

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pengolahan citra digital dan machine learning telah berkembang pesat sebagai solusi klasifikasi produk pertanian secara otomatis dan objektif. Berbagai penelitian membuktikan bahwa pendekatan berbasis computer vision mampu menggantikan penilaian manual yang bersifat subjektif dan tidak konsisten, khususnya dalam menentukan tingkat kematangan buah (Rizzo et al., 2023). Dalam konteks ini, pemilihan fitur yang tepat sangat menentukan keberhasilan sistem klasifikasi.

Buah alpukat (*Persea americana* Mill.) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi dengan produksi Indonesia mencapai 865.780 ton pada tahun 2022 (Badan Pusat Statistik, 2023). Sebagai buah climacteric, alpukat mengalami perubahan warna kulit yang signifikan selama pematangan akibat degradasi klorofil, sehingga warna kulit buah merupakan salah satu indikator visual utama yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat kematangan karena perubahan warna terjadi selama proses pematangan dan dapat dianalisis menggunakan teknik computer vision (Pinto et al., 2019). Penentuan tingkat kematangan yang akurat sangat penting untuk menjamin kualitas produk dan meminimalkan kerugian pascapanen

Perubahan warna kulit buah alpukat selama proses pematangan menjadi salah satu indikator visual yang sering digunakan untuk menentukan tingkat kematangannya. Namun, perubahan warna tersebut tidak selalu berlangsung secara

seragam karena dipengaruhi oleh faktor seperti kondisi buah, pencahayaan saat pengambilan citra, serta variasi karakteristik warna alami kulit alpukat. Kondisi tersebut menyebabkan distribusi warna pada setiap tingkat kematangan cenderung bervariasi sehingga proses klasifikasi berbasis warna menjadi suatu tantangan yang memerlukan metode yang mampu merepresentasikan karakteristik warna secara lebih stabil.

Ruang warna HSV (Hue, Saturation, Value) terbukti lebih robust dalam merepresentasikan perubahan warna objek dibandingkan ruang warna RGB, terutama pada kondisi pencahayaan yang bervariasi (Bhargava & Bansal, 2021). Penelitian (Basak et al., 2022) juga menunjukkan bahwa fitur HSV mampu menghasilkan performa klasifikasi yang lebih baik dibandingkan RGB pada berbagai objek buah. Oleh karena itu, penggunaan fitur HSV pada penelitian ini diharapkan mampu menangkap karakteristik perubahan warna kulit alpukat pada setiap tingkat kematangan secara lebih efektif.

Dari sisi algoritma klasifikasi, K-Nearest Neighbor (KNN) dipilih karena memiliki implementasi yang sederhana, tidak memerlukan asumsi distribusi data, serta mampu memberikan performa yang baik pada dataset berukuran sedang (Nafi'iyah, 2020). Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem klasifikasi kematangan alpukat menggunakan pendekatan machine learning, seperti (Jaramillo-Acevedo et al., 2020) yang memanfaatkan Artificial Neural Network (ANN), serta (Bhargava & Bansal, 2021) yang menjelaskan penerapan *computer vision* pada sistem otomatis untuk evaluasi kualitas buah. Namun, penelitian yang mengombinasikan fitur warna HSV dengan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN)

untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah alpukat berdasarkan citra digital masih relatif terbatas. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi tingkat kematangan buah alpukat menggunakan fitur warna HSV dan metode KNN untuk menghasilkan proses klasifikasi yang lebih otomatis, objektif, dan konsisten.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, masalah yang ingin dipecahkan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sistem pengolahan citra dapat meniru kemampuan mata manusia dalam mengenali perubahan warna kulit alpukat (dari hijau ke coklat kehitaman) secara lebih konsisten dan objektif.
2. Implementasi algoritma K-Nearest Neighbor dapat membantu mempercepat proses sortir buah alpukat dibandingkan dengan metode manual.
3. Sejauh mana sistem ini dapat memberikan hasil klasifikasi yang dapat dipercaya oleh pengguna (petani dan pedagang) jika diukur berdasarkan standar akurasi, presisi, dan kecepatan respons.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya membahas klasifikasi tingkat kematangan buah alpukat berdasarkan citra kulit buah menggunakan fitur warna ruang HSV, tanpa mempertimbangkan fitur tekstur, bentuk, atau parameter fisik lainnya.
2. Algoritma klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada metode K-Nearest Neighbor (KNN), tanpa melakukan perbandingan dengan algoritma klasifikasi lain.
3. Evaluasi kinerja sistem dibatasi pada pengukuran akurasi, presisi, dan kecepatan respons sistem, tanpa membahas aspek ekonomi atau implementasi skala industri secara langsung.

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem pengolahan citra digital berbasis ruang warna HSV untuk mengidentifikasi perubahan warna kulit buah alpukat sebagai indikator tingkat kematangan.
2. Menerapkan algoritma K-Nearest Neighbor dalam proses klasifikasi tingkat kematangan buah alpukat guna meningkatkan efisiensi proses sortir dibandingkan metode manual.
3. Menganalisis kinerja sistem klasifikasi yang dikembangkan berdasarkan akurasi, presisi, dan kecepatan respons sebagai tolok ukur keandalan sistem.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat Teoritis:

1. Memberikan kontribusi keilmuan dalam bidang *computer vision* dan *machine learning*, khususnya untuk aplikasi klasifikasi buah berbasis fitur warna.
2. Memperkaya literatur ilmiah tentang efektivitas fitur HSV dan algoritma KNN untuk klasifikasi tingkat kematangan buah.
3. Memberikan basis referensi bagi penelitian lanjutan dalam pengembangan sistem klasifikasi otomatis produk pertanian.

Manfaat Praktis:

1. Membantu petani dan pelaku usaha hortikultura dalam melakukan sortasi buah alpukat secara lebih objektif, konsisten, dan efisien.
2. Mengurangi ketergantungan pada penilaian subjektif manusia dalam menentukan tingkat kematangan buah alpukat.
3. Meningkatkan kualitas produk dan meminimalkan kerugian pascapanen melalui penentuan tingkat kematangan yang lebih akurat.

1.6 Sistematika Penulisan

Pembuatan skripsi ini dilakukan dengan pembagian bab sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan, dan penelitian terkait.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang relevan dan menjadi landasan penelitian, meliputi: buah alpukat, pengolahan citra digital, ruang warna HSV, ekstraksi fitur, klasifikasi, algoritma K-Nearest Neighbor, dan metode evaluasi performa.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi jenis penelitian, fokus penelitian, sumber data, desain sistem penelitian, pengumpulan data, pra-pemrosesan data, ekstraksi fitur warna HSV, implementasi algoritma KNN, serta evaluasi dan validasi model.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi sistem, hasil pra-pemrosesan citra, hasil ekstraksi fitur warna HSV, hasil pemodelan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN), hasil evaluasi performa model berdasarkan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score, serta pembahasan terhadap hasil penelitian yang diperoleh.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya agar sistem klasifikasi tingkat kematangan buah alpukat dapat dikembangkan menjadi lebih baik.

1.7 Penelitian Terkait

Tabel 1.1 Penelitian Terkait

Penulis dan Tahun	Judul	Hasil / Pencapaian
Jaramillo-Acevedo et al. (2020)	Hass avocado ripeness classification by mobile devices using digital image processing and ANN methods	Berhasil mengklasifikasikan tingkat kematangan alpukat menggunakan perangkat mobile dan ANN.
Pinto et al. (2019)	Classification of Hass avocado (<i>Persea americana</i> Mill.) in terms of its ripening via	Berhasil mengklasifikasikan tingkat kematangan alpukat berdasarkan citra hiperspektral.

	hyperspectral images	
Davur et al. (2023)	Estimating the Ripeness of Hass Avocado Fruit Using Deep Learning with Hyperspectral Imaging	Menghasilkan estimasi kematangan alpukat dengan akurasi tinggi.
Bhargava & Bansal (2021)	Fruits and Vegetables Quality Evaluation Using Computer Vision: A Review	Menjelaskan bahwa HSV merupakan salah satu ruang warna yang efektif untuk evaluasi kualitas buah menggunakan computer vision.
Mimma et al. (2022)	Fruits Classification and Detection Application Using Deep Learning	Menunjukkan deep learning efektif dalam klasifikasi buah.
Moreira et al. (2022)	Benchmark of Deep Learning and a Proposed	Membuktikan bahwa ruang warna HSV meningkatkan

	HSV Colour Space Models for the Detection and Classification of Greenhouse Tomato	performa klasifikasi dibanding RGB.
Aulia et al. (2023)	Implementation of HSV Imagery with K-Nearest Neighbor for Classification of Maturity Levels in Tomatoes	Berhasil mengklasifikasikan kematangan tomat menggunakan HSV dan KNN.
Sembiring & Fakhriza (2024)	Image Classification of Red Dragon Fruit Ripeness Levels Using HSV Color Moments and K-NN	Menghasilkan akurasi tinggi dalam klasifikasi kematangan buah naga.
Mahriza et al., (2024)	Classification of Watermelon Ripeness Levels	Menunjukkan kombinasi HSV dan KNN efektif untuk

	Using HSV Color Space Transformation and K-Nearest Neighbor Method	klasifikasi kematangan semangka.
Rizzo et al. (2023)	Artificial Intelligence in Agriculture Fruit Ripeness Classification: A Survey	Mengulas berbagai metode AI untuk klasifikasi kematangan buah dan tren penelitian terkini.

Berdasarkan penelitian terkait di atas, dapat diidentifikasi beberapa gap penelitian. Pertama, belum terdapat penelitian yang secara khusus mengklasifikasikan tingkat kematangan buah alpukat menggunakan kombinasi fitur warna HSV dan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN). Kedua, penelitian yang menerapkan kombinasi HSV dan KNN umumnya dilakukan pada objek buah lain, seperti tomat, buah naga, dan semangka, sehingga penerapannya pada klasifikasi kematangan alpukat masih terbatas. Ketiga, sebagian penelitian pada alpukat masih menggunakan pendekatan berbasis deep learning, Artificial Neural Network (ANN), maupun citra hiperspektral yang memerlukan komputasi tinggi atau perangkat khusus, sehingga belum menawarkan solusi yang sederhana dan mudah

diterapkan menggunakan citra digital biasa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem klasifikasi tingkat kematangan buah alpukat menggunakan fitur warna HSV dan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) sebagai metode yang efisien, mudah diimplementasikan, serta tetap mampu memberikan kinerja klasifikasi yang baik.