

# Pelatihan Implementasi IoT untuk Monitoring dan Otomasi Tanaman Lada di SMK SMTI Bandar Lampung dalam Mendukung Pertanian Berbasis Teknologi

## *Training on IoT Implementation for Monitoring and Automation of Pepper Plants at SMK SMTI Bandar Lampung to Support Technology-Based Agriculture*

Aryanto<sup>1\*</sup>, M. Herly Pratama<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Lampung, Indonesia

Alamat: Jalur dua Universitas Lampung, Jalan Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1,  
Kota Bandar Lampung, Lampung 35141  
Korespondensi email: [aryanto@eng.unila.ac.id](mailto:aryanto@eng.unila.ac.id)

### Article History:

Received: November 03, 2024;

Revised: November 15, 2024;

Accepted: November 21, 2024;

Online Available: November 22, 2024;

**Keywords:** IoT, Agriculture, Pepper, Challenges

**Abstract:** *The Internet of Things (IoT) has revolutionized agricultural practices by offering real-time monitoring, resource management, and process automation. In Lampung, Indonesia, pepper farming faces challenges such as pests, diseases, and inefficient water usage, hindering productivity. This community engagement program focuses on training vocational school (SMK SMTI Bandar Lampung) students in IoT-based smart farming solutions tailored to pepper plantations. The program employs LoRa-based IoT platforms and automatic irrigation systems to enhance agricultural efficiency and sustainability. By integrating theory and hands-on application, students gain critical digital and technical skills, contributing to the development of a sustainable agricultural ecosystem. This initiative also addresses technological literacy gaps, empowering future generations to embrace innovative approaches for agricultural improvement.*

### Abstrak

*Internet of Things (IoT) telah merevolusi praktik pertanian dengan menyediakan pemantauan real-time, pengelolaan sumber daya, dan otomatisasi proses. Di Lampung, Indonesia, budidaya lada menghadapi tantangan seperti hama, penyakit, dan penggunaan air yang tidak efisien sehingga menghambat produktivitas. Program pengabdian kepada masyarakat ini berfokus pada pelatihan siswa SMK SMTI Bandar Lampung mengenai solusi pertanian cerdas berbasis IoT yang disesuaikan untuk perkebunan lada. Program ini menggunakan platform IoT berbasis LoRa dan sistem irigasi otomatis untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pertanian. Melalui integrasi teori dan praktik, siswa memperoleh keterampilan digital dan teknis yang esensial, mendukung pengembangan ekosistem pertanian yang berkelanjutan. Inisiatif ini juga mengatasi kesenjangan literasi teknologi, memberdayakan generasi mendatang untuk mengadopsi pendekatan inovatif dalam peningkatan pertanian.*

**Kata Kunci:** IoT, Pertanian, Lada, Tantangan

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* telah membuka peluang besar untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi di sektor pertanian. Dalam konteks pertanian modern, IoT memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time, pengelolaan sumber daya, dan otomatisasi proses pertanian (Ullo & Sinha, 2021). Teknologi ini telah diimplementasikan dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem irigasi otomatis dan

pemantauan lahan pertanian yang luas (Ahmed *et al.*, 2022).

Di Indonesia, khususnya di Lampung, komoditas lada memiliki potensi ekonomi yang besar. Namun, tantangan seperti pengelolaan hama, penyakit, dan optimasi penggunaan air sering menjadi kendala utama dalam meningkatkan produktivitas lada (Cahyati *et al.*, 2022). Solusi berbasis IoT dapat memberikan pendekatan yang lebih efektif dan efisien dalam mengatasi tantangan tersebut. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa platform IoT berbasis LoRa dapat digunakan untuk pemantauan jarak jauh pada lahan pertanian skala besar, sebagaimana diimplementasikan di Chili (Ahmed *et al.*, 2022).

Selain itu, penelitian mengenai sistem irigasi otomatis berbasis *Arduino* telah membuktikan manfaatnya dalam meningkatkan produktivitas hasil tani melalui pengelolaan air yang lebih efisien (Alagarsam *et al.*, 2023). Implementasi teknologi semacam ini sangat relevan untuk diterapkan di lahan lada di Lampung, mengingat pentingnya pengelolaan sumber daya air dalam sistem pertanian lokal. Integrasi IoT juga dapat membantu petani dalam mendeteksi dini hama dan penyakit pada tanaman lada, seperti yang telah dilakukan pada tanaman kapas menggunakan IoT berbasis sistem pendeteksian hama (Azfar *et al.*, 2023).

Penerapan IoT di sektor pertanian tidak hanya memberikan manfaat teknis tetapi juga sosial dan ekonomi. Misalnya, pelatihan teknologi IoT kepada siswa SMK dapat meningkatkan literasi digital dan keterampilan teknis mereka, yang pada gilirannya akan mendukung inovasi di bidang pertanian (Defrizal *et al.*, 2022). Studi lain menunjukkan bahwa pendekatan berbasis IoT untuk pertanian cerdas dapat menciptakan ekosistem pertanian yang berkelanjutan dengan memanfaatkan analitik data berbasis awan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik (Dineva & Atanasova, 2022).

Namun, meskipun potensi teknologi ini sangat besar, tantangan dalam adopsi IoT di pertanian di Indonesia, seperti infrastruktur teknologi yang terbatas dan kurangnya pengetahuan teknologi di kalangan petani, tetap menjadi hambatan signifikan (Mukhlis & Perdana, 2022). Oleh karena itu, pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan IoT bagi siswa SMK menjadi salah satu langkah strategis untuk mengatasi hambatan ini.

Dalam program pengabdian ini, pelatihan IoT akan difokuskan pada pemantauan dan otomasi sistem pertanian lada di SMK SMTI Bandar Lampung. Melalui pendekatan ini, diharapkan siswa tidak hanya memahami teori dasar IoT tetapi juga mampu menerapkannya untuk mendukung pertanian cerdas berbasis teknologi. Program ini juga akan menggunakan platform IoT berbasis LoRa dan sistem irigasi otomatis, yang telah terbukti efektif dalam penelitian sebelumnya (Saban *et al.*, 2023; Siddiqui *et al.*, 2021).

Pendekatan berbasis IoT untuk pertanian cerdas ini merupakan langkah strategis untuk menjawab tantangan pertanian modern, khususnya di sektor lada. Dengan keterlibatan aktif siswa SMK SMTI Bandar Lampung, program ini diharapkan dapat menjadi model pembelajaran berbasis teknologi yang relevan dan berdampak positif bagi pengembangan sektor pertanian di Lampung.

## 2. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan sistematis untuk memastikan tercapainya tujuan program, yaitu meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa SMK SMTI Bandar Lampung dalam penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)* pada budidaya tanaman lada. Berikut adalah tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian di SMK SMTI Bandar Lampung yang digunakan dalam kegiatan ini:



**Gambar 1.** Tahapan Pelaksanaan Pelatihan IoT untuk Monitoring dan Otomasi Tanaman Lada

Gambar 1. menunjukkan tahapan pelaksanaan pelatihan IoT di SMK SMTI Bandar Lampung, berikut adalah penjelasan tiap tahapan pelaksanaannya:

### a. Identifikasi Kebutuhan dan Analisis Situasi

Tahap ini melibatkan pengumpulan data awal untuk memahami kondisi dan tantangan yang dihadapi oleh petani lada di Lampung serta potensi aplikasi teknologi

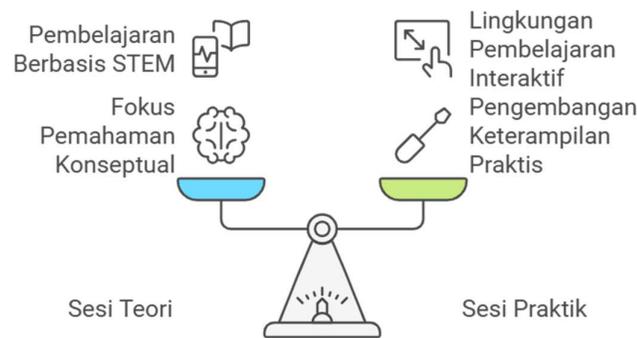
IoT. Wawancara, diskusi kelompok terarah (*focus group discussion*), dan survei dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan kendala teknologi.

### b. Perancangan Modul Pelatihan

Modul pelatihan disusun berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan, meliputi materi teori dasar IoT, pengenalan LoRa-based platforms, serta implementasi sistem irigasi otomatis. Modul ini dirancang untuk mengintegrasikan teori dan praktik dengan pendekatan berbasis proyek (*project-based learning*).

### c. Pelaksanaan Pelatihan

Kegiatan pelatihan dilaksanakan dalam dua sesi utama:



**Gambar 2.** Menyeimbangkan Teori dan Praktik dalam Pelatihan

Gambar 2. menunjukkan keseimbangan antara teori dan praktik dalam tiap sesi pelatihan yang dilakukan di SMK SMTI, yaitu:

- 1) **Sesi Teori:** Memberikan pemahaman tentang konsep dasar IoT, sensor, aktuator, dan jaringan LoRa.
- 2) **Sesi Praktik:** Peserta diajarkan untuk merakit dan mengoperasikan perangkat IoT, termasuk pengaturan sensor kelembapan tanah dan sistem irigasi otomatis berbasis mikrokontroler seperti *Arduino*.

### d. Implementasi Lapangan

Peserta mempraktikkan hasil pelatihan di lapangan dengan memasang perangkat IoT pada kebun lada percobaan. Pemantauan dan evaluasi dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik.

### e. Evaluasi dan Pendampingan

Setelah implementasi lapangan, dilakukan evaluasi terhadap pemahaman siswa melalui uji teori dan observasi langsung pada penggunaan perangkat IoT. Pendampingan intensif diberikan untuk menjawab kendala teknis yang dihadapi peserta selama proses penerapan.

**f. Diseminasi dan Publikasi Hasil**

Hasil dari kegiatan ini didokumentasikan dalam bentuk laporan dan dipublikasikan pada jurnal pengabdian masyarakat. Selain itu, hasil pelatihan dan keberhasilan implementasi juga disebarluaskan kepada komunitas petani lokal dan lembaga terkait.

**3. HASIL**

Kegiatan pelatihan *Internet of Things (IoT)* untuk budidaya tanaman lada di SMK SMTI Bandar Lampung menghasilkan beberapa pencapaian yang signifikan. Berikut adalah hasil dari setiap tahap yang dilaksanakan:

**a. Peningkatan Pemahaman Peserta tentang Teknologi IoT**

Hasil evaluasi pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan pemahaman peserta terhadap konsep dasar *IoT*. Skor rata-rata pre-test sebesar 62,5 meningkat menjadi 87,8 pada post-test. Hal ini mengindikasikan efektivitas modul pelatihan yang dirancang secara terstruktur. Berikut adalah foto kegiatan yang telah dilakukan:



**Gambar 3.** Pelatihan *IoT* di SMK SMTI Bandar Lampung

Berdasarkan gambar 3 siswa SMK SMTI menunjukkan antusiasme yang tinggi selama seluruh rangkaian kegiatan berlangsung. Hal ini terlihat dari beberapa indikator, di antaranya:

1) **Partisipasi Aktif dalam Diskusi**

Selama sesi teori, peserta aktif bertanya mengenai konsep dasar *Internet of Things (IoT)*, terutama terkait penerapan teknologinya dalam dunia nyata. Mereka juga memberikan banyak ide dan skenario aplikasi *IoT* untuk sektor pertanian lainnya selain lada.

2) **Komitmen dalam Kegiatan Praktik**

Dalam sesi praktik, peserta terlibat dengan penuh semangat. Mereka tampak teliti dan bekerja sama dalam merakit perangkat *IoT*, seperti sensor kelembapan tanah dan sistem irigasi otomatis berbasis *Arduino*. Beberapa peserta bahkan berinisiatif mencoba konfigurasi tambahan untuk meningkatkan kinerja perangkat.

3) **Rasa Ingin Tahu yang Tinggi**

Rasa ingin tahu peserta terlihat dari banyaknya pertanyaan mendalam yang diajukan terkait cara kerja sistem *LoRa*, tantangan penerapan *IoT* di lapangan, dan potensi pengembangannya di sektor lain. Beberapa peserta juga tertarik untuk mengetahui cara memodifikasi kode program agar sesuai dengan kebutuhan spesifik.

4) **Respon Positif terhadap Simulasi Lapangan**

Saat perangkat diuji di kebun lada percobaan, peserta menunjukkan antusiasme luar biasa. Mereka dengan penuh perhatian memantau data yang dihasilkan oleh perangkat *IoT* dan berdiskusi mengenai cara memanfaatkan data tersebut untuk meningkatkan efisiensi irigasi.

**b. Kemampuan Praktis Peserta dalam Merakit Perangkat IoT**

Selama sesi praktik, peserta berhasil merakit perangkat *IoT* sederhana yang terdiri dari sensor kelembapan tanah, mikrokontroler *Arduino*, dan modul komunikasi *LoRa*. Uji coba sistem menunjukkan bahwa perangkat mampu membaca kelembapan tanah dan mengaktifkan sistem irigasi otomatis secara real-time.

**c. Implementasi Sistem IoT pada Kebun Lada Percobaan**

Peserta bersama tim pengabdian berhasil memasang sistem *IoT* di kebun lada percobaan seluas 100 m<sup>2</sup>. Data kelembapan tanah yang dihasilkan oleh perangkat *IoT* dapat diakses secara *wireless* menggunakan platform berbasis *LoRa*. Sistem ini juga berhasil mengoptimalkan penggunaan air dengan mengatur irigasi sesuai kebutuhan tanaman.

Berikut adalah tabel hasil pretest dan posttest dari siswa SMK SMTI:

**Tabel 1.** Hasil Pre-test dan Post-test Siswa SMK SMTI Pelatihan *IoT*

No	Nama Peserta	Skor Pre-Test	Skor Post-Test	Perubahan Skor
1	Peserta 1	60	85	25
2	Peserta 2	58	88	30
3	Peserta 3	65	90	25
4	Peserta 4	64	86	22
5	Peserta 5	63	89	26
6	Peserta 6	61	87	26
7	Peserta 7	66	91	25
8	Peserta 8	60	86	26
9	Peserta 9	62	88	26
10	Peserta 10	62	87	25
<b>Rata-rata</b>		<b>62,5</b>	<b>87,8</b>	<b>25,3</b>

Berdasarkan table 1 secara keseluruhan, kegiatan ini berhasil meningkatkan literasi teknologi *IoT* di kalangan siswa SMK SMTI Bandar Lampung sekaligus memberikan solusi nyata bagi budidaya lada di Lampung. Kegiatan ini juga membuka peluang kerja sama lebih lanjut dengan komunitas petani dan lembaga pendidikan lain untuk pengembangan teknologi serupa.

#### 4. DISKUSI

Hasil pelatihan menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam pemahaman peserta terhadap konsep dasar *IoT*. Berdasarkan data pre-test dan post-test, rata-rata skor peserta meningkat dari 62,5 menjadi 87,8, yang menunjukkan perubahan positif yang cukup besar. Hal ini mencerminkan bahwa pelatihan yang diberikan efektif dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta terkait dengan teknologi *IoT*.

Berikut adalah foto siswa SMK SMTI menjelaskan teknologi *IoT* yang telah dibuat :



**Gambar 4.** Penjelasan Siswa Tentang *IoT* di SMK SMTI Bandar Lampung

Gambar 4 menunjukkan beberapa siswa yang sedang menjelaskan proyek *Internet of Things* (IoT) yang telah mereka buat. Dalam proyek ini, mereka mengintegrasikan teknologi IoT ke dalam sebuah kotak makanan yang telah didesain secara khusus. Kotak makanan tersebut dilengkapi dengan berbagai sensor yang memungkinkan pemantauan tanaman lada, seperti suhu, kelembaban, atau kualitas tanaman lada secara real-time.

Siswa-siswa tersebut berdiri di depan papan tulis yang memuat diagram dan kode yang menjelaskan cara kerja sistem IoT yang mereka buat. Mereka menjelaskan bagaimana sensor-sensor dalam kotak makanan tersebut bekerja dan mengirimkan data ke perangkat lain, seperti *smartphone* atau komputer, untuk memberikan informasi tentang status makanan yang ada di dalamnya. Sistem ini bertujuan untuk memudahkan pemantauan makanan, memastikan kualitasnya tetap terjaga, serta meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan makanan sehari-hari.

Desain kotak makanan ini tidak hanya berfungsi sebagai wadah, tetapi juga sebagai perangkat pintar yang mendukung teknologi IoT. Hal ini menunjukkan bagaimana teknologi modern dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari untuk meningkatkan kualitas hidup, termasuk dalam hal pengelolaan makanan. Dengan menggunakan sistem IoT yang terintegrasi, siswa-siswa ini memperkenalkan solusi yang dapat diterapkan dalam berbagai bidang, seperti industri makanan atau pengelolaan logistik.

Secara keseluruhan, gambar ini menggambarkan antusiasme siswa dalam memperkenalkan inovasi mereka, serta menunjukkan pemahaman mereka tentang konsep dasar IoT dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari yang dapat diakses dalam link youtube berikut: [https://youtu.be/myIGn4\\_fKM4?si=q6n9Tltj35YHDNq](https://youtu.be/myIGn4_fKM4?si=q6n9Tltj35YHDNq).

Peningkatan pemahaman ini dapat dijelaskan dengan beberapa faktor. Pertama, pelatihan yang dirancang dengan pendekatan yang interaktif dan berbasis praktik memungkinkan peserta untuk lebih mudah memahami teori yang diajarkan. Melalui kegiatan praktik, seperti merakit perangkat *IoT* dan menguji aplikasi sistem *IoT* pada kebun lada, peserta dapat melihat langsung bagaimana teknologi ini bekerja dan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Selain itu, penggunaan teknologi yang sederhana seperti *Arduino* dan sensor tanah dalam aplikasi *IoT* memberikan pemahaman yang lebih mendalam bagi peserta, terutama dalam hal pengelolaan sumber daya alam yang lebih efisien. Keberhasilan dalam menggunakan teknologi *IoT* untuk mengotomatisasi irigasi tanaman lada, misalnya, memberikan bukti nyata bahwa teknologi ini dapat diterapkan dalam pertanian secara praktis.

Antusiasme yang tinggi dari peserta juga berperan besar dalam meningkatkan hasil pelatihan. Selama sesi, peserta sangat aktif bertanya dan berdiskusi, yang menciptakan suasana belajar yang dinamis. Keinginan peserta untuk memahami lebih dalam tentang aplikasi *IoT* di sektor pertanian menunjukkan bahwa mereka merasa termotivasi dan tertarik untuk mengimplementasikan teknologi tersebut di lingkungan mereka.

Namun, meskipun hasil pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan yang signifikan, ada beberapa tantangan yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah pemahaman dasar teknologi yang mungkin belum merata di antara peserta. Beberapa peserta yang baru pertama kali terlibat dengan teknologi *IoT* mungkin memerlukan lebih banyak waktu untuk menguasai konsep-konsep dasar sebelum dapat mengimplementasikannya secara mandiri.

Pelatihan lanjutan yang lebih mendalam mengenai pengembangan aplikasi *IoT* di bidang pertanian, serta dukungan teknis berkelanjutan, akan sangat membantu peserta dalam mengatasi tantangan ini. Pendampingan lebih lanjut juga diperlukan untuk memastikan bahwa peserta dapat mengatasi masalah yang muncul saat menerapkan teknologi ini di lapangan.

Secara keseluruhan, pelatihan ini berhasil memberikan pemahaman yang lebih baik kepada peserta tentang konsep dasar *IoT*, serta aplikasinya dalam sektor pertanian, khususnya pada tanaman lada di Lampung. Dengan adanya peningkatan pemahaman yang signifikan, diharapkan peserta dapat mengaplikasikan pengetahuan yang didapat untuk meningkatkan produktivitas pertanian melalui teknologi modern.

## **5. KESIMPULAN**

Program pengabdian masyarakat yang mengintegrasikan teknologi *Internet of Things (IoT)* dalam pelatihan budidaya lada di SMK SMTI Bandar Lampung telah menunjukkan hasil yang sangat positif. Melalui penggunaan platform berbasis LoRa dan sistem irigasi otomatis, peserta berhasil memperoleh keterampilan praktis yang signifikan dalam merakit dan mengoperasikan perangkat IoT. Evaluasi yang dilakukan menunjukkan peningkatan pemahaman yang substansial, dengan skor rata-rata pre-test meningkat dari 62,5 menjadi 87,8 pada post-test.

Penerapan teknologi IoT di kebun lada percobaan juga membuktikan efektivitasnya dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air dan memberikan solusi nyata terhadap tantangan dalam pertanian lada. Keberhasilan ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dan penerapan teknologi serupa di sektor pertanian lain di Lampung.

Program ini juga berhasil meningkatkan literasi digital di kalangan siswa SMK, memperkenalkan mereka pada konsep pertanian cerdas berbasis teknologi yang relevan dan berdampak pada sektor pertanian lokal. Kegiatan ini berpotensi menciptakan inovasi lebih lanjut, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan ekosistem pertanian yang lebih berkelanjutan.

## **ACKNOWLEDGEMENTS**

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Lampung dan SMK SMTI Bandar Lampung atas dukungannya yang luar biasa dalam terlaksananya program pengabdian masyarakat ini. Terutama kepada seluruh pihak di SMK SMTI Bandar Lampung yang telah memberikan fasilitas dan kesempatan untuk melaksanakan pelatihan ini kepada para siswa.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Ahmed, M., Gallardo, J., Zuniga, M., Pedraza, M., Carvajal, G., Jara, N., & Carvajal, R. (2022). LoRa Based IoT Platform for Remote Monitoring of Large-Scale Agriculture Farms in Chile. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22. <https://doi.org/10.3390/s22082824>.
- Alagarsam, M., Devakadacham, S., Subramani, H., Viswanathan, S., Johnmathew, J., & Suriyan, K. (2023). Automation irrigation system using arduino for smart crop field productivity. *International Journal of Reconfigurable and Embedded Systems (IJRES)*. <https://doi.org/10.11591/ijres.v12.i1.pp70-77>.
- Azfar, S., Nadeem, A., Ahsan, K., Mehmood, A., Almoamari, H., & Alqahtany, S. (2023). IoT-Based Cotton Plant Pest Detection and Smart-Response System. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app13031851>.
- Bersani, C., Ruggiero, C., Sacile, R., Soussi, A., & Zero, E. (2022). Internet of Things Approaches for Monitoring and Control of Smart Greenhouses in Industry 4.0. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en15103834>.
- Cahyati, N., F., Berliana, D., & Fatih, C. (2022). FINANCIAL FEASIBILITY PEPPER ORDER IN BUKIT KEMUNING VILLAGE NORTH LAMPUNG. *Economic Management and Social Sciences Journal*. <https://doi.org/10.56787/ecomans.v1i2.6>.
- Defrizal, D., Redaputri, A., Narundana, V., Nurdiawansyah, N., & Dharmawan, Y. (2022). The Merdeka Belajar Kampus Merdeka Program: An Analysis of the Success Factors. *Nusantara: Jurnal Pendidikan Indonesia*. <https://doi.org/10.14421/njpi.2022.v2i1-8>.
- Dineva, K., & Atanasova, T. (2022). Cloud Data-Driven Intelligent Monitoring System for Interactive Smart Farming. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22. <https://doi.org/10.3390/s22176566>.
- Dobrojevic, M., & Baćanin, N. (2022). IoT as a Backbone of Intelligent Homestead

- Automation. *Electronics*. <https://doi.org/10.3390/electronics11071004>.
- Gagliardi, G., Lupia, M., Cario, G., Gaccio, F., D'Angelo, V., Cosma, A., & Casavola, A. (2021). An Internet of Things Solution for Smart Agriculture. *Agronomy*. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112140>.
- Karar, M., Alotaibi, F., Al-Rasheed, A., & Reyad, O. (2021). A Pilot Study of Smart Agricultural Irrigation using Unmanned Aerial Vehicles and IoT-Based Cloud System. *ArXiv*, abs/2101.01851. <https://doi.org/10.18576/isl/100115>.
- Maulina, D., W., Maulina, H., & Mayasari, S. (2022). KAJIAN FAKTOR INTRINSIK DAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS SISWA SMP DI KOTA BANDAR LAMPUNG. *LENZA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*. <https://doi.org/10.24929/lensa.v12i1.201>.
- Mukhlis, M., & Perdana, R. (2022). A Critical Analysis of the Challenges of Collaborative Governance in Climate Change Adaptation Policies in Bandar Lampung City, Indonesia. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su14074077>.
- Prakosa, S., Faisal, M., Adhitya, Y., Leu, J., Köppen, M., & Avian, C. (2021). Design and Implementation of LoRa Based IoT Scheme for Indonesian Rural Area. *Electronics*. <https://doi.org/10.3390/electronics10010077>.
- Qureshi, T., Saeed, M., Ahsan, K., Malik, A., Muhammad, E., & Touheed, N. (2022). Smart Agriculture for Sustainable Food Security Using Internet of Things (IoT). *Wireless Communications and Mobile Computing*. <https://doi.org/10.1155/2022/9608394>.
- Quy, V., Van Hau, N., Van Anh, D., Quy, N., Ban, N., Lanza, S., Randazzo, G., & Muzirafuti, A. (2022). IoT-Enabled Smart Agriculture: Architecture, Applications, and Challenges. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app12073396>.
- Ramachandran, V., Ramalakshmi, R., Kavin, B., Hussain, I., Almaliki, A., Almaliki, A., Elnaggar, A., & Hussein, E. (2022). Exploiting IoT and Its Enabled Technologies for Irrigation Needs in Agriculture. *Water*. <https://doi.org/10.3390/w14050719>.
- Rionanda, L., Farida, F., Putra, F., Damayanti, E., & Pradana, K. (2022). ICT-Based Lajur Bata Game Media Using Guided Discovery Method on Flat-sided Space Geometry Subject. *Journal Corner of Education, Linguistics, and Literature*. <https://doi.org/10.54012/jcell.v1i4.47>.
- Saban, M., Bekkour, M., Amdaouch, I., Gueri, J., Ahmed, B., Chaari, M., Ruiz-Alzola, J., Rosado-Muñoz, A., & Aghzout, O. (2023). A Smart Agricultural System Based on PLC and a Cloud Computing Web Application Using LoRa and LoRaWan. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 23. <https://doi.org/10.3390/s23052725>.
- Siddiqui, M., Akther, F., Rahman, G., Elahi, M., Mostafa, R., & Wahid, K. (2021). Dimensioning of Wide-Area Alternate Wetting and Drying (AWD) System for IoT-Based Automation. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21. <https://doi.org/10.3390/s21186040>.
- Yanes, A., Abbasi, R., Martinez, P., & Ahmad, R. (2022). Digital Twinning of Hydroponic Grow Beds in Intelligent Aquaponic Systems. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22.

<https://doi.org/10.3390/s22197393>.

- Yansyah, M. (2022). Effectiveness of Teacher Performance Management in the Implementation of Student Learning. *Journal Corner of Education, Linguistics, and Literature*. <https://doi.org/10.54012/jcell.v1i4.46>. Ullo, S., & Sinha, G. (2021). Advances in IoT and Smart Sensors for Remote Sensing and Agriculture Applications. *Remote. Sens.*, 13, 2585. <https://doi.org/10.3390/rs13132585>.