

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Buah jeruk merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Indonesia[1]. Namun, proses penilaian berkualitas buah jeruk ditingkat petani masih dilakukan secara manual melalui pengamatan visual, sehingga hasilnya bersifat subjektif dan tidak konsisten[2]. Cara ini tidak mampu mendeteksi kerusakan internal seperti buah yang belum matang sempurna atau memiliki rasa yang kurang manis. Kondisi tersebut dapat merugikan konsumen dan menurunkan daya saing produk jeruk di pasar[3].

Dengan kemajuan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), khususnya bidang computer vision, proses penilaian kualitas buah kini dapat dilakukan secara otomatis dan objektif. Metode *Convolutional Neural Network (CNN)* dipilih karena kemampuannya mengekstraksi fitur-fitur kompleks dari citra seperti warna, tekstur, dan bentuk yang sulit dideteksi oleh manusia secara konsisten[4]. Berbeda dengan metode konvensional seperti *Support Vector Machine (SVM)* atau *K-Nearest Neighbor (KNN)*, CNN mampu belajar langsung dari data visual dan menghasilkan akurasi yang tinggi[5]. Citra buah jeruk memiliki karakteristik visual yang kompleks, seperti variasi warna kulit, tekstur halus, dan bentuk yang tidak seragam[6]. Tantangan ini menjadikan metode konvensional sulit mencapai hasil yang konsisten. Oleh karena itu, dibutuhkan model CNN yang secara khusus dilatih untuk mengenali pola-pola visual tersebut, sehingga mampu membedakan tingkat kualitas buah secara lebih akurat[7]. Selain itu, pengembangan model CNN secara lokal sangat penting agar sistem dapat menyesuaikan diri dengan kondisi pencahayaan, lingkungan, serta karakteristik spesifik buah jeruk di Indonesia[8]. Model CNN perlu dibangun dan dilatih dari awal karena setiap jenis buah memiliki karakteristik visual yang berbeda-beda. Model umum yang dilatih pada dataset luar negeri belum tentu mampu mengenali pola warna, tekstur, maupun bentuk buah jeruk lokal secara akurat. Selain itu, kondisi pencahayaan dan latar lingkungan di Indonesia juga mempengaruhi juga hasil citra, sehingga pelatihan model dengan dataset lokal menjadi penting agar sistem dapat beradaptasi terhadap kondisi nyata di lapangan[9].

Model CNN membedakan kualitas buah jeruk berdasarkan pola visual yang dipelajari dari data citra pelatihan. Melalui lapisan konvolusi, CNN mampu mengekstraksi fitur-fitur penting seperti tingkat kecerahan warna kulit, pola bintik, kehalusan tekstur, dan bentuk buah secara keseluruhan.

Fitur-fitur ini kemudian dianalisis oleh lapisan-lapisan berikutnya untuk mengenali perbedaan antara buah segar dan buah yang mengalami kerusakan[10]. Misalnya, buah jeruk yang berkualitas baik biasanya memiliki warnanya oranye yang merata pada permukaan kulit yang halus, sedangkan buah yang rusak menunjukkan adanya area gelap, bercak, atau bentuk yang tidak simetris. Dengan kemampuan ini, CNN dapat mengklasifikasikan kualitas buah secara lebih objektif dan konsisten dibandingkan dengan pengamatan manual[11].

Berbagai penelitian terdahulu telah mencoba melakukan klasifikasi buah menggunakan beragam metode. Pendekatan konvensional umumnya memanfaatkan ekstraksi fitur warna, tekstur, dan bentuk yang kemudian diklasifikasikan dengan algoritma seperti Support Vector Machine (SVM) atau K-Nearest Neighbor (KNN). Namun, metode ini memiliki keterbatasan karena fitur yang digunakan bersifat statis dan kurang mampu menangkap variasi visual yang kompleks pada buah jeruk[12]. Dengan berkembangnya deep learning, beberapa studi mulai menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dan memperoleh hasil yang lebih akurat, tetapi sebagian besar masih menggunakan dataset luar negeri dan belum mempertimbangkan kondisi pencahayaan maupun karakteristik buah lokal[13]. Hal ini menunjukkan perlunya pengembangan model CNN yang dilatih menggunakan dataset jeruk lokal agar sistem mampu mengenali kualitas buah secara lebih akurat dalam kondisi nyata.

Dataset penelitian akan dikumpulkan dari dua sumber utama, yaitu dataset publik dari platform *Kaggle* dan dataset lokal yang diambil langsung di Kabupaten Karo, Jalan Barusjulu, Kec. Barusjahe, Sumatera Utara 22171 khususnya provinsi Sumatera utara[14]. Setiap citra buah akan diambil dalam berbagai kondisi pencahayaan, latar belakang, serta tingkat kematangan buah untuk memastikan variasi data yang representatif[15]. Data citra disimpan dalam format JPG dengan resolusi 224x224 piksel dan dikategorikan kedalam lima kelas, yaitu : segar, setengah matang, bintik hitam, rusak, busuk. Proses pelabelan dilakukan secara manual oleh pakar hortikultura untuk menjamin keakuratan ground truth[16]. Dataset akan dibagi menjadi tiga bagian : 70% untuk pelatihan (training), 20% untuk validasi (validation), dan 10% untuk pengujian (testing). Pendekatan ini memastikan model CNN dapat belajar secara optimal serta menghindari terjadinya overfitting. Dengan kombinasi dataset publik dan lokal, model diharapkan mampu mengenali karakteristik visual buah jeruk secara lebih adaptif terhadap kondisi nyata di lapangan[17].

Meskipun penelitian ini tidak secara langsung berfokus pada integrasi dengan sistem Internet of Things (IoT), pengembangan aplikasi mobile cross-platform dipilih karena lebih mudah diakses dan digunakan oleh petani maupun pelaku usaha pertanian tanpa memerlukan perangkat tambahan khusus[18]. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mendeteksi kualitas buah jeruk secara langsung melalui kamera ponsel dengan memanfaatkan model CNN yang telah dilatih. Pendekatan ini menjadi langkah awal menuju penerapan teknologi kecerdasan buatan dalam pertanian digital yang bersifat praktis, portable, dan adaptif terhadap perangkat[19]. Selain itu, hasil penelitian ini juga menjadi dasar pengembangan lebih lanjut menuju sistem IoT dimasa depan. Dengan demikian, kontribusi utama dari penelitian ini adalah pengembangan model CNN yang terintegrasi kedalam aplikasi mobile cross-platform untuk mendeteksi kualitas buah jeruk secara otomatis dan akurat, serta memberikan solusi inovatif bagi peningkatan kualitas produksi di Indonesia[20].

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah metode CNN dapat digunakan untuk mendeteksi kualitas buah jeruk berdasarkan citra visual secara akurat?
2. Apakah model CNN yang dilatih dapat diklasifikasikan buahh jeruk ke dalam lima kategori kualitas (segar, setengah matang, bintik hitam, rusak, dan busuk) dengan baik?
3. Apakah model CNN dapat diimplementasikan kedalam aplikasi mobile cross-platform untuk mendeteksi kualitas buah jeruk secara langsung melalui kamera ponsel?
4. Seberapa besar tingkat akurasi model CNN dibandingkan dengan penilaian ahli hortikultura?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis kemampuan metode CNN dalam mendeteksi kualitas buah jeruk berdasarkan citra visual secara akurat.
2. Untuk membangun dan melatih model CNN yang mampu mengklasifikasikan buah jeruk kedalam lima kategori kualitas, yaitu: (segar, setengah matang, bintik hitam, rusak, dan busuk).

3. Untuk mengimplementasikan model CNN kedalam aplikasi mobile cross-platform agar dapat digunakan secara langsung dilapangan melalui kamera ponsel.
4. Untuk mengukur tingkat akurasi model CNN dibandingkan dengan hasil penelitian ahli hortikultura.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi Petani: Membantu petani dalam proses seleksi dan penyortiran buah jeruk secara otomatis menggunakan kamera ponsel. Aplikasi yang dikembangkan berbasis model CNN ini dapat menganalisis citra buah secara langsung dan menampilkan hasil kualitas (segar, setengah matang, bintik hitam, rusak, busuk) dalam hitungan detik. Dengan demikian, petani tidak perlu melakukan penilaian manual satu per satu, sehingga proses sortir menjadi lebih efisien baik dari segi waktu maupun tenaga kerja dan hasilnya lebih konsisten dibandingkan penilaian visual tradisional.
2. Bagi Pedagang: Mengurangi resiko pengiriman buah dengan kualitas rendah karena hasil seleksi lebih akurat, membantu menjaga reputasi dan stabilitas harga produk.
3. Bagi Konsumen: Memberikan jaminan mutu buah melalui hasil klasifikasi objektif berbasis citra, sehingga konsumen dapat mengetahui kualitas produk sebelum membeli.
4. Bagi Peneliti: Menjadi referensi untuk pengembangan dan penerapan *Convolutional Neural Network* (CNN) pada bidang pertanian berbasis citra digital, khususnya pada buah lokal.
5. Bagi Dunia Pendidikan: Menjadi bahan ajar dan contoh penerapan nyata teknologi kecerdasan buatan serta pengembangan aplikasi mobile cross-platform dalam bidang pertanian modern.