

Menjembatani Teknologi dan Kelembagaan Desa: Analisis Literatur IoT Pertanian dan Peran BUMDes dalam Inovasi Digital

Ahmad Isna Fatkhur Romadhon*, Dini Luki Mulya Safitri, dan Utama Alan Deta

Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

* Email: ahmad.23063@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Digitalisasi pertanian berbasis Internet of Things (IoT) berkembang pesat, namun keberlanjutan implementasinya di kawasan pedesaan masih menghadapi tantangan kelembagaan. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi tren implementasi IoT dalam pertanian desa, (2) menganalisis tantangan teknis dan tata kelola, serta (3) mensintesis peran Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) sebagai pengelola inovasi digital pertanian. Penelitian menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) terhadap 50 artikel ilmiah yang diterbitkan pada periode 2021–2025. Proses pencarian dilakukan pada September–November 2025 melalui basis data Google Scholar, DOAJ, Scopus, dan ResearchGate menggunakan kata kunci: “Internet of Things agriculture”, “IoT irrigation system”, “smart farming village”, “digital agriculture governance”, dan “BUMDes and digital innovation”. Artikel diseleksi berdasarkan kriteria inklusi terkait relevansi topik, kualitas publikasi, dan keterkaitan dengan konteks pedesaan. Hasil sintesis menunjukkan bahwa mayoritas penelitian berfokus pada sistem irigasi cerdas berbasis sensor kelembaban tanah dengan efisiensi penggunaan air 30–40%. Namun, sebagian besar studi berhenti pada tahap prototipe dan belum membahas model tata kelola pasca-implementasi. Temuan ini menunjukkan adanya kesenjangan antara inovasi teknis dan kesiapan kelembagaan desa. Kesimpulannya, keberhasilan implementasi IoT di desa sangat bergantung pada model tata kelola kolektif. BUMDes berpotensi berperan sebagai operator sistem, agregator pembiayaan, dan pengelola data pertanian desa. Penelitian ini merekomendasikan model integrasi IoT berbasis kelembagaan desa untuk memastikan keberlanjutan, inklusivitas, dan dampak sosial-ekonomi jangka panjang.

Kata Kunci: BUMDes, Internet of Things (IoT), Pertanian, Systematic Literature Review

Bridging Technology and Village Institutions: Literature Analysis of Agricultural IoT and the Role of BUMDes in Digital Innovation

Abstract

Internet of Things (IoT)-based agricultural digitalization is growing rapidly, but its sustainable implementation in rural areas still faces institutional challenges. This study aims to: (1) identify IoT implementation trends in rural agriculture, (2) analyze technical and governance challenges, and (3) synthesize the role of Village-Owned Enterprises (BUMDes) as managers of agricultural digital innovation. The study used a Systematic Literature Review (SLR) approach to 50 scientific articles published in the 2021–2025 period. The search process was conducted in September–November 2025 through the Google Scholar, DOAJ, Scopus, and ResearchGate databases using the keywords: “Internet of Things agriculture”, “IoT irrigation system”, “smart farming village”, “digital agriculture governance”, dan “BUMDes and digital innovation”. Articles were selected based on inclusion criteria related to topic relevance, publication quality, and relevance to the rural context. The synthesis results show that the majority of studies focus on smart irrigation systems based on soil moisture sensors with water use efficiency of 30–40%. However, most studies stop at the prototype stage and fail to address post-implementation governance models. These findings indicate a gap between technical innovation and village institutional readiness. In conclusion, the

success of IoT implementation in villages depends heavily on a collective governance model. Village-owned enterprises (BUMDes) have the potential to act as system operators, financing aggregators, and managers of village agricultural data. This study recommends a village-based IoT integration model to ensure sustainability, inclusiveness, and long-term socio-economic impact.

Keywords: BUMDes, Internet of Things (IoT), Agriculture, Systematic Literature Review

Histori Naskah

Diserahkan: 25 Oktober 2025

Direvisi: 29 November 2025

Diterima: 17 Desember 2025

How to cite:

Romadhon, A.I.F., Safitri, D.L.M., and Deta, U.A. (2025). Menjembatani Teknologi dan Kelembagaan Desa: Analisis Literatur IoT Pertanian dan Peran BUMDes dalam Inovasi Digital. *Dedikasi: Journal of Community Engagement and Empowerment*, 3(2), 63-69. DOI: <https://doi.org/10.58706/dedikasi.v3n2.p63-69>.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pertanian telah membawa pengaruh besar dalam transformasi sektor pertanian di Indonesia, terutama dalam menghadapi tantangan peningkatan kebutuhan pangan dan ketidakpastian iklim global (Efendi & Sagita, 2022; Halawa, 2024; Wardhana, dkk., 2025). Teknologi modern di bidang pertanian berpotensi membantu petani dalam pengelolaan lahan, meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, sekaligus mengurangi dampak lingkungan (Efendi & Sagita, 2022; Setiawan & Sukadarmika, 2025). Dalam satu dekade terakhir, kemajuan teknologi digital telah membuka ruang inovasi baru yang mendorong pertanian menuju sistem yang lebih akurat, terukur, dan berbasis data. Salah satu inovasi yang berkembang pesat adalah *Internet of Things* (IoT), yang mampu menghubungkan sensor dan perangkat pengendali secara real-time sehingga kondisi lingkungan, kelembapan tanah, suhu udara, dan indikator pertumbuhan tanaman dapat dipantau secara akurat (Alfassa, dkk., 2025; Anugrah, dkk., 2021). IoT menjadi fondasi penting dalam praktik smart farming atau precision agriculture yang terbukti dapat meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas pertanian (Manchanda, dkk., 2023; Mareta, 2025; Sari, dkk., 2024).

Secara empiris, penelitian lima tahun terakhir menunjukkan bahwa implementasi IoT dalam pertanian didominasi oleh pengembangan sistem irigasi otomatis berbasis sensor kelembapan tanah yang terintegrasi dengan mikrokontroler dan aktuator pompa (Anugrah, dkk., 2021; Haj, dkk., 2025). Beberapa studi bahkan melaporkan efisiensi penggunaan air hingga 30–40% tanpa menurunkan produktivitas tanaman (Hulukati, dkk., 2025; Widari, 2025). Selain itu, inovasi algoritma seperti *fuzzy logic* mulai dikembangkan untuk meningkatkan presisi penyiraman dan adaptasi terhadap kondisi lingkungan (Azhar, dkk., 2024). Namun demikian, meskipun literatur menunjukkan efektivitas teknis yang cukup konsisten, sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek teknosentris, yaitu pengembangan dan pengujian sistem perangkat keras maupun perangkat lunak. Dimensi tata kelola, model pembiayaan, serta mekanisme pengelolaan pasca-implementasi relatif kurang mendapat perhatian. Banyak studi berhenti pada tahap prototipe atau uji coba skala terbatas tanpa analisis mendalam mengenai keberlanjutan operasional di tingkat desa. Kondisi ini menunjukkan adanya kecenderungan literatur yang menempatkan IoT sebagai solusi teknis semata, bukan sebagai bagian dari sistem sosial-teknis yang memerlukan dukungan kelembagaan.

Dalam praktiknya, implementasi IoT di kawasan pedesaan Indonesia masih menghadapi berbagai hambatan struktural. Keterbatasan infrastruktur digital dan akses internet yang belum merata menjadi tantangan utama karena sistem IoT sangat bergantung pada stabilitas jaringan. Selain itu, biaya awal pengadaan sensor, mikrokontroler, pompa otomatis, serta perangkat komunikasi masih relatif tinggi bagi petani kecil (Sari, dkk., 2024; Sari & Sari, 2025). Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa proyek pertanian digital sering kali tidak berlanjut setelah fase pilot project karena tidak adanya lembaga pengelola yang bertanggung jawab terhadap operasional dan pemeliharaan sistem (Malandrakis, 2025; Setiawan & Sukadarmika, 2025). Situasi ini mengindikasikan adanya kesenjangan tata kelola (*governance gap*) dalam implementasi inovasi pertanian digital. Inovasi teknologi tidak akan berkelanjutan jika hanya bertumpu pada perangkat teknis tanpa didukung oleh kesiapan sosial dan kelembagaan desa (Crysostomus, dkk., 2025; Sari, dkk., 2024). Dengan

demikian, diperlukan pendekatan yang mengintegrasikan dimensi teknologi dan kelembagaan secara simultan agar transformasi digital pertanian dapat berjalan secara kolektif dan berkelanjutan.

Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) memiliki posisi strategis sebagai lembaga ekonomi desa yang berpotensi menjembatani inovasi teknologi dengan kebutuhan masyarakat. BUMDes dapat berperan sebagai pengelola layanan IoT di tingkat desa, baik dalam aspek pembiayaan kolektif, penyediaan perangkat, pelatihan teknis, maupun manajemen operasional sistem (Alfassa, 2025; Wardhana, dkk., 2025). Keberadaan BUMDes yang berbasis komunitas memungkinkan distribusi manfaat teknologi secara lebih inklusif dan terstruktur. Meskipun demikian, hingga saat ini belum terdapat sintesis literatur yang secara komprehensif mengkaji integrasi antara IoT pertanian dan peran BUMDes sebagai model tata kelola inovasi di desa. Sebagian penelitian membahas IoT dari sisi teknis, sementara penelitian lain menyoroiti kelembagaan desa tanpa mengaitkannya secara sistematis dengan teknologi digital pertanian. Ketiadaan integrasi analitis ini menunjukkan adanya kesenjangan konseptual antara inovasi teknologi dan mekanisme kelembagaan lokal. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk menelusuri hubungan antara teknologi digital, kapasitas kelembagaan desa, dan keberlanjutan sistem pertanian (Mendrofa, 2024). Melalui pendekatan Systematic Literature Review, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis tren implementasi IoT dalam sistem pertanian desa, (2) mengidentifikasi tantangan teknis dan tata kelola yang muncul dalam literatur, serta (3) mensintesis peran BUMDes sebagai pengelola inovasi digital dalam penerapan IoT irigasi pada sektor pertanian desa.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk menganalisis tren implementasi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem pertanian desa serta mengkaji peran Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) sebagai pengelola inovasi digital. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan sintesis komprehensif terhadap temuan empiris yang telah dipublikasikan secara ilmiah, sehingga menghasilkan pemetaan konseptual dan analisis gap secara sistematis. Proses pencarian literatur dilakukan pada bulan Januari–Februari 2026 melalui basis data ilmiah seperti Google Scholar, Scopus-indexed journals, dan portal Garuda. Kata kunci yang digunakan meliputi kombinasi: “*Internet of Things agriculture*”, “*IoT irrigation system*”, “*smart farming village*”, “*digital agriculture governance*”, dan “BUMDes and digital innovation”. Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel dipublikasikan dalam rentang 2020–2025, (2) berfokus pada implementasi IoT di sektor pertanian, (3) menyediakan data empiris atau model implementasi, dan (4) relevan dengan konteks pedesaan atau tata kelola lokal. Artikel yang bersifat opini, tidak melalui peer-review, atau tidak menyediakan informasi metodologis yang jelas dikeluarkan dari proses seleksi.

Tahap seleksi dilakukan melalui tiga proses: identifikasi awal berdasarkan judul dan abstrak, penyaringan isi penuh (*full-text screening*), dan evaluasi kualitas metodologis. Dari total artikel yang ditemukan, hanya literatur yang memenuhi kriteria inklusi yang dianalisis lebih lanjut. Data yang diekstraksi mencakup jenis teknologi IoT yang digunakan, model implementasi, dampak terhadap efisiensi pertanian, tantangan teknis dan non-teknis, serta pola tata kelola yang diterapkan. Analisis dilakukan menggunakan teknik *thematic synthesis*, yaitu mengelompokkan temuan penelitian ke dalam tema-tema utama seperti efisiensi teknis, keberlanjutan operasional, hambatan implementasi, dan model kelembagaan. Hasil sintesis kemudian dibandingkan secara kritis untuk mengidentifikasi tren dominan, kesenjangan penelitian, serta potensi integrasi antara IoT pertanian dan peran BUMDes sebagai pengelola sistem berbasis komunitas.

Tabel 1. Tahun Penerbitan Jurnal

Tahun Penerbitan	Kandidat	Terpilih
2021	20	5
2022	20	6
2023	20	8
2024	20	9
2025	20	22
Total	120	50

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dominasi Pendekatan Teknosentris dalam Implementasi IoT Pertanian

Sintesis terhadap literatur yang direview menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian IoT pertanian berorientasi pada pengembangan dan pengujian sistem irigasi otomatis berbasis sensor kelembapan tanah.

Studi-studi seperti Wahyudi, dkk. (2025), Anugrah, dkk. (2021), Novianto, dkk. (2021), dan Maulana (2022) menempatkan soil moisture sensor sebagai variabel utama yang mengendalikan aktuator pompa air melalui mikrokontroler seperti Arduino atau ESP-based systems. Pola ini menunjukkan bahwa perkembangan IoT pertanian di Indonesia masih berada pada fase optimalisasi teknis dasar, yaitu memastikan air diberikan sesuai kebutuhan aktual tanaman. Namun, jika dianalisis lebih dalam, pendekatan ini memperlihatkan kecenderungan teknosentris yang kuat. Fokus utama literatur adalah akurasi sensor, stabilitas transmisi data, serta efisiensi konsumsi air, sementara dimensi sosial seperti pola kepemilikan alat, distribusi manfaat, dan keberlanjutan kelembagaan relatif kurang dibahas. Artinya, IoT diperlakukan sebagai solusi teknologi yang berdiri sendiri, bukan sebagai bagian dari sistem sosial-ekonomi desa. Perbandingan antar studi juga menunjukkan variasi tingkat kompleksitas sistem. Beberapa penelitian masih menggunakan pendekatan ambang batas sederhana (threshold-based control), sedangkan penelitian lain telah mengintegrasikan fuzzy logic untuk meningkatkan presisi penyiraman (Azhar, dkk., 2024; Prabowo, dkk., 2023). Meskipun pendekatan adaptif ini lebih canggih, hampir seluruh penelitian tetap berorientasi pada performa teknis, bukan pada dampak struktural terhadap sistem pertanian desa.

Efisiensi Air dan Produktivitas: Validitas Klaim dan Batasan Empiris

Beberapa studi melaporkan penghematan air hingga 30–40% tanpa menurunkan produktivitas tanaman (Hulukati, dkk., 2025; Haj, dkk., 2025; Abrar & Tukino, 2023). Secara kuantitatif, angka ini signifikan dan memperkuat argumen bahwa IoT memiliki potensi menjawab tantangan kelangkaan air dan perubahan iklim. Namun demikian, terdapat beberapa catatan kritis. Pertama, sebagian besar penelitian dilakukan dalam skala uji coba terbatas dengan durasi pengamatan relatif singkat. Belum banyak penelitian longitudinal yang mengevaluasi performa sistem dalam berbagai musim tanam atau kondisi cuaca ekstrem. Kedua, indikator keberhasilan umumnya terbatas pada efisiensi air dan stabilitas kelembapan tanah, sementara variabel ekonomi seperti peningkatan pendapatan petani atau pengurangan biaya produksi jarang dianalisis secara sistematis. Hal ini menunjukkan adanya gap antara klaim efisiensi teknis dan dampak sosial-ekonomi nyata. Dalam konteks desa, efisiensi air tidak otomatis bertransformasi menjadi kesejahteraan jika tidak disertai dengan model distribusi manfaat yang adil. Oleh karena itu, klaim efektivitas IoT perlu ditempatkan dalam konteks sosial yang lebih luas.

Hambatan Implementasi: Dari Infrastruktur hingga Ketergantungan Teknologi

Sintesis literatur menunjukkan bahwa tantangan implementasi IoT pertanian tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga struktural. Hambatan teknis meliputi keterbatasan jaringan internet, gangguan konektivitas, dan kebutuhan pemeliharaan sensor secara berkala. Dalam beberapa studi (Halawa, 2024; Sari, dkk., 2024), sistem berhenti beroperasi setelah fase pilot project karena tidak adanya perawatan rutin atau penggantian komponen rusak. Namun tantangan yang lebih mendasar adalah aspek tata kelola. Banyak proyek IoT diimplementasikan melalui program hibah atau kerja sama dengan institusi eksternal tanpa skema keberlanjutan finansial yang jelas. Ketika dukungan proyek berakhir, sistem menjadi tidak aktif. Kondisi ini menunjukkan bahwa masalah utama bukan semata teknologi, tetapi ketidaksiapan kelembagaan desa dalam mengelola inovasi digital secara mandiri. Selain itu, terdapat risiko ketergantungan teknologi. Petani yang sebelumnya mengandalkan pengalaman empiris dalam menentukan jadwal penyiraman dapat menjadi pasif dan bergantung sepenuhnya pada sistem otomatis. Tanpa pelatihan dan literasi digital yang memadai, transformasi digital berpotensi menciptakan kesenjangan pengetahuan baru di tingkat desa.

Dimensi Sosial dan Kelembagaan: Kelemahan yang Konsisten dalam Literatur

Meskipun beberapa penelitian menyinggung pentingnya dukungan kelembagaan, pembahasan tersebut umumnya bersifat normatif dan tidak didukung analisis mendalam. Hampir tidak ada studi yang secara sistematis mengkaji model tata kelola IoT berbasis kelembagaan desa. Padahal, literatur pembangunan pedesaan menunjukkan bahwa inovasi teknologi akan lebih berkelanjutan jika dikelola secara kolektif melalui institusi lokal. Dalam konteks Indonesia, BUMDes memiliki struktur formal, legitimasi hukum, serta mekanisme akuntabilitas yang memungkinkan pengelolaan layanan berbasis komunitas. Ketiadaan integrasi analitis antara IoT dan BUMDes dalam literatur menunjukkan adanya kesenjangan konseptual. Inilah ruang kontribusi penelitian ini: menghubungkan dimensi teknis IoT dengan model tata kelola desa sebagai satu kesatuan sistem sosial-teknis.

Peran Strategis BUMDes dalam Model Implementasi Berkelanjutan

Berdasarkan sintesis literatur, penelitian ini mengusulkan bahwa BUMDes dapat berperan dalam tiga fungsi utama: (1) penyedia dan pengelola perangkat IoT secara kolektif, (2) pengatur skema pembiayaan layanan berbasis iuran atau sewa alat, dan (3) pengelola data pertanian desa untuk mendukung perencanaan produksi. Model ini memungkinkan distribusi risiko dan biaya secara kolektif, sehingga mengurangi beban individual petani. Selain itu, pengelolaan data oleh BUMDes membuka peluang integrasi dengan perencanaan desa dan kebijakan pertanian lokal. Dari perspektif pembangunan berkelanjutan, integrasi IoT dan BUMDes berpotensi memberikan dampak sistemik: meningkatkan ketahanan pangan (SDG 2), efisiensi penggunaan air (SDG 6), menciptakan lapangan kerja baru (SDG 8), serta mendorong inovasi desa (SDG 9). Namun, efektivitas model ini tetap bergantung pada kapasitas manajerial dan literasi digital pengelola BUMDes.

Sintesis Konseptual dan Kontribusi Penelitian

Analisis tematik terhadap literatur menunjukkan bahwa keberhasilan IoT pertanian tidak dapat dijelaskan hanya melalui variabel teknis. Penelitian ini mengidentifikasi tiga determinan utama keberlanjutan: akurasi teknologi, model tata kelola kelembagaan, dan kapasitas sosial masyarakat. Kontribusi utama penelitian ini adalah merumuskan kerangka integratif yang menempatkan IoT sebagai instrumen teknis dan BUMDes sebagai mekanisme tata kelola. Pendekatan ini memperluas literatur sebelumnya yang cenderung memisahkan dimensi teknologi dan kelembagaan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya merangkum tren implementasi IoT, tetapi juga menawarkan perspektif konseptual bahwa transformasi pertanian digital di desa harus dipahami sebagai proses sosial-teknis yang membutuhkan integrasi teknologi, kelembagaan, dan partisipasi masyarakat.

KESIMPULAN

Kajian literatur terhadap 50 artikel yang membahas mengenai penerapan IoT dalam sektor pertanian dan penguatan BUMDes menunjukkan bahwa teknologi digital memiliki peran krusial dalam mendorong perubahan sistem pertanian desa ke arah praktik yang lebih baik, efisien, adaptif, serta berkelanjutan. Berdasarkan bukti nyata, IoT meningkatkan efisien sumber daya serta penggunaan air, mengoptimalkan produktivitas pada tanaman, serta dapat menyediakan data kondisi lingkungan secara langsung sehingga mendukung pengambilan keputusan berdasarkan data. Sehingga implementasi IoT ini dapat membawa perubahan yang cukup signifikan dalam pengelolaan pertanian dan dapat mempermudah pekerjaan sehari-hari bagi BUMDes, masyarakat dan petani. Secara keseluruhan, implementasi IoT dalam sektor pertanian terus berkembang. Meskipun terdapat tantangan, solusi inovatif yang berkembang dapat membantu mengatasi berbagai permasalahan yang muncul. Dengan adanya solusi inovatif, dampak positif yang signifikan pada berbagai sektor, termasuk sektor pertanian. Penelitian selanjutnya perlu difokuskan pada pengembangan dan pengujian terhadap BUMDes sebagai lembaga yang berperan dalam mengelola inovasi digitalisasi pertanian, termasuk analisis pada tata kelola, sumber daya manusia dan finansial dari penerapan IoT Pertanian.

KONTRIBUSI PENULIS

Ahmad Isna Fatkhur Romadhon: Conceptualization, Methodology, Validation, Writing - Original Draft, Investigation, dan Writing - Review & Editing; **Dini Luki Mulya Safitri:** Visualization, Data Curation, Methodology, Formal Analysis, Resources, dan Writing - Original Draft; serta **Utama Alan Deta:** Writing - Review & Editing dan Supervision. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir dari naskah ini.

PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan finansial maupun hubungan pribadi yang dapat mempengaruhi hasil yang dilaporkan dalam naskah ini.

PERNYATAAN ETIKA PENELITIAN DAN PUBLIKASI

Para penulis menyatakan bahwa penelitian dan penulisan naskah ini telah mematuhi standar etika penelitian dan publikasi, sesuai dengan prinsip ilmiah, serta bebas dari plagiasi.

PERNYATAAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI ASISTIF

Para penulis menyatakan bahwa Kecerdasan Buatan Generatif (*Generative Artificial Intelligence*) dan teknologi asistif lainnya tidak digunakan secara berlebihan dalam proses penelitian dan penulisan naskah ini. Secara khusus, ChatGPT untuk brainstorming ide. Para penulis telah meninjau dan menyunting semua konten

yang dihasilkan AI guna memastikan ketepatan, kelengkapan, serta kepatuhan terhadap standar etika dan ilmiah. Tim Penulis bertanggung jawab penuh atas naskah versi akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, A. & Tukino. (2023). Pengembangan sistem pengontrolan irigasi cerdas dengan teknologi internet of things (Iot). *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial dan Teknologi (Snistek)*, **5**, 286–293. DOI: <https://doi.org/10.33884/psnistek.v5i.8096>.
- Alfassa, A.I., Zhafira, A., Sifa, R.Y., Sari, E.K., Indriani, N., & Hidayah, N. (2025). Literature review: pemanfaatan internet of things (IoT) di sektor pertanian, peternakan, dan perikanan. *Jurnal Perangkat Lunak*, **7**(2), 198-209. DOI: <https://doi.org/10.32520/jupel.v7i2.4237>.
- Anugrah, E., Hasbi, M., & Lukman, M.P. (2021). Penerapan sistem monitoring dan kendali pintar untuk tanaman terung berbasis internet of things dengan metode irigasi tetes. *Jurnal Resistor*, **4**(2), 204–212. DOI: <https://doi.org/10.31598/jurnalresistor.v4i2.669>.
- Azhar, R., Saeppani, A.S.A., & Sofiyani, Y. Y. (2024). The utilization of internet of things (IoT) technology in agriculture. *Jureti: Jurnal Riset Teknik Informatika*, **1**(2), 92–97. Retrieved from: <https://ejournal.jurnalist.org/index.php/jureti/article/view/18>.
- Crysostomus, N., Dewi, K., & Kesuma, D.P. (2025). Perkembangan dan implementasi internet of things di berbagai sektor: Systematic literature review. *Konstelasi*, **5**(1), 106–116. DOI: <https://doi.org/10.24002/konstelasi.v5i1.11626>.
- Efendi, R. & Sagita, D. (2022). Teknologi Pertanian masa depan dan peranannya dalam menunjang ketahanan pangan. *Sultra Journal of Mechanical Engineering*, **1**(1), 1–12. Retrieved from: <https://rumah-jurnal.unsultra.com/sjme/article/view/19>.
- Haj, S.U., Adek, R.T., & Suwanda, R. (2025). Implementasi sistem irigasi berbasis internet of things (iot) untuk optimasi penggunaan air pada pertanian. *Metik Jurnal*, **9**(2), 338–347. DOI: <https://doi.org/10.47002/sqe99d72>.
- Halawa, D.N. (2024). Peran teknologi pertanian cerdas (smart farming) untuk generasi pertanian Indonesia. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, **6**(2), 502–512. DOI: <https://doi.org/10.53863/kst.v6i02.1226>.
- Hulukati, S.A., Salihin, I.A., & Usman, I.F. (2025). Integrasi internet of things (Iot) dengan google assistant untuk optimalisasi pengelolaan kelembaban tanah dan kontrol pompa. *Digital Transformation Technology*, **5**(1), 180–190. DOI: <https://doi.org/10.47709/digitech.v5i1.6006>.
- Malandrakis, E.E. (2025). Design and implementation of a cost-effective iot-based monitoring and alerting system for recirculating aquaculture systems (RAS). *Sensors*, **25**(21), 6692. DOI: <https://doi.org/10.3390/s25216692>.
- Manchanda, G., Papnai, B., Lochab, A., & Badhani, S. (2023). IoT-based smart farming for sustainable agriculture. In Mishra, A., Gupta, D., Chetty, G. (Eds) *Advances in IoT and Security with Computational Intelligence. ICAISA 2023* (vol. 756, pp. 27–37). Singapore: Springer Nature Singapore. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-99-5088-1_3.
- Mareta, A. (2025). *Sistem monitoring pertanian cerdas berbasis iot pada balai penyuluhan pertanian kecamatan sukabumi kota bandar lampung*. Disertasi. Bandar Lampung: Uin Raden Intan Lampung. Retrieved from: <https://repository.radenintan.ac.id/id/eprint/40335>.
- Maulana, Y. & Supardi, D. (2022). Sistem pengawasan kelembaban tanah dan penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT via telegram. *Jurnal Coscitech*, **3**(3), 464–471. DOI: <https://doi.org/10.37859/coscitech.v3i3.4429>.
- Mendrofa, J.S., Zendrato, M.W., Halawa, N., Zalukhu, E.E., & Lase, N.K. (2024). Peran teknologi dalam meningkatkan efisiensi pertanian. *Tumbuhan: Publikasi Ilmu Sosiologi Pertanian Dan Ilmu Kehutanan*, **1**(3), 1-12. DOI: <https://doi.org/10.62951/tumbuhan.v1i3.111>.
- Novianto, A.D., Farida, I.N., & Sahertian, J. (2021). Alat penyiram tanaman otomatis berbasis iot menggunakan metode fuzzy logic. *Prosiding Semnas Inotek*, **5**(1), 315–320. DOI: <https://doi.org/10.29407/inotek.v5i1.974>.
- Prabowo, M.C.A., Janitra, A.A., & Wibowo, N.M. (2023). Sistem monitoring hidroponik berbasis iot dengan sensor suhu, ph, dan ketinggian air menggunakan esp8266. *Jurnal Tecnoscienza*, **7**(2), 312–323. DOI: <https://doi.org/10.51158/tecnoscienza.v7i2.894>.
- Rahmaddi, R. & Rohmah, R.N. (2021). Sistem keamanan dan pengairan ladang pertanian berbasis IoT. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, **21**(2), 126–134. Retrieved from: <https://journals.ums.ac.id/index.php/emitor/article/view/13720>.

- Sari, I.P., Novita, A., Al-Khowarizmi, A.K., Ramadhani, F., & Satria, A. (2024). Pemanfaatan Internet Of Things (Iot) pada bidang pertanian menggunakan arduino uno R3. *Blend Sains Jurnal Teknik*, **2**(4), 337–343. DOI: <https://doi.org/10.56211/blendsains.v2i4.505>.
- Sari, Y.N. & Sari, M. (2025). Inovasi teknologi IoT untuk mendukung pertanian berkelanjutan. *Jurnal Kolaboratif Sains*, **8**(1), 271–284. Retrieved from: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS/article/view/6737>.
- Setiawan, P.A.C., Er, N.I., & Sukadarmika, G. (2025). Pertanian vertikal pintar: Peran IoT dalam mewujudkan keberlanjutan dan efisiensi sumber daya. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, **24**(1), 23–34. DOI: <https://doi.org/10.24843/mite.205.v24i01.p03>.
- Wahyudi, Pradana, A.I., & Permatasari, H. (2025). Implementasi sistem irigasi otomatis berbasis IoT untuk pertanian greenhouse. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, **5**(2), 435–446. DOI: <https://doi.org/10.52436/1.jpti.656>.
- Wardhana, A.S., Ferdiansyah, M., & Kholifah, S. (2025). Desain dan prototipe integrasi IoT dalam pertanian hidroponik cerdas berbasis energi terbarukan. *Jurnal Indonesia: Manajemen Informatika dan Komunikasi*, **6**(1), 105–114. DOI: <https://doi.org/10.35870/jimik.v6i1.1134>.
- Widari, L.A. (2025). Dampak pemanfaatan teknologi irigasi otomatis dan sensor kelembaban tanah terhadap efisiensi ekonomi pertanian dan ketahanan pangan berkelanjutan. *Journal of Economic Studies*, **1**(2), 107–113. Retrieved from: <https://ejournal.risetanakbangsa.id/jeta/article/view/54>.