

RINGKASAN

Fotosintesis adalah proses untuk menghasilkan senyawa organik yang dipengaruhi oleh tersedianya air, CO₂, energi matahari, dan tidak terdapatnya senyawa toksik di sekitar tanaman. Organ fotosintetik yang berperan dalam proses fotosintesis adalah stomata dan klorofil. Proses fotosintesis pada bayam merah membutuhkan cahaya untuk dapat memasak makanan sehingga dihasilkan senyawa organik dan oksigen. Untuk dapat memenuhi kebutuhan cahaya yang kontinu dan tinggi, penggunaan *plant factory* sangat memungkinkan karena menggunakan LED. Dalam penelitian ini digunakan ANN untuk dapat mengetahui bukaan stomata yang didasarkan pada iklim mikro secara otomatis. Dinamika bukaan stomata tidak cukup hanya diprediksi dengan ANN, namun diperlukan adanya optimalisasi untuk bukaan stomata itu sendiri sehingga didapatkan kondisi iklim mikro optimum untuk proses fotosintesis. Salah satu algoritma yang dapat digunakan adalah *genetic algorithm* (GA). Tujuan dari penelitian ini terdiri dari 2 tujuan yaitu 1) membuat *algoritma hybrid* ANN dan GA sebagai bagian dari sistem kontrol untuk mengoptimalkan pembukaan stomata pada bayam merah yang didasarkan pada data iklim mikro seperti suhu; kelembapan; dan intensitas cahaya di *plant factory*, dan 2) menentukan strategi pengontrolan iklim mikro pada *plant factory* untuk tanaman bayam merah dengan menggunakan *algoritma hybrid* ANN dan GA.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pengelolaan dan Pengendalian Bio-Lingkungan serta Laboratorium Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Penelitian dilaksanakan dari bulan September 2022 sampai Maret 2023. Prosedur penelitian yang dilakukan yaitu melakukan studi pendahuluan untuk mengetahui kinerja ANN dan GA, perancangan ANN yang melalui tahap *training* dan pengujian ANN, perancangan algoritma GA, perancangan algoritma hybrid ANN-GA, dan implementasi hasil *set point* yang didapatkan dari algoritma hybrid ANN-GA untuk sistem kontrol *plant factory*. Variabel yang diukur yaitu suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan lebar bukaan stomata yang diukur secara langsung dan menggunakan multilinear regresi.

Hasil penelitian terdiri dari algoritma untuk *training* ANN, pengujian ANN, dan algoritma *hybrid* ANN-GA. Data yang digunakan pada proses *training* ANN berjumlah 164 data dan untuk pengujian ANN digunakan data sebanyak 70 data yang terdiri dari data input (suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya) serta data output (lebar bukaan stomata). Dari hasil *training* ANN didapatkan arsitektur ANN yaitu 3 node pada layer input, 9 node pada *hidden layer* 1, 2 node pada *hidden layer* 2, dan 1 node pada output layer. Nilai RMSE dan *r value* yang didapatkan pada proses *training* dan pengujian ANN yaitu 0,759 dan 0,862 serta 0,574 dan 0,953. Dari algoritma ANN tersebut kemudian dihybridkan dengan *library pygad* yang berfungsi untuk menjalankan GA hingga dibuat 1 algoritma *hybrid* ANN-GA. Nilai *set point* yang didapatkan untuk diterapkan pada sistem kontrol *plant factory* yaitu nilai suhu sebesar 26,629°C, nilai kelembapan sebesar 68,375%, dan intensitas cahaya sebesar 2596,252 lux.

SUMMARY

Photosynthesis is a process for producing organic compounds which is influenced by the availability of water, CO₂, solar energy, and the absence of toxic compounds around plants. Photosynthetic organs that play a role in the process of photosynthesis are stomata and chlorophyll. The process of photosynthesis in red spinach requires light to be able to cook food so that organic compounds and oxygen are produced. To be able to meet the need for continuous and high light, the use of plant factories is possible because it uses LEDs. In this study, ANN was used to automatically determine stomatal openings based on the microclimate. The dynamics of stomatal openings is not enough to be predicted by ANN alone, but it is necessary to optimize the stomatal openings themselves so that optimum microclimatic conditions are obtained for the photosynthesis process. One of the algorithms that can be used is the genetic algorithm (GA). The purpose of this study consists of 2 objectives, namely 1) to create a hybrid ANN and GA algorithm as part of a control system to optimize stomata opening in red spinach based on microclimate data such as temperature; humidity; and light intensity in the plant factory, and 2) determine the microclimate control strategy in the plant factory for red spinach using ANN and GA hybrid algorithms.

This research was conducted at the Bio-Environmental Management and Control Engineering Laboratory and the Agronomy Laboratory, Faculty of Agriculture, Jenderal Soedirman University, Purwokerto. The research was carried out from September 2022 to March 2023. The research procedure carried out was conducting a preliminary study to find out the performance of ANN and GA, designing ANN that went through the ANN training and testing stages, designing GA algorithms, designing ANN-GA hybrid algorithms, and implementation of the set point results obtained from the ANN-GA hybrid algorithm for plant factory control systems. The variables measured were temperature, humidity, light intensity, and the width of the stomata opening which were measured directly using a multilinear regression.

The research results consist of algorithms for ANN training, ANN testing, and ANN-GA hybrid algorithms. The data used in the ANN training process totaled 164 data and for the ANN test 70 data were used which consisted of input data (temperature, humidity, and light intensity) and output data (stomata opening width). From the results of the ANN training, the ANN architecture is obtained, namely 3 nodes in the input layer, 9 nodes in the hidden layer 1, 2 nodes in the hidden layer 2, and 1 node in the output layer. The RMSE values and r values obtained in the ANN training and testing process were 0,759 and 0,862 as well as 0,574 and 0,953. From the ANN algorithm, it is then hybridized with the pygad library which functions to run GA until 1 ANN-GA hybrid algorithm is created. The set point values obtained for application to the plant factory control system are a temperature value of 26,629°C, a humidity value of 68,375%, and a light intensity of 2596,252 lux.