

SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS KONSEP INTERNET OF THING UNTUK MENUJU PERTANIAN CERDAS DAN BERKELANJUTAN

Ari Hadhiwibowo*, Rika Andriyanti Dinata, Mega Andriyanti Dinata, Moh Rizal Ngambah Sagara

Universitas Teknologi Bandung

*Korespondensi: ari@utb-univ.ac.id

ABSTRACT

The development of Internet of Things (IoT) technology provides significant opportunities to improve agricultural efficiency and productivity, particularly for vegetable commodities such as lettuce that require precise water management. This community service project aims to design and implement an IoT-based automatic plant watering system as an effort to empower lettuce farmers toward smart and sustainable agriculture. The system consists of a soil moisture sensor, microcontroller, and water pump connected to a web-based monitoring platform. The research employs a participatory community approach involving three lettuce farmers in the Lembang area in the design, testing, and evaluation processes to ensure that the developed technology meets field needs. The system operates automatically by activating the water pump when soil moisture falls below a predetermined threshold, allowing plants to receive adequate water without manual watering. The implementation results show that the system can save up to thirty percent of water usage and significantly reduce farmers' workload. In addition, this activity enhances farmers' understanding of digital technology applications in agricultural practices. This study concludes that the IoT-based automatic watering system can serve as an innovative model for empowering lettuce farmers and has the potential to be replicated for other horticultural commodities in supporting smart and sustainable agriculture.

Keywords: *Internet of Things, automatic watering, lettuce farmers, community empowerment, smart agriculture, sustainable agriculture*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi Internet of Things memberikan peluang besar untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian, khususnya pada komoditas sayuran seperti selada yang membutuhkan pengelolaan air secara presisi. Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Internet of Things sebagai upaya pemberdayaan petani selada menuju pertanian cerdas dan berkelanjutan. Sistem ini terdiri atas sensor kelembapan tanah, mikrokontroler dan pompa air yang terhubung dengan platform pemantauan berbasis web. Metode penelitian menggunakan pendekatan partisipatif masyarakat dengan melibatkan tiga petani selada di daerah Lembang dalam proses perancangan, uji coba, dan evaluasi sistem agar teknologi yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan lapangan. Sistem bekerja secara otomatis dengan mengaktifkan pompa air ketika kelembapan tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditetapkan, sehingga tanaman memperoleh air sesuai kebutuhan tanpa penyiraman manual. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu menghemat penggunaan air hingga tiga puluh persen dan mengurangi beban kerja petani secara signifikan. Selain itu, kegiatan ini turut meningkatkan pemahaman petani terhadap penerapan teknologi digital dalam aktivitas pertanian. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis Internet of Things dapat menjadi model inovatif pemberdayaan petani selada yang berpotensi direplikasi untuk komoditas hortikultura lain dalam mendukung pertanian cerdas dan berkelanjutan.

Kata Kunci: *Internet of Things, penyiraman otomatis, petani selada, pemberdayaan masyarakat, pertanian cerdas, pertanian berkelanjutan*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah memberikan dampak besar terhadap transformasi berbagai bidang kehidupan, termasuk bidang pertanian. Melalui IoT, perangkat keras, sensor, dan sistem kendali dapat saling terhubung melalui jaringan internet, memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian dilakukan secara langsung dan berkelanjutan (Zhao X.; Zhang J.,

2021). Dalam pertanian modern, pemanfaatan IoT menjadi salah satu strategi efektif untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya seperti air, pupuk, serta tenaga kerja (Patel S. M., 2020). Hal ini menjadi semakin penting mengingat sektor pertanian kini menghadapi tantangan serius berupa keterbatasan lahan, perubahan iklim, dan rendahnya penerapan teknologi digital di kalangan petani kecil (Prasetyo T.; Lestari N., 2023).

Salah satu komoditas hortikultura yang memerlukan pengaturan air secara akurat adalah tanaman selada. Tanaman ini memiliki tingkat sensitivitas tinggi terhadap kelembapan tanah dan memerlukan penyiraman teratur agar pertumbuhannya optimal (Kumar S., 2022). Berdasarkan hasil pengamatan di wilayah Lembang, diketahui bahwa sebagian besar petani masih mengandalkan penyiraman manual tanpa mempertimbangkan kadar kelembapan tanah. Kondisi tersebut dapat menyebabkan pemborosan air dan menurunkan hasil panen. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi teknologi otomatis yang mampu membantu petani melakukan penyiraman dengan lebih efisien sesuai dengan kebutuhan tanaman (Anwar A., 2020; Li et al., 2022).

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berangkat dari pentingnya meningkatkan kapasitas dan keterampilan petani dalam memanfaatkan teknologi digital, khususnya berbasis IoT, dalam kegiatan budidaya. Melalui penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT, petani diharapkan dapat melakukan penyiraman tanaman secara lebih tepat waktu dan sesuai kebutuhan, tanpa harus melakukan pengawasan manual secara terus-menerus (Rahmawati F.; Putra M. R., 2022). Selain memberikan kemudahan dalam operasional, sistem ini juga menjadi sarana pemberdayaan petani agar siap beradaptasi dengan konsep pertanian cerdas dan berkelanjutan (Yuliani H.; Darmawan A., 2021).

Tujuan dari kegiatan ini adalah merancang dan menerapkan sistem penyiraman otomatis berbasis Internet of Things pada tanaman selada sebagai bentuk pemberdayaan petani di wilayah Lembang. Diharapkan hasil kegiatan ini mampu memberikan dampak nyata berupa peningkatan efisiensi penggunaan air, pengurangan beban kerja petani, serta peningkatan pemahaman terhadap penerapan teknologi digital dalam sektor pertanian (González et al., 2023; Hapsari A.; Sutanto D., 2023).

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan partisipatif, di mana petani dilibatkan secara aktif dalam setiap tahap pelaksanaan mulai dari perancangan sistem, uji coba, hingga evaluasi kinerja alat (Arsyad & Syam, 2021). Pendekatan ini dipilih karena diyakini mampu meningkatkan rasa memiliki terhadap inovasi yang dikembangkan serta memperkuat kapasitas petani dalam menerapkan teknologi baru di lahan pertanian mereka (Sari et al., 2020).

Lokasi kegiatan berada di wilayah Cibogo, Lembang, Kabupaten Bandung Barat, yang dikenal sebagai salah satu sentra produksi sayuran dataran tinggi di Jawa Barat, khususnya tanaman selada. Wilayah ini memiliki karakteristik agroklimat yang mendukung pertumbuhan berbagai jenis sayuran, namun masih menghadapi keterbatasan dalam penerapan teknologi digital pada sistem budidaya (Prasetyo T.; Lestari N., 2023).

1. Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui beberapa metode, yaitu:

a. Observasi Lapangan

Observasi dilakukan pada tanggal 23 Desember 2024 di Kebun Edu Agrowisata Lembang, yang memiliki beragam jenis sayuran, bunga, dan buah-buahan. Luas keseluruhan kebun mencapai 5.000 m², dengan area khusus tanaman selada berukuran sekitar 70 m × 8 m. Kebun selada terdiri dari lima petak, dengan masing-masing berisi sekitar 265 tanaman. Proses penyiraman di kebun ini masih dilakukan secara manual, di mana petani harus menggunakan selang di seluruh area kebun yang luas, sedangkan sumber air berada cukup jauh dari area tengah. Observasi ini dilakukan untuk memahami

kondisi eksisting dan kebutuhan sistem penyiraman otomatis (Rahmawati F.; Putra M. R., 2022).

b. Wawancara Terstruktur

Wawancara dilakukan pada tanggal 17 Desember 2024 dengan Bapak Dandi Budiman, selaku Manager Edu Agrowisata, serta Bapak Asep, karyawan yang bertanggung jawab atas penyiraman, pemupukan, dan perawatan kebun. Tujuan wawancara adalah memperoleh informasi mengenai proses penyiraman manual yang dilakukan serta tantangan yang dihadapi dalam menjaga kelembapan tanah dan efisiensi penggunaan air (Sari et al., 2020).

c. Pencatatan Data Sensor

Data teknis dikumpulkan melalui pencatatan otomatis dari sensor kelembapan tanah (soil moisture sensor) yang terintegrasi dengan sistem berbasis IoT. Data diambil secara acak selama sepuluh hari untuk memahami pola perubahan kelembapan tanah dan kebutuhan air tanaman selada (Kumar S., 2022).

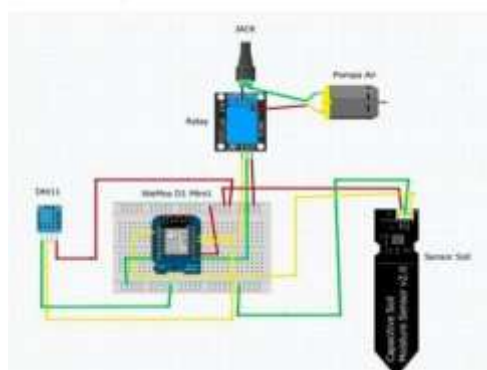
2. Sumber Data

Sumber data primer diperoleh dari hasil observasi langsung dan interaksi dengan petani mitra kegiatan. Sementara itu, data sekunder berasal dari literatur terkait penerapan Internet of Things dalam pertanian, sistem penyiraman otomatis, dan konsep pertanian berkelanjutan (Yuliani H.; Darmawan A., 2021; Zhao X.; Zhang J., 2021).

3. Perancangan Sistem

Sistem penyiraman otomatis yang dikembangkan dalam kegiatan ini dirancang menggunakan sensor kelembapan tanah (soil moisture sensor), mikrokontroler, dan pompa air yang diintegrasikan dengan platform web berbasis IoT. Data dari sensor dikirimkan secara real time ke server untuk dianalisis dan digunakan sebagai dasar keputusan pengaktifan pompa air. Mekanisme sistem diatur agar pompa menyala ketika nilai kelembapan tanah berada di bawah ambang batas tertentu dan berhenti saat kondisi tanah kembali normal (Hapsari A.; Sutanto D., 2023; Nair et al., 2024).

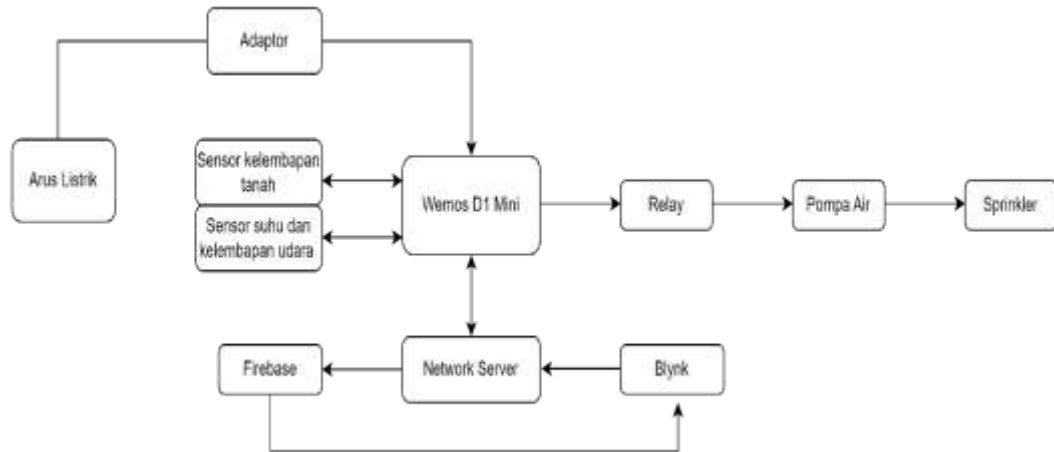
Rancangan sistem ini mengadopsi prinsip pertanian cerdas (smart farming) yang mengedepankan efisiensi sumber daya, pengurangan intervensi manual, dan peningkatan produktivitas melalui teknologi digital (Patel S. M., 2020; Zhao X.; Zhang J., 2021).



Gambar 1. Skema Desain Sirkuit

Gambar 1 menunjukkan integrasi antara beberapa komponen utama yang saling terhubung untuk mengontrol proses penyiraman tanaman secara otomatis. Sistem ini menggunakan Wemos D1 Mini sebagai pusat kendali yang dilengkapi modul Wi-Fi untuk mengolah data dari sensor dan mengirimkan informasi ke platform IoT secara real time. Sensor kelembapan tanah (soil moisture sensor) berfungsi mendeteksi kadar air dalam media tanam, sedangkan sensor DHT11 mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar tanaman. Data yang dikumpulkan dianalisis oleh Wemos D1 Mini, dan jika kelembapan tanah berada di bawah ambang batas tertentu, mikrokontroler akan mengaktifkan modul relay yang berfungsi sebagai saklar elektronik untuk menyalakan pompa air melalui koneksi jack DC eksternal. Pompa kemudian mengalirkan air hingga kelembapan tanah kembali pada kondisi

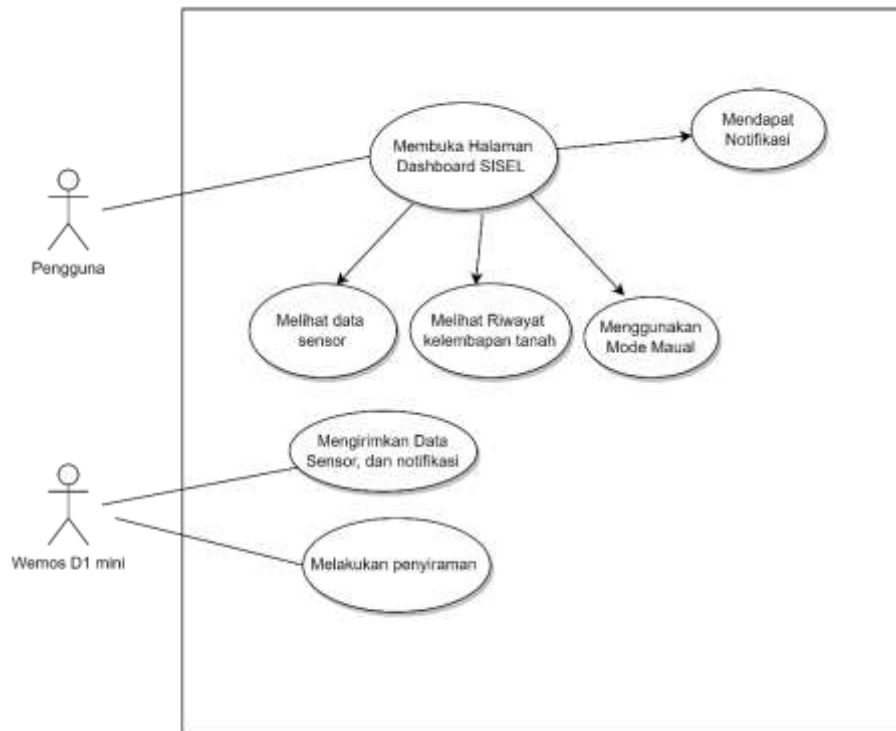
optimal, setelah itu relay memutus aliran listrik agar pompa berhenti. Rangkaian ini dirancang untuk mendukung konsep pertanian cerdas dengan efisiensi sumber daya, khususnya air, serta mengurangi beban kerja manual petani (Hapsari A.; Sutanto D., 2023; Kumar S., 2022; Patel S. M., 2020; Prasetyo T.; Lestari N., 2023; Yuliani H.; Darmawan A., 2021; Zhao X.; Zhang J., 2021). Alur desain tertera pada blok diagram Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Blok Diagram

Gambar 2 menunjukkan diagram blok sistem irigasi otomatis berbasis IoT yang memanfaatkan sensor kelembapan tanah serta sensor suhu dan kelembapan udara untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time. Daya listrik dari adaptor menghidupkan seluruh komponen, sementara data sensor dikirim ke mikrokontroler Wemos D1 Mini untuk diolah dan diteruskan ke Firebase serta Network Server. Melalui aplikasi Blynk, pengguna dapat memantau dan mengontrol sistem dari jarak jauh. Berdasarkan data yang diterima, Wemos mengendalikan relay yang mengaktifkan pompa air dan sprinkler untuk menyiram tanaman secara otomatis sesuai kebutuhan kelembapan tanah.

Perancangan sistem ditunjukkan pada Gambar 3 yang menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem penyiraman otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Diagram ini memperlihatkan bahwa pengguna dapat membuka halaman dashboard SISEL untuk mengakses berbagai fitur utama, seperti melihat data sensor, memantau riwayat kelembapan tanah, serta menggunakan mode manual jika ingin melakukan penyiraman secara langsung. Selain itu, sistem secara otomatis mengirimkan data sensor dan notifikasi kepada pengguna ketika kelembapan tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan. Fitur ini memungkinkan pengguna melakukan tindakan penyiraman baik secara otomatis maupun manual, serta memastikan bahwa proses pengairan berlangsung sesuai kebutuhan tanaman. Melalui antarmuka dashboard yang interaktif, petani dapat memantau kondisi tanaman secara real time tanpa harus hadir di lokasi secara langsung. Implementasi sistem seperti ini mendukung penerapan konsep precision agriculture yang menekankan efisiensi penggunaan air dan peningkatan produktivitas melalui pemanfaatan teknologi digital (Rahman et al., 2024; Singh & Kumar, 2023; Yuliani H.; Darmawan A., 2021).



Gambar 3. Usecase Diagram Sistem Penyiraman

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap implementasi sistem ini akan menjabarkan hasil dari sistem yang sudah dibangun, pada implementasi sistem ini terdapat dua bagian yaitu implementasi perangkat keras dan implemntasi perangkat lunak.



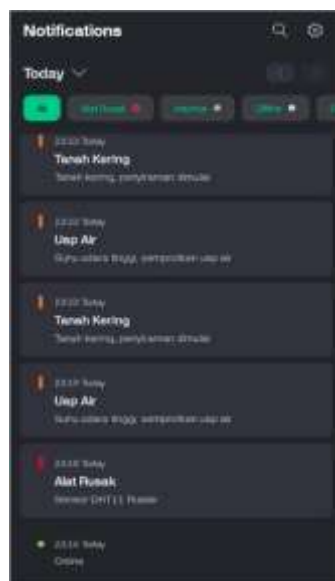
Gambar 4. Implementasi Sistem

Gambar 4 di atas menjabarkan implementasi dari perangkat keras yang telah terpasang, berikut dokumentasi dari rangakaian.



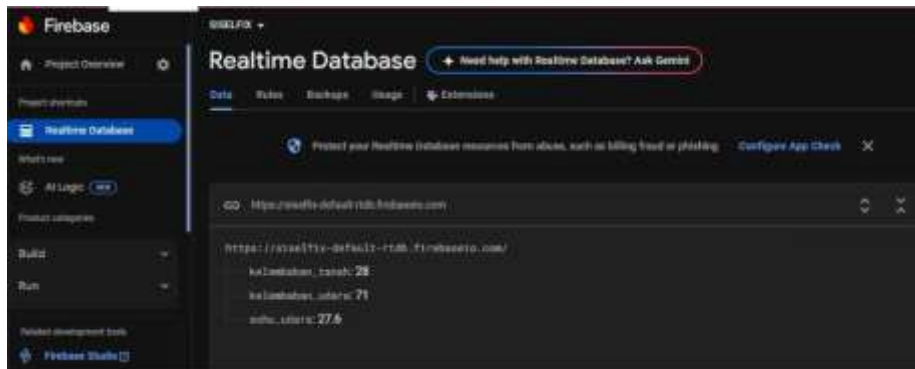
Gambar 5. Tampilan *Dashboard* Sistem

Pada halaman dashboard diatas terdapat beberapa widget yang menampilkan data sensor seperti suhu udara, kelembapan tanah dan kelembapan udara. Kemudian terdapat button mode manual yang bisa digunakan dengan cara mengklik button untuk menghidupkan dan mematikan pompa.



Gambar 6. Tampilan Notifikasi

Pada halaman notifikasi pada gambar di atas terdapat notifikasi yang muncul jika terjadi beberapa kemungkinan yaitu jika tanah kering, tanah basah, alat rusak dan jika membutuhkan uap air.



Gambar 7. Halaman *Realtime Database*

Pada halaman *realtime database* di atas, terdapat beberapa data sensor, yaitu kelembapan tanah, suhu udara dan kelembapan udara. Dengan output jika alat tidak mengirimkan data sensor maka tampilan di database akan menampilkan angka 0, dan jika alat bisa mengirimkan data sensor maka di database akan terdapat data sensor sesuai dengan pembacaan alat.

SIMPULAN

Sistem Penyiraman tanaman berbasis *Internet of Things* (IoT) terbukti efektif dalam membantu petani memantau dan mengendalikan kelembapan tanah pada tanaman selada secara efisien. Dengan memanfaatkan sensor kelembapan tanah yang terhubung ke mikrokontroler D1 Mini dan aplikasi Blynk, petani dapat memperoleh data kondisi tanah secara real-time serta melakukan pengendalian jarak jauh tanpa perlu pengecekan manual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu menurunkan waktu penyiraman dari rata-rata 40–45 menit per sesi pada lahan berukuran 70×8 meter menjadi sekitar 3 detik pada prototipe 65×25 sentimeter. Selain itu, konsumsi air berkurang signifikan dari 120–150 liter pada metode manual menjadi sekitar 400 mililiter pada penyiraman otomatis dengan tingkat kelembapan tanah 45%. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan sistem IoT dapat meningkatkan efisiensi waktu dan penggunaan air secara nyata dalam budidaya selada.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar A., S.; A. (2020). Pemanfaatan teknologi Internet of Things untuk monitoring tambak udang vaname berbasis smartphone Android menggunakan Nodemcu Wemos D1 Mini. *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, 5(2), 77–84. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2020.5.2>
- Arsyad, A., & Syam, R. (2021). Pendekatan partisipatif dalam pengabdian kepada masyarakat untuk pemberdayaan petani. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Pertanian*, 5(2), 101–110. <https://doi.org/10.31004/jpmp.2021.5.2.101>
- González, J., Martínez, P., & López, D. (2023). Smart irrigation systems using IoT and edge computing: Improving resource efficiency in agriculture. *IEEE Access*, 11, 82350–82362. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3287654>
- Hapsari A.; Sutanto D., R.; N. (2023). Implementasi sistem irigasi otomatis berbasis IoT untuk efisiensi penggunaan air pada tanaman hortikultura. *Jurnal Teknologi Pertanian Terapan*, 12(1), 45–54. <https://doi.org/10.25077/jtpt.12.1.45-54.2023>
- Kumar S., N.; K. (2022). Smart irrigation and soil moisture monitoring system using IoT for lettuce cultivation. *International Journal of Smart Agriculture*, 4(2), 33–41.
- Li, Y., Wang, Z., & Chen, L. (2022). Smart water management for greenhouse crops based on IoT-

- enabled sensing and control. *Sensors*, 22(9), 3540. <https://doi.org/10.3390/s22093540>
- Nair, R., Pillai, M., & Joseph, T. (2024). Real-time IoT-based soil monitoring and irrigation automation for sustainable horticulture. *Journal of Agricultural Engineering and Technology*, 31(1), 22–35.
- Patel S. M., K. K. ; P. (2020). Internet of Things-IoT: Definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 10(2), 60–68. <https://doi.org/10.4010/2020.772>
- Prasetyo T.; Lestari N., A. N. ; S. (2023). Digitalisasi pertanian dan tantangan adopsi teknologi oleh petani kecil di Indonesia. *Jurnal Agritechno*, 15(1), 12–20. <https://doi.org/10.22146/agritechno.2023.15.1.12>
- Rahman, M., Hossain, A., & Hasan, M. (2024). IoT-based smart irrigation system for sustainable agriculture using real-time soil moisture data. *Journal of Smart Agriculture and Environment*, 10(2), 55–68. <https://doi.org/10.1016/j.sae.2024.02.005>
- Rahmawati F.; Putra M. R., D. ; H. (2022). Pemberdayaan petani melalui pelatihan teknologi pertanian berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(3), 211–219. <https://doi.org/10.35974/jpkm.v6i3.3021>
- Sari, D. A., Rahmawati, E., & Rachma, L. (2020). Implementasi pendekatan partisipatif dalam kegiatan pengabdian masyarakat berbasis teknologi. *Jurnal Pemberdayaan*, 4(1), 55–63. <https://doi.org/10.21831/jpm.v4i1.29017>
- Singh, R., & Kumar, V. (2023). Design and development of IoT-enabled irrigation management system using mobile dashboard. *International Journal of Agricultural Technology*, 19(4), 1201–1215.
- Yuliani H.; Darmawan A., E. ; S. (2021). Penerapan konsep smart farming dalam peningkatan produktivitas pertanian berkelanjutan. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 13(2), 75–84. <https://doi.org/10.24961/jtipi.v13i2.875>
- Zhao X.; Zhang J., L. ; L. (2021). Application of Internet of Things (IoT) technology in precision agriculture: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 189, 106405. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106405>