



Rancang Bangun Smart Greenhouse Untuk Tanaman Jahe Berbasis Internet of Things (IoT)

Design and Build a Smart Greenhouse for Ginger Plants Based on the Internet of Things (IoT)

^{1*)} Irmadhani Nevi Aziis, ²⁾ Ferry Hadary, ³⁾ Asri Mulya Ashari
¹²³ Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

Email : Irmadhanineviaziis@gmail.com

*Correspondence: Irmadhani Nevi Aziis

DOI:

10.59141/comserva.v4i7.2609

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan teknologi smart green house berbasis IoT untuk mengoptimalkan fungsi green house. Sistem ini mengontrol dan memantau suhu ruangan, kelembapan ruangan, kelembapan tanah, dan pH tanah di green house melalui smartphone. ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler, dengan Blynk App sebagai platform IoT untuk memantau dan mengontrol lingkungan sesuai kondisi optimal bagi tanaman jahe. Penelitian menggunakan jahe merah dan putih berumur \pm 3 bulan. Pengujian dilakukan pada dua kondisi: tanah tanpa tanaman dan tanah dengan tanaman jahe. Hasil menunjukkan bahwa sensor dapat mengukur pH tanah, suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah dengan nilai error: pH 2%, kelembapan tanah 11% (jahe merah) dan 7% (jahe putih). Error sensor suhu ruangan dan kelembapan ruangan untuk kedua jenis tanaman adalah 3% dan 5%. Rata-rata kenaikan tinggi jahe merah 3,8 cm dan jahe putih 2,4 cm dalam 2 minggu, serta peningkatan jumlah daun masing-masing 3 helai (jahe merah) dan 4 helai (jahe putih).

Kata kunci: Smart Green House, Tanaman Jahe, Suhu Ruangan, Kelembapan Ruangan, pH Tanah, Kelembapan Tanah, IoT

ABSTRACT

This research utilizes IoT-based smart greenhouse technology to optimize the greenhouse function. The system controls and monitors room temperature, air humidity, soil moisture, and soil pH within the greenhouse via a smartphone. The ESP32 is used as a microcontroller, with the Blynk App as the IoT platform for monitoring and controlling the environment to ensure optimal conditions for ginger plants. The study used red and white ginger, each approximately 3 months old. Testing was conducted in two conditions: soil without plants and soil with ginger plants. Results showed that the sensors could measure soil pH, temperature, air humidity, and soil moisture with error rates of 2% for pH, 11% for soil moisture (red ginger), and 7% (white ginger). The error rates for room temperature and air humidity sensors for both types of plants were 3% and 5%, respectively. The average height increase for red ginger was 3.8 cm and 2.4 cm for white ginger over two weeks, along with an increase in the number of leaves by 3 (red ginger) and 4 (white ginger).

Keywords: *Smart Green House, Ginger Plant, Room Temperature, Room Humidity, Soil PH, Soil Moisture, IoT*

PENDAHULUAN

Tanaman hortikultura, seperti jahe, memiliki peran penting dalam sektor pertanian dan perdagangan, baik domestik maupun internasional (Abdurahman et al., 2022). Jahe digunakan sebagai bahan konsumsi dan obat. Selain itu, kandungan minyak atsiri jahe juga merupakan salah satu peluang usaha peningkatan nilai ekonomis jahe (Kurniasari et al., 2008). Pada tahun 2022 mencapai 247,45 ribu ton, turun sebesar 19,46% (59,79 ribu ton) dari tahun 2021 (Irfayanti et al., 2023). Penurunan ini sebagian disebabkan oleh media tanam yang kurang optimal, yang sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Puryati et al., 2018).

Saat ini, teknologi green house menjadi solusi untuk mengatasi kondisi lingkungan yang tidak menentu (Ir. Siti Bibah Indrajati, 2022). Dengan green house, petani dapat mengontrol suhu, kelembapan, dan irigasi, menciptakan lingkungan ideal bagi pertumbuhan tanaman (Bafdal & Ardiansah, 2020). Smart green house, yang menggabungkan teknologi IoT, memungkinkan pengawasan otomatis melalui smartphone (Firdhausi et al., 2018). Pada penelitian ini, akan dikembangkan smart green house berbasis IoT untuk mengontrol dan memantau suhu ruangan, kelembapan ruangan, kelembapan tanah, dan pH tanah, serta menambahkan panel surya sebagai sumber cadangan.

Pada tahun 2011, Nugraha Wicaksana telah melakukan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring *Smart Green House* Berbasis Android dengan Aplikasi Sensor Suhu, Kelembapan Udara dan Tanah untuk Budidaya Jamur Merang”. Penelitian ini membahas tentang smart greenhouse untuk budidaya jamur merang yang dimana pada penelitian ini menggunakan Arduino dan modul Bluetooth (Wicaksana et al., 2018). Selain itu pada tahun 2021, Hendra melakukan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun *Smart Green House* Berbasis *Internet of Things*”. Penelitian ini membahas tentang smart greenhouse yang dimana akan diimplementasikan langsung pada tanaman sawi, yang dimana pada sistem dapat memantau dan mengontrol suhu, air, kelembapan udara, kelembapan tanah dan PH tanah (Triyanto et al., 2021).

Pada tahun 2022, Uray Ristian melakukan penelitian yang berjudul “Sistem Monitoring *Smart Green House* pada Lahan Terbatas Berbasis *Internet of Things* (IoT)”. Penelitian ini membahas tentang *Smart Green House* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dimana pada penelitian ini mengambil beberapa parameter inputan untuk mengendalikan perangkat output seperti suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah dan pH tanah (Ristian et al., 2022). Pada tahun 2022, Arif Fahmi melakukan penelitian yang berjudul “*Prototype Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Udara Pada Tanaman Cabai Berbasis (IOT)*”. Penelitian ini membahas tentang *smart farming* dengan menggunakan *Internet of Things* untuk mematikan dan menyalakan alat penyiram, mengukur kelembapan dan unsur hara tanah, memantau kondisi air dan cuaca. Parameter suhu dan kelembapan udara pada *Green house* budidaya tanaman cabai diukur menggunakan sensor DHT11, kemudian diolah dan ditampilkan pada interface sistem monitoring kelembapan udara (Fahmi et al., 2022).

Pada tahun 2023, Siti Nurhalimah, melakukan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring KelembapanTanah dengan Konsep *Smart Farming* untuk Budidaya Tanaman Cabai Rawit Berbasis *Internet of Things* (IoT)”. Penelitian ini membahas tentang smart greenhouse berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dimana pada penelitian ini menggunakan Mikrokontroler yang dapat mengontrol kelembapan tanah agar perkembangan budidaya tanaman cabai rawit tidak terjadi pengeringan maupun kelebihan kadar air dalam tanah sehingga menghasilkan produksi cabai rawit yang optimal (Nurhalimah et al., 2023).

Pada Tahun 2023, Jordy Arfiansyah melakukan penelitian yang berjudul “*Prototype Penyiraman Tanaman dan Kanopi Otomatis Pada Green house dengan Sensor Kelembapan Tanah dan Sensor Hujan Menggunakan Arduino*”. Penelitian ini membahas tentang *green house* yang dibuat secara *prototype* dengan penyiraman tanaman otomatis yang menggunakan sensor kelembapan tanah dan sensor hujan yang akan mendeteksi hujan turun, yang dimana kanopi pada *green house* akan tertutup secara otomatis. Sistem ini dibuat menggunakan aplikasi android yang akan mempermudah untuk mengontrol dan

memonitoring tanaman (Arfiansyah & Ariyani, 2023). Penelitian yang dilakukan adalah merancang dan membangun sistem monitoring *smart green house* pada tanaman jahe secara otomatis berbasis IoT.

METODE PENELITIAN

A. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE adalah perhitungan statistik tentang nilai akurasi perkiraan atau prediksi. Metode MAPE dapat memberikan informasi seberapa besar kesalahan data yang diambil oleh alat yang dibuat dibandingkan dengan nilai sebenarnya yang berasal dari alat ukur standar. Semakin kecil nilai presentasi kesalahan (*percentage error*) data yang dihitung menggunakan MAPE, maka semakin akurat hasil pengujian tersebut. Cara perhitungan MAPE dapat dilihat pada persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X'_t - X_t}{X'_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan:

X'_t = Data alat ukur pembanding

X_t = Data sensor yang digunakan

n = Jumlah data

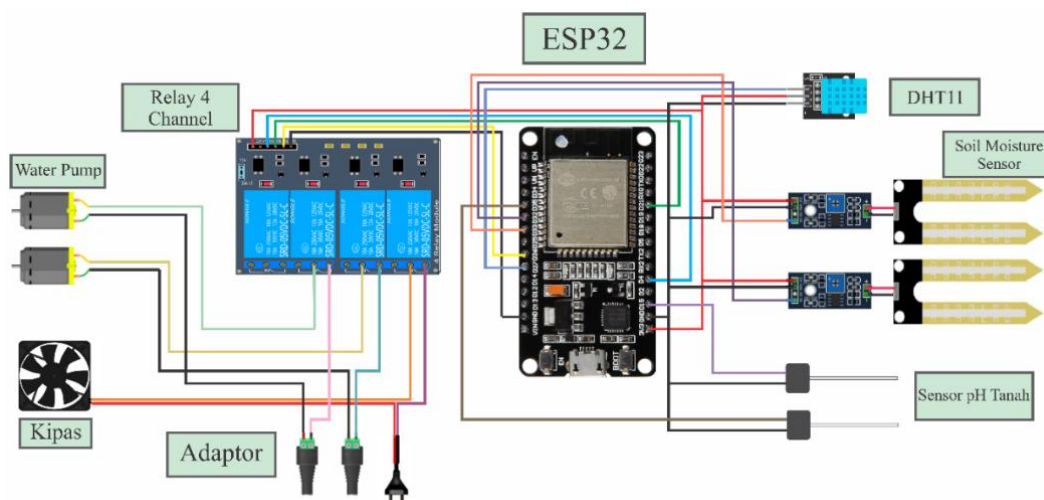
Analisis data yang diperoleh dari perhitungan *error* menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah sebagai berikut.

1. MAPE kurang dari 10% maka kemampuan model alat sangat baik.
2. MAPE antara 10% - 20% maka kemampuan model alat baik.
3. MAPE kisaran 20% - 50% maka kemampuan model alat layak.
4. MAPE kisaran lebih dari 50% maka kemampuan model alat buruk.

Berdasarkan analisis tersebut dapat dinilai bahwa MAPE masih bisa digunakan apabila tidak melebihi 50%.

B. Perancangan Komponen Elektronik

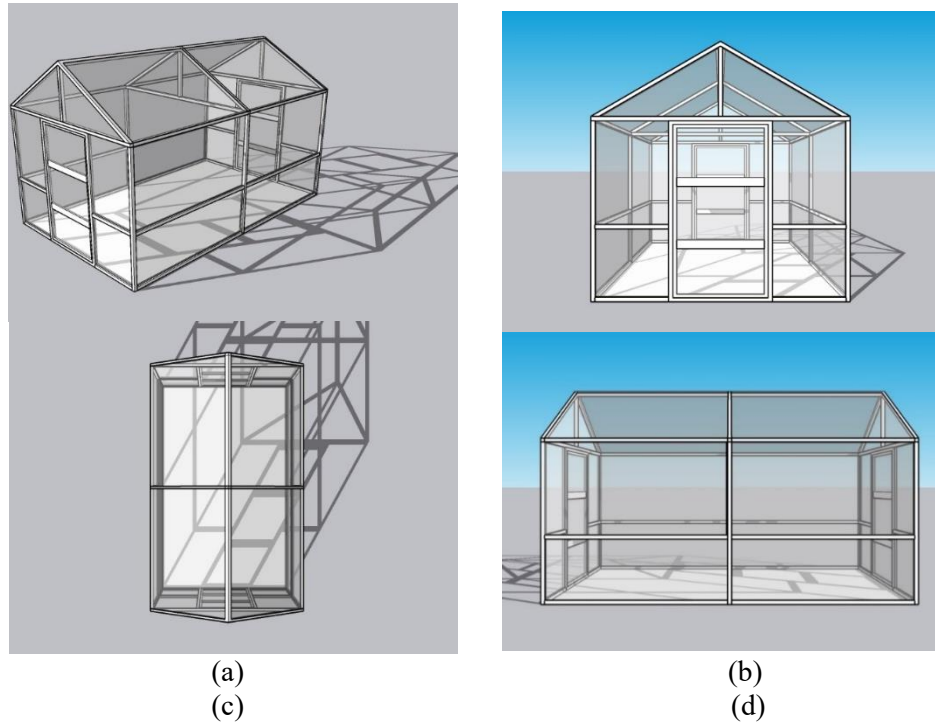
Perancangan komponen elektronik *smart green house* untuk tanaman jahe berbasis *internet of things* (IoT) menggunakan ESP32 Dev Kit sebagai mikrokontroler. Komponen ini dapat dirincikan menjadi 5 (lima) bagian, yaitu: (1) antarmuka sensor DHT11 dengan ESP32 Dev Kit; (2) antarmuka sensor kelembapan tanah dengan ESP32 Dev Kit; (3) antarmuka sensor pH tanah dengan ESP32 Dev Kit; (4) antarmuka rangkaian kipas dengan ESP32 Dev Kit; (5) antarmuka rangkaian pompa DC dengan ESP32 Dev Kit. Secara umum perancangan komponen elektronik *smart green house* untuk tanaman jahe berbasis *internet of things* (IoT) ditunjukkan pada gambar 1.



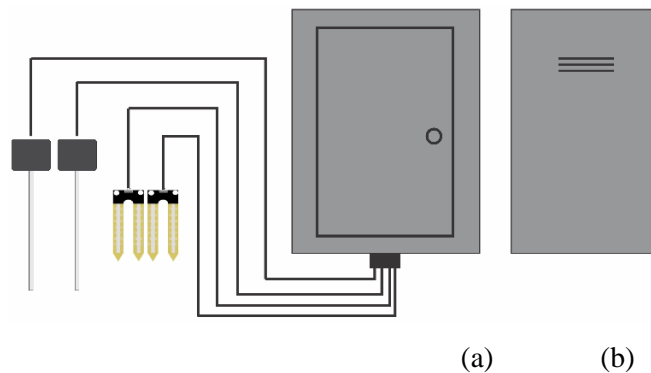
Gambar 1. Rangkaian Komponen Elektronik

C. Perancangan Komponen Elektronik

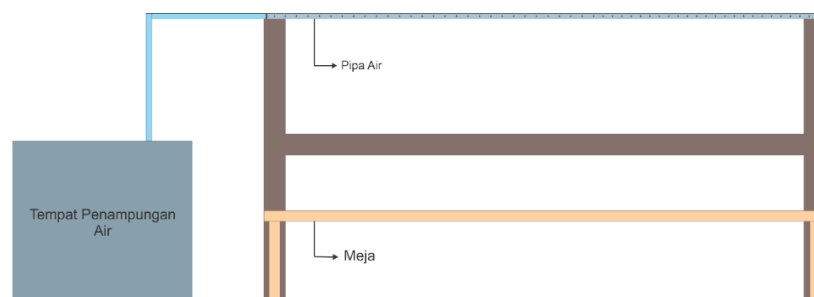
Desain perancangan *smart green house* untuk tanaman jahe berbasis *internet of things* (IoT) dilengkapi dengan desain perancangan *green house*. Desain box peletakan alat sistem yang terdapat sensor pH tanah, sensor kelembapan tanah, dan sensor DHT11. Sistem perairan dengan menggunakan pompa DC, pipa, dan selang air. Berikut adalah desain sistem *smart green house* otomatis:



Gambar 2. Desain smart green house (a) tampak samping (b) tampak kanan (c) tampak atas (d) tampak depan



Gambar 3. Desain Box Alat Sistem Smart green house (a) gambar tampak depan (b) gambar tampak samping



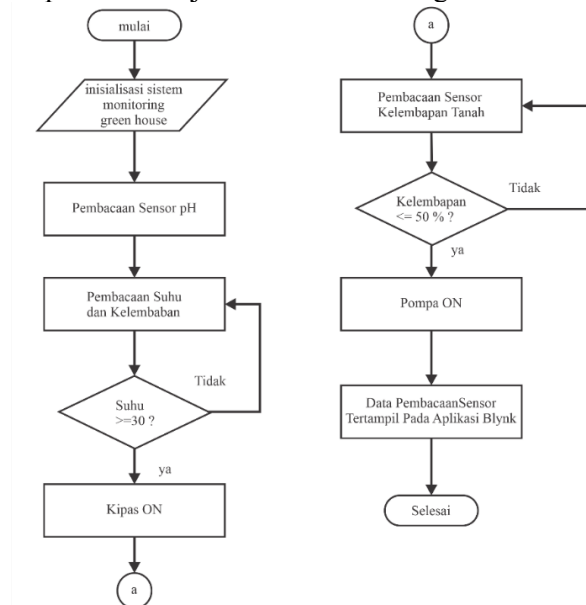
Gambar 4. Sistem Perairan Menggunakan Pipa

D. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem *smart green house* berbasis IoT ini menggunakan sebuah software terintegrasi yaitu Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) melalui *board* ESP32. Perancangan ini menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu ruangan pada *green house*. Selain menggunakan sensor DHT11 sistem ini juga menggunakan sensor pH tanah untuk mengetahui derajat keasaman pada tanah, sensor kelembapan tanah berfungsi untuk mengukur kelembapan tanah. Data hasil pembacaan sensor akan dikirimkan untuk ditampilkan pada Blynk Apps yang sudah terinstal pada *smartphone*.

E. Perancangan Prosedur Kerja Sistem

Berikut ini adalah prosedur kerja dari sistem Smart green house berbasis IoT.



Gambar 5. Prosedur Kerja Smart green house Berbasis IoT

Penelitian budidaya tanaman ini dilaksanakan di halaman Laboratorium Kendali Digital dan Komputasi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura selama ± 3 minggu, dari tanggal 15 Juli 2024 hingga 9 Agustus 2024. Bibit jahe merah dan jahe putih yang digunakan dalam penelitian ini berusia ± 3 bulan dan berasal dari petani di Sungai Raya, dengan 10 bibit (5 jahe merah dan 5 jahe putih). Dua rak tanaman dari kayu ukuran 600 cm x 60 cm digunakan sebagai tempat penanaman, dengan tanah gambut dari Parit Demang dan pupuk kandang ayam dari Siantan. Alat-alat yang digunakan termasuk cangkul, ember, arit, termometer ruangan, pH meter, dan soil tester. Tahapan penanaman diawali dengan pembuatan green house menggunakan rangka kayu dan plastik UV, dilengkapi sirkulasi udara dan sistem perairan menggunakan pipa 1 inch sepanjang 3 meter. Pengambilan sampel tanah dilakukan untuk mengukur pH sebelum penelitian, dan media tanam yang terdiri dari tanah gambut, pupuk kandang, dan kapur dolomit diinkubasi selama satu minggu. Bibit yang telah disiapkan ditempatkan dalam polybag dan disimpan di ruang terbuka selama satu minggu sebelum dipindahkan ke media tanam di rak 1 (5 bibit jahe merah) dan rak 2 (5 bibit jahe putih) yang berada di dalam Smart Green house. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman otomatis setiap hari untuk menjaga kelembapan tanah, dengan pompa yang aktif saat sensor menunjukkan kelembapan $\leq 50\%$, serta pengendalian gulma secara mekanis setiap 5 hari atau sesuai pertumbuhan gulma.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan alat pada *smart green house* berbasis IoT perlu dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem yang dibuat untuk memperoleh hasil dari perancangan sensor serta aktuator. Pengujian sistem *smart green house* dimulai dengan pengujian suhu dan kelembapan udara dengan menggunakan sensor DHT11, pengujian kelembapan tanah dengan menggunakan sensor *soil moisture*, pengujian pH tanah dengan menggunakan sensor pH tanah,

pengujian aplikasi Blynk, pengujian relay modul, dan pengujian penanaman jahe yang sudah berusia \pm 3 bulan.

A. Hasil Rancang Bangun Sistem

Pada perancangan alat *smart green house* berbasis IoT terdapat 2 rak yang digunakan sebagai tempat media tanam yang akan digunakan.



Gambar 6. *Smart Green House*

Gambar 6 memperlihatkan *smart green house* yang dilengkapi dengan *exhaust* yang akan dikontrol dengan sensor DHT11, terdapat sistem penyiraman tanaman dengan menggunakan pipa sepanjang 3 meter yang telah dilubangi dengan jarak antar lubang sebesar 5 cm, lubang ini berfungsi sebagai keluarnya aliran air untuk proses penyiraman tanaman secara otomatis dengan menggunakan pompa dan dikontrol dengan sensor kelembapan tanah, monitoring pH tanah menggunakan sensor pH tanah yang akan tertampil secara otomatis dengan menggunakan aplikasi blynk pada *smartphone*.



Gambar 7. Sistem Elektronik Alat

Gambar 7 memperlihatkan sebuah rangkaian elektronik yang terpasang pada sebuah papan sirkuit cetak. Rangkaian ini terdiri dari berbagai komponen elektronik yang bekerja sama untuk menjalankan suatu fungsi tertentu. Beberapa komponen yang terlihat adalah mikrokontroler, modul relay, sensor, dan modul sensor.

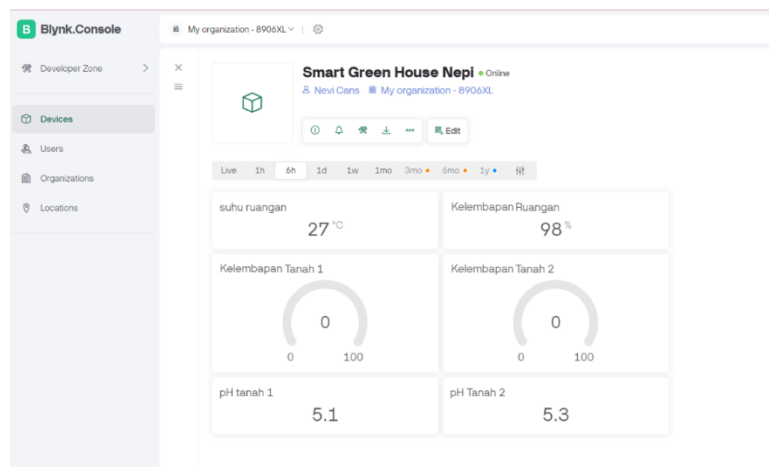
B. Pengujian Aplikasi Blynk

Blynk menyediakan dua antarmuka pengguna, yaitu Blynk Apps untuk *smartphone* dan Blynk *Web dashboard* pada Blynk *Console* sebagai antarmuka *desktop*. Berdasarkan dengan hasil pengukuran kelembapan tanah dapat dikategorikan menjadi beberapa tingkat yaitu: (1) DRY+ (\leq 20%) menunjukkan tanah sangat kering; (2) DRY (21 – 40%) menunjukkan tanah cukup kering; (3) MED (41 – 60%) kelembapan tanah sedang; (4) WET (61 – 80%) cukup basah; (5) WET+ ($>$ 80%) sangat basah. Rentang nilai ini didapat dari hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur kelembapan tanah. Selain menggunakan *widget* LCD antarmuka juga menggunakan *widget display value* sebanyak 4 buah yang berfungsi untuk menampilkan suhu ruangan, kelembapan ruangan, pH tanah pada media tanam 1 dan pH tanah pada media tanam 2. Selain itu menggunakan *widget gauge* sebanyak 2 buah yang berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan sensor kelembapan tanah pada

media tanam 1 dan media tanam 2. Pengujian aplikasi blynk pada *smartphone* digunakan untuk memonitoring suhu ruangan, kelembapan ruangan, kelembapan tanah dan pH tanah secara *real-time*. Tampilan antarmuka perangkat lunak sistem ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Antarmuka Aplikasi Blynk Pada *Smartphone*



Gambar 9. Antarmuka Blynk *Web dashboard*

C. Pengujian Relay Pompa dan Exhaust

Pengujian *relay* pada pompa dan *exhaust* bertujuan untuk mengetahui apakah pompa dan *exhaust* akan bekerja secara otomatis dengan memberikan set point pada NodeMCU ESP32. Pada proses pengujian ini menggunakan 3 channel *relay* dengan *exhaust* sebanyak 1 buah dan pompa sebanyak 2 buah.

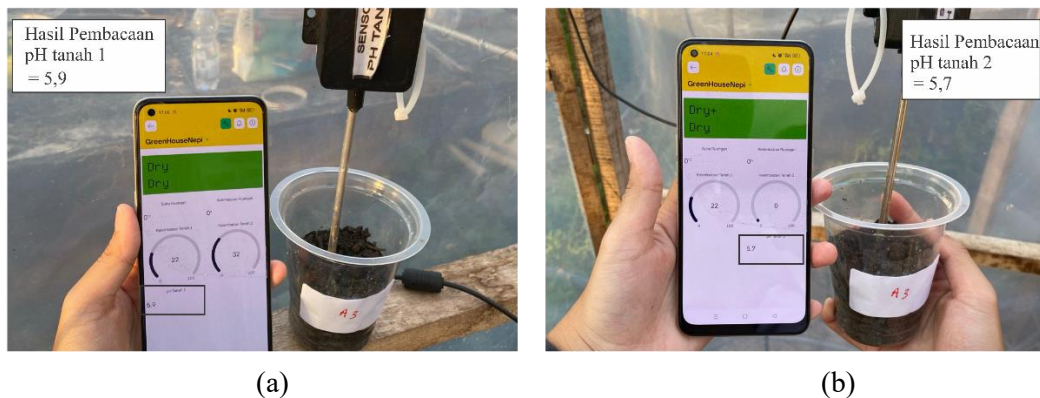
Tabel 1. Data Hasil Pengujian *Relay Pompa dan Exhaust*

No	Jenis Pengujian	Hasil yang diinginkan	jumlah			Persentase Keberhasilan (%)
			percobaan	Berhasil	Gagal	
1	Memberikan Set point $\leq 50\%$ dari sensor kelembapan tanah untuk mengaktifkan pompa	pompa aktif saat sensor kelembapan tanah mencapai $\leq 50\%$	10	10	0	100%

No	Jenis Pengujian	Hasil yang diinginkan	jumlah			Persentase Keberhasilan (%)
			percobaan	Berhasil	Gagal	
2	Memberikan set point >50% dari sensor kelembapan tanah untuk menonaktifkan pompa	pompa non aktif saat sensor kelembapan tanah mencapai >50%	10	10	0	100%
3	Memberikan set point $\geq 30^{\circ}\text{C}$ dari sensor suhu ruangan untuk mengaktifkan kipas	Kipas aktif saat sensor suhu ruangan mencapai $\geq 30^{\circ}\text{C}$	10	10	0	100%
4	Memberikan set point $< 30^{\circ}\text{C}$ dari sensor suhu ruangan untuk menonaktifkan kipas	Kipas non aktif saat sensor suhu ruangan mencapai $< 30^{\circ}\text{C}$	10	10	0	100%

D. Pengujian Sensor pH Tanah

Pengujian sensor pH tanah dilakukan untuk mengetahui kinerja dan ketepatan dalam pembacaan sensor pH tanah. Untuk melihat validitas pengukuran pH tanah pada sensor pH tanah, digunakan alat ukur pH meter tanah yang kinerjanya masih baik sebagai alat pembanding. Pengujian dilakukan dengan mengkalibrasikan sensor menggunakan hasil uji laboratorium pada 3 sampel tanah. Sampel tanah yang digunakan adalah tanah dengan pH 4.80, pH 5.91, dan pH 6.50. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 2.



Gambar 10. Hasil pengukuran pH tanah menggunakan sensor pH tanah (a) pembacaan sensor pH tanah 1 (b) pembacaan sensor pH tanah 2

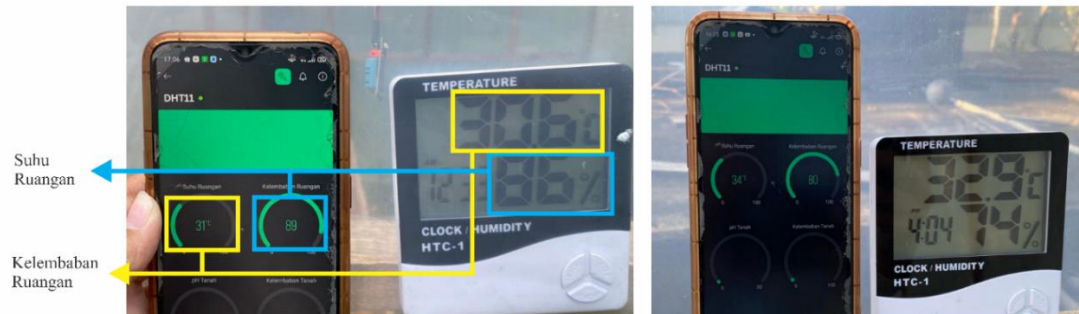
Tabel 2. Data Hasil Pengujian pH Tanah

Kode Sampel	Uji Laboratorium	pH Meter	Sensor pH tanah 1	Sensor pH tanah 2
A1	4.80	4.90	4.90	4.80
A2	6.50	6.70	6.40	6.20
A3	5.91	5.00	5.90	5.70

Pada Tabel 3 memperlihatkan data hasil pengujian pH tanah pada tiga sampel tanah gambut (A1, A2 dan A3) yang berasal dari lokasi yang berbeda. Pengujian pH tanah dilakukan dengan empat metode, yaitu (1) pengujian laboratorium; (2) pengukuran menggunakan pH meter; (3) pengukuran menggunakan sensor pH tanah 1; dan (4) pengukuran menggunakan sensor pH tanah 2. Berikut adalah grafik perbandingan pengujian pH tanah.

E. Pengujian Sensor DHT11

Pada pengujian ini diambil sebanyak 12 sampel dengan rentang data yang diolah adalah setiap 1 jam. Hasil pengujian sensor tersaji pada Tabel 3 Data Hasil Pengujian Suhu Ruangan dengan hasil perbandingan pembacaan sensor dan Tabel 4 Data Hasil Pengujian Kelembapan Ruangan dengan hasil perbandingan pembacaan sensor yang ditampilkan aplikasi Blynk Apps dengan pembacaan alat ukur dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil Uji Coba Suhu Ruangan dan Kelembapan Ruangan

Pada Tabel 3 memperlihatkan 12 data pengukuran data variasi berdasarkan jam mulai 7.00 sampai 18.00 selama 12 jam, yang diukur menggunakan sensor DHT11 dan termometer ruangan. Pada pengujian sensor terlihat suhu tertinggi berada pada pukul 11.00 hingga 13.00 hal ini dikarenakan paparan sinar matahari langsung yang mencapai puncaknya pada jam-jam tersebut. Pada pengujian sensor terlihat kelembapan ruangan terendah berada pada pukul 11.00 hingga 13.00 hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu ruangan yang didapat maka semakin rendah kelembapan ruangan yang didapat hal ini dikarenakan pada periode tersebut proses pemanasan udara berlangsung secara optimal.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Suhu Ruangan dan Data Hasil Pengujian Kelembapan Ruangan

Jam	Suhu Ruangan		Kelembapan Ruangan	
	Sensor DHT11	Alat Ukur	Sensor DHT11	Alat Ukur
7	29	29.5	91	89
8	40	37.8	70	65
9	43	42	64	59
10	38	37.9	53	54
11	47	44.1	39	35
12	45	45.2	37	32
13	47	43.9	44	42
14	43	42.1	53	53
15	35	33.7	52	53
16	34	32.9	80	74
17	31	30.6	89	86
18	28	27.3	94	99

4.1. Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai kelembapan tanah menggunakan sensor *soil moisture* terhadap nilai kelembapan yang diukur menggunakan alat ukur standar. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan keterangan DRY, DRY +, MED, WET, WET+. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran Kelembapan Tanah

Pengukuran ke-	Alat Ukur Standar	Sensor <i>Soil moisture</i>	Keterangan
1	10	7	DRY+
2	20	25	DRY
3	58	52	MED
4	70	74	WET
5	83	81	WET+

Keterangan

DRY+ : Sangat Kering

DRY : Kering

MED : Normal

WET : Basah

WET+ : Sangat Basah

Pada pengukuran menggunakan alat ukur menampilkan nilai kelembapan tanah pada *range* 10 – 83. Sedangkan sensor *soil moisture* menampilkan nilai kelembapan tanah pada *range* 7 – 81, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang kecil, antara data yang diperoleh dari alat ukur standar dan sensor *soil moisture*.

4.2. Pengambilan Data Setelah ditanami Jahe Merah

Pengambilan data pada tanah yang ditanami tanaman jahe dilakukan di *green house* yang terletak di belakang Laboratorium Kendali Digital dan Komputasi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Tabel 6. Pengambilan data pH tanah dan Kelembapan Tanah setelah ditanami jahe merah

Tanggal	Sensor pH Tanah Jahe Merah	Alat Ukur	Error pH	Sensor Kelembapan Tanah Jahe Merah	Alat Ukur	Error Kelembapan Tanah Jahe Merah
27/7/2024 (pagi)	6	5.8	3%	41	40	3%
27/7/2024 (sore)	6	5.9	2%	58	52	12%
28/7/2024 (pagi)	6.1	6.6	8%	30	25	20%
28/7/2024 (sore)	6.3	6.1	3%	53	52	2%
29/7/2024 (pagi)	6.3	6.1	3%	35	30	17%
29/7/2024 (sore)	5.9	5.9	0%	57	60	5%
30/7/2024 (pagi)	6	5.9	2%	27	25	8%
30/7/2024 (sore)	5.9	5.6	5%	48	38	26%
31/7/2024 (pagi)	5.8	5.7	2%	21	28	25%
31/7/2024 (sore)	5.9	5.4	9%	58	60	3%
1/8/2024 (pagi)	5.9	6.1	3%	65	60	8%
1/8/2024 (sore)	5.9	5.3	11%	29	35	17%
2/8/2024 (pagi)	5.8	5.7	2%	68	70	3%
2/8/2024 (sore)	5.8	5.7	2%	32	30	7%

Tanggal	Sensor pH Tanah Jahe Merah	Alat Ukur	Error pH	Sensor Kelembapan Tanah Jahe Merah	Alat Ukur	Error Kelembapan Tanah Jahe Merah
3/8/2020 (pagi)	5.8	5.9	2%	10	20	50%
3/8/2024 (sore)	5.6	5.5	2%	67	60	12%
4/8/2024 (pagi)	5.5	5.7	4%	49	60	18%
4/8/2024 (sore)	5.5	5.3	4%	53	60	12%
5/8/2024 (pagi)	5.6	5.6	0%	58	50	16%
5/8/2024 (sore)	5.5	5.6	2%	62	70	11%
6/8/2024 (pagi)	5	5	0%	60	65	8%
6/8/2024 (sore)	4.9	5	2%	63	60	5%
7/8/2024 (pagi)	5	5.1	2%	11	10	10%
7/8/2024 (sore)	4.9	4.6	7%	30	50	40%
8/8/2024 (pagi)	5	5.4	7%	69	60	15%
8/8/2024 (sore)	5	5.2	4%	12	10	20%
9/8/2024 (pagi)	5.1	5.5	7%	68	60	13%
9/8/2024 (sore)	4.8	5.1	6%	77	70	10%
Rata-Rata Error			2%	Rata-Rata Error		11%

Hasil pengambilan data pada tahap persiapan tanah yang ditampilkan pada Tabel 6 dapat dilihat data nilai pH tanah pada rak jahe merah. Terdapat kenaikan yang cukup signifikan pada masa inkubasi tanah. Nilai pH awal tanah sebesar 5,1. Perbedaan nilai pH ini karena adanya proses inkubasi tanah. Tujuan inkubasi tanah adalah untuk mendekomposisi bahan organik, melepaskan nutrisi, serta memungkinkan kolonisasi mikroorganisme hingga tercapai keseimbangan yang diinginkan. Proses inkubasi memastikan bahwa tanah berada dalam kondisi yang optimal atau sesuai dengan kebutuhan. Hasil dari alat menunjukkan bahwa, pada awal atau sebelum inkubasi, pH tanah gambut yang awalnya 5 telah berhasil dinaikkan sehingga tanah tersebut dapat digunakan sebagai media tanam jahe.

Hasil pembacaan nilai sensor terhadap pembacaan alat ukur diperoleh nilai *error* sebesar 11 %. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa nilai kelembapan yang diperoleh berdasarkan pembacaan sensor *soil moisture* dan alat ukur sebagai data pembandingan memiliki nilai yang beragam. Perubahan kondisi kelembapan tanah dipengaruhi oleh sensor dan alat ukur yang digunakan.

Tabel 7. Pengambilan data pH tanah setelah ditanami jahe putih

Tanggal	Sensor pH Tanah Jahe Putih	Alat Ukur	Error pH Tanah Jahe Putih	Sensor Kelembapan Tanah	Alat Ukur	Error Kelembapan Tanah Jahe Putih
27/7/2024 (pagi)	6.1	6	2%	40	42	5%
27/7/2024 (sore)	6.1	6.3	3%	56	58	3%
28/7/2024 (pagi)	6	5.7	5%	29	35	17%
28/7/2024 (sore)	6.4	6.2	3%	52	55	5%
29/7/2024 (pagi)	6.3	6.2	2%	29	36	19%
29/7/2024 (sore)	6.2	6.1	2%	51	50	2%
30/7/2024 (pagi)	6.1	6.2	2%	35	35	0%
30/7/2024 (sore)	6	6	0%	42	50	16%
31/7/2024 (pagi)	6	6.1	2%	23	30	23%
31/7/2024 (sore)	6	5.8	3%	55	50	10%

Tanggal	Sensor pH Tanah Jahe Putih	Alat Ukur	Error pH Tanah Jahe Putih	Sensor Kelembapan Tanah	Alat Ukur	Error Kelembapan Tanah Jahe Putih
1/8/2024 (pagi)	5.8	5.9	2%	56	60	7%
1/8/2024 (sore)	5.8	5.4	7%	29	40	28%
2/8/2024 (pagi)	5.7	5.5	4%	32	30	7%
2/8/2024 (sore)	5.8	5.7	2%	32	30	7%
3/8/2024 (pagi)	5.7	5.8	2%	17	20	15%
3/8/2024 (sore)	5.5	5.2	6%	53	60	12%
4/8/2024 (pagi)	5.4	5.6	4%	49	55	11%
4/8/2024 (sore)	5.4	5.1	6%	53	60	12%
5/8/2024 (pagi)	5.5	5.3	4%	49	50	2%
5/8/2024 (sore)	5.5	5.2	6%	57	50	14%
6/8/2024 (pagi)	5.2	5.1	2%	55	60	8%
6/8/2024 (sore)	5.1	5.2	2%	56	60	7%
7/8/2024 (pagi)	5.2	5.2	0%	7	10	30%
7/8/2024 (sore)	5.1	5.2	2%	34	60	43%
8/8/2024 (pagi)	5.2	5.1	2%	72	80	10%
8/8/2024 (sore)	5.2	5.4	4%	46	40	15%
9/8/2024 (pagi)	5.6	5.5	2%	68	70	3%
9/8/2024 (sore)	5	5.1	2%	72	70	3%
Rata-Rata Error			2%	Rata-Rata Error		7%

Pengambilan data pada tahap persiapan tanah yang ditampilkan pada Tabel 7 dapat dilihat data nilai pH tanah pada rak jahe putih. Terdapat kenaikan yang cukup signifikan pada masa inkubasi tanah. Nilai pH tanah pada tanggal 21/7/2024 (sore) pH tanah setelah inkubasi sebesar 5,9 dan pada tanggal 15/7/2024 (pagi) pH tanah awal sebesar 5,2. Dengan memberikan dolomit, dapat meningkatkan pH tanah gambut. Kalsium dan magnesium dalam dolomit akan bereaksi dengan ion hidrogen (H+) dalam tanah, sehingga mengurangi keasaman. Proses ini tidak hanya meningkatkan pH, tetapi juga meningkatkan kadar basa tanah, kalsium, dan magnesium. Selain itu, dolomit juga dapat mengurangi konsentrasi senyawa organik yang bersifat racun bagi tanaman. Inkubasi tanah yang dilakukan berhasil karena terjadi kenaikan pH, menjadi 5,9 dan tanah sudah dapat digunakan sebagai media tanam.

Ketidakstabilan pembacaan sensor ini dapat dilihat pada Tabel 9, di mana selisih hasil pembacaan dengan alat ukur standar cukup signifikan, menunjukkan ketidakakuratan alat tersebut dengan nilai rata-rata error sebesar 7%.

Tabel 10. Pengambilan data suhu ruangan dan kelembapan ruangan setelah ditanami jahe merah dan jahe putih

Tanggal	Suhu Ruangan	Alat Ukur	Error Suhu Ruangan	Kelembapan Ruangan	Alat Ukur	Error Kelembapan Ruangan
27/7/2024 (pagi)	42	45.4	7%	50	74	32%
27/7/2024 (sore)	34	32	6%	89	90	1%
28/7/2024 (pagi)	40	37.1	8%	81	83	2%
28/7/2024 (sore)	34	32.5	5%	89	83	7%
29/7/2024 (pagi)	41	39.2	5%	82	85	4%
29/7/2024 (sore)	35	34.5	1%	77	65	18%
30/7/2024 (pagi)	32	32.2	1%	95	92	3%

30/7/2024 (sore)	32	30.2	6%	91	87	5%
31/7/2024 (pagi)	28	26.7	5%	98	99	1%
31/7/2024 (sore)	32	30.9	4%	92	84	10%
1/8/2024 (pagi)	28	27.5	2%	98	99	1%
1/8/2024 (sore)	28	27.1	3%	98	97	1%
2/8/2024 (pagi)	42	42.1	0%	86	61	41%
2/8/2024 (sore)	28	26.6	5%	98	99	1%
3/8/2020 (pagi)	37	37.2	1%	90	69	30%
3/8/2024 (sore)	29	27.6	5%	98	99	1%
4/8/2024 (pagi)	43	43.9	2%	85	59	44%
4/8/2024 (sore)	28	26.6	5%	98	99	1%
5/8/2024 (pagi)	36	38.5	6%	98	71	38%
5/8/2024 (sore)	30	28.5	5%	95	96	1%
6/8/2024 (pagi)	30	30.6	2%	98	95	3%
6/8/2024 (sore)	36	34.3	5%	88	74	19%
7/8/2024 (pagi)	31	30.8	1%	98	94	4%
7/8/2024 (sore)	30	28.9	4%	98	97	1%
8/8/2024 (pagi)	44	41.5	6%	74	85	13%
8/8/2024 (sore)	24	29.4	18%	98	93	5%
9/8/2024 (pagi)	38	41.1	8%	84	54	56%
9/8/2024 (sore)	32	30.2	6%	95	91	4%
Rata-Rata Error		3%	Rata-Rata Error		5%	

Fluktuasi suhu ruangan yang cukup besar, terutama pada tanggal 28 juli (pagi) dan 8 agustus (pagi), hal ini dikarenakan adanya faktor lain yang mempengaruhi suhu ruangan selain waktu pengukuran. Faktor tersebut bisa meliputi perubahan cuaca di luar ruangan, pengukuran dengan sensor yang tidak mewakili suhu ruangan secara keseluruhan atau kesalahan dalam pengukuran.

Kelembapan ruangan cenderung tinggi, dengan nilai rata-rata diatas 85%. Terdapat beberapa perbedaan yang cukup jauh pada beberapa tanggal, di mana kelembapan ruangan jauh lebih rendah dibandingkan dengan hari-hari lainnya. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti sensor dan alat ukur yang digunakan memiliki kualitas yang kurang baik

4.3. Pengamatan Pertumbuhan Jahe

Tabel 12. Rata-Rata Hasil Tanaman Jahe Merah

Parameter	Minggu Ke-		
	1	2	3
Tinggi Tanaman	16.4 cm	19.7 cm	20.2 cm
Jumlah daun	15 helai	16 helai	17 helai

Berdasarkan Tabel 12 dapat dilihat bahwa pertumbuhan tanaman jahe merah pada umumnya menunjukkan peningkatan dari waktu ke waktu, baik dari segi tinggi maupun jumlah daun. Peningkatan jumlah daun juga mengindikasikan pertumbuhan vegetatif yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman jahe merah mampu melakukan fotosintesis dengan baik untuk menghasilkan makanan.

Tabel 13. Rata-Rata Hasil Tanaman Jahe Putih

Parameter	Minggu Ke-		
	1	2	3
Tinggi Tanaman	25.2 cm	26.7 cm	27.6 cm
Jumlah daun	16 helai	17 helai	20 helai

Berdasarkan Tabel 13 dapat dilihat bahwa tanaman jahe putih mengalami pertumbuhan yang baik dari segi tinggi maupun jumlah daun selama periode pengamatan. Rata-rata tinggi tanaman secara bertahap meningkat dari minggu pertama sampai minggu ketiga, menunjukkan adanya pertumbuhan vegetatif.

KESIMPULAN

Penelitian budidaya tanaman ini dilaksanakan di halaman Laboratorium Kendali Digital dan Komputasi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura selama \pm 3 minggu, dari tanggal 15 Juli 2024 hingga 9 Agustus 2024. Bibit jahe merah dan jahe putih yang digunakan dalam penelitian ini berusia \pm 3 bulan dan berasal dari petani di Sungai Raya, dengan 10 bibit (5 jahe merah dan 5 jahe putih). Dua rak tanaman dari kayu ukuran 600 cm x 60 cm digunakan sebagai tempat penanaman, dengan tanah gambut dari Parit Demang dan pupuk kandang ayam dari Siantan. Alat-alat yang digunakan termasuk cangkul, ember, arit, termometer ruangan, pH meter, dan soil tester. Tahapan penanaman diawali dengan pembuatan green house menggunakan rangka kayu dan plastik UV, dilengkapi sirkulasi udara dan sistem perairan menggunakan pipa 1 inch sepanjang 3 meter. Pengambilan sampel tanah dilakukan untuk mengukur pH sebelum penelitian, dan media tanam yang terdiri dari tanah gambut, pupuk kandang, dan kapur dolomit diinkubasi selama satu minggu. Bibit yang telah disiapkan ditempatkan dalam polybag dan disimpan di ruang terbuka selama satu minggu sebelum dipindahkan ke media tanam di rak 1 (5 bibit jahe merah) dan rak 2 (5 bibit jahe putih) yang berada di dalam Smart Green house. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman otomatis setiap hari untuk menjaga kelembapan tanah, dengan pompa yang aktif saat sensor menunjukkan kelembapan \leq 50%, serta pengendalian gulma secara mekanis setiap 5 hari atau sesuai pertumbuhan gulma.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, S., Ningtyas, A. A., Raulima, A., & Airiyani, M. L. (2022). Pembudidayaan tanaman hortikultura dengan metode green house. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 6(5), 283–292.
- Arfiansyah, J., & Ariyani, P. F. (2023). Prototype penyiraman tanaman dan kanopi otomatis pada greenhouse dengan sensor kelembapan tanah dan sensor hujan menggunakan Arduino. *Jurnal TICOM Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 11(2), 98–102.
- Bafdal, N., & Ardiansah, I. (2020). *Smart farming berbasis internet of things dalam greenhouse*. Jatinangor-Sumedang: Unpad Press.
- Fahmi, A., Hadi, C. F., & Yusa, A. M. (2022). Prototype sistem monitoring suhu dan kelembapan udara pada tanaman cabai berbasis IOT. *Zetroem*, 4(2), 42–46.
- Firdhausi, A. R., Budiyanto, A., & Nurcahyani, I. (2018). Rancang bangun smart greenhouse untuk budidaya tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) dengan OSAndroid. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, 1–6. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/12436>
- Ghofur, A., & Mursadin, A. (2018). Karakteristik tanah gambut sebagai energi alternatif. *Jukung (Jurnal Teknologi Lingkungan)*, 4(2), 42–48. <https://doi.org/10.20527/jukung.v4i2.6583>
- Hartatik, W., & Widowati, L. (2006). Pupuk kandang. In *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati* (pp. 59–82).
- Indrajati, M. S. I. (2022). Langkah menuju pertanian modern di era digitalisasi, smart green house mendukung peningkatan produksi florikultura. <https://repository.pertanian.go.id/bitstreams/5fec8b7f-9432-4671-87bf-4b23a96e901e/download>
- Irfayanti, A. D. (2023). *STATISTIK HORTIKULTURA 2022*. BPS-Statistic Indonesia. <https://www.bps.go.id/>
- Kurniasari, L., Hartati, I., Ratnani, R. D., & Sumantri, I. (2008). Kajian ekstraksi minyak jahe menggunakan microwave assisted extraction (MAE). *Momentum*, 4(2), 47–52.
- Lesmana, R. (2022). Identifikasi kenampakan fisik tanah gambut (Peat Soil) di Kelurahan Tanjung Selor Timur Kabupaten Bulungan Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Pendidik Tambusai*, 6(3), 13688–13693. <https://doi.org/10.31004/jptam.v6i3.4492>
- Muhammad, K., Zakariah, M. A., & Zakariah, K. M. (2020). *Kesuburan tanah* (1st ed., vol. 7, no. 2). Yayasan Kita Menulis. <https://kitamenulis.id>
- Nurhalimah, S., Yusa, A. M., & Fahmi, A. (2023). Rancang bangun sistem monitoring kelembapan tanah dengan konsep smart farming untuk budidaya tanaman cabai rawit berbasis internet of things (IoT). *Software Development, Digital Business, and Intelligent Computing Engineering*,

- 1(2), 49–54. <https://doi.org/10.57203/session.v1i02.2023.40-54>
- Puryati, D., Kuntadi, S., & Basuki, T. I. (2018). Manajemen usaha budidaya tanaman hortikultura dalam polybag (tanaman hortikultura modern). *Jurnal Dharma Bhakti Ekuitas*, 3(1), 277–281.
- Ristian, U., Ruslianto, I., & Sari, K. (2022). Sistem monitoring smart greenhouse pada lahan terbatas berbasis internet of things (IoT). *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika*, 8(1), 87. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jepin/article/view/52770/75676592894>
- Rostiana, O., Bermawie, N., & Rahardjo, M. (2010). Budidaya jahe, kencur, kunyit, dan temulawak (2nd ed.). Bogor: Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. <http://www.balittro.litbang.deptan.go.id>
- Triyanto, D., Ristian, U., Rekayasa Sistem Komputer, & MIPA Universitas Tanjungpura Jalan Hadari Nawawi Pontianak. (2021). Rancang bangun smart green house berbasis internet of things. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 9(3), 352–363.
- Wicaksana, N., Hadary, F., & Hartoyo, A. (2018). Rancang bangun sistem monitoring smart greenhouse berbasis android dengan aplikasi sensor suhu, kelembapan udara dan tanah untuk budidaya jamur merang. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1), 1–5.
- Zakariah, M. A., Afriani, V., & Zakariah, K. M. (2020). Metodologi penelitian kualitatif, kuantitatif, action research, research and development (R n D). Yayasan Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka.



© 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).