

Rancang Bangun dan Implementasi Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban Otomatis Berbasis Blynk IoT pada Hidroponik Indoor untuk Persemaian Tanaman Selada

Design and Implementation of Automatic Temperature and Humidity Monitoring Device based on Blynk IoT for Lettuce Seedbed in Indoor Hydroponics

Elok Kurnia Novita Sari^{1*}, Ahmad Taufik Hendrawan², Wulan Dwiyana³

^{1,2,3}Program Studi Keteknikan Pertanian , Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

*Email Koresponden: elok_kurnia@polije.ac.id

Received : 15 Agustus 2024 | Accepted : 22 Agustus 2024 | Published : 30 Agustus 2024

Kata Kunci	ABSTRAK
Blynk IOT, Greenhouse, Persemaian, Selada Copyright (c) 2024 Authors Elok Kurnia Novita Sari, Ahmad Taufik Hendrawan, Wulan Dwiyana  This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.	Selada adalah salah satu sayuran daun yang populer di kalangan masyarakat. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya kesadaran akan nilai gizi serta manfaat kesehatan, permintaan terhadap selada juga semakin meningkat. Budidaya tanaman secara hidroponik tak lepas dari proses kegiatan penyemaian benih. Proses penyemaian merupakan proses yang kompleks karena memperhatikan beberapa aspek penting seperti suhu, dan kelembaban lingkungan. Pengontrolan tersebut dapat menyulitkan petani jika dilakukan secara manual, apalagi jika musim penghujan datang yang dapat mempengaruhi keempat aspek tersebut. Berdasarkan kondisi tersebut dibuatlah alat monitoring dan kontrol otomatis suhu dan kelembaban lingkungan persemaian selada dalam hidroponik indoor berbasis Blynk IoT menggunakan mikrokontroler Esp32. Alat yang dibuat ini akan melakukan pengontrolan otomatis pada suhu dan kelembaban lingkungan hidroponik indoor serta kontrol otomatis penyinaran pada tanaman. Berdasarkan hasil dari pengujian alat ini menunjukkan pertumbuhan persemaian pada tanaman selada secara sistem monitoring menunjukkan rata-rata ketinggian tanaman sebesar 1,04 cm, lebar daun sebesar 1,3 cm lebih unggul di dibandingkan dengan persemaian secara outdoor. Hasil dari pengujian otomatisasi sesuai dengan program yang telah dibuat dan berjalan dengan cukup baik.

Keywords	ABSTRACT
Greemhouse, seedbed, Blynk IOT, Lettuce	Lettuce is one of the leafy vegetables that is popular among the public. As the population grows and awareness of nutritional value and health benefits increases, the demand for lettuce is also increasing. Hydroponic plant cultivation is inseparable from the process of seed seeding activities. The seeding process is a complex process because it takes into account several important aspects such as temperature, and environmental humidity. This control can make it difficult for farmers if done manually, especially if the rainy season comes which can affect these four aspects. Based on these conditions, an automatic monitoring and control device for the temperature and humidity of the lettuce seedbed in indoor hydroponic is based on Blynk IoT using the Esp32 microcontroller. This device will automatically control the temperature and humidity of the indoor hydroponic environment as well as automatic control of irradiation on plants. Based on the results of the test of this tool, the growth of the seedbed on lettuce plants in the monitoring system shows that the average plant height is 1.04 cm, the leaf width is 1.3 cm superior compared to the outdoor seedbed. The results of the automation test are in accordance with the program that has been created and run quite well.

1. PENDAHULUAN

Budidaya tanaman adalah berbagai macam kegiatan pengembangan dan pemanfaatan sumber daya alam hayati yang dilakukan oleh manusia dengan menggunakan modal, teknologi ataupun dengan sumber daya lainnya untuk menghasilkan suatu produk berupa barang yang bisa memenuhi kebutuhan manusia (Elfarisna *et al.*, 2021). Dalam budidaya tanaman terdapat rangkaian proses kegiatan yang dilakukan, mulai dari pengolahan tanah, penanaman, pemupukan tanaman, pemeliharaan tanaman, pengendalian hama, serta panen dan pasca panen. Seiring berkembangnya zaman, budidaya pertanian menggunakan metode hidroponik untuk bercocok tanam sebagai solusi petani yang memiliki lahan sempit. Hidroponik merupakan budidaya pertanian yang dilakukan tanpa menggunakan tanah dengan menggunakan sirkulasi air dan nutrisi AB mix yang terlarut sebagai unsur hara untuk memenuhi kebutuhan tanaman yang ditanam. Alfahira *et al.* (2021) menyatakan bahwa hidroponik dapat diartikan sebagai cara kerja atau pengelolaan air sebagai media tumbuh tanaman, tanpa menggunakan media tanah sebagai tempat tanam dan tanpa mengambil unsur hara mineral yang diperlukan dari larutan unsur hara yang terlarut dalam air.

Selada (*Lactuca sativa L.*) merupakan salah satu tanaman sayuran yang memiliki nilai ekonomi tinggi, bentuknya yang menarik serta kandungan gizinya yang banyak membuat tanaman ini berpotensi untuk terus dibudidayakan. Tanaman selada dibudidayakan untuk diambil daunnya dan dimanfaatkan terutama untuk lalapan, perlengkapan sajian masakan dan hiasan hidangan. Selada juga memiliki banyak kandungan gizi dan vitamin antara lain Kalsium, Fosfor, Besi, Vitamin A, B dan C (Setyaningrum dan Saporinto, 2021). Selada banyak dikonsumsi bagian daunnya dengan keadaan segar.

Penyemaian merupakan salah satu tahap penting dalam pertumbuhan tanaman pada metode hidroponik. Tahap pada penyemaian diawali dengan pecahnya benih menjadi kecambah yang akan tumbuh menjadi bibit sayuran. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi penyemaian pada benih yaitu temperatur, kelembapan, kadar air tanaman, dan intensitas cahaya (Wicaksono, 2017). Pada tanaman selada penyemaian dilakukan dalam 17 hari atau hingga memiliki 4-5 helai dan siap untuk pindah tanam. Umumnya penyemaian metode hidroponik dilakukan di luar ruangan atau di dalam Greenhouse memanfaatkan intensitas cahaya matahari

untuk pertumbuhan benih dengan melakukan penjemuran di bawah sinar matahari dan menjaga pasokan kebutuhan air pada media tanamnya. Musim hujan intensitas cahaya matahari sangat kurang sehingga dapat mengganggu pertumbuhan semai tanaman selada tersebut.

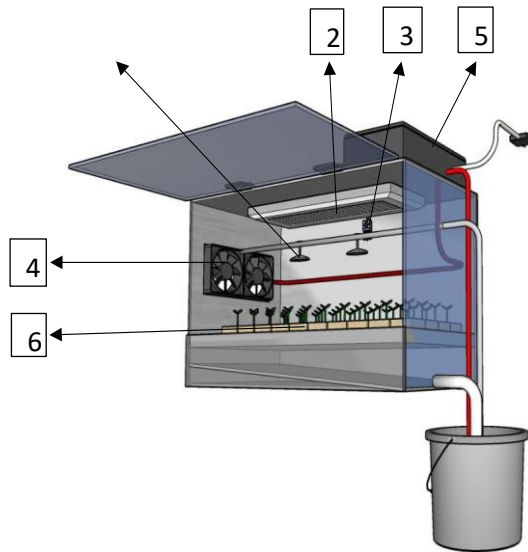
Kurangnya pasokan cahaya matahari menyebabkan lambatnya perkecambahan dan pertumbuhan awal benih selada hingga menyebabkan etiolase. Selain itu, proses penyemaian harus selalu dikontrol supaya tetap terjaga dari kekeringan. Dari kondisi tersebut mengharuskan petani lebih sering mengontrol secara langsung proses persemaiannya. Petani harus menjaga ketersediaan air serta memastikan posisi persemaian tersinari oleh cahaya matahari. Berpijak pada permasalahan inilah, maka dibuatlah alat yang dapat melakukan monitoring persemaian tanaman hidroponik secara indoor atau didalam ruangan. Persemaian secara indoor, dilakukan dalam suatu ruangan dengan lingkungan yang direkayasa sesuai kebutuhan tanaman.

Persemaian secara indoor dilakukan rekayasa kondisi lingkungan seperti kebutuhan cahaya matahari pada tanaman yang digantikan oleh lampu *growlight*, temperatur, kelembaban lingkungan yang dapat dimonitoring dan dijaga, dan proses penyiraman, penyinaran dan pendinginan yang dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan sistem IoT dengan mikrokontroler Esp32 yang diberikan program sehingga memungkinkannya dioperasikan melalui aplikasi Blynk pada Android. Kelebihan lainnya yaitu, pengguna atau petani tidak memerlukan monitoring dengan mendatangi secara langsung. Latar belakang diatas perlu adanya pengujian alat yang dilakukan dengan beberapa pengujian, pertumbuhan semai secara indoor dari alat tersebut yang diuji cobakan pada tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*) hidroponik, menguji keefektifan pendingin untuk mengoptimalkan suhu ruangan pada alat, dan proses penyiramannya yang dapat dikendalikan melalui aplikasi android sehingga diketahui keefektifan kinerja alat yang dibuat.

2. METODE

2.1 Kriteria Desain Alat

Alat monitoring serta pengontrolan otomatis suhu dan kelembaban ruang persemaian dengan kriteria suhu antara 26°C-30°C dan kelembaban antara 65%-75%. Selain itu alat ini juga melakukan pengontrol penyinaran secara otomatis. Sensor yang digunakan pada alat ini adalah DHT11. DHT11 adalah modul sensor yang dapat mendeteksi suhu dan kelembaban secara bersamaan (Wardani, A.K.M, 2018). Menggunakan Esp32 sebagai mikrokontrolernya, alat ini akan melakukan pengontrolan suhu dan kelembaban serta pengontrolan penyinaran secara otomatis. Komponen elektronika yang digunakan untuk pengontrolan adalah kipas sebagai pengatur suhu, sprayer sebagai pengatur kelembaban, dan lampu *growlight* sebagai penyinaran. Desain struktural alat monitoring dan control otomatis untuk persemaian indoor pada selada, tersaji pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Desain Rangkaian Alat Kontrol dan Persemaian Otomatis

Dimana, rangkaian alat terdiri atas :

1. Sprayer
2. Led Growlight
3. Sensor DHT11
4. Kipas
5. Rangkaian Alat Kontrol
6. Rockwool

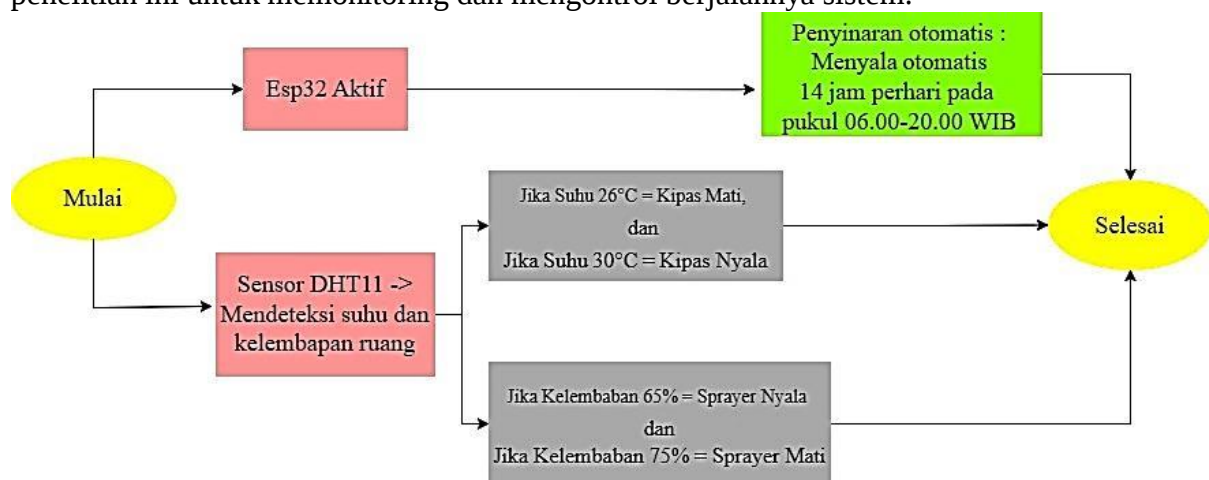
Dimensi alat control dan monitoring otomatis memiliki dimensi ukuran 42×30×30 cm. Bahan utama untuk membuat desain tersebut adalah akrilik. Cara kerja alat ini adalah dengan mengaktifkan Esp32 yang sudah diprogram. Kemudian sensor DHT11 akan mendeteksi suhu dan kelembaban ruang hidroponik indoor, hasil pendeteksian ini akan dikirim ke Esp32 untuk melakukan pengontrolan. Esp32 akan mengirim sinyal ke relay untuk mengaktifkan atau menonaktifkan kipas sebagai pengontrol suhu dan sprayer pengembunan sebagai pengontrol kelembaban

2.3 Prinsip Kerja Alat

Alat ini dirancang untuk memberikan lingkungan yang optimal untuk penyemaian bibit selada hidroponik secara indoor dengan menggunakan kendali otomatis. Prinsip kerja dari alat ini dapat dijelaskan sebagai berikut, sensor DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban ruangan. Data yang diperoleh dari sensor DHT11 digunakan sebagai acuan untuk pengaturan otomatis dan ditampilkan lewat aplikasi Blynk. Kemudian Esp32 akan melakukan pengontrolan suhu dan kelembaban ruang menggunakan kipas dan sprayer. Kipas digunakan untuk menurunkan suhu, sedangkan pada sprayer digunakan untuk melakukan pengembunan yang berguna untuk meningkatkan ruang pada hidroponik indoor. Pada mode otomatis sistem akan beroperasi berdasarkan suhu dan kelembaban ruang yang terdeteksi oleh sensor DHT11 dan data tersebut akan dikirimkan ke NodeMCU Esp32.

Hasil pembacaan suhu dan kelembaban ini akan menjadi tolak ukur pengontrolan. Apabila suhu 30°C maka secara otomatis kipas akan menyala untuk menurunkan suhu, dan apabila suhu 26°C maka kipas akan mati secara otomatis. Kemudian pada pembacaan nilai

kelembaban, sprayer akan menyala pada kondisi kelembaban 65% dan sprayer akan mati jika kelembaban 75%. Selain pengontrolan nilai suhu dan kelembaban, pada sistem juga diprogram untuk melakukan proses penyinaran secara otomatis. Proses persemaian hidroponik secara indoor penyinaran matahari diganti dengan penyinaran buatan yaitu LED Grow lights dengan syarat spektrum yang digunakan yaitu spektrum yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, panjang gelombang sesuai kebutuhan yaitu 600-800 nm, dan waktu penyinaran yang sesuai kebutuhan yaitu 14-16 jam. Lampu yang digunakan yaitu LED grow light white spectrum dengan Panjang gelombang 5500K. Lampu tersebut dapat digunakan pada proses persemaian karena memiliki spektrum 600-800 nm. Proses penyinaran persemaian diaktifkan secara otomatis selama 14 jam per hari pada pukul 06.00-20.00 WIB. Penggunaan aplikasi Blynk pada penelitian ini untuk memonitoring dan mengontrol berjalannya sistem.



Gambar 2. Diagram Alir Kerja Alat Monitoring Semai Otomatis

2.4 Parameter Pengujian

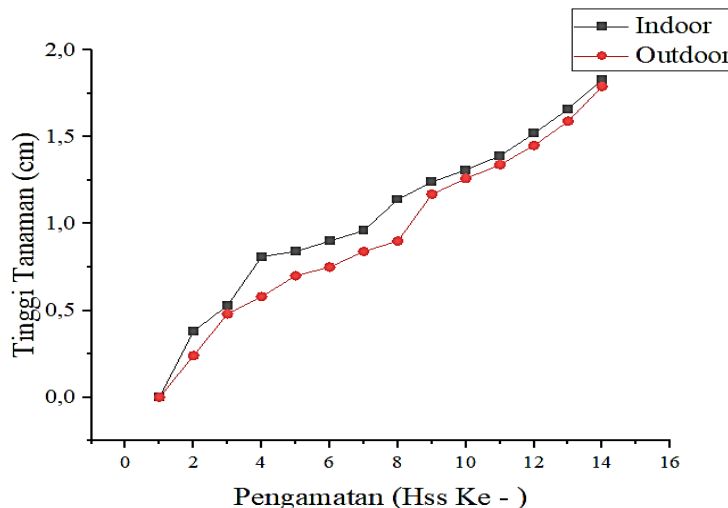
Parameter pengamatan dalam pengujian alat monitoring otomatis penyemaian yang akan dilakukan 14 hari untuk mengamati kinerja otomatisasi alat persemaian hidroponik indoor farming. Beberapa parameter yang digunakan dalam pengambilan yaitu:

1. Pengujian metode penyemaian hidroponik secara *indoor farming* otomatis Pengujian ini dilakukan dengan melihat perkembangan dan pertumbuhan pada bibit yang disemai secara *indoor*. Pertumbuhan bibit tanaman diamati dimulai dari tinggi batang, lebar daun, dan jumlah daun dan warna daun pada bibit tanaman selama masa semai. Data diambil selama 14 hari, pengambilan data menggunakan alat bantu ukur yaitu penggaris.
2. Pengujian respon Blynk terhadap alat Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan dan responsivitas alat terhadap perintah atau intruksi yang diberikan melalui Blynk serta dapat mengidentifikasi kegagalan yang mungkin terjadi pada alat.
3. Pengujian kinerja otomatisasi alat pada suhu dan kelembaban lingkungan persemaian hidroponik *indoor farming* Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja pada kontrol monitoring suhu dan kelembaban lingkungan pada alat dengan mengecek sebelum perlakuan kontrol dan setelah perlakuan pengontrolan kendali suhu dan kelembaban.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

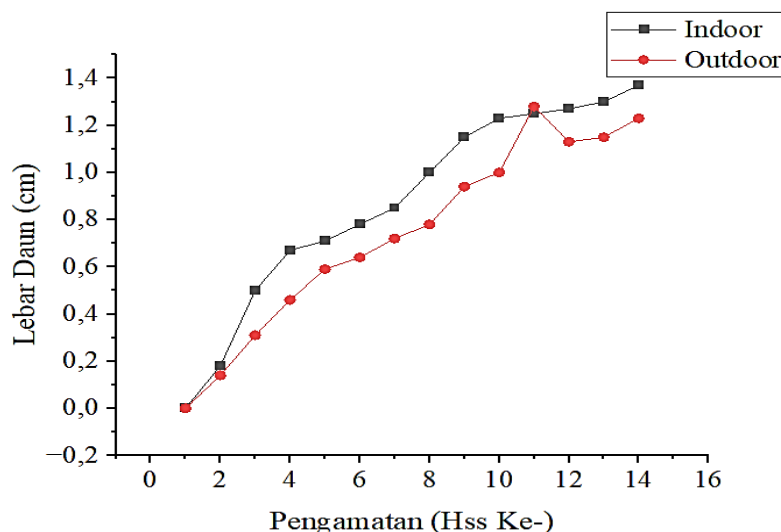
3.1 Hasil Pengamatan Pertumbuhan Penyemaian Indoor dan Outdoor Tanaman Selada

Hasil pertumbuhan tanaman selada yang diukur yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, dan warna daun yang tumbuh. Hasil pengamatan pertumbuhan penyemaian pada tanaman selada beragam yang menunjukkan bahwa dua perlakuan yang berbeda antara penyemaian hidroponik secara indoor dan outdoor menunjukkan adanya interaksi yang nyata terhadap parameter tinggi tanaman selada umur 1 sampai 14 hss.



Gambar 3. Perbandingan Pertumbuhan berdasarkan Tinggi Tanaman Selada

Berdasarkan Gambar 3, mengenai pertumbuhan tinggi menunjukkan perbedaan nilai rata-rata pengukuran tinggi tanaman. Total rata-rata dari hasil pengukuran pertumbuhan tanaman selada dengan menggunakan alat monitoring semai dan perlakuan secara indoor sebesar 1,04 cm sedangkan tanpa menggunakan alat monitoring dan perlakuan secara semai secara outdoor sebesar 0,94 cm yang menunjukkan bahwa alat monitoring semai indoor lebih unggul dalam pertumbuhan tinggi tanaman selada sebesar 0,10 cm.



Gambar 4. Perbandingan Pertumbuhan berdasarkan Lebar Daun Tanaman Selada

Pertumbuhan tanaman selada juga dapat dilihat melalui pertumbuhan daunnya. Pada Gambar 4 diperoleh total rata-rata pengukuran pertumbuhan lebar daun tanaman selada dengan menggunakan alat monitoring semai dan perlakuan secara indoor sebesar 1,09 cm sedangkan lebar daun tanpa menggunakan alat monitoring dan perlakuan semai secara outdoor sebesar 0,95 cm. Lebar daun yang menunjukkan bahwa dengan menggunakan alat monitoring semai lebih unggul sebesar 0,15 cm lebar daun. Adapun grafik pertumbuhan lebar daun tanaman selada dapat dilihat pada Gambar 4.2, garis biru mewakili pertumbuhan lebar daun tanaman selada menggunakan alat monitoring semai dan perlakuan secara indoor sedangkan warna orange mewakili pertumbuhan tanpa menggunakan alat monitoring dan perlakuan semai secara outdoor.

3.2 Hasil Pengujian Respond dan Fungsi Kendali Blynk terhadap Alat

Uji respon dan fungsi kontrol kendali blynk terhadap alat ini dilakukan untuk mengetahui control kendali blynk pada alat dengan semua perintah yang tersedia berfungsi atau tidak. Pengujian ini bertujuan untuk menguji kecepatan dan responsivitas alat terhadap perintah atau intruksi yang diberikan melalui blynk serta dapat membantu dalam mengidentifikasi masalah atau kegagalan yang mungkin terjadi dalam alat. Pengujian dilakukan dengan 6 kali ulangan pada setiap fitur perintah blynk dengan menghitung responsivitasnya menggunakan stopwatch.

Tabel 1. Uji Respon Dan Fungsi Kendali Blynk Terhadap Alat

Respon Kendali Blynk Terhadap Alat						
Ulangan	Kipas (detik)	Waktu Operasi Kipas (Jam)	Sprayer (detik)	Waktu Operasi Sprayer (Menit)	Led grow light (detik)	Waktu Operasi LED (Jam)
1	1,10	2	1,21	1	1,13	14 jam
2	1,24	2	1,28	1	1,54	14 jam
3	1,12	3	1,12	2	1,19	14 jam
4	1,19	3	0,45	1	1,37	14 jam
5	1,40	2	1,11	1	1,56	14 jam
6	1,34	1	1,48	1	1,45	14 jam

Berdasarkan data pada Tabel 1, tersebut kontrol kendali Blynk terhadap alat dapat berfungsi, namun dalam hasil terdapat beberapa memiliki perbedaan dalam merespon setiap melakukan pemberian perintah pada kontrol kendali blynk terhadap alat dimana delay (keterlambatan perintah) sama. Hal ini dipengaruhi oleh konektifitas WiFi yang tersambung ke dalam mikrokontroler, dimana semakin kuat konektifitas WiFi yang tersambung maka semakin singkat delay yang dihasilkan, begitu pun sebaliknya yang bahkan dapat menyebabkan perintah kontrol blynk terhadap alat tidak merespon atau gagal. Terdapat juga waktu pengoperasian atau kinerja alat yang telah dikontrol, untuk kipas dapat mendinginkan ruangan 1-3 jam/ hari, sprayer akan melembabkan ruangan sekitar 1 menit/hari, dan untuk led grow light akan menyinari ruangan 14 jam/harinya.

Berdasarkan hasil uji kinerja keseluruhan pada alat monitoring persemaian otomatis didapatkan bahwa alat yang telah dibuat berjalan dengan baik. Perintah yang tertuang dalam *coding* telah sesuai dan diaplikasikan dalam mikrokontroler ESP32. Pada saat suhu lingkungan 26°C maka kipas akan mati, namun pada saat suhu diatas 30°C maka kipas akan

hidup dan melakukan pendinginan ruang secara otomatis. Pada saat kelembaban lingkungan mencapai 75% maka sprayer akan mati, sehingga tidak ada penyiraman pada tanaman. Namun pada saat kelembaban lingkungan dibawah 65% maka sprayer akan hidup dan melakukan penyiraman secara otomatis. Terdapat juga program yang mengatur kinerja perangkat keras menggunakan pemograman timer pada alat monitoring persemaian otomatis ini terdapat pada lampu LED Grow Light. Pada waktu jam 06.00 WIB maka lampu LED Grow Light akan otomatis hidup dan melakukan penyinaran pada tanaman selama 14 jam untuk bertujuan menggantikan sinar cahaya matahari dan pada waktu jam 20.00 WIB maka lampu akan otomatis mati.

Sistem hidroponik pada umumnya diterapkan di dalam sebuah greenhouse. Greenhouse dibangun untuk melindungi tanaman dari gangguan eksternal seperti intensitas cahaya yang tinggi, angin kencang, hujan lebat, radiasi matahari, dan kelembaban yang tinggi. Atap greenhouse yang biasanya terbuat dari plastik mampu menghalangi 20% dari sinar matahari langsung. Cahaya ultraviolet (UV) memiliki panjang gelombang sekitar 100-380 nm (Efendi, Y, 2018). Energi dari sinar matahari yang digunakan tanaman untuk fotosintesis hanya sekitar 0,5 hingga 2% dari total energi yang tersedia. Energi ini tergantung pada kualitas (Panjang gelombang), intensitas (jumlah sinar per 1cm² per detik), dan durasi waktu (Handoko, 2018). Klorofil tanaman dapat menyerap dan memanfaatkan sinar lampu dengan gelombang 400 hingga 700 nm yang didefinisikan sebagai radiasi aktif fotosintesis. Pada penelitian ini menggunakan teknologi hidroponik secara indoor atau tertutup, dengan memanipulasikan atau mengganti sinar matahari dalam hidroponik menggunakan lampu LED Grow Light dengan spectrum putih memiliki panjang gelombang 660 nm, yang diprogram menyala selama 14 jam dalam sehari.

Hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa perlakuan persemaian dengan alat monitoring dan kontrol persemaian hidroponik pada tanaman selada secara indoor berpengaruh terhadap semua parameter pengamatan. Dimana parameter pengamatannya mencakup tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun dan warna daun pada umur 1 hss hingga 14 hss. Parameter tinggi tanaman selama 14 hss diperoleh hasil bahwa perlakuan persemaian dengan alat monitoring dan kontrol pada tanaman selada secara indoor memiliki rata-rata 1,03 cm. Parameter lebar daun tanaman selada didapatkan hasil bahwa perlakuan persemaian dengan sistem monitoring pada tanaman selada secara indoor memiliki rata-rata lebih tinggi dengan nilai 1,09 cm. Parameter jumlah daun tanaman selada didapatkan hasil bahwa perlakuan persemaian dengan sistem monitoring pada tanaman selada secara indoor memiliki rata-rata lebih tinggi dengan nilai 3,44 cm.

Hal ini menunjukkan bahwa penyinaran dengan intensitas yang lebih panjang akan mempercepat inisiasi atau pembentukan daun pada tanaman. Proses fotosintesis dalam tanaman akan semakin tinggi jika energi yang dipancarkan lebih banyak dan dalam waktu yang panjang, tanaman dengan laju fotosintesis yang tinggi akan memiliki laju transloka fotosintat yang tinggi. Hal ini didukung oleh penelitian (Ermawati, *et al*, 2021) bahwa penambahan pencahayaan dan gelombang warna yang berbeda dapat mempengaruhi jumlah daun dan luas daun tanaman karena setiap spektrum warna memiliki foton yang berbeda-beda. Jumlah foton yang diserap mempengaruhi laju fotosintesis, semakin besar energi foton yang diterima semakin cepat proses pembentukan organ vegetatif dan generatif tanaman.

Tanaman selada yang disemai menggunakan sistem monitoring secara indoor memberikan hasil yang terbaik di semua parameter pengamatan. Hal ini didukung faktor oleh kesesuaian akan kebutuhan tanaman untuk tumbuh dan kondisi lingkungan. Faktor lingkungan juga merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, dalam

penelitian ini faktor lingkungan terkontrol cukup baik sehingga sirkulasi udara cukup baik. Selain itu kebutuhan akan CO₂ untuk proses fotosintesis dapat cukup tercukupi sehingga tanaman tumbuh dengan optimal.

4. KESIMPULAN

Rangkaian alat monitoring dan kontrol otomatis suhu dan kelembaban berbasis Blynk IoT dapat berfungsi dengan baik dan tepat sesuai program yang telah dibuat. Kinerja alat ini mampu berfungsi dengan baik dalam memonitoring serta pengontrolan suhu pada range 26°C-30°C dan kelembaban ruang pada range 65%-75%. Penyinaran lampu growlight menyala otomatis sesuai program yang sudah diatur pada pukul 06.00-20.00 WIB. Dan penggunaan Blynk juga mampu berfungsi dengan baik sebagai pemantauan kerja sistem. Hasil pengujian dari pertumbuhan persemaian pada tanaman selada selama 14 hari, dengan penggunaan alat monitoring dan kontrol persemaian hidroponik indoor menunjukkan rata-rata ketinggian tanaman sebesar 1,04 cm, lebar daun sebesar 1,3 cm lebih unggul dibandingkan dengan persemaian secara outdoor. Hasil rata-rata tersebut dikarenakan tanaman yang disemai secara indoor dan menggunakan alat monitoring dan kontrol mendapatkan cahaya yang cukup dan terkontrol penuh dari suhu lingkungan, kelembaban lingkungan, dan sirkulasi udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfahira, N., Triyanto, D., dan Nirmala, I. (2021). Sistem monitoring dan kendali tanaman hidroponik indoor farming menggunakan LED grow light berbasis website. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 9(03), 456-467
- Efendi, Y. (2018) 'Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile', *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(1), pp. 19–26. doi:10.35329/jiik.v4i1.48.
- Elfarisna, Rahmayuni, E., Fitriah, N., Nur, N., Sukrianto, & El Adawiyah, S. (2021). Mengajar Budidaya Tanaman Hias di Yayasan Assyifa Al Islami. *Jurnal Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*, 1(7), 1–6. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaskat>
- Ermawati, D., Indradewa, D. dan Trisnowati, S. (2021) 'Pengaruh Warna Cahaya Tambahan Terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan Tiga Varietas Tanaman Krisan (*Chrysanthemum morifolium*) Potong', *Vegetalika*, 1(3), pp. 31–42.
- Handoko, P. and Fajariyanti, Y. (2013) 'Pengaruh spektrum cahaya tampak terhadap laju fotosintesis tanaman air *Hydrilla verticillata*', *Prosiding Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 10(2), pp. 1–9.
- Setyaningrum, H. D dan C. Saparinto. (2021). *Panen Sayur Secara Rutin di Lahan Sempit*. Jakarta Penebar Swadaya.
- Wardani, A, K.M.. (2018) 'Purwarupa Perangkat IOT Untuk Smart Greenhouse Berbasis Mikrokontroler', *e-Proceeding of Engineering*, 5(2), pp. 3859– 3875. Available at: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/6723> .
- Wicaksono, M.I.A. (2017) 'Sistem Otomasi Penyemaian Benih Sayuran Hidroponik Pada Kebun Sayur Surabaya', *Jurnal Institut Teknologi Sepuluh November*, p. 180. Available at: <http://repository.its.ac.id/48210/>.