

**PENGEMBANGAN PERANGKAT CERDAS BERBASIS U-NET UNTUK
MEMANTAU DAUN RUSAK TANAMAN PAKCOY AKIBAT
SERANGAN HAMA**

Oleh

Ni Komang Diani, NIM 2215051005

Pendidikan Teknik Informatika

Jurusan Teknik Informatika

Fakultas Teknik dan Kejuruan

Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja

Email: diani.2@student.undiksha.ac.id

ABSTRAK

Implementasi pertanian modern di Smart Green Garden Universitas Pendidikan Ganesha saat ini menghadapi tantangan efisiensi dalam mendeteksi indikasi awal serangan hama pada tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*). Metode pemantauan manual terbukti memakan waktu yang cukup lama dan kurang efektif untuk mengenali skala kerusakan daun yang lebih luas. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan perangkat pemantauan cerdas yang mengintegrasikan arsitektur *deep learning* U-Net untuk tugas segmentasi semantik di dalam ekosistem *Internet of Things* (IoT). Sistem ini digerakkan oleh kamera CCTV yang dimodifikasi menggunakan *stepper motor* Nema 23 dan mikrokontroler Arduino Nano, sehingga memungkinkan pemindaian area tanam beradius 360 derajat secara otomatis. Untuk memperkuat kemampuan generalisasi model, penelitian ini memanfaatkan 405 dataset citra hasil augmentasi berkualitas tinggi dengan resolusi 512x512 piksel. Model U-Net dilatih menggunakan strategi *5-fold cross validation*. Hasil evaluasi membuktikan bahwa model U-Net pada (Fold 5) menghasilkan performa paling unggul, dengan capaian Akurasi Global sebesar 97,62% dan *Mean Intersection over Union* (mIoU) sebesar 0,749. Terintegrasi melalui koneksi *Real-Time Streaming Protocol* (RTSP), sistem cerdas ini mampu mendeteksi sekaligus memvisualisasikan area kerusakan daun berlubang secara *real-time* langsung pada *dashboard* antarmuka web. Pendekatan segmentasi semantik ini terbukti menjadi alternatif deteksi dini yang jauh lebih presisi dibandingkan metode deteksi objek konvensional, sehingga diharapkan mampu membantu petani dalam meningkatkan efisiensi waktu pemantauan hama.

Kata kunci: Deep Learning, U-Net, Smart Farming, IoT, Segmentasi Semantik.

**DEVELOPMENT OF U-NET-BASED INTELLIGENT DEVICE FOR
MONITORING PAKCHOY LEAF DAMAGE DUE TO PEST INFESTATION**

By

Ni Komang Diani, Student ID 2215051005

Informatics Engineering Education

Department of Informatics Engineering

Faculty of Engineering and Vocational Studies

Ganesha Singaraja University of Education

Email: diani.2@student.undiksha.ac.id

ABSTRACT

*The implementation of modern agriculture within the Smart Green Garden at Universitas Pendidikan Ganesha currently faces significant challenges regarding the efficient detection of early pest infestations in Pak Choy (*Brassica rapa* L.) crops. Manual monitoring methods have proven to be time-consuming, ineffective, and difficult to scale when recognizing widespread leaf damage. To address this, this research focuses on the development of an intelligent device that integrates the U-Net deep learning architecture for semantic segmentation with Internet of Things (IoT) hardware. The system utilizes a CCTV camera modified with a Nema 23 stepper motor and an Arduino Nano microcontroller to perform automated 360-degree scanning of the cultivation area. To enhance model generalization, the research dataset leverages 405 high-quality augmented images at a 512x512 pixel resolution. The U-Net model was trained using a 5-fold cross-validation strategy. Evaluation results indicate that the U-Net model on (Fold 5) achieved superior performance, recording a Global Accuracy of 97.62% and a Mean Intersection over Union (mIoU) of 0.749. By utilizing a Real-Time Streaming Protocol (RTSP) connection, the system is capable of detecting and visualizing areas of leaf damage, such as holes and spots, directly onto a web dashboard in real-time. This semantic segmentation approach presents a far more precise monitoring alternative compared to conventional object detection methods for early pest infestation detection. Consequently, this intelligent system is highly expected to assist farmers in improving the time efficiency of monitoring activities.*

Keywords: Deep Learning, U-Net, Smart Farming, IoT, Semantic Segmentation.