



## Sistem pemantauan nutrisi padi semai kering berbasis Internet of Things

M Rivaldi Ali Septian<sup>1</sup>, Herlambang Setiadi<sup>2</sup>, Arif Abdul Aziz<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Indonesia

<sup>3</sup>Pusat Unggulan IPTEKS Perguruan Tinggi Intelligent Sensing IoT, Telkom University, Indonesia

---

### Article Info

#### Article history:

Received  
Accepted  
Published

#### Kata Kunci:

Internet of Things  
Padi Semai Kering  
Real-time Monitoring  
Sensor Nutrisi Tanah  
Sistem Pemantauan

---

### ABSTRAK

Pertanian padi merupakan sektor penting dalam ketahanan pangan di Indonesia. Salah satu tahap krusial dalam budidaya padi adalah persemaian, yang menentukan kualitas bibit sebelum dipindahkan ke lahan utama. Metode semai kering mulai diterapkan karena lebih efisien dalam penggunaan air dan mempermudah proses transplantasi. Namun, metode ini memerlukan pemantauan nutrisi yang lebih akurat karena bibit tidak tergenang air seperti metode konvensional, sehingga rentan terhadap ketidakseimbangan unsur hara. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan nutrisi secara real-time berbasis *Internet of Things* (IoT) pada bibit padi semai kering di Desa Bodeh, Pemalang. Sistem ini menggunakan sensor untuk mengukur parameter penting seperti kelembaban tanah, pH, dan kandungan unsur hara atau nutrisi, yang kemudian dikirimkan ke *platform interface* berbasis *website* untuk dipantau melalui perangkat seluler atau komputer. Dengan adanya sistem ini, petani dapat memperoleh informasi secara cepat dan akurat, sehingga dapat mengambil langkah yang tepat dalam pemberian nutrisi untuk memastikan pertumbuhan bibit yang optimal.



---

#### Corresponding Author:

Arif Abdul Aziz,

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Indonesia

Jl. Telekomunikasi No. 1, Bandung Terusan Buahbatu - Bojongsoang, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot,

Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40257, Indonesia

Email: \*arifabdulaziz@telkomuniversity.ac.id

### 1. PENDAHULUAN

Desa Bodeh, yang terletak di Kecamatan Bodeh, Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah, memiliki potensi pertanian yang signifikan. Wilayah ini didominasi oleh lahan pertanian, khususnya sawah beririgasi, dengan total luas mencapai 1.176 hektar di seluruh kecamatan. Produksi padi di desa ini cukup menonjol, seperti yang terlihat dalam penelitian pada Maret hingga Juli 2020, di mana varietas padi Inpari 30 ditanam di lahan seluas 6.600 m<sup>2</sup>. Selain padi, beberapa desa di Kecamatan Bodeh juga membudidayakan tanaman lain, seperti jagung, tebu, dan singkong, meskipun dalam skala yang lebih kecil. Dengan luas wilayah sebesar 1,47 Km<sup>2</sup> dan jumlah penduduk sebanyak 1.324 jiwa, desa Bodeh menjadi salah satu desa dengan mayoritas pekerjaan warga adalah sebagai petani. Hal ini tergambar pada laporan katalog BPS No. 1101002.3327.050, kecamatan Bodeh 2015, yang menyatakan bahwa hampir 50% area lahan di desa Bodeh digunakan sebagai lahan sawah[1]. Dengan mayoritas pekerjaan warga sebagai petani dan luasnya lahan sawah, desa Bodeh memiliki potensi pertanian yang cukup tinggi khususnya pada padi.

Padi merupakan salah satu komoditas pangan utama di Indonesia yang berperan sangat penting dalam memenuhi kebutuhan pangan masyarakat serta mendukung perekonomian nasional. Sebagai negara agraris, Indonesia sangat bergantung pada sektor pertanian, khususnya pada produksi padi yang menentukan stabilitas

ketahanan pangan nasional[2]. Namun, produktivitas padi sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah kondisi awal pertumbuhan bibit saat masih dalam tahap persemaian. Persemaian yang optimal akan berpengaruh terhadap daya tumbuh, kesehatan, serta hasil panen yang lebih baik ketika bibit telah dipindahkan ke lahan utama.

Saat ini, metode persemaian padi terus mengalami inovasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pertumbuhan bibit. Salah satu metode yang semakin banyak digunakan adalah metode semai kering, seperti yang telah di implementasikan pada Desa Bodeh, ditunjukkan pada [Gambar 1](#). Berbeda dengan metode konvensional yang umumnya menggunakan genangan air, metode semai kering memungkinkan benih padi untuk bertunas dalam kondisi kelembaban yang lebih terkontrol tanpa perlu terendam secara terus-menerus[3]. Metode ini memiliki beberapa keunggulan, seperti lebih hemat air, lebih mudah dalam manajemen lahan, serta meningkatkan daya tahan bibit terhadap cekaman lingkungan[4][5].



Gambar 1. Aktivitas warga Desa Bodeh dalam melakukan penyemaian kering bibit padi

Namun, metode semai kering juga memiliki tantangan tersendiri, terutama dalam hal pemenuhan kebutuhan nutrisi. Karena tidak terendam dalam air seperti metode konvensional, bibit padi pada metode ini lebih bergantung pada ketersediaan unsur hara dalam media tanam. Jika kandungan nutrisi tidak terjaga dengan baik, maka pertumbuhan bibit dapat terganggu, menyebabkan tanaman menjadi lemah dan kurang optimal saat dipindahkan ke lahan utama. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan yang dapat secara real-time mendeteksi kondisi nutrisi dalam media tanam serta memberikan data yang akurat kepada petani untuk pengambilan keputusan yang tepat.

Seiring dengan perkembangan teknologi, *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi pemantauan nutrisi pada bibit padi semai kering. IoT memungkinkan integrasi antara sensor, perangkat lunak, dan sistem komunikasi nirkabel untuk mengumpulkan, mengolah, dan menyajikan data secara otomatis dan real-time[6]. Dengan adanya sistem berbasis IoT, petani dapat secara langsung memantau kadar nutrisi dalam media tanam melalui perangkat seluler atau komputer tanpa harus melakukan pengukuran secara langsung. Pemantauan nutrisi ini dapat menghemat waktu dan tenaga, serta memungkinkan petani untuk segera melakukan tindakan apabila ditemukan kekurangan nutrisi atau kondisi yang tidak sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan bibit padi[7].

Pada tahun 2017, penelitian sistem IoT hemat energi untuk pemantauan nutrisi tanah di lahan pertanian. Sistem yang dikembangkan mampu menyediakan data *real-time* yang akurat tanpa perlu pemantauan manual yang intensif pada lahan pertanian[8]. Selanjutnya, pada tahun 2019, Sethy et al. memanfaatkan data *real-time* dari sensor NPK dan pH tanah untuk merekomendasikan jenis dan dosis pupuk yang tepat untuk kondisi tanah tertentu. Dalam studi ini didapatkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat mengurangi pemakaian pupuk berlebih hingga 30% dan menjaga kesuburan jangka panjang[9]. Pada tahun 2020 mengembangkan sistem berbasis IoT dengan memanfaatkan sensor kelembaban tanah, suhu, dan juga pH. Dari hasil yang disajikan, dapat diamati bahwa sistem yang dikembangkan mampu mengoptimalkan pemupukan dan irigasi, serta meningkatkan hasil panen padi hingga mencapai angka 20%[10]. Sementara itu, Sharma et al. melakukan studi kasus pada lahan sawah di India dengan sensor nutrisi dan platform berbasis cloud ditahun 2022. Dari studi ini didapatkan bahwa Efisiensi penggunaan pupuk meningkat, dan waktu pengambilan keputusan pemupukan lebih cepat[11].

Dengan adanya penerapan teknologi berbasis IoT dalam pemantauan nutrisi bibit padi, para petani dapat memperoleh informasi yang lebih akurat mengenai kondisi persemaian pada lahan mereka, sehingga

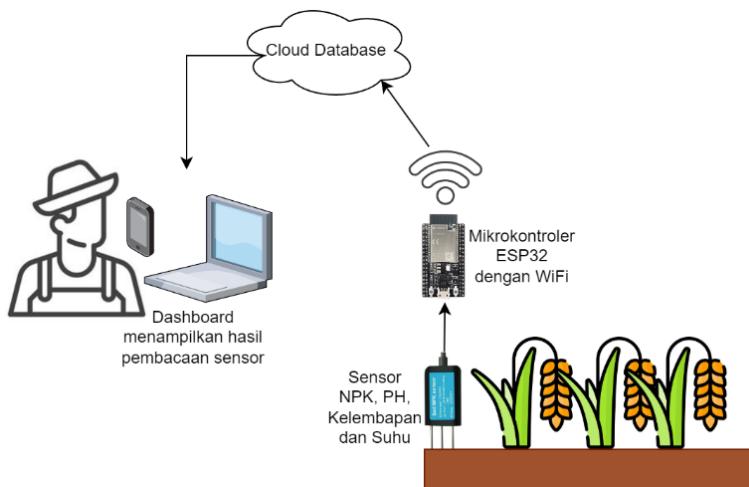
dapat mengoptimalkan pemupukan, mengurangi risiko kekurangan unsur hara, dan meningkatkan kualitas bibit yang siap dipindahkan ke lahan utama. Oleh karena itu, pada pengabdian masyarakat yang di lakukan ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan nutrisi secara real-time pada bibit padi semai kering berbasis IoT di Desa Bodeh, Pemalang. Dengan adanya sistem ini, diharapkan petani dapat lebih mudah dalam mengelola persemaian padi, meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk, serta menghasilkan bibit yang lebih sehat dan berkualitas. Pada akhirnya, sistem ini diharapkan dapat berkontribusi dalam meningkatkan hasil panen dan mendukung pertanian yang lebih modern serta berkelanjutan di Indonesia.

## 2. METODE

Pelaksanaan program ini dilakukan secara sistematis melalui beberapa metode dan tahapan utama agar teknologi pemantauan nutrisi bibit padi berbasis IoT dapat diterapkan secara optimal dan berkelanjutan di Desa Bodeh. Tahapan sistematis metode pelaksanaan kegiatan abdimas, yang terbagi dalam lima kegiatan utama, sebagai berikut:

1. Survei dan identifikasi kebutuhan

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data mengenai kondisi lahan semai padi, ketersediaan listrik dan jaringan internet, serta pemahaman petani terhadap teknologi digital. Survei ini bertujuan untuk menentukan parameter yang paling relevan untuk dipantau serta menyesuaikan teknologi yang akan diterapkan dengan kondisi lokal. Metode yang digunakan dalam tahap ini mencakup wawancara dengan petani dan observasi langsung di lapangan.



Gambar 2. Rancangan sistem pemantauan nutrisi padi semai kering berbasis IoT

2. Perancangan dan pengembangan sistem

Berdasarkan hasil survei, sistem pemantauan nutrisi mulai dirancang dengan memilih sensor yang sesuai, seperti sensor NPK, kelembaban tanah, pH tanah, dan suhu[12]. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler, yang memungkinkan data sensor dikirimkan ke server cloud secara real-time[13]. Platform monitoring berbasis web atau aplikasi mobile juga dikembangkan agar petani dapat dengan mudah mengakses informasi yang dikumpulkan dari sensor[14]. Sebelum diterapkan di lapangan, seluruh perangkat diuji di laboratorium untuk memastikan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan dapat bekerja dalam kondisi nyata di lahan pertanian. Hasil rancangan sistem pemantauan nutrisi padi semai kering berbasis IoT ditunjukkan pada [Gambar 2](#). Sementara itu daftar kebutuhan komponen yang diperlukan untuk merealisasikan sistem ditunjukkan pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Daftar komponen sistem pemantauan nutrisi padi semai kering berbasis IoT

No	Nama Komponen	Jumlah	Satuan
1	Sensor RS485 Soil Nutrient Meter	1	Unit
2	ESP32 Microcontroller (Wifi + Bluetooth)	1	Unit
3	Adaptor 9V 1A DC Power Supply	1	Unit
4	DC-DC Buck Converter	1	Unit
5	Electrical Box	1	Unit

3. Instalasi dan implementasi di lahan pertanian

Pada tahap ini, perangkat pemantauan nutrisi mulai dipasang di lokasi lahan semai padi yang telah dipilih. Sensor ditempatkan di titik strategis untuk mendapatkan data yang akurat mengenai kondisi nutrisi dan lingkungan bahan padi. Setelah perangkat terpasang, dilakukan konfigurasi jaringan komunikasi, agar sistem dapat mengirimkan data ke *cloud database*. Uji coba awal di lapangan dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat dapat bekerja secara stabil dan memberikan data yang akurat kepada petani.

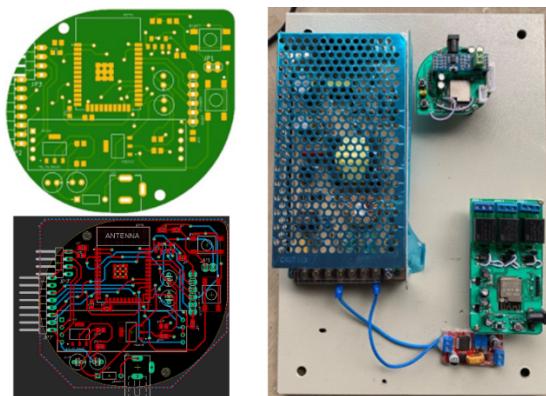
4. Sosialisasi kepada petani

Pada tahap ini, petani diberikan edukasi mengenai cara membaca dan memahami data pemantauan nutrisi dari *interface website*. Selain itu, mereka juga diajarkan cara melakukan perawatan perangkat, seperti pembersihan sensor, agar sistem dapat berfungsi dalam jangka panjang. Untuk memastikan teknologi ini dapat digunakan dengan optimal, dilakukan demonstrasi langsung di lahan semai padi serta diskusi interaktif agar petani merasa nyaman dalam mengadopsi sistem ini dalam aktivitas pertanian mereka.

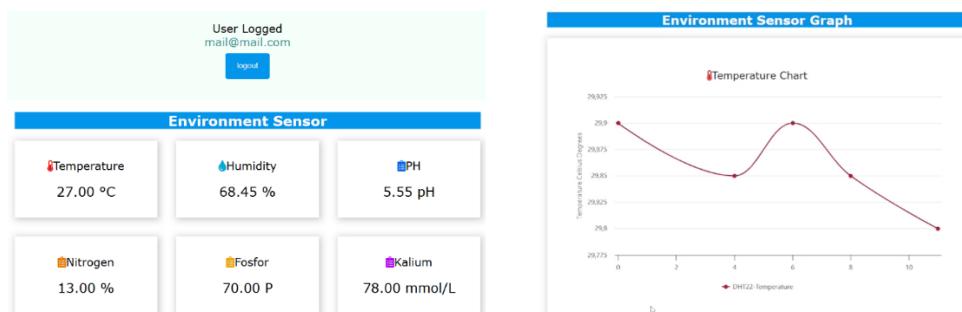
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Sistem pemantauan nutrisi padi semai kering berbasis IoT

Berdasarkan analisis kebutuhan dan perancangan sistem, dibuatlah sistem pemantauan nutrisi padi semai kering berbasis IoT, seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 3](#). Sistem ini terdiri dari sebuah sensor yang memiliki tujuh fitur utama, diantaranya membaca kandungan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), tingkat keasaman tanah (pH), suhu, dan kelembapan tanah. Hasil pembacaan dari sensor ini ditangkap dan diolah secara *real-time* oleh mikrokontroler ESP32[15]. Selanjutnya, data-data ini akan dikirim melalui jaringan internet dan disimpan pada *cloud database*. Hasil pembacaan sensor dapat diamati dan dibaca secara langsung pada *interface* berbasis website, yang dapat diakses oleh petani dari jarak jauh baik dengan perangkat komputer maupun *smartphone*, seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 4](#).



Gambar 3. Design dan realisasi sistem pemantauan nutrisi padi semai kering berbasis IoT



Gambar 4. Realisasi interface berbasis website pada pemantauan nutrisi padi semai kering



Gambar 5. Pengukuran nutrisi tanah pada lahan padi semai kering, Desa Bodeh

Pada implementasi sistem di lahan pertanian, kesedian pasokan listrik menjadi kendala utama, terlebih saat alat dipasang pada area yang cukup jauh dari akses listrik. Untuk mengatasi hal ini, sistem dapat dilengkapi dengan baterai dan sistem energi terbarukan seperti solar panel, sehingga alat tidak selalu tergantung pada pasokan listrik konvensional dan dapat beroperasi secara lebih *portable* terbebas dari kabel pasokan listrik. Meskipun pada area lahan pertanian terlalu tersedia jaringan Wi-Fi milik petani, sayangnya jangkauan Wi-Fi juga masih terbatas pada sekitar rumah milik petani, sehingga menjadi kendala lain jika alat hendak dipasang pada area yang jauh dari lokasi rumah petani. Hal ini dapat diatasi dengan memanfaatkan jaringan seluler atau penggunaan teknologi LoRa yang mampu menjangkau lebih jauh, namun memerlukan sistem yang lebih rumit.

### 3.2 Kandungan nutrisi tanah Desa Bodeh

Sistem IoT dan interface yang telah didesign dan diimplementasikan dimanfaatkan secara langsung untuk mengukur tingkat nutrisi tanah, khususnya pada lahan persemaian padi semai kering di desa Bodeh. Pada pengukuran ini, sensor diletakkan pada beberapa titik lokasi tanah, untuk melihat kondisi nutrisi pada tanah persemaian. [Gambar 5](#) menunjukkan salah satu titik pengukuran nutrisi tanah pada lahan persemaian. Hasil dari pengukuran nutrisi tanah ditunjukkan pada [Tabel 2](#).

Tabel 2. Hasil Pengukuran Nutrisi Tanah pada Lahan Padi Semai Kering, Desa Bodeh

Lokasi	Nitrogen (N)	Fosfor (P)	Kalium (K)	Kelembapan	Suhu	pH
Tanah 1	0	22	14	36.6	23.8	6.05
Tanah 2	0	0	0	17.45	11.85	1.5
Tanah 3	0	20	12	39.4	23.65	5.85
Tanah 4	0	19	11	37.45	23.55	5.65
Tanah 5	0	19	11	37.05	23.55	5.6

Berdasarkan hasil pengukuran pada lima titik tanah, dapat diamati bahwa secara umum kondisi tanah pada Desa Bodeh sudah cukup optimal digunakan untuk persemaian padi dengan sistem padi semai kering [16]. Yang perlu dijadikan perhatian adalah pada Tanah 2, dimana kandungan Nitrogen, Fosfor dan Kalium yang terbaca 0, sehingga perlu pengkondisian tanah dengan pemupukan sebelum digunakan untuk persemaian padi. Tanah 2 juga perlu dilakukan penyiraman dan penetralan tanah, mengingat hasil pembacaan menunjukkan bahwa kondisi kelembapan tanah yang relatif rendah dan pH yang tergolong asam.

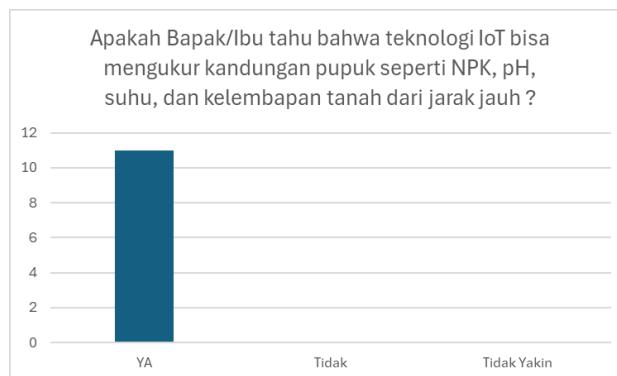


Gambar 6. Kegiatan sosialisasi sistem pemantauan nutrisi tanah dan poster sosialisasi

### 3.3 Sosialisasi dan umpan balik

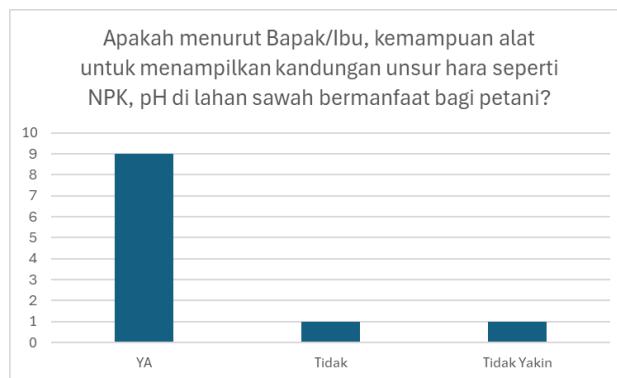
Selain melakukan implementasi sistem, dilaksanakan kegiatan sosialisasi terhadap kelompok tani di Desa Bodeh. Sosialisasi ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan dan keterampilan dalam menggunakan dan merawat sistem pemantauan yang terpasang. Dengan adanya sosialisasi ini, diharapkan kelompok tani dapat memanfaatkan sistem dengan optimal dan dapat melakukan perawatan sederhana secara mandiri untuk keberlangsungan sistem dalam jangka panjang. Dokumentasi kegiatan sosialisasi dan poster sosialisasi sistem pemantauan nutrisi tanah berbasis IoT ditunjukkan pada [Gambar 6](#).

Setelah dilakukan sosialisasi, peserta sosialisasi yang terdiri dari 11 responden dengan berbagai macam jenjang usia mulai dari 18 sampai 65 tahun, diminta untuk memberikan umpan balik dengan cara mengisi kuisisioner. Kuisisioner terdiri dari beberapa pertanyaan, dimana peserta dapat memberikan jawaban “Ya”, “Tidak”, maupun “Tidak Yakin”. Pertanyaan pada kuisisioner difokuskan untuk menanyakan apakah kelompok tani memahami manfaat dari sistem ini, dan bagaimana tanggapan dari kelompok tani dengan adanya penerapan teknologi IoT di sektor pertanian.



Gambar 7. Hasil kuisisioner mengenai tingkat pemahaman responden terhadap teknologi IoT

Salah satu hasil kuisisioner ditunjukan pada [Gambar 7](#). Dari 11 responden yang menjawab, seluruh peserta telah memahami manfaat dari sistem IoT yang mampu dimanfaatkan untuk memantau kandungan nutrisi tanah dari jarak jauh. Dari pertanyaan lain yang ditunjukan pada [Gambar 8](#) mengenai pendapat responden terhadap manfaat dari sistem IoT pada pertanian, terdapat 1 responden yang merasa bahwa teknologi IoT ini tidak bermanfaat dan 1 responden lain merasa tidak yakin dengan manfaat nya. Selanjutnya, seluruh responden sepakat dan mendukung untuk kebermanfaatan teknologi modern, diantaranya IoT pada sektor pertanian. Hasil ini ditunjukan pada [Gambar 9](#).

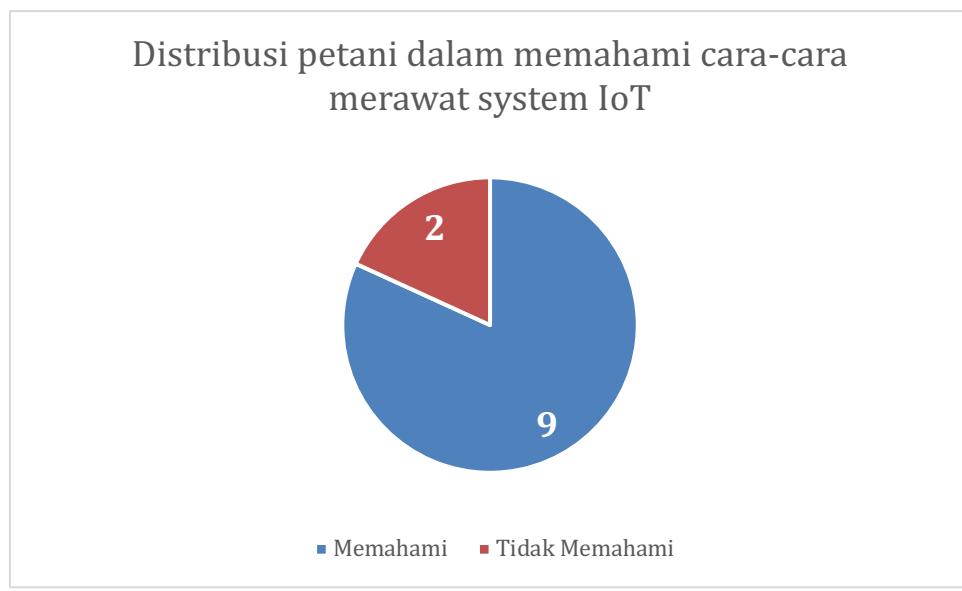


Gambar 8. Hasil kuisiometer mengenai pendapat responden terhadap pemanfaatan teknologi IoT



Gambar 9. Hasil kuisiometer mengenai pendapat responden terhadap dukungan teknologi IoT untuk pertanian

Sementara itu, dari beberapa pertanyaan kuisiometer yang menanyakan mengenai bagaimana cara untuk merawat sistem IoT agar dapat terus digunakan dalam jangka panjang telah dilakukan, mulai dari bagaimana melakukan perawatan ringan sampai perlindungan sistem. Dari pertanyaan-pertanyaan yang diberikan, dapat disimpulkan bahwa 9 dari 11 responden mampu memahami bagaimana cara yang tepat untuk merawat dan menjaga agar sistem IoT yang diimplementasikan dapat terus dimanfaatkan dalam jangka panjang. Hasil kuisiometer ini dapat diamati pada [Gambar 10](#).



Gambar 10. Distribusi jumlah petani yang memahami bagaimana cara merawat system IoT

#### 4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat dengan pemanfaatan teknologi IoT, berhasil diterapkan untuk Vol.9, No. 1, Februari 2026

membantu petani dalam mengamati kondisi nutrisi tanah secara *real-time*, khususnya pada lahan persemaian padi semai kering di Deda Bodeh. Dari hasil pengukuran sensor, mayoritas kondisi tanah pada lahan persemaian cukup optimal untuk persemaian padi dengan sistem semai kering. Dengan adanya alat ini, petani dapat mengetahui adanya kondisi tanah yang kurang optimal, sehingga dapat segera dilakukan pengkondisian tanah sebelum digunakan untuk persemaian padi. Dari hasil umpan balik, di dapatkan bahwa kelompok tani mendukung pemanfaatan teknologi berbasis IoT untuk meningkatkan proses dan hasil pertanian, khususnya pada proses persemaian padi. Implementasi sistem monitoring pemantauan nutrisi padi semai kering berbasis IoT ini diharapkan dapat menjadi *pilot project* dalam transformasi pertanian digital, yang mendukung proses produksi benih padi yang lebih optimal dan terukur. Sistem ini akan diupayakan untuk dapat diproduksi dalam skala yang lebih masif, dengan bantuan dana dari pemerintah maupun lembaga-lembaga hibah baik dari dalam maupun luar negeri. Sehingga, para petani dari berbagai daerah dapat memanfaatkan sistem ini, khususnya dalam memproduksi beras sebagai bahan pangan utama dan mendukung kestabilan pangan nasional.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Kabupaten Pemalang, "Statistik Daerah Kecamatan Bodeh 2015", Katalog BPS: 1101002.3327.050.
- [2] E.I.R. Rhofita, "Optimalisasi sumber daya pertanian Indonesia untuk mendukung program ketahanan pangan dan energi nasional," Jurnal Ketahanan Nasional, vol. 28(1), pp.82, 2022, doi: [10.22146/jkn.71642](https://doi.org/10.22146/jkn.71642)
- [3] Chairunas, "Pengaruh pupuk fosfat alam terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah," Jurnal Ilmiah Tambua Universitas Mahaputra Muhammad Yamin, Solok Sumatera Barat, vol. 4(2), pp. 81-85, 2005.
- [4] Gopal, Ravi, et al. "Direct dry seeded rice production technology and weed management in rice based systems," Gates Open Res 3, pp. 207, 2005.
- [5] L. V. Du, and T. P. Tuong, "Enhancing the performance of dry-seeded rice: effects of seed priming, seedling rate, and time of seedling," Direct seeding: Research strategies and opportunities, International Research Institute, Manila, Philippines, pp. 241-256, 2002.
- [6] R. Karen, S. Eldridge, and L. Chapin, "The internet of things: An overview," The internet society (ISOC) 80, no. 15, pp. 1-53, 2015.
- [7] S. Salsabila, A. F. Siregar, dan Nurhajijah, "Persemaian padi sistem kering melalui pemanfaatan lahan pekarangan rumah petani di Desa Paluh Manan Kecamatan Hamparan Perak Kabupaten Deli Serdang," MARTABE: Jurnal Pengabdian Masyarakat, vol. 4(3), pp. 814-821, 2021.
- [8] C. Zhang, Y. Li, S. Wang, and P. Chen, "Design and Implementation of Smart Agriculture System Based on IoT and Cloud Computing," IEEE Access, vol. 8, pp. 122360-122372, 2020.
- [9] P. K. Sethy, S. K. Behera, and A. K. Rath, "IoT Based Smart Fertilizer Recommendation System for Precision Agriculture," in Proc. Int. Conf. Vision Towards Emerging Trends in Communication and Networking (ViTECoN), pp. 1-5, 2019.
- [10] H. M. Jawad, R. Nordin, S. K. Gharghan, A. M. Jawad, and M. Ismail, "Energy-Efficient Wireless Sensor Networks for Precision Agriculture: A Review," Sensors, vol. 17(8), pp. 1781, 2017, doi: [10.3390/s17081781](https://doi.org/10.3390/s17081781)
- [11] P. Sharma, H. Patel, and A. Singh, "IoT Enabled Smart Farming Using Soil Nutrient Monitoring System for Rice Crop," Int. J. Recent Technol. Eng. (IJRTE), vol. 10(5), pp. 45-51, 2022.
- [12] A. Bah, S. K. Balasundram, and M. H. A. Husni, "Sensor technologies for precision soil nutrient management and monitoring," pp. 43-49, 2012, doi: [10.3844/ajabssp.2012.43.49](https://doi.org/10.3844/ajabssp.2012.43.49)
- [13] D.G. Chandra, R. Prakash, and S. Lamdharia, "A study on cloud database," In 2012 Fourth International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks, pp. 513-519, Nov, 2012, doi: [10.1109/CICN.2012.35](https://doi.org/10.1109/CICN.2012.35)
- [14] K. Kumar, J. Bose, and S. Tripathi, "A unified web interface for the internet of things," In 2016 IEEE Annual India Conference (INDICON), pp. 1-6, Dec, 2016, doi: [10.1109/INDICON.2016.7839142](https://doi.org/10.1109/INDICON.2016.7839142)
- [15] D. Hercog, T. Lerher, M. Trnatič, and O. Težak, "Design and implementation of ESP32-based IoT devices," Sensors, Vol. 23(15), pp.6739, 2023, doi: [10.3390/s23156739](https://doi.org/10.3390/s23156739)
- [16] C. Liang, et al. "Selection and Yield Formation Characteristics of Dry Direct Seeding Rice in Northeast China," Plants, vol. 12(19), pp. 3496, 2023, doi: [10.3390/plants12193496](https://doi.org/10.3390/plants12193496)