

ABSTRAK

Serangga hama merupakan salah satu penyebab utama penurunan produktivitas tanaman padi sehingga diperlukan sistem deteksi yang cepat dan akurat untuk mendukung pengendalian hama. Berbagai penelitian telah memanfaatkan model YOLOv8 untuk mendeteksi serangga hama secara otomatis. Namun, performa model sangat dipengaruhi oleh pemilihan hyperparameter yang digunakan selama proses pelatihan. Beberapa penelitian masih menggunakan kombinasi hyperparameter yang ditentukan secara empiris atau belum menerapkan metode optimasi hyperparameter yang terstruktur, sehingga potensi peningkatan performa model belum dapat dimaksimalkan. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan optimasi hyperparameter otomatis menggunakan algoritma Tree-Structured Parzen Estimator (TPE) untuk meningkatkan performa model YOLOv8n dalam deteksi dan klasifikasi serangga hama pada tanaman padi.

Penelitian ini mengusulkan sistem deteksi dan klasifikasi serangga hama pada tanaman padi menggunakan model YOLOv8n yang dioptimasi dengan algoritma *Tree-Structured Parzen Estimator* (TPE) melalui framework Optuna. Dataset yang digunakan merupakan gabungan dari dataset IP102 dan R2000 yang terdiri dari 1.854 citra dengan 10 kelas serangga hama padi, yaitu *rice_leaf_roller*, *rice_leaf_caterpillar*, *asiatic_rice_borer*, *yellow_rice_borer*, *rice_gall_midge*, *brown_plant_hopper*, *white_backed_plant_hopper*, *rice_water_weevil*, *rice_leafhopper*, dan *grain_spreader_thrips*. Optimasi *hyperparameter* dilakukan dengan mengoptimasi *learning rate*, *batch size*, *optimizer*, dan *momentum* menggunakan TPE, kemudian dibandingkan dengan metode *Grid Search* dan *Random Search* masing-masing sebanyak 54 *trial*. *Hyperparameter* terbaik yang diperoleh kemudian digunakan untuk melatih ulang model YOLOv8n selama 100 *epoch* dan dievaluasi menggunakan metrik *precision*, *recall*, dan *mean Average Precision* (mAP).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimasi hyperparameter menggunakan algoritma TPE berhasil meningkatkan performa model YOLOv8n secara signifikan dibandingkan model baseline. Model baseline menghasilkan nilai *precision* sebesar 0,750, *recall* sebesar 0,768, dan mAP50 sebesar 0,822. Setelah dioptimasi menggunakan TPE dengan konfigurasi terbaik berupa *learning rate* 0,000539, *batch size* 16, *optimizer* Adam, dan *momentum* 0,915, model menghasilkan *precision* sebesar 0,790, *recall* sebesar 0,798, dan mAP50 sebesar 0,840. Sementara itu, model hasil optimasi *Grid Search* menghasilkan *recall* sebesar 0,813 dan mAP50-95 sebesar 0,526, yang menunjukkan kemampuan deteksi objek dan lokalisasi bounding box yang baik. Namun demikian, secara keseluruhan TPE tetap menghasilkan performa terbaik dengan keseimbangan *precision*, *recall*, dan mAP50 yang lebih stabil. Algoritma TPE terbukti menjadi metode optimasi hyperparameter yang efektif dan efisien karena memanfaatkan pendekatan Bayesian Optimization dan mekanisme pruning untuk menemukan konfigurasi optimal secara adaptif tanpa mengevaluasi seluruh kombinasi parameter secara menyeluruh.

Kata Kunci: *Tree-Structured Parzen Estimator*, YOLOv8, deteksi serangga hama, tanaman padi, optimasi *hyperparameter*

ABSTRACT

Rice insect pests are one of the major causes of reduced rice productivity, making a fast and accurate detection system essential to support pest management efforts. Various studies have employed the YOLOv8 model for automatic rice pest detection. However, model performance is highly influenced by the selection of hyperparameters used during the training process. Several previous studies have relied on empirically determined hyperparameter combinations or have not applied a structured hyperparameter optimization approach, limiting the potential for achieving optimal model performance. Therefore, this study proposes an automated hyperparameter optimization method using the Tree-Structured Parzen Estimator (TPE) algorithm to improve the performance of the YOLOv8n model for rice pest detection and classification.

This study develops a rice insect pest detection and classification system based on the YOLOv8n model optimized using the Tree-Structured Parzen Estimator (TPE) algorithm through the Optuna framework. The dataset used is a combination of the IP102 and R2000 datasets, consisting of 1,854 images covering 10 rice insect pest classes: rice_leaf_roller, rice_leaf_caterpillar, asiatic_rice_borer, yellow_rice_borer, rice_gall_midge, brown_plant_hopper, white_backed_plant_hopper, rice_water_weevil, rice_leafhopper, and grain_spreader_thrips. Hyperparameter optimization was performed on the learning rate, batch size, optimizer, and momentum using TPE and compared with Grid Search and Random Search, each conducted over 54 trials. The best hyperparameter configuration obtained was then used to retrain the YOLOv8n model for 100 epochs and evaluated using precision, recall, and mean Average Precision (mAP) metrics.

The results demonstrate that TPE-based hyperparameter optimization successfully improves the performance of the YOLOv8n model compared to the baseline configuration. The baseline model achieved a precision of 0.750, recall of 0.768, and mAP50 of 0.822. After optimization using TPE with the best configuration consisting of a learning rate of 0.000539, batch size of 16, Adam optimizer, and momentum of 0.915, the model achieved a precision of 0.790, recall of 0.798, and mAP50 of 0.840. Meanwhile, the Grid Search model achieved a recall of 0.813 and an mAP50-95 of 0.526, indicating strong object detection and bounding box localization capabilities. Nevertheless, TPE provided the best overall performance with a more balanced combination of precision, recall, and mAP50. The findings confirm that TPE is an effective and efficient hyperparameter optimization method, leveraging Bayesian Optimization and pruning mechanisms to adaptively identify optimal configurations without exhaustively evaluating all possible parameter combinations.

Keywords: *Tree-Structured Parzen Estimator, YOLOv8, insect pest detection, rice plants, hyperparameter optimization*