

# Pemberdayaan Petani Cabai Melalui Implementasi Sistem Pemantauan dan Pengendalian pH serta Kelembaban Tanah Berbasis Website di Desa Kentengsari, Kabupaten Temanggung

Muhlasah Novitasari Mara<sup>\*1</sup>, Sarono Widodo<sup>2</sup>, Endro Wasito<sup>3</sup>, Ari Sriyanto Nugroho<sup>4</sup>, Taufiq Yulianto<sup>5</sup>, Dewi Angraeni<sup>6</sup>, Catur Budi Waluyo<sup>7</sup>, Budi Basuki Subagio<sup>8</sup>, Xaverius Yehuda Revaldo Erdi Nugraha<sup>9</sup>, Azril Rizqon Rabbani<sup>10</sup>, Fajar Ardiyansyah<sup>11</sup>, Rissa Natalia<sup>12</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12</sup>Program Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang, Indonesia

\*e-mail: muhlasah@polines.ac.id<sup>1</sup>

## Abstrak

*Kebun cabai Pak Damiri di Dusun Gembyang, Desa Kentengsari, Kecamatan Candiroto, Kabupaten Temanggung masih menerapkan metode tradisional dalam pemantauan pH dan kelembaban tanah serta penyiraman manual tanpa dasar data terukur. Kondisi tersebut menyebabkan penggunaan air kurang efisien dan pengambilan keputusan budidaya tidak berbasis kondisi aktual lahan. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan meningkatkan kapasitas mitra dalam pengelolaan budidaya cabai melalui pendampingan penerapan sistem pemantauan pH dan kelembaban tanah serta penyiraman otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Metode kegiatan dilaksanakan melalui tahapan sosialisasi dan identifikasi kebutuhan mitra, perancangan dan instalasi perangkat sensor, pengembangan dashboard monitoring berbasis web, pelatihan operasional sistem, serta pendampingan dan evaluasi penggunaan di lapangan. Mitra terlibat aktif dalam proses instalasi, pengujian alat, dan pengoperasian sistem sehingga terjadi alih pengetahuan dan peningkatan keterampilan teknis. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa mitra mampu melakukan pemantauan kondisi tanah secara real-time dan mengoperasikan sistem penyiraman otomatis berdasarkan ambang batas kelembaban yang ditetapkan. Secara kualitatif, terjadi peningkatan pemahaman mitra terhadap pentingnya pengelolaan irigasi berbasis data. Secara operasional, sistem membantu mengurangi frekuensi penyiraman yang tidak terkontrol serta meningkatkan efisiensi penggunaan air. Dampak kegiatan ini adalah meningkatnya efektivitas pemeliharaan tanaman, efisiensi kerja petani, serta terbentuknya model praktik budidaya cabai berbasis teknologi yang lebih modern dan berkelanjutan.*

**Kata kunci:** IoT, Kelembaban Tanah, PH Tanah.

## Abstract

*ak Damiri's chili plantation in Gembyang Hamlet, Kentengsari Village, Candiroto District, Temanggung Regency still applied traditional methods for monitoring soil pH and moisture and relied on manual irrigation without measurable data. This condition resulted in inefficient water use and non-data-driven cultivation decisions. This Community Service (PkM) program aimed to enhance farmers' capacity in chili cultivation management through mentoring in the implementation of an Internet of Things (IoT)-based soil pH and moisture monitoring system integrated with automatic irrigation. The activity was conducted through stages of socialization and needs assessment, system design and sensor installation, development of a web-based monitoring dashboard, operational training, and field mentoring and evaluation. The partner actively participated in installation, testing, and system operation, enabling knowledge transfer and technical skill improvement. The results indicate that the partner is able to monitor soil conditions in real time and operate automatic irrigation based on predetermined moisture thresholds. Qualitatively, the partner's understanding of data-driven irrigation management increased. Operationally, the system reduced uncontrolled watering frequency and improved water use efficiency. The impact of this program includes improved crop maintenance effectiveness, increased labor efficiency, and the establishment of a more modern and sustainable technology-based cultivation model.*

**Keywords:** IoT, Soil Moisture, Soil PH.

## 1. PENDAHULUAN

Cabai merah merupakan salah satu komoditas pertanian bernilai ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan di Indonesia. Tanaman ini dapat tumbuh pada berbagai kondisi lahan, namun untuk mencapai hasil optimal diperlukan tanah dengan struktur gembur, kandungan bahan organik cukup, serta pH dalam rentang 6–7 [1]. Selain itu, kelembapan tanah ideal untuk pertumbuhan cabai berada pada kisaran 60–80% agar penyerapan unsur hara berlangsung optimal dan tanaman tidak mengalami stres air [2], [3]. Dalam praktik budidaya, pH dan kelembapan tanah merupakan dua parameter utama yang menentukan produktivitas tanaman. Ketidaksesuaian pH dapat menghambat ketersediaan unsur hara, sedangkan penyiraman yang tidak terkontrol berpotensi menyebabkan pemborosan air dan penurunan hasil panen [2], [4]. Berbagai penelitian telah mengembangkan sistem monitoring dan penyiraman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) untuk tanaman cabai menggunakan sensor tanah dan komunikasi nirkabel [4]–[6]. Implementasi protokol MQTT pada sistem IoT juga terbukti efisien untuk transmisi data real-time dengan konsumsi daya rendah [7], [8].

Di Dusun Gembyang, Desa Kentengsari, Kecamatan Candiroto, Kabupaten Temanggung, kebun cabai milik mitra masih menggunakan metode konvensional. Pengukuran pH dan kelembapan belum berbasis sensor sehingga tidak tersedia data kuantitatif sebagai dasar pengambilan keputusan. Kondisi ini berpotensi menyebabkan ketidaktepatan penyiraman dan kurang optimalnya pengelolaan lahan. Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan meningkatkan kapasitas mitra melalui implementasi sistem pemantauan dan pengendalian pH serta kelembapan tanah berbasis IoT. Sistem ini dirancang untuk menyediakan pemantauan real-time, penyiraman otomatis berbasis data, serta mendukung digitalisasi pengelolaan budidaya cabai secara lebih efisien dan terukur.

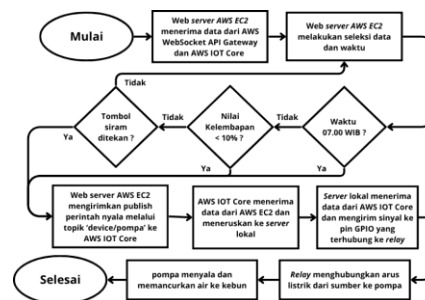
Perkembangan sistem smart farming berbasis IoT dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan peningkatan signifikan, khususnya dalam integrasi sensor tanah, komunikasi nirkabel berdaya rendah, dan platform monitoring berbasis cloud [9]–[11]. Studi terbaru menunjukkan bahwa penerapan sistem irigasi cerdas berbasis sensor kelembapan tanah mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air sekaligus menjaga stabilitas kondisi tanah secara lebih presisi dibandingkan metode konvensional [9]. Selain itu, optimalisasi protokol komunikasi ringan seperti MQTT terbukti mendukung transmisi data real-time dengan konsumsi daya rendah pada sistem pertanian terdistribusi [10], [11]. Temuan-temuan tersebut memperkuat urgensi implementasi sistem pemantauan dan pengendalian berbasis IoT pada budidaya cabai di tingkat petani.

## 2. METODE

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan di kebun cabai milik Pak Damiri, Dusun Gembyang, Desa Kentengsari, Kecamatan Candiroto, Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah. Kegiatan berlangsung selama ±4 bulan, mulai dari tahap analisis kebutuhan hingga evaluasi akhir. Peserta kegiatan terdiri atas 1 orang mitra utama (pemilik kebun) dan 2 orang pekerja kebun yang terlibat dalam operasional budidaya. Tim pengabdian berasal dari Program Studi Teknik Telekomunikasi yang terdiri atas ketua tim (koordinator kegiatan dan perancang sistem), anggota tim bidang perangkat keras (perancangan dan instalasi sensor), serta anggota tim bidang perangkat lunak (pengembangan website dan sistem komunikasi data).

Tahap awal dilakukan melalui observasi lapangan dan wawancara langsung dengan mitra. Analisis mencakup identifikasi permasalahan budidaya terkait pengukuran pH dan kelembapan tanah, analisis kebutuhan teknis sistem pemantauan dan penyiraman otomatis, analisis ketersediaan sumber daya (listrik, jaringan internet, tata letak lahan), serta penyusunan timeline kegiatan yang disesuaikan dengan siklus tanam cabai mitra. Tahap ini bertujuan memastikan solusi yang dirancang sesuai dengan kondisi riil lapangan dan kebutuhan mitra. Tahap selanjutnya adalah perencanaan sistem. Berdasarkan hasil analisis, dilakukan perancangan sistem pemantauan kadar pH dan kelembapan tanah berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan protokol Message Queuing Telemetry Transport (MQTT). Perencanaan meliputi

desain arsitektur sistem (sensor, mikrokontroler, server, dan aktuator pompa), perancangan dashboard monitoring berbasis website, penentuan ambang batas kelembapan tanah untuk aktivasi penyiraman otomatis. Diagram alir logika kerja sistem pengendalian ditunjukkan pada Gambar 1.

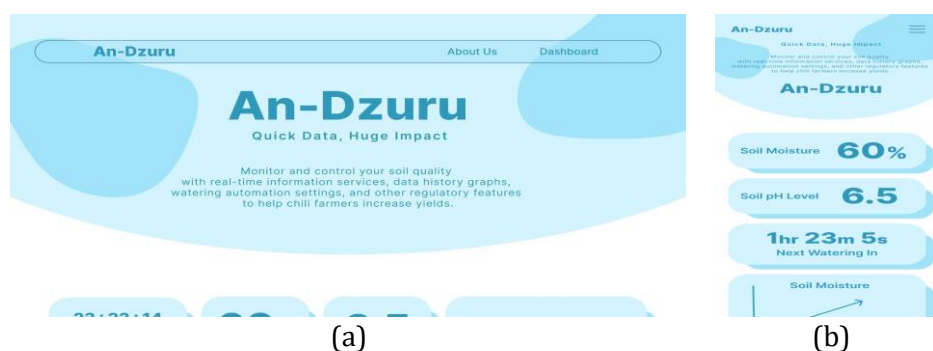


Gambar 1. Diagram alir logika kerja sistem pengendalian

Setelah tahap perencanaan sistem, dilakukan konstruksi dan implementasi sistem. Tahap ini meliputi perakitan perangkat sensor pH dan kelembapan tanah, instalasi pompa dan relay, konfigurasi server, serta integrasi sistem dengan platform website. Setelah sistem terpasang, dilakukan uji coba fungsional untuk memastikan data pH dan kelembapan dapat terbaca dan terkirim secara *real-time*, sistem penyiraman otomatis bekerja sesuai ambang batas yang ditentukan dan dashboard dapat diakses dan digunakan oleh mitra. Tahap selanjutnya adalah tahap pendampingan dan pelatihan mitra. Pendampingan dilakukan selama ±1 bulan setelah instalasi sistem. Kegiatan meliputi: pelatihan penggunaan dashboard monitoring, simulasi pengoperasian sistem penyiraman, edukasi dasar tentang pentingnya pH dan kelembapan tanah dalam budidaya cabai, pendampingan praktik langsung di lahan. Pendekatan yang digunakan bersifat partisipatif, di mana mitra terlibat langsung dalam proses instalasi, pengujian, dan pengoperasian sistem untuk memastikan terjadinya transfer pengetahuan dan keterampilan. Tahap terakhir dari kegiatan ini adalah tahap evaluasi kegiatan melalui Forum Group Discussion (FGD).

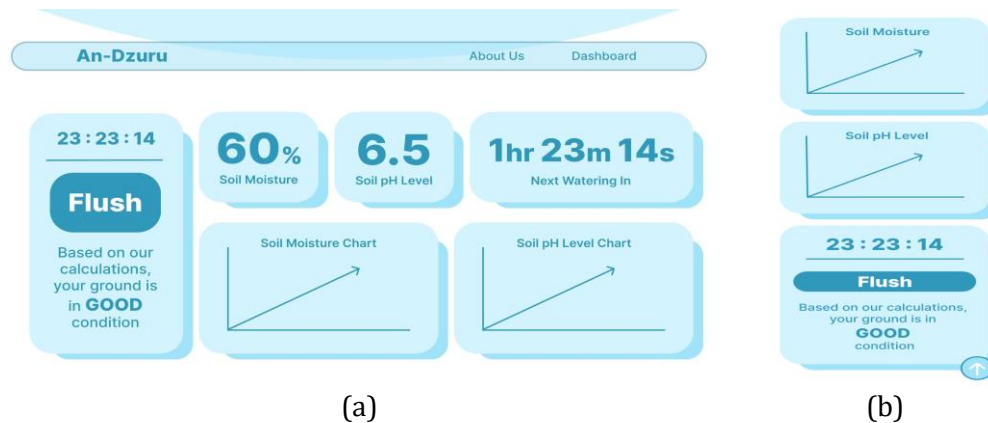
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat yang dihasilkan adalah berupa serangkaian alat sensor nirkabel serta *website* sistem informasi pemantauan dan pengendalian kadar pH dan kelembapan tanah Kebun Budidaya Cabai Pak Damiri. Tampilan sistem informasi pemantauan kadar pH dan kelembapan tanah serta pengendalian penyiraman menggunakan warna soft teal agar terlihat modern dan nyaman dilihat serta sesuai dengan fundamental pertanian. Halaman ini terdiri atas bagian deskripsi program (Tentang Kami atau *About Us*), bagian *dashboard*, dan bagian *copyright*. bagian deskripsi program berada di tampilan paling atas halaman sebagai *hero section* atau bagian yang pertama kali muncul saat *website* dikunjungi oleh pengguna, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. (a) untuk versi tampilan website dan (b) untuk versi mobile.



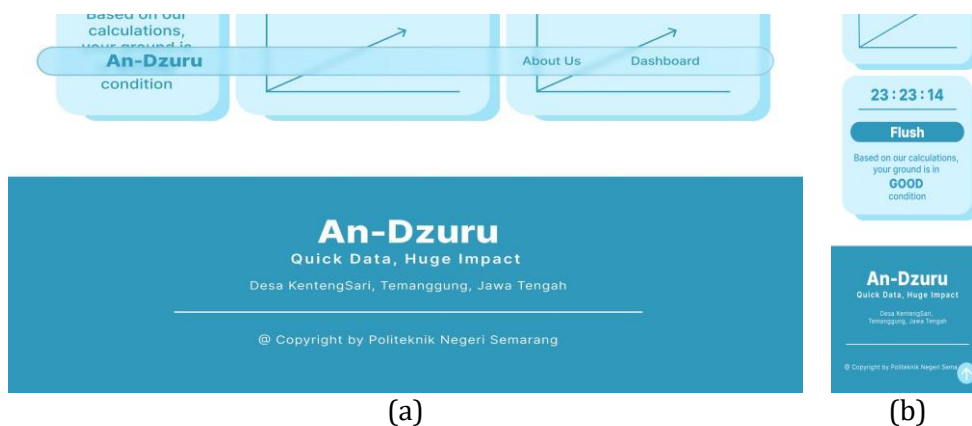
Gambar 2. (a). Tampilan Bagian Deskripsi Website (b) Tampilan Bagian Deskripsi Mobile

Bagian berikutnya adalah bagian utama yakni bagian *dashboard*. Bagian *dashboard* terdiri atas beberapa kolom data hasil pemantauan dan tombol pengendalian penyiraman, seperti ditunjukkan pada Gambar 5 (a) untuk versi tampilan website dan (b) untuk versi mobile



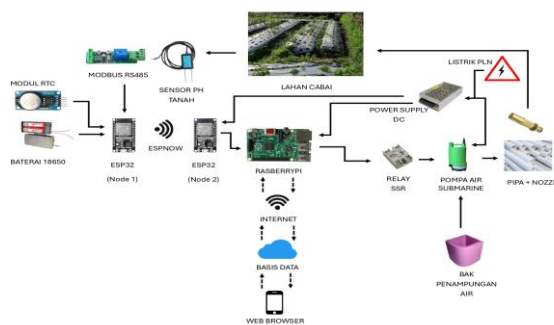
(a) (b)  
 Gambar 3.(a)Tampilan Dashboard Website (b) Tampilan Dashboard Mobile

Terakhir adalah bagian *copyright* yang menunjukkan hak cipta dan lokasi kebun, seperti ditunjukkan pada Gambar 6 untuk versi tampilan website



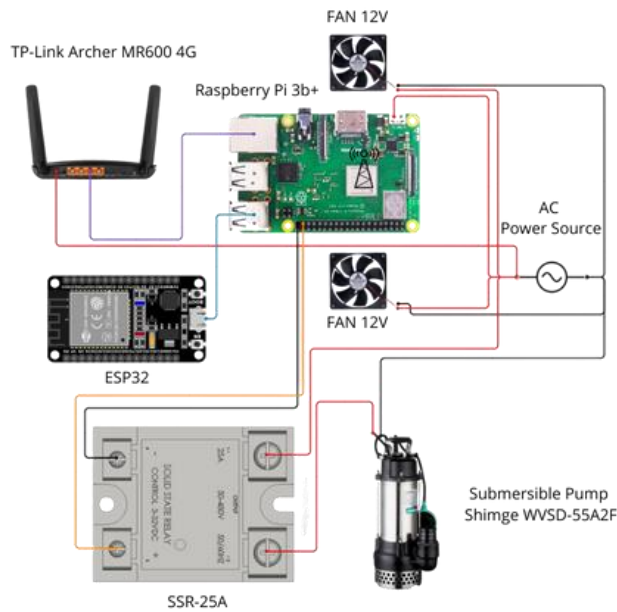
(a) (b)  
 Gambar 4. (a) Tampilan *Copyright* Website (b) Tampilan *Copyright* Mobile

Aristektur jaringan yang dibangun pada sistem pemantauan kadar pH dan kelembapan tanah budidaya cabai memanfaatkan protokol komunikasi ESPNOW untuk perangkat keras di kebun dan komunikasi MQTT untuk perangkat lunak di lingkungan *cloud*. Sensor berstandar industri yang digunakan pada kebun adalah sensor THPH-S RS485 Modbus. Konsep pengiriman data seluruhnya adalah komunikasi *wireless* atau nirkabel sehingga dapat memudahkan petani untuk melakukan perawatan pada alat sensor. Keseluruhan arsitektur sistem dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Arsitektur sistem

Detail penyusunan perangkat keras pada *server* lokal ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Jaringan pada *server* lokal

Dimensi ruang yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan arsitektur ini adalah 40cm x 40cm dengan tinggi ruang adalah 15cm. Semua perangkat keras untuk keperluan *server* lokal dipasang di atas sebuah papan agar memudahkan pemasangan pada lokasi mitra. Dengan tinggi lokasi pemasangan perangkat keras dari tanah adalah sekitar 2,5 meter sehingga memungkinkan perangkat keras *server* lokal terhindar dari tetesan air hujan. Upaya untuk menghindari sorotan cahaya matahari juga dilakukan dengan menaruh perangkat keras di bawah atap pelindung yang memiliki panjang 1 meter dari dinding dengan sudut pemasangan adalah 60°.



Gambar 7. Sistem Pemantau dan Pengendali Kadar pH serta Kelembaban Cabai

Pendampingan penggunaan sistem pemantau dan pengendali kadar pH serta kelembaban cabai dilaksanakan pada tanggal 30 Agustus 2025



Gambar 8. Pendampingan Penggunaan Sistem Pemantau dan Pengendali Kadar pH serta Kelembaban Tanaman Cabai

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penerapan sistem IoT dalam konteks pengabdian masyarakat tidak hanya berdampak pada aspek teknis, tetapi juga pada perubahan perilaku dan pola pengelolaan budidaya. Perubahan dari pendekatan intuitif menuju pendekatan berbasis data merupakan indikator penting keberhasilan program.

Tabel 1. Kondisi Sebelum dan Setelah Kegiatan

Aspek	Sebelum Kegiatan	Sesudah Kegiatan
Pengukuran pH	Berdasarkan perkiraan	Menggunakan sensor real-time
Pemantauan kelembapan	Tidak terukur	Ditampilkan pada dashboard
Sistem penyiraman	Manual berdasarkan kebiasaan	Otomatis berbasis ambang batas
Akses informasi	Tidak terdokumentasi	Dapat dipantau via website
Pengambilan keputusan	Intuitif	Berbasis data

Namun demikian, kegiatan ini memiliki beberapa keterbatasan diantaranya belum dilakukan pengukuran kuantitatif jangka panjang terhadap peningkatan produktivitas hasil panen, sistem masih bergantung pada kestabilan jaringan internet dan skala implementasi masih terbatas pada satu lahan mitra. Ke depan, sistem ini berpotensi dikembangkan dengan penambahan pencatatan histori data untuk analisis tren musiman serta integrasi notifikasi otomatis kepada petani.

#### 4. KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah dilaksanakan berhasil mengimplementasikan sistem pemantauan dan pengendalian pH serta kelembaban tanah berbasis IoT pada kebun cabai Pak Damiri di Desa Kentengsari, Kabupaten Temanggung. Sistem yang dikembangkan mampu menampilkan data kondisi tanah secara real-time melalui website serta mengaktifkan penyiraman otomatis berdasarkan ambang batas kelembaban yang ditentukan. Pelaksanaan kegiatan tidak hanya menghasilkan perangkat teknologi, tetapi juga meningkatkan pemahaman dan keterampilan mitra dalam pengelolaan budidaya cabai berbasis data. Terjadi perubahan praktik dari metode manual berbasis perkiraan menuju sistem pemantauan yang lebih terukur dan efisien. Kegiatan ini turut mendukung efisiensi operasional dan kemudahan pemantauan tanpa harus selalu berada di lokasi kebun. Meskipun demikian, kegiatan ini masih memiliki keterbatasan pada belum dilakukannya pengukuran kuantitatif jangka panjang terhadap peningkatan produktivitas hasil panen. Oleh karena itu, pengembangan selanjutnya diarahkan pada pencatatan histori data dan evaluasi dampak produksi secara berkelanjutan agar sistem dapat menjadi model digitalisasi pertanian yang lebih komprehensif dan replikatif.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar besarnya kepada Politeknik Negeri Semarang yang telah memberikan pendanaan kepada tim melalui skema Pengabdian Masyarakat Unggulan Program Studi (PMUP). Terima kasih juga kami ucapkan kepada mitra yang telah memfasilitasi kegiatan pendampingan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. M. R. Karim *et al.*, "Current and Prospective Strategies in the Varietal Improvement of Chilli (*Capsicum annum L.*) Specially Heterosis Breeding," *Agronomy*, vol. 11, no. 11, p. 2217, 2021, doi: 10.3390/agronomy11112217.
- [2] I. A. Selvia, "Pengaruh Pemberian Air, MSG (Monosodium Glutamate) dan Garam NaCl terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Cabai (*Capsicum annum L.*)," *Jurnal Pendidikan MIPA*, vol. 13, no. 1, 2023, doi: 10.37630/jpm.v13i1.798.
- [3] W. Ziaulhaq and D. R. Amalia, "Pelaksanaan Budidaya Cabai Rawit sebagai Kebutuhan Pangan Masyarakat," *Indonesian Journal of Agriculture and Environmental Analytics*, vol. 1, no. 1, pp. 27–36, 2022, doi: 10.55927/ijaea.v1i1.812.
- [4] S. Aisyah, M. I. Nasution, and N. Nasution, "Design and Construction of an Automatic Chili Plants Watering System Based on the Internet of Things (IoT) Using the Blynk App," *Jurnal Pijar Mipa*, vol. 19, no. 3, pp. 540–546, 2024, doi: 10.29303/jpm.v19i3.6772.
- [5] P. Lestari, Tasmi, and F. Antony, "Sistem Penyiraman Budidaya Tanaman Cabai Berdasarkan Pengukuran Suhu dan Kelembapan Tanah," *Journal of Intelligent Networks and IoT Global*, vol. 1, no. 1, 2023, doi: 10.36982/jinig.v1i1.3080.
- [6] R. E. Budiani *et al.*, "Sistem Monitoring dan Penyiraman Otomatis pada Tanaman Cabai Berbasis Internet of Things (IoT)," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, 2024.
- [7] E. B. Sanjuan, I. A. Cardiel, J. A. Cerrada, and C. Cerrada, "Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) Security: A Cryptographic Smart Card Approach," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 115051–115062, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3003998.
- [8] H. J. J. Ochoa *et al.*, "Comparative Analysis of Power Consumption between MQTT and HTTP Protocols in an IoT Platform Designed for Remote Real-Time Monitoring," *Sensors*, vol. 23, no. 10, p. 4896, 2023, doi: 10.3390/s23104896.
- [9] M. Ayaz, M. Ammad-Uddin, Z. Sharif, A. Mansour, and E.-H. M. Aggoune, "Internet-of-Things (IoT)-Based Smart Agriculture: Toward Making the Fields Talk," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 129551–129579, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3224768.
- [10] A. Rghioui, A. Oumnad, and M. El Ghazi, "A Smart Irrigation System Using IoT and Machine Learning for Optimized Water Management," *Sensors*, vol. 23, no. 4, p. 2105, 2023, doi: 10.3390/s23042105.
- [11] J. Gutierrez, J. F. Villa-Medina, A. Nieto-Garibay, and M. A. Porta-Gandara, "Automated Irrigation System Using a Wireless Sensor Network and GPRS Module," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 208, 2024, doi: 10.1016/j.compag.2023.107847.