubahan warna dari hijau menjadi merah secara bertahap seiring proses pematangan dapat dengan jelas diamati dan dikuantifikasi menggunakan analisis ruang warna RGB.

Penelitian oleh Saragih et al. (2019) menunjukkan bahwa perbedaan nilai intensitas pada komponen RGB secara signifikan mencerminkan tahap kematangan buah. Pada cabai, intensitas warna merah yang meningkat seiring dengan menurunnya intensitas warna hijau menunjukkan peningkatan kematangan. Dengan demikian, penggunaan nilai rata-rata intensitas warna RGB dapat menjadi salah satu pendekatan sederhana namun efektif untuk mengelompokkan buah cabai ke dalam beberapa kelas kematangan.

2.5 Fuzzy Logic (Logika Fuzzy)

Fuzzy Logic adalah sebuah metode komputasi yang didasarkan pada logika fuzzy, yaitu perluasan dari logika klasik (boolean) yang memungkinkan nilai kebenaran berada dalam rentang kontinu antara 0 dan 1. Metode ini digunakan untuk menangani ketidakpastian atau ambiguitas dalam pengambilan keputusan

dengan cara meniru cara manusia berpikir dan menilai berdasarkan tingkat kepercayaan, bukan hanya benar atau salah. Logika Fuzzy merupakan cabang dari sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intellegence*) yang mengolah kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin. Logika fuzzy merupakan pengembangan dari logika Boolean yang memperkenalkan konsep kebenaran parsial. Jika dalam logika klasik setiap pernyataan hanya dapat bernilai 0 atau 1, hitam atau putih, atau ya atau tidak, maka logika fuzzy menggantikan konsep tersebut dengan tingkat kebenaran yang lebih fleksibel. Dalam sistem fuzzy, terdapat derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai antara 0 hingga 1, sehingga memungkinkan adanya tingkat kepastian yang lebih variatif. Penerapan logika fuzzy dalam sistem pendukung keputusan sangat penting, terutama ketika terdapat banyak kondisi yang tidak dapat diselesaikan hanya dengan jawaban "ya" atau "tidak". Dengan logika fuzzy, keputusan dapat dibuat lebih adaptif dan sesuai dengan kondisi yang lebih kompleks. (Cahyaningrum 2023)

Proses fuzzyfikasi merupakan proses untuk mengubah variabel numerik menjadi variabel linguistik. Nilai tegas (*crisp*) sebelum diolah oleh pengendali logika fuzzy harus diubah terlebih dahulu kedalam variabel fuzzy. Melalui fungsi keanggotaan yang telah disusun, maka dari nilai- nilai masukan tersebut menjadi informasi fuzzy yang berguna untuk proses pengolahan fuzzy. (Tamaji and Utama 2023)

Klasifikasi tingkat kematangan cabai dilakukan berdasarkan nilai rata-rata intensitas warna dari komponen RGB. Nilai-nilai ini dipetakan ke dalam tiga

kategori tingkat kematangan cabai: muda, matang, dan tua, menggunakan batasan intensitas warna yang ditentukan berdasarkan analisis distribusi data.

Tabel berikut menunjukkan kisaran nilai RGB yang digunakan untuk setiap kategori kematangan:

Tabel 2.1 Kisaran Nilai Rata-rata RGB

Kategori Kematangan	Kisaran Rata-rata RGB
Muda	$R < 100, G > 100, B < 100$
Matang	$R > 200, G < 150, B < 100$
Tua	$R > 200, G < 120, B < 100$

Penentuan batasan nilai RGB ini dilakukan berdasarkan pengamatan awal dan eksperimen yang melibatkan uji coba pada sejumlah sampel gambar.