

ABSTRAK

Penentuan tingkat kematangan buah tomat (*Solanum lycopersicum L.*) masih banyak dilakukan secara manual melalui pengamatan visual terhadap warna dan kondisi fisik buah. Cara tersebut rentan menghasilkan penilaian yang bersifat subjektif, kurang konsisten, serta kurang efisien ketika diterapkan pada proses penyortiran dalam jumlah besar. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi tingkat kematangan tomat berbasis kecerdasan buatan dengan menggabungkan arsitektur EfficientNet-B0 dan *Vision Transformer-B/16* dalam sebuah model *hybrid*. Sistem yang dikembangkan bertujuan mengelompokkan tomat ke dalam tiga kategori kematangan, yaitu belum matang, setengah matang, dan matang. Dataset yang digunakan terdiri atas 1.500 citra tomat dari kombinasi sumber publik dan proses pengambilan data secara mandiri. Sebelum proses pelatihan dilakukan, seluruh citra melewati tahapan prapemrosesan yang mencakup penyesuaian ukuran gambar, normalisasi nilai piksel, serta augmentasi data untuk meningkatkan keberagaman data dan kemampuan generalisasi model. Pada proses ekstraksi fitur, EfficientNet-B0 digunakan untuk mengekstraksi fitur lokal, berupa warna, tekstur, dan bentuk objek, sedangkan ViT-B/16 digunakan untuk menangkap hubungan antarfitur secara global melalui mekanisme *self-attention*. Hasil pengujian menggunakan pendekatan *single-split* menunjukkan bahwa model mampu mencapai kinerja klasifikasi yang baik dengan nilai *accuracy* sebesar 97,78%, *precision* sebesar 97,87%, *recall* sebesar 97,78%, dan *F1-score* sebesar 97,76%. Model selanjutnya diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis web sehingga proses identifikasi tingkat kematangan tomat dapat dilakukan secara otomatis. Uji coba pada data baru juga memperlihatkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang baik terhadap citra yang tidak digunakan selama proses pelatihan. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem klasifikasi kematangan tomat berbasis kecerdasan buatan sebagai salah satu pendukung implementasi pertanian cerdas.

Kata Kunci: EfficientNet-B0, *hybrid* CNN-ViT, klasifikasi kematangan tomat, pengolahan citra digital, *Vision Transformer-B/16*.

ABSTRACT

*Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) ripeness is still commonly determined through manual visual inspection of the fruit's color and physical characteristics. This approach is prone to subjective judgment, inconsistent assessment results, and low efficiency, particularly when applied to large-scale sorting processes. Therefore, this study developed an artificial intelligence-based tomato ripeness classification system by combining the EfficientNet-B0 and Vision Transformer-B/16 architectures into a hybrid model. The developed system was designed to classify tomatoes into three ripeness categories: unripe, half-ripe, and ripe. The dataset consisted of 1,500 tomato images collected from a combination of publicly available sources and independently acquired data. Prior to training, all images underwent preprocessing, including image resizing, pixel value normalization, and data augmentation to increase data diversity and improve the model's generalization capability. During feature extraction, EfficientNet-B0 was employed to extract local features, including color, texture, and object shape, while ViT-B/16 was utilized to capture global feature relationships through the self-attention mechanism. The experimental results obtained using the single-split demonstrated that the proposed model achieved excellent classification performance, with an accuracy of 97.78%, a precision of 97.87%, a recall of 97.78%, and an F1-score of 97.76%. The trained model was subsequently deployed in a web-based application to enable automated tomato ripeness classification. Evaluation using previously unseen images further demonstrated that the model exhibited good generalization capability. This study contributes to the development of an artificial intelligence-based tomato ripeness classification system to support the implementation of smart agriculture.*

Keywords: digital image processing, EfficientNet-B0, hybrid CNN-ViT, tomato ripeness classification, Vision Transformer-B/16.