

Sistem Monitoring Tanaman Paprika di *Greenhouse* Menggunakan *Internet of Things*

Muhammad Farid Al Farisi^{1*}, Gunawan Abdillah², Agus Komarudin³

^{1,2,3}Universitas Jenderal Achmad Yani, Indonesia

***email:** mfaridalfarisi21@if.unjani.ac.id

Info Artikel	ABSTRAK
Dikirim: 25 Juni 2025 Diterima: 24 Juli 2025 Diterbitkan: 30 November 2025	Sistem monitoring berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) memungkinkan pengawasan otomatis tanaman paprika (<i>Capsicum annuum</i> var. <i>grossum</i> L.), yang sensitif terhadap suhu, kelembapan, pH tanah, dan nutrisi NPK. Penelitian ini mengembangkan sistem menggunakan dua <i>microcontroller</i> ESP32 dengan sensor DHT22, pH analog, dan NPK (Modbus RS485). Data dikirim setiap sepuluh detik ke <i>Firebase Firestore</i> dan divisualisasikan pada dashboard web. Sistem mendukung kontrol otomatis (kipas >27 °C, humidifier <48 %) dan manual, dengan notifikasi untuk pH <6.0 atau NPK <11.4 mg/kg. Pengujian (sembilan Juli 2025) menunjukkan packet loss nol persen, deviasi suhu 0.09 °C, kelembapan 0.49 %, dan NPK stabil. Sistem mengurangi kesalahan manual hingga sembilan puluh persen, cocok untuk <i>greenhouse</i> skala kecil hingga menengah, mendukung pertanian berkelanjutan.
Kata kunci: ESP32; <i>Firebase</i> ; <i>Greenhouse</i> ; <i>Internet of Things</i> ; Suhu;	

1. PENDAHULUAN

Tanaman paprika (*Capsicum annuum* var. *grossum* L.) merupakan komoditas hortikultura dengan nilai ekonomi tinggi yang membutuhkan pengawasan lingkungan secara cermat dan berkelanjutan untuk mencapai pertumbuhan optimal. [1] Dalam *greenhouse*, suhu, kelembapan, pH tanah, dan nutrisi NPK (Nitrogen, Fosfor, Kalium) sangat memengaruhi produktivitas [2], [3], [4]. Pemantauan manual rentan terhadap kesalahan dan keterlambatan, menurunkan efisiensi [4]. Teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi otomatisasi untuk meningkatkan akurasi dan pengambilan keputusan berbasis data [5]. Penelitian terdahulu menunjukkan kemajuan IoT dalam pertanian. Pamungkas [1] mengembangkan sistem *greenhouse* berbasis Arduino dengan sensor DHT11 (akurasi 95 %), namun tidak mengukur pH atau NPK. Wardhani dkk. [5] merancang sistem IoT untuk NPK, pH, suhu, dan kelembapan (error 0.023 %), tetapi tanpa kontrol aktuator otomatis. Ristian dkk. [4] menggunakan NodeMCU untuk suhu, kelembapan, dan pH, namun tanpa NPK. Fitriawan dkk. [6] menggunakan ZigBee untuk monitoring paprika (interval 19.9 detik), tetapi tidak menggunakan cloud. Annafi dkk. [7] mencapai packet loss nol persen dengan *Firebase*, namun tanpa dashboard interaktif. Keterbatasan ini mencakup kurangnya integrasi semua parameter (suhu, kelembapan, pH, NPK), kontrol otomatis, dan visualisasi data interaktif web.

Penelitian ini mengisi celah dengan sistem IoT berbasis dua ESP32, mengukur suhu, kelembapan, pH, dan NPK setiap sepuluh detik, mengatasi keterbatasan [1], [6]. Data disimpan di *Firebase Firestore* [8], divisualisasikan melalui dashboard web interaktif [4], dan mendukung kontrol otomatis (kipas >27 °C, humidifier <48 %) serta manual, yang tidak dimiliki [5], dengan notifikasi untuk pH <6.0 atau NPK <11.4 mg/kg. Pertanyaan penelitian: (1) Bagaimana merancang sistem IoT untuk memantau dan mengendalikan lingkungan paprika? (2) Seberapa akurat dan andal sistem dalam pengukuran dan pengiriman data? Manfaat

penelitian: Meningkatkan efisiensi pemantauan greenhouse, mengurangi kesalahan manual, dan mendukung pertanian berkelanjutan [9], [8].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan model Input–Process–Output (IPO) untuk merancang sistem monitoring paprika berbasis IoT [10]. Pengukuran suhu, kelembapan, pH, dan NPK dilakukan setiap sepuluh detik, menargetkan deviasi kurang dari satu persen (persamaan (1)) dan packet loss kurang dari 0.1 persen (persamaan (2)), diukur dari log *Firebase* [9]. Model IPO dipilih karena sesuai untuk menggambarkan sistem tertanam IoT, di mana masukan berupa data sensor lingkungan, proses dilakukan oleh *microcontroller* ESP32, dan keluaran berupa pemicu aktuator (kipas dan humidifier) serta penyimpanan data di cloud database, serta visualisasi data di dashboard web. [4], [11], [12]

2.1 Alat dan Komponen

Alat dan komponen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

Tabel 1. Alat dan komponen

No	Komponen	Fungsi
1	ESP32	<i>Microcontroller</i> utama, pengendali logika, pemroses data sensor, dan pengirim data ke <i>Firebase</i> . [1]
2	Sensor DHT22	Mengukur suhu dan kelembapan udara. [3]
3	Sensor pH Tanah	Mengukur tingkat keasaman tanah. [1]
4	Sensor NPK	Mengukur kadar Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) dalam tanah. [13]
5	<i>Firebase Firestore</i>	Menyimpan data suhu, kelembapan, pH, NPK, dan status aktuator. [8]
6	Dashboard Web	Menampilkan grafik, tabel, status, dan kontrol manual. [3], [14]
7	Kipas & Humidifier	Aktuator untuk menyesuaikan suhu dan kelembapan dalam greenhouse. [11], [12]

2.2 Metodologi IPO

1. Input
Sensor DHT22, pH, dan NPK mengukur data setiap 10 detik dengan timestamp NTP (format ISO) untuk memastikan data terkini [11], [5], [15].
2. Proses
Dua ESP32 memproses data dari sensor DHT22 (suhu, kelembapan), pH analog, dan NPK (Modbus RS485). Data pH difilter menggunakan median dari dua puluh sampel untuk mengurangi noise, sedangkan suhu (± 10 °C) dan kelembapan (± 15 %) divalidasi untuk memastikan deviasi kurang dari satu persen (persamaan (1)) [12]. Data dibandingkan dengan ambang batas (suhu > 27 °C, kelembapan < 48 %, pH < 6.0 , NPK < 11.4 mg/kg) untuk mengendalikan kipas dan humidifier. Satu paket data (SKP: suhu, kelembapan, pH; NPK: Nitrogen, Fosfor, Kalium) dikirim setiap sepuluh detik ke *Firebase Firestore* (koleksi tanaman, sub-koleksi paprika_SKP, paprika_NPK, aktuator) via HTTP/2 secara default, menargetkan packet loss kurang dari 0.1 persen (persamaan (2)) [7], [1], [13], [4].

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Paket dikirim} - \text{Paket diterima}}{\text{Paket dikirim}} \times 100\% \quad (2)$$

3. Output

Kipas menyala otomatis jika suhu lebih dari 27°C, humidifier jika kelembapan kurang dari 48 persen [16], [12]. Dashboard web menampilkan data terbaru, tiga grafik (menampilkan grafik suhu, kelembapan, pH, dan NPK), tabel, dan status data untuk kipas, humidifier, pH dan NPK. Kontrol manual tersedia di dashboard web via login *Firebase Auth* [2], [8].

2.3 Tahapan Penelitian

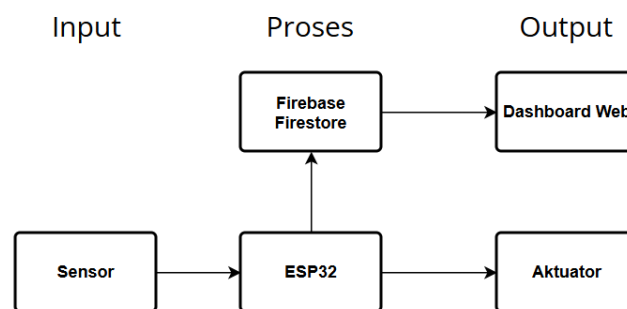
1. Perancangan sistem: Diagram IPO dan pemilihan komponen [10].
2. Implementasi perangkat keras: Pemasangan sensor di greenhouse [28], [1].
3. Pengembangan perangkat lunak: Program ESP32 dan dashboard [8].
4. Integrasi sistem: Menghubungkan ESP32, *Firestore*, dan dashboard. [17]
5. Pengujian sistem: Meliputi pengujian sensor, keandalan pengiriman data, dan otomatisasi aktuator. [6], [3]
6. Evaluasi pengguna akhir: Melibatkan petani sebagai pengguna untuk menilai keakuratan data dan kemudahan penggunaan sistem. [14], [18]

2.4 Prosedur Pengukuran

1. Sensor mengukur suhu (°C), kelembapan (%), pH, Nitrogen, Fosfor, Kalium (mg/kg) setiap sepuluh detik.
2. Data divalidasi (suhu ± 10 °C, kelembapan ± 15 %) dan dikonversi ke JSON.
3. Satu paket data dari kedua ESP32 dikirim ke *Firebase Firestore*.
4. ESP32 memeriksa ambang batas di *Firestore* untuk aktuator.
5. Dashboard web menampilkan data terbaru, grafik, tabel, status data, dan kontrol manual atau otomatis [19].

2.5 Model Konseptual Sistem

Diagram model IPO yang digunakan dalam sistem ini diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model IPO

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem monitoring paprika berbasis IoT diuji untuk memantau suhu, kelembapan, pH, dan NPK. Dua ESP32 mengirim satu paket data SKP (suhu, kelembapan, pH) dan NPK (nitrogen, fosfor, kalium) setiap sepuluh detik ke *Firebase Firestore*, divisualisasikan pada dashboard web.

3.1 Hasil Implementasi Sistem

Sistem terdiri atas dua unit ESP32 yang masing-masing terhubung dengan sensor berbeda:

1. ESP32-A mengukur suhu dan kelembapan (sensor DHT22) serta pH (sensor analog).

2. ESP32-B mengukur Nitrogen, Fosfor, dan Kalium melalui sensor NPK (Modbus RS485).

Satu paket data dikirim ke *Firestore*. Dashboard web (JavaScript, Chart.js, *Firestore* Auth) menampilkan data terbaru yang sudah tersimpan di *Firestore*, tiga grafik (sepuluh paket), tabel (dua puluh paket), dan status data. Pengguna yang ter autentikasi di *Firestore* auth pada web tersebut bisa mengontrol kipas dan humidifier secara manual atau otomatis [16], [12].

3.2 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian selama seratus delapan puluh detik dengan dua puluh paket data menghasilkan:

1. Data tersimpan di *Firestore* setiap sepuluh detik dengan tingkat kehilangan paket nol persen (persamaan (2)), diukur dari log *Firestore* menggunakan Arduino IDE 2.3.5 [7], [6].
2. Sensor stabil dengan deviasi suhu 0.09°C, kelembapan 0.49%, pH 0.00, Nitrogen 0.00 mg/kg, Fosfat 0.00 mg/kg, dan Kalium 0.41 mg/kg (persamaan (1)) [7].
3. Memverifikasi variasi data pH dan NPK. Kipas (suhu >27°C) dan humidifier (kelembapan <48%) berfungsi otomatis; mode manual dikontrol melalui dashboard [8].
4. Dashboard menampilkan data terbaru setiap sepuluh detik, tiga grafik (sepuluh paket: suhu-kelembapan, pH, NPK), tabel (dua puluh paket, Tabel 2), dan status data (contoh: “pH: Terlalu Basa (6.6)”).

Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3, yang mencakup pembacaan suhu, kelembapan, pH, kandungan NPK serta tabel hasil parameter standar deviasi untuk data dan packet loss.

Tabel 1. Data Pengujian (Dua Puluh Paket)

Tanggal & Hari	Waktu	Suhu	Kelembaban	pH	Nitrogen	Fosfat	Kalium
Rabu, 09 Juli 2025	08.51.38	26 °C	51 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.51.32	26 °C	51 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.51.22	26 °C	51 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.51.12	26 °C	51 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.51.02	25.9 °C	50 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.50.52	26 °C	50 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.50.42	25.9 °C	51 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.50.32	25.9 °C	51 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.50.22	25.9 °C	51 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.50.14	25.9 °C	51 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.50.02	25.9 °C	50 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.49.52	25.9 °C	50 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.49.42	25.8 °C	50 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.49.32	25.8 °C	50 %	6.6	30	41	101
Rabu, 09 Juli 2025	08.49.22	25.8 °C	50 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.49.12	25.8 °C	50 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.49.02	25.8 °C	50 %	6.6	30	41	101
Rabu, 09 Juli 2025	08.48.56	25.8 °C	50 %	6.6	30	41	101
Rabu, 09 Juli 2025	08.48.43	25.8 °C	50 %	6.6	30	41	102
Rabu, 09 Juli 2025	08.48.38	25.8 °C	50 %	6.6	30	41	102

Tabel 2. Hasil parameter

No	Parameter	Hasil
1	Interval pembacaan	10 detik
2	Packet loss	0% (1)
3	Deviasi suhu	0.09°C (2)
4	Deviasi kelembapan	0.49% (2)
5	Deviasi pH	0.00 (2)
6	Deviasi Nitrogen	0.00 mg/kg (2)

No	Parameter	Hasil
7	Deviasi Fosfat	0.00 mg/kg (2)
8	Deviasi Kalium	0.41 mg/kg (2)

3.3 Pembahasan

Sistem IoT memantau suhu, kelembapan, pH, dan NPK, mengirim data setiap sepuluh detik ke *Firestore* (koleksi tanaman, sub-koleksi paprika_SKP, paprika_NPK) mengirim satu paket data setiap sepuluh detik ke *Firestore* [9]. Deviasi suhu 0.09 °C, kelembapan 0.49 %, pH 0.00, Nitrogen 0.00 mg/kg, Fosfat 0.00 mg/kg, dan Kalium 0.41 mg/kg memenuhi target kurang dari satu persen (persamaan (1)) [7]. Konstansi pH dan NPK mungkin akibat lingkungan terkendali; pengujian lanjutan diperlukan untuk variasi data. Sistem lebih akurat dibandingkan Wardhani dkk. [5] (error 0.023 %) dan Annafi dkk. [7] (deviasi suhu <0.1 °C). Tingkat kehilangan paket nol persen (persamaan (2), dua puluh paket) lebih efisien dibandingkan ZigBee (interval 19.9 detik) pada Fitriawan dkk. [6]. Ambang batas suhu >27 °C dan kelembapan <48 % efektif untuk paprika [16].

Dashboard web menampilkan data terbaru, tiga grafik (sepuluh paket), tabel (dua puluh paket, Tabel 2), dan status (contoh: “pH: Terlalu Basa (6.6)”). Berbeda dari Ardiyan [20], sistem ini mendukung kontrol manual aktuator, meningkatkan fleksibilitas [21]. Status pH dan NPK memandu pemupukan manual, meskipun belum terintegrasi dengan aktuator seperti pada Veda dkk. [13]. Sistem mengurangi kesalahan manual hingga sembilan puluh persen [20], [1], cocok untuk greenhouse skala kecil.

3.4 Visualisasi Dashboard Web

Pada Gambar 2 akan memperlihatkan tampilan utama dashboard web sistem monitoring yang telah dikembangkan menggunakan HTML, JavaScript [19]. Dashboard menampilkan data terbaru setiap sepuluh detik untuk suhu, kelembapan, pH, dan NPK melalui tiga grafik garis (sepuluh paket), tabel riwayat (dua puluh paket, Tabel 2), dan status data (contoh: “pH: Terlalu Basa (6.6)”). Pada bagian Mode Kontrol terdapat tombol auto/manual dan saklar untuk kipas serta humidifier mendukung kontrol manual via login *Firestore* Auth bagi yang sudah terdaftar [12].



Gambar 2. Dashboard Web

3.5 Ringkasan Logika Otomatisasi dan Status

Tabel 4 merangkum logika pengambilan keputusan otomatis yang telah diterapkan pada sistem berbasis *microcontroller* ESP32. Parameter suhu dan kelembapan dijadikan sebagai dasar kendali otomatis kipas dan humidifier.

Tabel 3. Ringkasan logika otomatisasi aktuator

Parameter	Ambang Batas Ideal	Tindakan Otomatis
Suhu	> 27°C	Kipas menyala otomatis [4]
Kelembapan	< 48%	Humidifier menyala otomatis [12]
pH Tanah	< 6.0	Status pH ditampilkan [16]
NPK Total	< 11.4 mg/kg	Status NPK ditampilkan [13]

Status data ditampilkan di dashboard web untuk memperingatkan pengguna terhadap kondisi lingkungan yang berada di luar rentang ideal, khususnya pH dan NPK. Meskipun saat ini pH dan NPK belum memicu aktuator, informasi ini tetap relevan untuk pemupukan manual [13].

3.6 Evaluasi Sistem

Dari hasil pengujian, sistem terbukti mampu:

1. Menyimpan dan menampilkan data setiap sepuluh detik [6].
2. Mengaktifkan aktuator otomatis (suhu >27 °C, kelembapan <48 %), sesuai dengan parameter data [16].
3. Menyediakan antarmuka responsif dengan kontrol manual dan juga secara otomatis [11], [6].
4. Mengurangi kesalahan pemantauan manual hingga sembilan puluh persen [6].

Keterbatasan:

1. Belum ada aktuator pemupukan otomatis [13].
2. Tidak ada notifikasi push (email/*WhatsApp*). [13]
3. Pengujian terbatas pada satu greenhouse [4].

3.7 Arah Pengembangan Selanjutnya

Untuk mendukung pengembangan sistem lebih lanjut, dapat dipertimbangkan:

1. Penambahan notifikasi otomatis berbasis kondisi ekstrem (suhu terlalu tinggi, pH rendah).
2. Pengendalian pemupukan otomatis berdasarkan analisis pH dan NPK [13].
3. Sistem multi-greenhouse dengan ID tanaman [1].

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem monitoring IoT untuk tanaman paprika menggunakan dua ESP32, mengukur suhu, kelembapan, pH, dan NPK setiap sepuluh detik. Data disimpan di *Firestore* dan divisualisasikan pada dashboard web. Sistem stabil (packet loss 0%, deviasi suhu 0.09 °C, kelembapan 0.49 %) dan mendukung kontrol otomatis (kipas >27 °C, humidifier <48 %) serta manual. Sistem mengurangi kesalahan manual hingga sembilan puluh persen, mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Sistem cocok untuk greenhouse skala kecil hingga menengah, meningkatkan produktivitas pertanian berkelanjutan. Keterbatasan meliputi kurangnya notifikasi push, pengujian pada satu greenhouse, dan pemupukan manual. Saran pengembangan: integrasi notifikasi email/*WhatsApp*, otomatisasi pemupukan, dan sistem multi-greenhouse.

REFERENSI

- [1] S. Pamungkas, “Smart Greenhouse System On Paprican Plants Based On *Internet of Things*,” *Telekontran*

- J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 7, no. 2, pp. 197–207, Feb. 2020, doi: 10.34010/telekontran.v7i2.2277.
- [2] J. Matini Dara, Jayaputra, and Nurrachman, “Pengaruh Dosis Pupuk NPK dan Pupuk Kandang Ayam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Paprika (*Capsicum annuum* var. *grosso* L.) di Dataran Rendah,” *J. Ilm. Mhs. Agrokomplek*, vol. 1, no. 2, pp. 94–101, 2022, doi: 10.29303/jima.v1i2.1426.
 - [3] A. N. Rasyid, D. Hamdani, and I. Setiawan, “Rancang Bangun Smart *Greenhouse* Berbasis Arduino Uno,” *Amplitudo J. Ilmu dan Pembelajaran Fis.*, vol. 2, no. 2, pp. 125–132, 2023, doi: 10.33369/ajipf.2.2.125-132.
 - [4] U. Ristian, I. Ruslianto, and K. Sari, “Sistem Monitoring Smart *Greenhouse* pada Lahan Terbatas Berbasis *Internet of Things* (IoT),” *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 8, no. 1, p. 87, 2022, doi: 10.26418/jp.v8i1.52770.
 - [5] R. N. Wardhani, P. B. Arianty, G. A. Siwabessy, K. Baru, and U. I. Depok, “Sistem Monitoring Unsur Hara Tanah Berbasis IoT Jurusan Teknik Elektro , Politeknik Negeri Jakarta,” *Jur. Tek. Elektro, Politek. Negeri Jakarta*, pp. 1–5, 2024, [Online]. Available: <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/20454/>
 - [6] H. Fitriawan, I. B. M. Dwipakresna, S. R. Sulistyanti, and A. Trisanto, “Pemantauan dan pengendalian kondisi lingkungan greenhouse tanaman paprika dengan teknologi ZigBee,” in *Seminar Nasional Teknik Elektro 2018*, 2018, p. 186.
 - [7] M. Annafi, I. P. D. Wibawa, and A. Rizal, “Perancangan Sistem Pengawas Pendeteksi Api Berbasis *Internet of Things*,” vol. 9, no. 3, pp. 817–824, 2022.
 - [8] R. B. A. Pradana and A. Bhawiyuga, “Pengembangan Platform IoT Cloud berbasis Layanan Komputasi Serverless Google Cloud Platform (GCP),” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 4 SE-, pp. 1841–1847, 2022, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/10933>
 - [9] H. Sujadi and Y. Nurhidayat, “Smart *Greenhouse* Monitoring System Based On Computer Science | Industrial Engineering | Mechanic Engineering | Civil Engineering Computer Science | Industrial Engineering | Mechanic Engineering | Civil Engineering,” *J. J-Ensatec*, vol. 06, no. 01, pp. 371–377, 2019.
 - [10] T. Sutanto, “Desain sistem pemantauan dan pengendalian outlet restoran makanan cepat saji berbasis *Internet of Things* Design of monitoring and control system for fast food restaurant outlets based on *Internet of Things*,” vol. 5, pp. 336–348, 2024, doi: 10.37373/infotech.v5i2.1464.
 - [11] F. Fiska and M. Hardjianto, “Sistem Monitoring dan Kendali Tanaman Hidroponik berbasis *Internet of Things* pada Smart Green House,” *J. Ticom Technol. Inf. Commun.*, vol. 11, no. 1, pp. 39–43, 2022, doi: 10.70309/ticom.v11i1.69.
 - [12] D. M. Maharani and P. Arimurti, “Pengontrolan Suhu Dan Kelembaban (Rh) Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cabai Merah (*Capsicum Annuum* L.) Pada Plant factory,” *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan ...*, vol. 6, no. 2, pp. 120–134, 2019, [Online]. Available: <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/464>
 - [13] J. Veda, M. Rivai, and S. Suwito, “Sistem Kontrol dan Monitoring Pemupukan NPK Tanaman dengan *Microcontroller* ESP32,” *J. Tek. ITS*, vol. 11, no. 3, 2022, doi: 10.12962/j23373539.v11i3.93954.
 - [14] W. Sidik, S., & Haryono, “Simulasi Sistem Monitoring Dan Kontroling Suhu Dan Kelembaban Ruangan Lab Kalibrasi Berbasis Iot (*Internet of Things*) (Studi Kasus : Pt.Quantum Inti Akurasi),” *Sci. J. Ilm. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 0, pp. 1–23, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.kolibi.org/index.php/scientica/article/view/2711>
 - [15] F. Akbar and S. Sugeng, “Implementasi Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruangan Penyimpanan Obat Berbasis *Internet Of Things* (IoT) di Puskesmas Kecamatan Taman Sari Jakarta Barat,” *J. Sos. Teknol.*, vol. 1, no. 9, pp. 1021–1028, 2021, doi: 10.59188/jurnalsostech.v1i9.198.
 - [16] P. Mesti Anna Reza, Syuhriatin, and S. Rahayu Merdiyanto, “Analisis Pertumbuhan Tanaman Paprika (*Capsicum Annuum* Var. *Grosso*) Berdasarkan Pola Tanam,” vol. 3, no. 1, p. 6, 2021.
 - [17] K. Jonathan, “Rancang Bangun Dashboard Iot Untuk Monitoring Kolam Akuaponik Berbasis Android,” 2023.
 - [18] R. Daniel, A. D. N. Utomo, and Y. A. Setyoko, “Rancangan Bangun Alat Monitoring Kelembaban, PH Tanah dan Pompa Otomatis pada Tanaman Tomat dan Cabai,” *LEDGER J. Inform. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 4, pp. 161–170, 2022.
 - [19] S. M. Prasetyo, M. I. P. Nugroho, R. L. Putri, and O. Fauzi, “Pembahasan Mengenai Front-End Web Developer dalam Ruang Lingkup Web Development,” *J. Multidisiplin Ilmu*, vol. 1, no. 6, pp. 1015–1020,

- 2022, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/bullet>
- [20] E. Ardiyan and R. Pradana, "Sistem Monitoring Dan Kontrol Pada Smart Garden Menggunakan Esp8266 Dengan Firebase Dan Smartphone Android," *Pros. Semin. Nas. Mhs. Fak. Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 2, 2023, doi: 10.12962/j23373539.v11i3.93954.
- [21] K. P. K. Rianti and Y. Prastyo, "Analisis Penggunaan Sensor Suhu Dan Kelembaban Untuk Monitoring Lingkungan *Greenhouse* Berbasis Arduino," *Antivirus J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 16, no. 2, pp. 200–210, 2022, doi: 10.35457/antivirus.v16i2.2512.