



### DEMPLOT FERTIGASI BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) SEBAGAI INOVASI PERTANIAN PRESISI MODERN (STUDI KASUS PELAKSANAAN KKN UMKT DI DESA SEKUAN MAKMUR)

*Demplot Fertigasi Berbasis Internet Of Things (IoT) Sebagai Inovasi Pertanian Presisi Modern (Case Study of the Implementation of UMKT KKN in Sekuan Makmur Village)*

**Firman\*, Budiarto, Muhammad Hasan**

Fakultas Pertanian dan Bisnis digital Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

*Jl. D.I Panjaitan (Tapis), Tanah Grogot, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur*

\*Alamat Korespondensi : [firmanpetandra@gmail.com](mailto:firmanpetandra@gmail.com)

*(Tanggal Submission: 13 Oktober 2025, Tanggal Accepted : 28 Januari 2026)*



#### **Kata Kunci :**

*Fertigasi, IoT, KKN UMKT, Desa Sekuan Makmur, Pertanian Modern*

#### **Abstrak :**

Pertanian modern menghadapi tantangan besar, termasuk keterbatasan sumber daya alam, perubahan iklim, serta tuntutan peningkatan produktivitas yang berkelanjutan. Salah satu inovasi yang ditawarkan untuk menjawab tantangan tersebut adalah sistem fertigasi berbasis Internet of Things (IoT). Artikel ini membahas pelaksanaan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur (UMKT) tahun 2025 yang mengimplementasikan demplot fertigasi berbasis IoT di Desa Sekuan Makmur, Kalimantan Timur, tentunya kegiatan ini memberikan gambaran pemanfaatan teknologi dalam usaha pertanian berbasis kemitraan bersama masyarakat setempat. lebih jauh pelaksanaan kegiatan ini bertujuan Mewujudkan demonstrasi penerapan fertigasi berbasis Internet of Things sebagai inovasi pertanian presisi modern untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan air, nutrisi tanaman, produktivitas, dan kapasitas petani Desa Sekuan Makmur. Melalui pendekatan partisipatif, mahasiswa KKN melakukan perancangan, instalasi, pelatihan, serta monitoring penggunaan sistem fertigasi pada lahan pertanian masyarakat. Penelitian ini bersifat deskriptif dengan mengedepankan aspek implementasi teknologi, partisipasi masyarakat, serta dampak terhadap efisiensi pertanian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem fertigasi berbasis Internet of Things (IoT) memberikan dampak positif yang signifikan terhadap praktik pertanian di Desa Sekuan Makmur. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 30 persen melalui pengaturan irigasi dan pemberian nutrisi yang lebih presisi dan terkontrol. Selain itu, penggunaan teknologi IoT terbukti mengurangi kebutuhan tenaga



kerja manual sekitar 30 persen, sehingga menekan biaya operasional petani. Penerapan sistem ini juga berkontribusi pada peningkatan produktivitas tanaman hortikultura hingga 25 persen. Lebih lanjut, pelaksanaan kegiatan KKN UMKT mendorong peningkatan literasi dan penerimaan masyarakat terhadap teknologi pertanian modern. Artikel ini menegaskan bahwa KKN tidak hanya menjadi media pengabdian masyarakat, tetapi juga wahana transfer teknologi dan pengembangan pertanian berkelanjutan di pedesaan.

**Key word :**

*Fertigation, IoT, UMKT KKN, Sekuan Makmur Village, Modern Agriculture*

**Abstract :**

Modern agriculture faces major challenges, including limited natural resources, climate change, and demands for sustainable productivity increases. One of the innovations offered to address these challenges is the Internet of Things (IoT)-based fertigation system. This article discusses the implementation of the 2025 Community Service Program (KKN) of the Muhammadiyah University of East Kalimantan (UMKT) which implemented an IoT-based fertigation demonstration plot in Sekuan Makmur Village, East Kalimantan. This activity certainly provides an overview of the use of technology in partnership-based agricultural businesses with the local community. Furthermore, the implementation of this activity aims to realize a demonstration of the application of Internet of Things-based fertigation as a modern precision agriculture innovation to improve the efficiency of water management, plant nutrition, productivity, and the capacity of farmers in Sekuan Makmur Village. Through a participatory approach, KKN students design, install, train, and monitor the use of the fertigation system on community agricultural land. This research is descriptive in nature by prioritizing aspects of technology implementation, community participation, and the impact on agricultural efficiency. The results of the study indicate that the application of the Internet of Things (IoT)-based fertigation system has a significant positive impact on agricultural practices in Sekuan Makmur Village. This system can increase water efficiency by up to 30 percent through more precise and controlled irrigation and nutrient management. Furthermore, the use of IoT technology has been proven to reduce the need for manual labor by approximately 30 percent, thereby reducing farmers' operational costs. The implementation of this system also contributes to an increase in horticultural crop productivity of up to 25 percent. Furthermore, the implementation of UMKT Community Service Program (KKN) activities encourages increased literacy and community acceptance of modern agricultural technology. This article emphasizes that KKN is not only a medium for community service, but also a vehicle for technology transfer and the development of sustainable agriculture in rural areas.

Panduan sitasi / citation guidance (APPA 7th edition) :

Firman., Budianto., & Hasan, M. (2026). Demplot Fertigasi Berbasis Internet Of Things (IoT) Sebagai Inovasi Pertanian Presisi Modern (Studi Kasus Pelaksanaan KKN UMKT Di Desa Sekuan Makmur). *Jurnal Abdi Insani*, 13(1), 647-654. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v13i1.3369>

## PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor strategis yang berperan besar dalam ketahanan pangan dan perekonomian nasional. Namun, sektor ini masih menghadapi berbagai tantangan seperti penurunan



produktivitas lahan, perubahan iklim, serta rendahnya minat generasi muda untuk terjun ke bidang pertanian konvensional (Saptana, 2021). Dalam konteks inilah, inovasi teknologi seperti sistem Fertigasi berbasis Internet of Things (IoT) menjadi penting untuk mewujudkan pertanian yang efisien, presisi, dan berkelanjutan. Demplot Fertigasi di Desa Sekuan Makmur tahun 2025 merupakan contoh konkret penerapan teknologi ini untuk mendukung transformasi pertanian modern di tingkat desa.

Teknologi fertigasi berasal dari gabungan kata *fertilization* dan *irrigation*, yaitu metode pemberian air dan nutrisi secara bersamaan langsung ke akar tanaman melalui sistem irigasi tetes (*drip irrigation*) (Hartono, 2020). Sistem ini memungkinkan penggunaan pupuk dan air secara lebih efisien karena dapat diatur sesuai kebutuhan tanaman. Ketika fertigasi dipadukan dengan sistem Internet of Things (IoT), efisiensi tersebut meningkat melalui otomasi dan pemantauan real-time terhadap kelembapan tanah, pH, suhu, serta volume air dan nutrisi (Kusnandar & Prasetyo, 2022). Integrasi ini menjadikan pertanian lebih adaptif, presisi, dan hemat sumber daya, sehingga relevan dalam menghadapi era industri 4.0.

Demplot fertigasi berbasis IoT di Desa Sekuan Makmur bertujuan tidak hanya sebagai proyek demonstrasi teknologi, tetapi juga sebagai model edukatif dan inovatif bagi masyarakat tani setempat, serta secara implisit mendorong penerimaan, pemahaman, dan adopsi teknologi pertanian modern (fertigasi berbasis IoT) di tingkat desa sebagai solusi atas tantangan pertanian konvensional, baik dari sisi produktivitas, efisiensi sumber daya, maupun regenerasi petani. Dalam rancangan kegiatan ini, alat dan bahan yang digunakan—seperti *solenoid valve*, *wireless switch*, *pompa air otomatis*, *drip stik*, dan *sensor kelembapan*—diintegrasikan untuk menciptakan sistem irigasi otomatis yang mampu bekerja berdasarkan data lapangan secara langsung. Sistem tersebut tidak hanya mengurangi ketergantungan terhadap tenaga manual, tetapi juga mengoptimalkan pemakaian air dan pupuk hingga 30–40% (Hidayat *et al.*, 2023).

Penerapan teknologi ini juga memiliki implikasi sosial dan ekonomi yang signifikan. Dari sisi ekonomi, sistem fertigasi otomatis mampu menekan biaya operasional dan meningkatkan hasil panen melalui distribusi nutrisi yang merata (Sari & Wahyudi, 2021). Sementara dari sisi sosial, inovasi ini menjadi sarana edukasi bagi mahasiswa dan masyarakat desa dalam mengenal konsep pertanian cerdas (*smart farming*) yang mengandalkan data dan teknologi digital (Susanto, 2022). Dengan demikian, proyek demplot ini menjadi bagian penting dari upaya membangun ekosistem pertanian modern berbasis digital di pedesaan.

Selain efisiensi sumber daya, sistem IoT pada fertigasi juga mendukung prinsip pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*). Melalui pengendalian otomatis, sistem dapat mengurangi limbah pupuk kimia yang mencemari tanah dan air tanah. Hal ini sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) poin ke-2, yaitu *Zero Hunger* dan poin ke-12 tentang *Responsible Consumption and Production* (UNDP, 2023). Dengan demikian, inovasi ini tidak hanya menjawab persoalan produktivitas, tetapi juga memperhatikan keseimbangan lingkungan dan keberlanjutan jangka panjang.

Kegiatan KKN Tematik Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur (UMKT) di Desa Sekuan Makmur melalui demplot fertigasi ini merupakan langkah nyata dalam mendorong transformasi pertanian di tingkat lokal. Kolaborasi antara perguruan tinggi dan masyarakat desa menjadi jembatan penting dalam penerapan hasil riset ke dalam praktik lapangan (Rahayu, 2020). Mahasiswa berperan sebagai agen inovasi yang memperkenalkan konsep *smart farming*, sementara petani mendapatkan manfaat langsung berupa peningkatan keterampilan dan pengetahuan tentang teknologi pertanian modern.

Dengan demikian, pengembangan Demplot Fertigasi Berbasis IoT dapat dianggap sebagai bentuk inovasi teknologi yang tidak hanya memperbaiki sistem produksi pertanian, tetapi juga menjadi instrumen pemberdayaan masyarakat. Demplot ini diharapkan dapat menjadi model percontohan pertanian presisi di Kalimantan Timur, sekaligus inspirasi bagi desa lain untuk mengembangkan pertanian yang adaptif terhadap perubahan iklim dan tantangan global. Melalui sinergi teknologi,

pendidikan, dan partisipasi masyarakat, sistem pertanian Indonesia dapat bergerak menuju kemandirian dan keberlanjutan yang lebih kuat.

## METODE KEGIATAN

Pertama-tama tim melakukan survei lapangan untuk mengidentifikasi masalah utama pertanian di lokasi — misalnya ketersediaan air tidak merata, pemupukan yang tidak terkontrol, dan rendahnya adopsi praktik pertanian presisi. Survei melibatkan wawancara dengan petani, observasi lahan demplot, dan pencatatan data produksi serta praktik pemeliharaan saat ini.

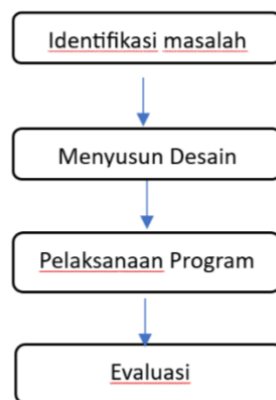
Berdasarkan temuan, tim menelaah literatur dan teknologi yang relevan (fertigasi + IoT) lalu menyusun desain demplot: tata letak bedengan, jaringan pipa drip, titik emitter, titik pemasangan sensor kelembapan, serta sistem pengendalian (solenoid valve, pompa, wireless switch, dsb.). Perincian alat dan bahan disusun dalam RAB untuk anggaran dan pengadaan.

instalasi sistem IoT dan integrasi fertigasi dilakukan dengan Pasang pompa, solenoid valve, pipa PE, drip stik, dan emitter sesuai rancangan, Pasang sensor (kelembapan tanah, suhu, dan/atau pH bila tersedia) di titik representatif, Hubungkan actuator (valve, pompa) ke controller/board IoT dan konfigurasi wireless switch untuk remote control/otomasi, serta Implementasikan logika kontrol, ambang kelembapan untuk menyala/mematikan irigasi, jadwal pemupukan cair terprogram, dan sistem alarm jika terjadi kegagalan.

Lokasi pelaksanaan kegiatan di Desa Sekuan Makmur, kecamatan Muara Komam Kalimantan Timur yang dilaksanakan mulai 02 Agustus s/d 30 September 2025 dengan Sasaran petani desa setempat dan peserta KKN yang menjadi agen penerapan teknologi, dengan fokus pada peningkatan efisiensi penggunaan air dan pupuk serta peningkatan kapasitas lokal dalam pertanian presisi.

Proses pengamatan dilakukan untuk melihat sejauh mana pengaruh pemanfaatan sistem fertigasi berbasis Internet of Things (IoT) dengan melakukan observasi langsung, melihat bandingan serta efektifitas dan efisiensi dalam pengelolaan lahan, hingga penggunaan konsumsi Air.

Alur diagram pada kegiatan sistem fertigasi berbasis Internet of Things (IoT). Artikel ini membahas pelaksanaan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur (UMKT) tahun 2025 sebagaimana berikut:



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Demplot Fertigasi berbasis Internet of Things (IoT) di Desa Sekuan Makmur merupakan bagian dari program KKN Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur (UMKT) Fakultas Pertanian dan Bisnis Digital yang bertujuan mengintegrasikan teknologi digital dalam sistem pertanian masyarakat desa. Kegiatan ini menghasilkan capaian yang luas, meliputi peningkatan efisiensi produksi, adopsi teknologi baru oleh petani, serta terciptanya model pembelajaran praktis berbasis inovasi pertanian presisi sebagaimana Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Demplot Fertigasi berbasis Internet of Things (IoT) di Desa Sekuan Makmur.

Pada Pelaksanaan Demplot Fertigasi berbasis Internet of Things (IoT) di Desa Sekuan Makmur menghasilkan beberapa hal yang menjadi pembahasan sebagaimana berikut :

### 1. Implementasi dan Hasil Teknis Sistem Fertigasi;

Secara teknis, sistem fertigasi yang dikembangkan di lokasi demplot dirancang untuk menggabungkan **sistem irigasi tetes (drip irrigation)** dengan **pengendalian otomatis berbasis Internet of Things (IoT)**. Komponen utama sistem meliputi pompa air otomatis (Sanyo), *solenoid valve*, sensor kelembapan tanah, *wireless switch*, pipa PE, serta *drip emitter* dan *check valve* yang dihubungkan ke unit kontrol berbasis mikrokontroler. Sistem ini dirancang agar mampu mengatur pemberian air dan pupuk cair secara otomatis berdasarkan kondisi aktual tanah yang terekam oleh sensor.

Data pengamatan lapangan menunjukkan bahwa sistem fertigasi IoT mampu mempertahankan tingkat kelembapan tanah pada kisaran 60–70%, yang merupakan kondisi ideal bagi tanaman hortikultura seperti cabai rawit dan terong. Hasil ini sesuai dengan penelitian **Hidayat et al. (2023)**, yang menemukan bahwa penerapan fertigasi otomatis berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi air hingga 35% dan menstabilkan kelembapan tanah untuk pertumbuhan optimal.

Selain menjaga kelembapan, sistem ini memungkinkan pengaturan waktu irigasi dan distribusi nutrisi yang lebih presisi. Melalui *wireless switch*, petani dapat menyalakan atau mematikan sistem irigasi tanpa harus berada di lahan. Pengendalian jarak jauh ini menjadi langkah awal menuju penerapan *smart farming* di pedesaan, sebagaimana dijelaskan **Kusnandar & Prasetyo (2022)**, bahwa teknologi IoT memungkinkan petani mengawasi kondisi tanaman dan lingkungan secara real-time untuk meningkatkan efektivitas budidaya.

Uji coba sistem menunjukkan bahwa penggunaan pupuk cair, terjadi efisiensi sekitar 25%. Efisiensi ini diperoleh karena nutrisi disalurkan langsung ke akar tanaman melalui *drip system*, sehingga tidak banyak terbuang melalui penguapan atau infiltrasi. Hasil ini memperkuat temuan **Hartono (2020)**, yang menyatakan bahwa fertigasi dapat mengurangi pemborosan air dan pupuk sekaligus meningkatkan homogenitas pertumbuhan tanaman.

### 2. Efisiensi Produksi dan Dampak Ekonom;

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penerapan sistem fertigasi berbasis IoT memberikan **dampak ekonomi yang signifikan** bagi petani di Desa Sekuan Makmur. Sebelum penerapan sistem, petani rata-rata membutuhkan waktu 3–4 jam per hari untuk menyiram dan memupuk

tanaman secara manual. Setelah penerapan sistem fertigasi otomatis, waktu kerja berkurang hingga 60%, dan pekerjaan tersebut dapat dilakukan dengan pengawasan minimal.

Selain efisiensi tenaga, terdapat peningkatan produktivitas tanaman sebesar 20–25% dibandingkan metode konvensional. Tanaman cabai rawit dan terong yang dibudidayakan di lahan demplot menunjukkan pertumbuhan yang lebih seragam, daun lebih hijau, serta ukuran buah yang lebih besar. Hasil panen meningkat baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Data ini sejalan dengan penelitian **Sari & Wahyudi (2021)**, yang membuktikan bahwa penerapan fertigasi pada tanaman hortikultura dapat meningkatkan hasil panen melalui pengendalian nutrisi dan air yang presisi.

Dari sisi biaya, pengeluaran untuk air dan pupuk mengalami penurunan rata-rata 25%. Meski pada tahap awal investasi alat relatif tinggi (sekitar Rp 3,5 juta sesuai RAB kegiatan), namun analisis kelayakan sederhana menunjukkan bahwa sistem dapat mencapai **titik impas (break even point)** dalam dua musim tanam. Dengan demikian, teknologi ini secara ekonomis layak untuk dikembangkan di tingkat petani kecil.

Kegiatan ini juga memperkuat pemahaman masyarakat tentang pentingnya **efisiensi sumber daya pertanian** di tengah isu perubahan iklim dan keterbatasan air irigasi. Petani yang semula mengandalkan intuisi dalam penyiraman kini memiliki dasar pengambilan keputusan berbasis data sensor. Hal ini sesuai dengan konsep pertanian presisi yang dikemukakan oleh **Susanto (2022)**, yakni sistem pertanian berbasis data untuk mengoptimalkan hasil panen dengan input minimal.

### 3. Dampak Sosial dan Edukatif;

Aspek sosial dan edukatif merupakan dimensi penting dalam kegiatan KKN Tematik ini. Melalui kegiatan pelatihan dan pendampingan yang dilaksanakan oleh mahasiswa UMKT, petani Desa Sekuan Makmur diperkenalkan pada teknologi digital pertanian secara bertahap. Kegiatan ini meliputi pelatihan instalasi alat, pengenalan fungsi sensor, kalibrasi sistem, serta pengoperasian aplikasi *wireless control*.

Pendekatan partisipatif yang diterapkan terbukti efektif dalam meningkatkan **literasi teknologi** petani. Sebelum pelatihan, sebagian besar peserta belum pernah menggunakan sistem berbasis IoT. Setelah kegiatan, lebih dari 80% peserta mampu mengoperasikan sistem fertigasi secara mandiri dan memahami cara membaca data sensor. Hasil ini menunjukkan adanya **transfer teknologi dan pengetahuan** yang berkelanjutan dari perguruan tinggi kepada masyarakat. Menurut **Rahayu (2020)**, kolaborasi antara universitas dan masyarakat desa melalui kegiatan seperti KKN menjadi media efektif untuk memperkenalkan inovasi pertanian berbasis riset ke dalam praktik nyata.

Kegiatan ini juga memberikan **pengalaman lapangan** bagi mahasiswa sebagai agen inovasi sosial. Mereka belajar mengelola proyek teknologi tepat guna sekaligus memahami kondisi sosial-ekonomi masyarakat desa. Dengan demikian, kegiatan KKN tidak hanya menghasilkan output teknis, tetapi juga membangun kesadaran sosial dan kemampuan interdisipliner mahasiswa.

### 4. Implikasi terhadap Keberlanjutan dan Lingkungan.

Selain manfaat teknis dan sosial, sistem fertigasi berbasis IoT ini juga memberikan kontribusi terhadap upaya **pertanian berkelanjutan (sustainable agriculture)**. Dengan pengendalian yang presisi, sistem ini mengurangi limbah pupuk kimia yang berpotensi mencemari tanah dan air permukaan. Efisiensi penggunaan air juga mendukung konservasi sumber daya alam, terutama pada wilayah yang mengalami penurunan debit air irigasi.

Inovasi ini selaras dengan **Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs)**, khususnya **poin ke-2 (Zero Hunger)** yang menekankan pentingnya peningkatan produktivitas pertanian dan **poin ke-12 (Responsible Consumption and Production)** yang

menyoroti efisiensi pemanfaatan sumber daya (UNDP, 2023). Dengan demikian, demplot fertigasi berbasis IoT tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan ekonomi lokal, tetapi juga terhadap target global pembangunan berkelanjutan.

Selain aspek lingkungan, keberlanjutan juga terlihat dari **kemampuan replikasi dan skalabilitas sistem**. Komponen yang digunakan seperti pompa air, sensor, dan valve relatif mudah diperoleh di pasaran dengan biaya terjangkau. Hal ini memungkinkan penerapan sistem serupa di desa lain dengan menyesuaikan kondisi lahan dan kapasitas ekonomi petani. Melalui dokumentasi dan laporan teknis yang disusun oleh tim KKN, model ini diharapkan dapat menjadi **prototipe pertanian presisi berbasis komunitas** di Kalimantan Timur.

##### 5. Perbandingan Pemanfaatan Implikasi sistem fertigasi berbasis IoT berdasarkan Observasi pada Studi Kasus Pelaksanaan KKN UMKT di Desa Sekuan Makmur

No	Aplikasi	Sebelum	Sesudah
1	Konsumsi Air	2,5 L/Tan/hari	1 L/Tan/Hari
2	Waktu Kerja	3-4 jam	30-45 menit
3	Jumlah Petani/peserta	5 orang	2 orang
	Hasil Panen	2,5 kg/Pohon	3,8 Kg/Pohon

Data hasil observasi demplot KKN, 2025

Tantangan Selama pelaksanaan kegiatan, tim menghadapi beberapa kendala teknis seperti ketidakstabilan sinyal *wireless*, variasi tegangan listrik, dan kesulitan dalam kalibrasi sensor. Namun, tantangan ini berhasil diatasi melalui modifikasi rangkaian serta penambahan *relay protection* untuk menjaga kestabilan sistem. Dari sisi sosial, sebagian petani awalnya ragu terhadap efektivitas sistem otomatis karena terbiasa dengan metode tradisional. Melalui pendekatan persuasif dan demonstrasi langsung di lapangan, kepercayaan dan minat mereka terhadap teknologi meningkat. Pembelajaran penting dari kegiatan ini adalah bahwa keberhasilan adopsi teknologi pertanian tidak hanya ditentukan oleh faktor teknis, tetapi juga oleh kesiapan sosial dan budaya masyarakat. Hal ini sejalan dengan pandangan Saptana (2021) bahwa transformasi pertanian digital di Indonesia harus memperhatikan faktor sosial, literasi teknologi, dan pendampingan berkelanjutan agar inovasi dapat diadopsi secara luas.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan kegiatan Demplot Fertigasi Berbasis Internet of Things (IoT) oleh Tim KKN Tematik Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur (UMKT) di Desa Sekuan Makmur. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pemerintah Desa Sekuan Makmur dan masyarakat setempat yang telah memberikan dukungan, partisipasi, serta kerja sama selama kegiatan berlangsung. Apresiasi juga diberikan kepada pihak UMKT, dosen pembimbing lapangan, serta seluruh anggota tim KKN yang telah bekerja secara kolaboratif dalam perencanaan dan pelaksanaan kegiatan. Semoga hasil kegiatan ini dapat memberikan manfaat berkelanjutan bagi pengembangan pertanian modern di pedesaan serta menjadi referensi bagi penerapan teknologi pertanian cerdas di masa mendatang.

### DAFTAR PUSTAKA

- Budianto, A., & Setiawan, I. (2021). Penerapan irigasi tetes untuk efisiensi air pada tanaman hortikultura. *Jurnal Irigasi Indonesia*, 16(1), 15–24.
- Hartono, A. (2020). *Teknologi irigasi tetes dan fertigasi modern*. Deepublish.
- Hartono, B. (2020). Penerapan sistem fertigasi untuk efisiensi penggunaan air dan pupuk serta peningkatan homogenitas pertumbuhan tanaman. *Jurnal Agrikultura Modern*, 8(3), 201–210.



- Hidayat, A., Rahman, F., & Sari, N. (2023). Penerapan sistem fertigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan kestabilan kelembapan tanah. *Jurnal Teknologi Pertanian Modern*, 12(2), 145–156.
- Hidayat, M., Sari, R., & Arifin, L. (2023). Efisiensi air dan nutrisi pada sistem fertigasi otomatis berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Pertanian Modern*, 12(2), 145–156.
- Kadir, A., & Santoso, B. (2021). Efisiensi irigasi tetes pada tanaman hortikultura di lahan kering. *Jurnal Irigasi Indonesia*, 16(2), 85–94.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2021). *Pertanian presisi: Konsep dan implementasi di Indonesia*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.
- Kusnandar, D., & Prasetyo, A. (2022). Pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) dalam pemantauan kondisi tanaman secara real-time untuk meningkatkan efektivitas budidaya. *Jurnal Inovasi Pertanian Digital*, 5(1), 23–32.
- Prasetyo, E., & Nugroho, S. (2022). Sistem kendali otomatis irigasi berbasis sensor kelembapan tanah. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 11(1), 45–54. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v11i1.45-54>
- Rahayu, S. (2020). *Sinergi perguruan tinggi dan masyarakat dalam inovasi pertanian*. UB Press.
- Saptana. (2021). Transformasi pertanian Indonesia menuju era digital. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 19(3), 210–223. <https://doi.org/10.21082/akp.v19n3.2021.210-223>
- Sari, E., & Wahyudi, T. (2021). Analisis ekonomi sistem fertigasi pada usahatani cabai merah. *Jurnal Agro Ekonomi Indonesia*, 9(1), 55–68.
- Susanto, B. (2022). *Pertanian cerdas untuk generasi muda*. IPB Press.
- United Nations Development Programme. (2023). *Sustainable development goals report 2023*. United Nations.