

RANCANG BANGUN SMART MINI PLANT FACTORY BERBASIS BERBASIS IoT UNTUK BUDIDAYA PERSEMAIAN SAYUR SELADA HIJAU (*Lactuca sativa* L.)

Choirul Umam^{1*}, Estu Saputro¹⁾, Nurholis¹⁾, Suhartono¹⁾

¹Program Studi Agroekoteknologi, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan Jawa Timur

*Email : choirul.umam@trunojoyo.ac.id

Abstrak

Perkembangan penerapan pertanian presisi sangat pesat di seluruh penjuru dunia, ciri utama sistem pertanian ini adalah bertani dapat dilakukan dimanapun dan kapanpun. Indonesia adalah negara tropis, hampir seluruh proses bertani yang dilakukan bergantung pada iklim, akibatnya ketika kondisi iklim tidak sesuai maka akan terjadi kelangkaan komoditi dipasaran dan bisa dipastikan harga komoditi tersebut akan sangat mahal. Penelitian ini bertujuan untuk membuat mini *plant factory* sebagai langkah awal pengembangan pertanian presisi di Indonesia. Hasil uji performa alat yang dilakukan antara lain: uji akurasi sensor, uji performa sebaran cahaya LED dan uji running IoT alat, hasilnya didapat akurasi di atas 95%. Pengamatan dilakukan terhadap 60 tanaman selama 14 hari, hasil pertumbuhan tanaman persemaian pada mini *plant factory* lebih baik secara umum jika dibandingkan dengan tanaman pada persemaian konvensional dengan selisih sangat sedikit dengan perbedaan 0,84 cm pada data panjang akar, untuk detail data didapat data secara berurutan: tinggi tanaman kontrol 2,565 cm dan tanaman semai di dalam mini *plant factory* rata-rata tingginya adalah 2,1 cm, Jumlah daun persemaian 4,43 cm pada budidaya di dalam mini plant factory dan 4,44 cm pada tanaman kontrol dan panjang daun tanaman kontrol 1,08 cm sedang pada budidaya di dalam mini plant factory 1,39 cm.

Kata kunci: Komoditi Sayuran, Media Tanam, Pertanian Presisi, Rockwool, Uji Performa.

Abstract

The development of the application of precision agriculture is very rapid in all corners of the world, the main characteristic of this agricultural system is that farming can be done anywhere and anytime. Indonesia is a tropical country, almost the entire farming process carried out depends on the climate, as a result when climatic conditions are not suitable, there will be a shortage of commodities in the market and it is certain that the price of these commodities will be very expensive. This study aims to create a mini plant factory as the first step in the development of precision agriculture in Indonesia. The results of the tool performance tests carried out include: sensor accuracy tests, LED light distribution performance tests and tool IoT running tests, the results obtained accuracy above 95%. Observations were made on 60 plants for 14 days, the growth results of seedbed plants in the mini plant factory were better in general when compared to plants in conventional seedbeds with a very slight difference with a difference of 0.84 cm in the root length data, for detailed data obtained sequentially: control plant height 2.565 cm and seedling plants in the mini plant factory average height is 2.1 cm, The number of seedbed leaves is 4.43 cm in cultivation in the mini plant factory and 4.44 cm in the control plant and the leaf length of the control plant is 1.08 cm while in the cultivation inside the mini plant factory is 1.39 cm.

Keywords: Vegetable Commodity, Growing Media, Precision Agriculture, Rockwool, Performance Test

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan pertanian presisi sangat masif dan pesat di seluruh penjuru dunia, ciri utama sistem pertanian ini adalah bertani dapat dilakukan dimanapun dan kapanpun (Hu, W. *et al*, 2018), khususnya pengembangan di benua Asia digawangi oleh Jepang dan China (Kozai, T. *et al*, 2016). Riset terdahulu tentang *plant factory* dijelaskan, secara umum *plant factory* merupakan pengembangan dari *greenhouse* (Hu, W.P *et al*, 2018), pembeda secara umum ialah *plant factory* bersifat *closed system* (Kozai, T. *et al*, 2016), terkontrol 24 jam sesuai dengan kondisi ideal budidaya tanaman (Razzak, Md. *Et al*, 2022) dan dapat dilakukan sepanjang tahun tanpa mengenal musim (Xu, J *et al*, 2022). Sistem yang dikembangkan banyak yang beralih menjadi pertanian sehat dengan minim bahan kimia sebagai nutrisi (Quan, Q. *et al*, 2018). Sistem pertanian presisi dikembangkan dengan non penggunaan tanah dan diganti dengan berbagai media tanam lain, seperti rockwool dan menggunakan sistem pertanian hidroponik (Jerhame, E. *et al*, 2022).

Indonesia adalah negara tropis, dan hampir seluruh proses bertani yang dilakukan bergantung pada iklim (Umam, C. dkk, 2022). Beberapa komoditi yang sangat bergantung iklim: cabai dan tomat, dan ketika tidak dapat diproduksi akibat kondisi iklim yang tidak menentu, maka harga komoditi di atas sangat mahal (Gardner, F. *et al*, 1991). Ditambah dengan adanya pemanasan global dewasa ini, kondisi iklim sangat sulit untuk diprediksi, dengan demikian menjadi sebuah masalah baru dimana dalam budidaya tanaman sayuran ketika kondisi lingkungan tidak sesuai maka tanaman akan mudah terserang oleh penyakit dan virus (Akhter and Sofi, 2022), akibatnya tanaman terancam gagal dan menyebabkan mahalnya harga pestisida (Namee, K. *et al*, 2020). Di Indonesia juga masih sangat jarang riset terkait *plant factory*, harapannya dengan dilakukan riset ini akan menambah literasi terkait penerapan *plant factory* dan dampaknya bagi tanaman.

Penelitian *plant factory* yang terdahulu diantaranya (Kozai, T. *et al*, 2016 dan Razzak, Md. *Et al*, 2022), dilakukan dalam skala besar dan mendapatkan hasil tanaman yang baik. Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk membuat mini *plant factory* sebagai langkah awal pengembangan pertanian presisi di Indonesia, penelitian ini hanya pada fase persemaian sayur selada hijau. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian performa alat, sensor dan pencatatan hasil persemaian dengan beberapa parameter budidaya sayuran.

METODE PENELITIAN

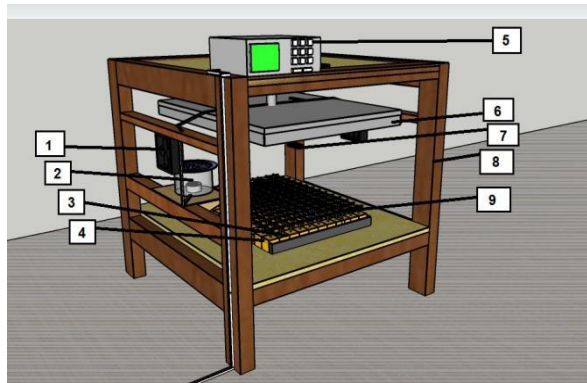
Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni s.d Agustus tahun 2022. Perancangan alat dan sistem bertempat di Laboratorium Bioteknologi Prodi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura, sedangkan pengujian kinerja alat, pelaksanaan dan pengambilan data penelitian dilakukan di Laboratorium Tanah dan Sumberdaya Lahan Prodi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura.

Prosedur Pelaksanaan

1. Desain dan Pembuatan Smart Mini *Plant Factory*

Smart mini *plant factory* didesain sebagai alat semai full closed/ tanpa cahaya matahari (Umam, C. dkk, 2022), visualisasi alat dibuat menggunakan software *SketchUp* dan dapat dilihat pada Gambar 1. Dimensi alat ini adalah 50 cm x 50 cm x 50 cm, kerangka terbuat dari kayu berukuran 4 cm x 4 cm x 4 cm, komponen di dalamnya terdapat pada keterangan Gambar 1.

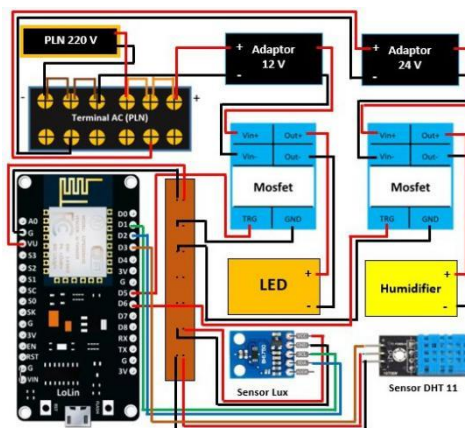


Gambar 1. Desain Alat Smart Mini Plant Factory Persemaian Sayur

Keterangan Gambar:

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1. Kipas DC 12 V | 6. LED |
| 2. Set Humidifier 24 V | 7. Sensor DHT11 dan BH170 |
| 3. Rockwool | 8. Kayu 4 cm x 4 cm |
| 4. Wadah plastik persemaian | 9. Benih persemaian |
| 5. Box kontrol alat | |

Secara keseluruhan, desain elektronikal sistem alat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Rangkaian Elektronika Smart Mini Plant Factory Persemaian Sayur

Di dalam skema rangkaian elektronika alat, komponen penyusun utama adalah mikrokontroler NodeMCU yang berbasis chip ESP8266 (Montoya, A.P. et al, 2020), komponen lain diantaranya sensor DHT11 (sensor suhu dan kelembapan), aktuator suhu kelembapan Humidifier 24 V dan rangkaian LED. Keseluruhan data yang didapat, akan dapat ditampilkan pada smartphone melalui aplikasi Blynk (Ratnaparkhi, S. et al, 2020).

2. Pengujian Kinerja Alat dan Pengambilan Data Hasil Persemaian Tanaman

Pengujian performa alat meliputi uji akurasi sensor (sensor suhu dan kelembapan, serta sensor intensitas cahaya) nilai error maksimal 5% (Umam, C. dkk, 2022), performa sebaran cahaya LED di dalam smart mini plant factory dan pengujian IoT dilakukan dengan menguji koneksi melalui monitoring data yang tampil pada layar smartphone. Adapun data hasil persemaian yang akan diamati selama 14 hari, dengan parameter pengamatan yaitu (Gardner, F. et al, 1991): tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun dan panjang akar, dengan total tanaman 60 semaian (30 tanaman kontrol dan 30 tanaman pengamatan).

Uji akurasi sensor , dilakukan setelah mendapat data dari alat dalam bentuk excel. Dilakukan dengan analisis uji T untuk mengetahui perbedaan nyata secara statistik (Szysmanska, R. *et al*, 2017). Rumusnya:

$$\text{Akurasi Sensor} = 100\% - \text{error relatif} \dots\dots\dots (1)$$

Error Relatif =

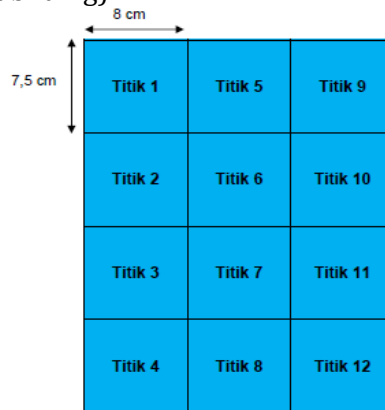
$$Er = \frac{Xi - Xp}{Xp} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan

Er = Error relatif (%)

Xi = Nilai pengukuran

Xp = Nilai Sejati (alat pemabnding)



Gambar 3. Skema uji sebaran cahaya LED

Selanjutnya adalah uji sebaran cahaya LED di dalam smart mini *plant factory* persemaian sayur, dilakukan dengan cara memplot luasan semai dalam alat, dengan luasan 30 cm x 24 cm yang dibagi dalam 12 titik dapat dilihat pada Gambar 3, lalu diberikan perlakuan jarak penyinaran LED 30 cm, 20 cm, 10 cm dan 5 cm (Tian *et al*, 2022). Tujuannya adalah mengetahui performa LED dan rataaan sebaran cahaya LED yang diterima oleh tanaman (Xu, D. *et al*, 2021). Terakhir pengujian IoT dilakukan dengan menguji koneksi melalui monitoring data yang tampil pada layar smartphome. Indikatornya apabila alat berjalan maka tidak ada tanda merah pada aplikasi Blynk di layar smartphome (Xu, J *et al*, 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Rancangan Alat dan Uji Performa Alat



Gambar 4. Hasil Rancangan Smart Mini Plant Factory Persemaian Sayur

Sesuai dengan desain mini plat factory persemaian sayur, terbuat dari kayu berukuran 4 cm x 4 cm x 4 cm dengan dimensi 50 cm³. Total lampu *LED* yang digunakan 312, dengan rincian 156 lampu *LED* berwarna biru dan 156 lampu *LED* berwarna merah (Xu, Y. *et al*, 2021). Kebutuhan cahaya *LED* untuk optimalisasi pertumbuhan di masa persemaian sayur selada hijau adalah 2000- 5000 Lux (Xydis, G. A *et al*, 2020), kelembapan 65% - 80% dan suhu 20°C-29°C (Umam, C. dkk, 2022).

Uji performa alat dilakukan dengan beberapa perlakuan, diantaranya uji akurasi sensor, uji performa sebaran cahaya *LED*, dan pengujian *IoT* alat (Jerhame, E. *et al*, 2022). Yang pertama adalah uji akurasi sensor, uji ini bertujuan mengetahui tingkat kedekatan nilai pengukuran terhadap nilai yang sebenarnya, idealnya nilai error yang dihasilkan kurang dari 5% (Montoya, A.P. *et al*, 2020). Sensor yang digunakan untuk kelembapan dan suhu adalah DHT11 dengan alat pembandingnya thermometer hidrometer OneMed HTC-1, intensitas cahaya menggunakan sensor BH1750 dengan alat pembandingnya adalah Lux meter GM1010 (Montoya, A.P. *et al*, 2020). Uji performa sensor dilakukan sebanyak 20x dengan selisih waktu pengujian antar data adalah 3 detik (Akhter and Sofi, 2022). Data hasil uji performa sensor didapat secara otomatis menggunakan mikrokontroler NodeMCU (Ratnaparkhi, S. *et al*, 2020), yang selanjutnya diolah menggunakan rumus 1 dan 2. Nilai akurasi sensor suhu, kelembapan dan cahaya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji Akurasi Sensor Suhu, Kelembapan, dan Intensitas Cahaya

Jenis Sensor	Nilai Error Relatif (%)	Nilai Akurasi (%)
Uji akurasi sensor suhu	-1,3	98,7
Uji akurasi sensor kelembapan	-1,0	99,0
Uji akurasi sensor intensitas cahaya	0,1	99,9

Dari hasil uji performa sensor dapat diketahui bahwa, sensor DHT11 yang digunakan cukup baik dan layak untuk digunakan dalam penelitian (Montoya, A.P. *et al*, 2020), dikarenakan secara keseluruhan nilai error relatif sensornya adalah 1,3 %.

Sama dengan sensor suhu, pada sensor kelembapan juga menggunakan DHT 11, sensor ini punya kinerja yang cukup bagus dan sangat ideal untuk digunakan penelitian (Umam, C. dkk, 2022), dari hasil pengujian didapatkan rata-rata nilai error relatifnya 1 %. Terdapat satu anomali, dimana sensor ini punya nilai yang selalu lebih besar dibanding dengan alat pembanding, ketika nilai kelembapan yg dibaca lebih dari 80%, sedangkan untuk pembacaan kelembapan di bawah 80% selalu nilainya lebih rendah dibandingkan dengan alat pembanding (Ratnaparkhi, S. *et al*, 2020).

Uji akurasi sensor intensitas cahaya juga dilakukan sebanyak 20 kali ulangan, dengan selisih waktu pengambilan data 3 menit (Tian *et al*, 2022). Sensor intensitas cahaya yang di uji adalah sensor BH170, sedangkan alat pembanding yang digunakan adalah Lux Meter dengan serie dagang GM1010. Hasil uji didapatkan data yang secara umum sensor BH170 sangat layak untuk digunakan penelitian, dikarenakan nilai error relatifnya di angka 0,1 % (Xu, J *et al*, 2022).

Setelah pengujian nilai error relatif sensor, dilakukan uji performa sebaran cahaya *LED* pada mini *plant factory* persemaian sayuran selada hijau (*Lactuca sativa* L.). Skema pengujian dapat dilihat pada Gambar 3, dengan 4 selisih jarak penyinaran, diantaranya 30 cm, 20 cm, 10 cm dan 5 cm (Xu, J *et al*, 2022). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui

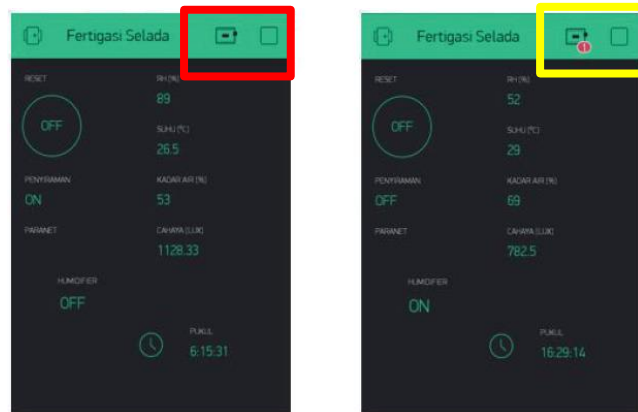
sebaran cahaya secara umum di dalam mini *plant factory* dan jarak penyinaran ideal sesuai dengan kebutuhan nilai intensitas cahaya pada fase persemaian (Xu, Y. *et al*, 2021). Secara rinci, data hasil pengujian sebaran *LED* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sebaran Cahaya *LED*

Titik Pengujian	Jarak			
	30 cm	20 cm	10 cm	5 cm
1	1815	2866,7	4480	5551,7
2	2055	2925,8	4350	5415
3	2110	3015,8	4271,7	5316,7
4	2135	2934,2	3967,5	4830
5	1935,9	3189,2	4656,7	5316,7
6	1938,3	3072,5	4226,7	5613,3
7	2138,3	3000,8	4158,8	5515,8
8	2115,8	2714,2	4180	5152,5
9	1519,2	2595	4148,3	5360,8
10	1623,3	2557,5	4075,8	5524,2
11	1814,2	2678,3	4006,7	5358,3
12	1862,5	2586,7	4075	5005
Rata-rata	1921,9	2844,7	4216,4	5330

Dari hasil pengujian sebaran cahaya *LED*, terdapat 12 titik dan dengan 4 jarak penyinaran. Jarak 30 cm didapatkan rata-rata penyinaran sebesar 1921,9 Lux, Jarak 20 cm rata-rata penyinaran sebesar 2844 Lux, jarak 10 cm didapat rata-rata penyinaran sebesar 4216,4 Lux dan jarak penyinaran 5 cm didapatkan rata-rata intensitas cahayanya adalah 5330 Lux. Dari hasil ini didapatkan kesimpulan, semakin dekat jarak pencahayaan berbanding lurus dengan nilai intensitas cahaya (Xu, Y. *et al*, 2021). Berdasar pada pengujian di atas, maka untuk penelitian ini akan melakukan penyinaran pada jarak 20 cm (Xydis, G. A *et al*, 2020), karena untuk pertumbuhan awal pada budidaya sayur selada hijau khususnya fase persemaian membutuhkan intensitas cahaya 2000-4000 Lux (Xu, J *et al*, 2022).

Pengujian *IoT* alat bertujuan untuk mengetahui apakah alat dapat terhubung dengan jaringan internet, sehingga dapat dimonitor setiap saat melalui aplikasi Blynk pada smartphone dan indikator apabila alat terhubung dengan jaringan internet/ *IoT* berjalan dengan baik adalah tidak terdapat tanda merah disebelah kanan atas pada aplikasi Blynk di smartphone, sebaliknya jika *IoT* bermasalah maka terdapat tanda merah sekaligus data tidak dapat ditampilkan pada smartphone (Ratnaparkhi, S. *et al*, 2020).



IoT berjalan

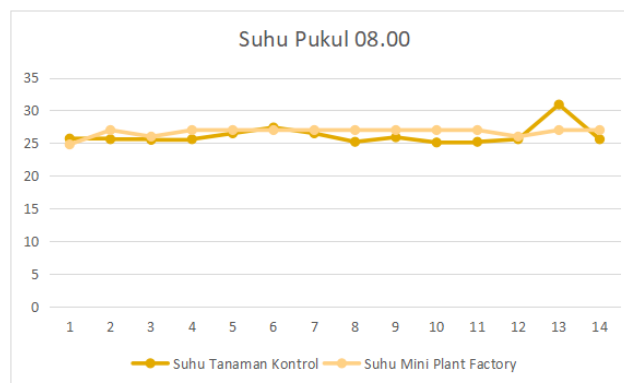
IoT tidak berjalan

Gambar 5. Tampilan Aplikasi Blynk pada Smartphone

Pada Gambar 5 sebelah kiri diberi tanda kuning adalah kondisi ketika *IoT* dapat berjalan dengan baik, dan sebaliknya Gambar 5 sebelah kanan bertanda merah adalah kondisi ketika *IoT* tidak dapat berjalan yang dicirikan dengan adanya tanda merah di pojok kanan atas pada aplikasi Blynk (Ratnaparkhi, S. *et al*, 2020).

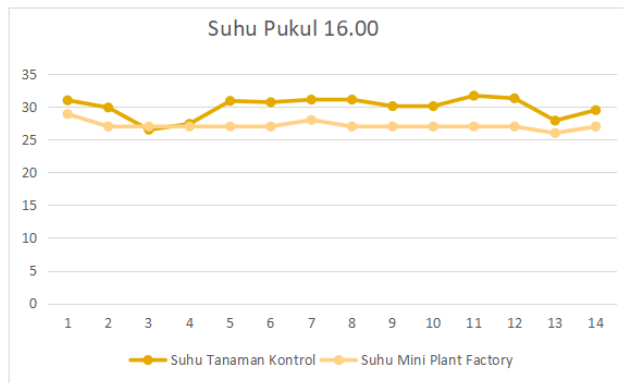
2. Data Suhu, Kelembapan dan Intensitas Cahaya Mini *Plant Factory* Persemaian Selada Hijau

Total waktu persemaian pada penelitian ini adalah 14 hari, kontrol lingkungan mikro (suhu, kelembapan dan intensitas cahaya) persemaian dilakukan selama 8 jam/hari untuk mini *plant factory* tepatnya mulai pukul 07.00-16.00 (Umam, C. dkk, 2022), data pemantauan mikromatologi yang ditampilkan berikut adalah pukul 08.00, 12.00 dan 16.00 baik pada mini *plant factory* atau tanaman kontrol (Quan, Q. *et al*, 2018).



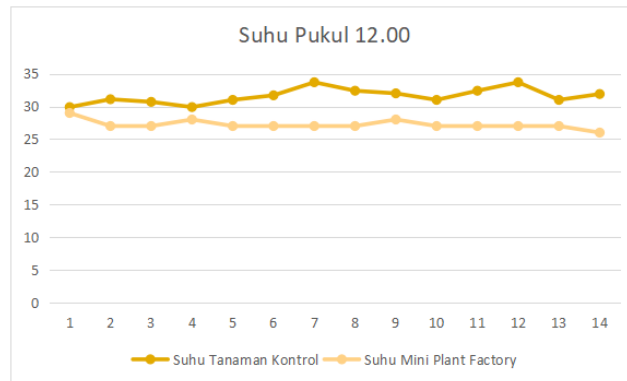
Gambar 6. Grafik data suhu mini *plant factory* dan tanaman kontrol pukul 08.00

Suhu pengamatan pada *plant factory* pukul 08.00 adalah bernilai rata-rata 26,7°C dan pada tanaman kontrol bernilai 26,2°C.



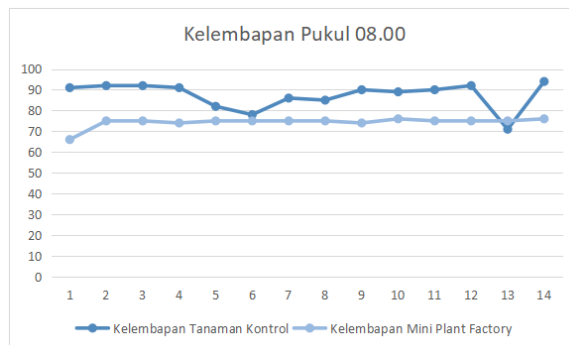
Gambar 7. Grafik data suhu mini *plant factory* dan tanaman kontrol pukul 12.00

Suhu pengamatan pada *plant factory* pukul 12.00 adalah bernilai rata-rata 27,2°C dan pada tanaman kontrol bernilai 31,6°C.



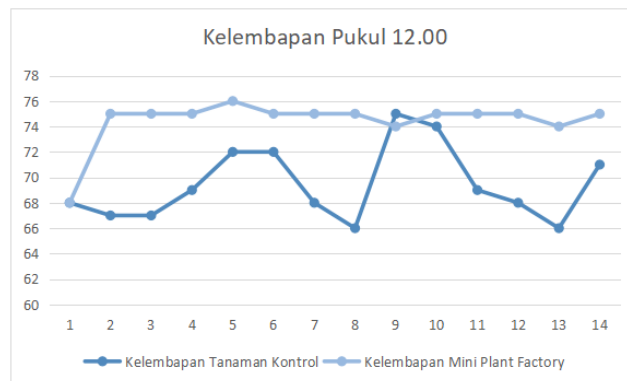
Gambar 8. Grafik data suhu mini *plant factory* dan tanaman kontrol pukul 16.00

Suhu pengamatan pada *plant factory* pukul 16.00 adalah bernilai rata-rata 27,1°C dan pada tanaman kontrol bernilai 29,94°C. Data suhu untuk penelitian ini dilakukan 14 hari, dan pada pukul 08.00, 12.00 dan 16.00. Dari hasil penelitian didapatkan rata-rata suhu *plant factory* konstan di angka 27°C, sedangkan untuk tanaman kontrol, rata-rata suhu cukup fluktuatif dengan rincian pukul 08.00 adalah 26,2 °C, pukul 12.00 31,6°C dan pukul 16.00 adalah 29,95°C. Berdasar data penelitian, kondisi suhu pada mini *plant factory* sangat stabil dan konstan, hal ini sangat baik untuk tanaman (Gardner, F. *et al*, 1991), mengingat suhu sangat berpengaruh terhadap hasil pertumbuhan tanaman, baik pada fase vegetatif dan generatif (Razzak, Md. *Et al*, 2022). Suhu yang stabil akan mengoptimalkan hasil budidaya tanaman (Gardner, F. *et al*, 1991).



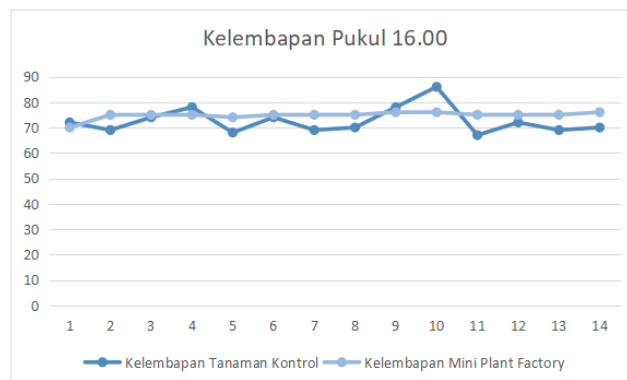
Gambar 9. Grafik data kelembapan mini *plant factory* dan tanaman kontrol pukul 08.00

Data kelembapan pada *plant factory* pukul 08.00 adalah bernilai rata-rata 74,35% dan pada tanaman kontrol bernilai 87,35%.



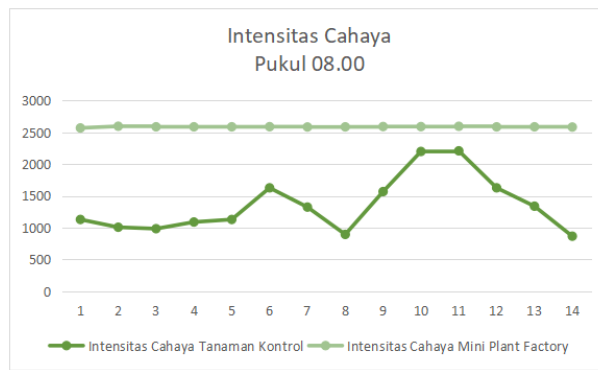
Gambar 10. Grafik data kelembapan mini *plant factory* dan tanaman kontrol pukul 12.00

Data kelembapan pada *plant factory* pukul 12.00 adalah bernilai rata-rata 74,42% dan pada tanaman kontrol bernilai 69,42%.



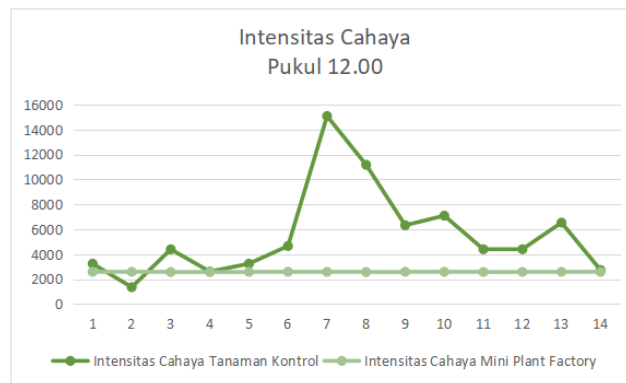
Gambar 11. Grafik data kelembapan mini *plant factory* dan tanaman kontrol pukul 16.00

Data kelembapan pada *plant factory* pukul 16.00 adalah bernilai rata-rata 74,78% dan pada tanaman kontrol bernilai 72,57%. Dari pengamatan data di atas, didapat bahwa nilai kelembapan pada *plant factory* baik pada pukul 08.00, 12.00 dan 16.00 stabil di angka 75%, sedangkan untuk kelembapan tanaman kontrol sangat mudah berubah, sesuai dengan kondisi lingkungan, hal ini sudah sesuai dengan beberapa penelitian terdahulu (Namee, K. *et al*, 2020), dan hasil rancangan alat sudah berjalan dengan sangat baik sehingga bisa dan layak untuk dilakukan proses optimalisasi budidaya tanaman sayur selada hijau (*Lactuca sativa* L.) (Quan, Q. *et al*, 2018).



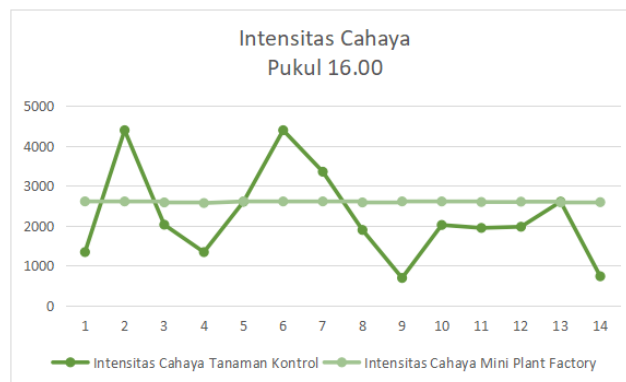
Gambar 12. Grafik data intensitas cahaya mini *plant factory* dan tanaman kontrol pukul 08.00

Data intensitas cahaya pada pukul 08.00 untuk tanaman kontrol bernilai rata-rata 1357,42 Lux dan tanaman *plant factory* bernilai rata-rata 2587,9 Lux.



Gambar 13. Grafik data intensitas cahaya mini *plant factory* dan tanaman kontrol pukul 12.00

Data intensitas cahaya pada pukul 12.00 untuk tanaman kontrol bernilai rata-rata 5512,85 Lux dan tanaman *plant factory* bernilai rata-rata 2580 Lux.



Gambar 14. Grafik data intensitas cahaya mini *plant factory* dan tanaman kontrol pukul 16.00

Data intensitas cahaya pada pukul 16.00 untuk tanaman kontrol bernilai rata-rata 2237,21 Lux dan tanaman *plant factory* bernilai rata-rata 2599,35 Lux. Sumber cahaya pada *plant factory* adalah cahaya LED, dengan perpaduan warna biru dan merah (Razzak, Md. *Et al*, 2022), mengingat kedua warna tersebut berada di range nilai cahaya PAR (Cahaya untuk proses fotosintesis tanaman) (Xu, Y. *et al*, 2021). Idealnya agar tanaman tumbuh secara optimal harus mendapat penyinaran secara konstan dan khusus fase

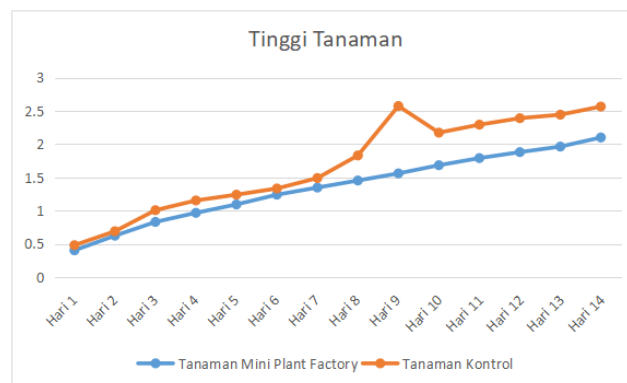
persemaian dan awal vegetatif kebutuhan cahaya di angka 2000-5000 Lux (Xydis, G. A *et al*, 2020), dengan dasar di atas maka mini *plant factory* di setting di angka 2500 Lux dan mampu beroperasi secara konsisten, dapat disimpulkan alat ini mampu untuk digunakan sebagai tempat optimalisasi budidaya persemaian sayur selada hijau (Xu, J *et al*, 2022).

3. Hasil Tanaman



Gambar 15. Tanaman persemaian di dalam mini *plant factory* dan kontrol

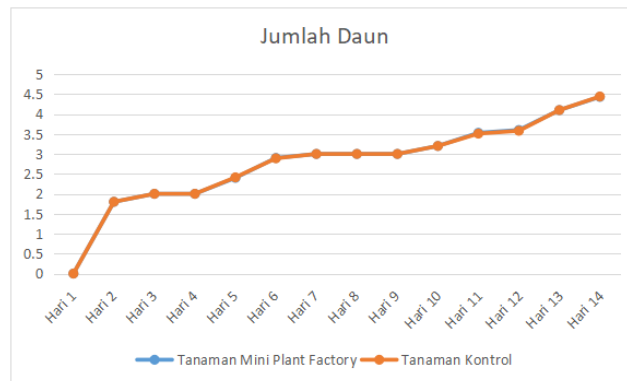
Persemaian dilakukan selama 14 hari dan parameter hasil tanaman yang diambil antara lain: tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun dan panjang akar (Gardner, F. *et al*, 1991). Total tanaman yang disemai adalah 60 tanaman, dengan rincian 30 tanaman kontrol disemai secara konvensional di *greenhouse* Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura dan 30 tanaman yang disemai di dalam mini *plant factory*.



Gambar 16. Data tinggi tanaman persemaian mini *plant factory* dan tanaman kontrol

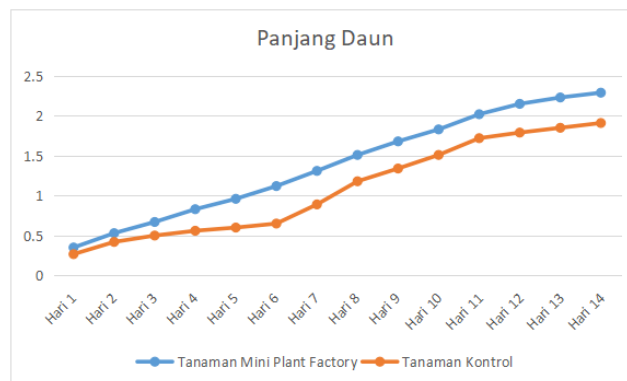
Tanaman persemaian yang sehat tidak akan memiliki tinggi yang berlebihan/kutilang dan sebaran pertumbuhan tanaman semai secara merata, tanaman kutilang disebabkan oleh kurangnya penerimaan cahaya matahari (Gardner, F. *et al*, 1991). Dari hasil budidaya secara konvensional didapatkan data tinggi 30 tanaman secara rata-rata dalam 14 hari pengamatan adalah 2,565 cm, dan pada tanaman yang disemai di dalam mini *plant factory* rata-rata tingginya adalah 2,1 cm, selanjutnya dari grafik dapat dilihat bahwa angka rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman tertinggi pada hari ke 9 dengan nilai 2,573 cm lalu turun di hari 10 dengan nilai 2,173, dengan nilai ini dapat diketahui bahwa persebaran pertumbuhan tanaman konvensional tidak merata. Dengan hasil tersebut

dapat diartikan bahwa, secara rata-rata untuk tinggi tanaman persemaian di dalam mini *plant factory* lebih baik dan optimal, jika dibandingkan dengan persemaian secara konvensional (Weidner, T *et al*, 2021).



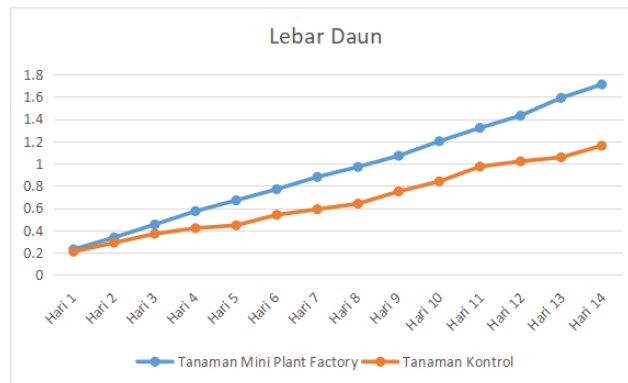
Gambar 17. Data jumlah daun tanaman persemaian mini *plant factory* dan tanaman kontrol

Jumlah daun persemaian dari hasil penelitian didapat nilai rata-rata yang hampir sama, dimana tanaman semai di budidaya dalam mini *plant factory* bernilai rata-rata 4,43 cm, sedangkan tanaman semai kontrol di angka 4,44 cm. Persemaian tanaman sayur selada hijau yang siap pindah tanam harus memiliki minimal 4 daun sejati (Gardner, F. *et al*, 1991). Dengan hasil persemaian di atas, baik tanaman kontrol atau tanaman semai di dalam mini *plant factory* sudah bisa untuk dilakukan pindah tanam (Umam, C. dkk, 2022).



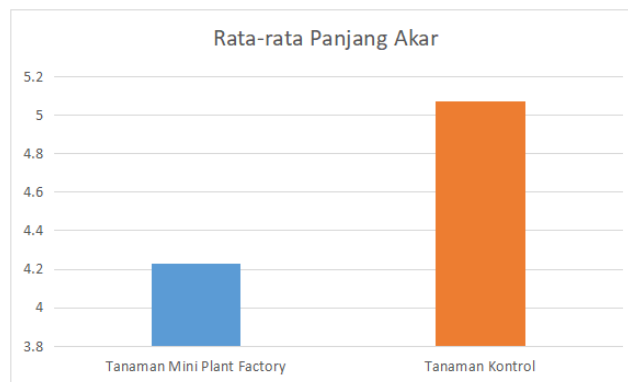
Gambar 18. Data panjang daun tanaman persemaian mini *plant factory* dan tanaman kontrol

Panjang daun persemaian juga dilakukan pengambilan data selama 14 hari, dengan total tanaman 30 tanaman semai pada mini *plant factory* dan 30 tanaman disemai secara konvensional. Dari grafik diketahui, panjang daun persemaian lebih dominan pada semai pada mini *plant factory*, dengan nilai akhir rata-rata 1,39 cm dan pada semai secara konvensional di angka 1,08 cm. Dari grafik juga dapat dilihat, pertambahan panjang daun idealnya adalah secara konstan (Weidner, T *et al*, 2021), namun pada persemaian konvensional cenderung lebih fluktuatif, dimana pada hari ke 5 dan 6 pertumbuhan cenderung konstan lalu selisih pertumbuhan sangat tinggi pada hari ke 6 dan 7.



Gambar 19. Data lebar daun tanaman persemaian mini *plant factory* dan tanaman kontrol

Lebar daun persemaian hampir sama dengan data panjang daun tanaman persemaian, menurut beberapa literasi (Gardner, F. *et al*, 1991), pertumbuhan persemaian tanaman harus secara merata dan nilai pertumbuhan stabil. Dari grafik dapat dilihat, awal persemaian pada ke 2 sistem persemaian sama, tapi nilai rata-rata pada hari ke 4 selisih nilai rata-rata lebar daun cukup tinggi dengan nilai mini *plant factory* 0,573 dan semai konvensional 0,42 cm. Dan secara umum lebar daun persemaian di dalam mini *plant factory* lebih tinggi dibanding persemaian tanaman kontrol, dengan nilai 0,94 cm dan 0,66 cm secara berurutan.



Gambar 20. Data panjang akar tanaman persemaian mini *plant factory* dan tanaman kontrol

Panjang akar persemaian diambil pada hari ke 14 dan tidak dilakukan setiap hari (Razzak, Md. *Et al*, 2022), pertumbuhan tanaman yang baik dicirikan dengan pertumbuhan akar yang optimal (Gardner, F. *et al*, 1991). Dari hasil pengambilan data panjang akar, diketahui bahwa tanaman kontrol punya nilai panjang akar yang lebih dibanding tanaman semai mini *plant factory* yaitu berselisih 0,84 cm.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian didapatkan secara keseluruhan hasil rancang bangun mini *plant factory* sangat layak untuk di kembangkan lebih lanjut, baik berdasar pada dari hasil uji performa alat dan juga hasil pertumbuhan tanaman. Hasil uji performa alat yang dilakukan antara lain: uji akurasi sensor (suhu, kelembapan dan intensitas cahaya), uji performasebarab cahaya LED dan uji running IoT alat, diapat hasil rata-rata uji performa berakurasi di atas 95%. Sedangkan untuk parameter pertumbuhan sayur selada hijau semai diantaranya: data tinggi tanaman, data jumlah daun, data jumlah daun, data lebar daun dan data panjang akar, pengamatan ini dilakukan terhadap 60 tanaman dan selama 14 hari, hasil pertumbuhan tanaman persemaian pada mini *plant factory* lebih baik secara

umum jika dibanding dengan tanaman pada persemaian konvensional, hanya selisih sedikit pada panjang akar dimana lebih panjang nilai tanaman kontrol dengan perbedaan 0,84 cm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada program studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura atas fasilitas laboratorium dan *greenhouse* untuk tempat penelitian ini.

REFERENSI

- Akhter, R., and Sofi, S. A. (2022). Precision agriculture using IoT data analytics and machine learning. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.05.013>
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., and Mitchell, R. L. (1991). Fisiologi Tanaman Budidaya Fisiologi Tanaman Budidaya. Terjemahan oleh Herawati Susilo, Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press), 2008
- Hu, W. P., Lin, C. B., Yang, C. Y., and Hwang, M. S. (2018). A Framework of the Intelligent Plant Factory System. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.295>
- Jerhamre, E., Calberg, C.J.C.C., and Zoest, V.V. (2022). Exploring the susceptibility of smart farming: Identified opportunities and challenges. Smart Agricultural Technology 2 (2022) 1000026, doi.org/10.1016/j.atech.2021.100026
- Kozai, T., Niu, G., Takagaki, M. (2016). Ruang *Semi Plant-Factory* An Indoor Vertical Farming System For Efficient Quality Food Production. ISBN: 978-0-12-801775-3, Elsevier Book Inc
- Montoya, A. P., Obando, F. A., Osorio, J. A., Morales, J.G., and Kacira, M. (2020). Design and implementation of low-cost sensor network to monitor environmental and agronomic variables in plant factory. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105758>
- Namee, K., Kamjumpol, C., and Pimsiri, W. (2020). Development of Smart Vegetable Growing Cabinet with IoT, Edge Computing and Cloud Computing. <https://doi.org/10.1145/3421558.3421588>
- Quan, Q., Zhang, X., and Xue, X. Z. (2018). Design and Implementation of a Closed-Loop Plant Factory. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.203>
- Ratnaparkhi, S., Khan, S., Arya, C., Khapre, S., Singh, P., Diwakar, M., and Shankar, A. (2020). Smart agriculture sensors in IOT: A review. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.138>
- Razzak, Md, A., Asaduzzaman, Md., Tanaka, H., and Asao, T. (2022). Effect of supplementing green light to red and blue light on the growth and yield of lettuce in plant factories. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111429>
- Szysmanska, R., Slesak, I., Orzechowska, A., Kruk, J. (2017). Physiological and Biochemical Responses to High Light and Temperature Stress in Plants. ELSEVIER Journal Environmental and Experimental Botany 139 (2017) 165-177

- Tian, W., Ma, Wei., Yang, Q., and Duan, F. (2022). Application status and challenges of machine vision in plant factory. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2021.06.003>, 195-211
- Umam, C., Suhartono., Saputro, E. (2022). Pendekatan Logika Fuzzy dalam Pengontrolan Suhu dan Kelembapan pada Persemaian Otomatis Full Closed System Tanaman Selada Hijau (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* 10(2) 2022, 144-153
- Weidner, T., Yang, A., and Hamm, W. (2021). Energy optimisation of plant factories and greenhouse for different climatic conditions. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114336>
- Xu, D., Ahmed, H. A., Tong, Y., Yang, Q., and Van, L.G. (2021). Optimal control as a tool to investigate the profitability of a Chinese plant factory-lettuce production system. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemeng.2021.05.014>
- Xu, J., Gu, Baoxing., and Tian, G. (2022). Review of agricultural IoT technology. Xydis, G. A., Liaros, S., and Avgoustaki, D. D. (2020). Small scale Plant Factories with Artificial Lighting and wind energy microgeneration: A multiple revenue stream approach. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2022.01.001>
- Xu, Y., Chang, Y., Chen, G., Lin, H. (2016). The Research on LED Supplementary Lighting System for Plants. *ELSEVIER Journal Optik* 127 (2016) 7193-7201
- Xydis, G. A., Liaros, S., and Avgoustaki, D. D. (2020). Small scale Plant Factories with Artificial Lighting and wind energy microgeneration: A multiple revenue stream approach. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120227>