

## **PENGEMBANGAN SISTEM AKUISISI DATA SINYAL LISTRIK TANAMAN DENGAN ANALISIS KARAKTERISTIK SPEKTRAL UNTUK IDENTIFIKASI RESPONS TERHADAP PERLAKUAN MEKANIK DAN TERMAL**

### **INTISARI**

Pemantauan fisiologi tanaman secara real-time merupakan aspek yang penting dalam penerapan pertanian presisi terutama untuk mendeteksi stres lingkungan yang tidak tampak secara visual. Sistem pertanian dalam ruangan (*indoor farming*) membutuhkan hal tersebut untuk menangkap dan menginterpretasikan respons tanaman secara langsung berbasis sinyal biologis. Sinyal listrik tanaman merupakan salah satu tool yang dapat merepresentasikan fisiologis secara yang dinamis dan responsif terhadap lingkungan dan berpotensi besar sebagai indikator stres. Namun, pemanfaatannya masih terbatas akibat keterbatasan sistem akuisisi dan minimnya data eksperimental. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi sistem monitoring sinyal listrik tanaman yang tumbuh dalam kondisi indoor farming dengan studi kasus pada tanaman pakcoi (*Brassica rapa L.*). Sistem pemantauan dirancang menggunakan IC INA129P, ADS1263, dan Raspberry Pi Pico W dengan dilengkapi filter low-pass orde empat serta perangkat lunak akuisisi dan analisis sinyal. Evaluasi sinyal dilakukan melalui metode Power Spectral Density-Welch dan analisis kuantitatif menggunakan parameter SNR, PI, SCF, SEF, dan PSE. Sistem akuisisi yang dikembangkan telah mampu menghasilkan data sinyal listrik dengan *sampling rate* 100SPS pada 1 Channel dengan tingkat akurasi dan tingkat validasi yang diperoleh 0,999 dan 0,9996. Perlakuan mekanik menghasilkan burst sinyal  $\pm 60$  mV pada pita 8–12 Hz, sedangkan perlakuan termal memicu respons hingga  $\pm 4000$  mV pada pita 0.01–4 Hz. Pola kemunculan sinyal menunjukkan konsisten dan indikasi propagasi antar jaringan tanaman. Temuan ini menunjukkan potensi implementasi sistem sebagai alat pemantauan dini yang adaptif terhadap stres lingkungan dalam mendukung implementasi pertanian presisi berbasis kebutuhan tanaman.

Kata kunci: Raspberry Pi Pico, elektrofisiologi tanaman, pertanian presisi, *power spectral density*, kesehatan tanaman

Dosen Pembimbing I: Prof. Dr. Ir. Lilik Sutiarmo, M.Eng.

Dosen Pembimbing I: Ir. Andri Prima Nugroho, S.T.P., M.Sc., Ph.D.

**DEVELOPMENT OF A PLANT ELECTRICAL SIGNAL DATA ACQUISITION SYSTEM WITH SPECTRAL CHARACTERISTIC ANALYSIS FOR IDENTIFYING RESPONSES TO MECHANICAL AND THERMAL TREATMENTS**

**ABSTRACT**

Real-time monitoring of plant physiology is an important aspect of precision agriculture, especially for detecting environmental stress that is not visible to the naked eye. Indoor farming systems require it to capture and interpret plant responses directly based on biological signals. Plant electrical signals are one tool that can dynamically and responsively represent physiological states in response to the environment and have great potential as stress indicators. However, their application remains limited due to constraints in acquisition systems and a lack of experimental data. This study aims to develop and evaluate a plant electrical signal monitoring system for indoor farming conditions, with a case study on pak choi plants (*Brassica rapa* L.). The monitoring system was designed using the INA129P IC, ADS1263, and Raspberry Pi Pico W equipped with a fourth-order low-pass filter and signal acquisition and analysis software. Signal evaluation was conducted using the Power Spectral Density-Welch method and quantitative analysis using the parameters SNR, PI, SCF, SEF, and PSE. The developed acquisition system has been able to produce electrical signal data with a sampling rate of 100SPS on 1 channel with an accuracy and validation level of 0.999 and 0.9996. Mechanical treatment produced signal bursts of  $\pm 60$  mV in the 8–12 Hz band, while thermal treatment triggered responses up to  $\pm 4000$  mV in the 0.01–4 Hz band. The signal emergence patterns showed consistency and indications of propagation between plant tissues. These findings suggest the potential for implementing the system as an adaptive early warning tool for environmental stress, supporting the implementation of precision agriculture based on plant needs.

Keyword: Raspberry Pi Pico, plant electrophysiology, precision agriculture, power spectral density, plant health

Supervisor: Prof. Dr. Ir. Lilik Sutiarto, M.Eng.

Co-Supervisor: Ir. Andri Prima Nugroho, S.T.P., M.Sc., Ph.D.