

Implementasi Produk Portabel Berbasis IoT dan *Renewable Energy* untuk Pengawasan Kandungan Tanah

Iphov Kumala Sriwana^{1*}, Prafajar Suksessanno Muttaqin², Seto Sumargo²,
Muhamad Ferdin², Aliyus Hedri³, Bagas Sudanasto³, Hilaliyah Ayu Faoziyah³, Nadhif
Althafu Rutama², Shira Nur Aisyah²

¹Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom,

²Teknik Logistik, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom,

³Teknik Elektro, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi No. 1, Terusan Buahbatu, Bojongsoang, Provinsi Jawa Barat, 40257.

Email Penulis Korespondensi: iphovkumala@telkomuniversity.ac.id

Abstract

The Mencil Lestari Forest Farmers Group consists of 30 members and is one of the farmer groups in Cihawuk Village that contributes approximately 70% to the local economy, with potatoes serving as its primary commodity. In recent years, the quality of agricultural yields has declined due to reduced soil fertility. The agricultural land in Cihawuk Village exhibits a relatively high level of acidity, which adversely affects the absorption of NPK nutrients. The objective of this community service program is to enhance the capacity of horticultural farmers in Cihawuk Village to improve the quality of their harvests by conducting soil nutrient analysis using the innovative TOMOT device, which is user-friendly and environmentally sustainable. The stages of program implementation include socialization, training, technology application, mentoring, evaluation, and sustainability planning. Findings from the application of TOMOT indicate that the device is highly practical for use within the Mencil Lestari Forest Farmers Group and effectively assists farmers in determining soil fertility levels, thereby enabling more precise measurement of NPK fertilizer requirements. The utilization of TOMOT also enhances farmers' knowledge and skills in operating IoT-based technologies as a step toward Smart Farming. Overall, this program contributes directly to improving farmers' welfare and supports the advancement of smart agricultural development in Indonesia.

Keywords: Horticulture , IoT, Smart Farming, TOMOT

Abstrak

Kelompok Tani Hutan Mencil Lestari, mempunyai anggota 30 petani dan merupakan salah satu kelompok tani di Desa Cihawuk yang berkontribusi sebesar 70% terhadap perekonomian masyarakat dengan komoditas unggulannya adalah Kentang. Beberapa tahun terakhir, kualitas hasil panen petani mengalami penurunan karena terjadinya penurunan tingkat kesuburan tanah. PH lahan pertanian di desa cihawuk memiliki tingkat kemasaman cukup tinggi sehingga berdampak terhadap rendahnya penyerapan kandungan unsur NPK. Tujuan pelaksanaan kegiatan abdimas adalah untuk meningkatkan kemampuan petani hortikultura di Desa Cihawuk agar mampu meningkatkan kualitas panennya dengan mengukur analisis unsur hara tanah menggunakan produk inovatif TOMOT yang sangat mudah digunakan dan ramah lingkungan. Tahapan yang dilakukan adalah melakukan sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan dan evaluasi dan keberlanjutan program. Berdasarkan hasil penerapan TOMOT, dapat diperoleh kesimpulan bahwa TOMOT sangat mudah untuk digunakan di wilayah Kelompok Tani Hutan Mencil Lestari, mampu membantu petani untuk mengetahui kadar kesuburan tanah sehingga mampu mengukur besarnya penggunaan pupuk NPK. Penggunaan TOMOT juga membantu petani dalam pemahaman dan keterampilan mengoperasikan teknologi IoT menuju Smart Farming. Dengan demikian, kegiatan ini dapat memberikan dampak langsung pada peningkatan kesejahteraan petani serta kontribusi pada pembangunan pertanian cerdas di Indonesia.

Kata kunci: Hortikultura , IoT, Smart Farming, TOMOT

1. PENDAHULUAN

Kelompok tani di Desa Cihawuk yang berlokasi di Kecamatan Kertasari, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat merupakan mitra dalam kegiatan pengabdian masyarakat di Tahun 2025. Desa Cihawuk memiliki potensi yang sangat signifikan, terutama sektor pertanian yang berkontribusi sekitar 70% terhadap perekonomian masyarakat. Berdasarkan hasil observasi, tantangan yang dihadapi saat ini adalah terlalu bergantungnya para petani dengan kentang sebagai komoditas unggulan tetapi terkendala dengan adanya fluktuasi harga pasar, perubahan cuaca, serta terbatasnya inovasi pada teknologi pertanian. Fluktuasi harga terjadi akibat kualitas panen yang beragam dan hal ini merupakan dampak dari tingkat kesuburan tanah (Trisnawati et al., 2022).

Kesuburan tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor dan salah satunya adalah *potential of hydrogen* (pH) tanah yang netral (Xia et al., 2024); (Xue et al., 2017). pH lahan pertanian di Indonesia memiliki tingkat kemasaman cukup tinggi yang berdampak terhadap rendahnya penyerapan kandungan unsur NPK (Nitrogen, Fosfor, dan Kalium) (Hafif, 2021). NPK merupakan salah satu unsur hara yang bersifat makro esensial dan dibutuhkan tanaman (Kulcheski et al., 2015). Rendahnya penyerapan NPK akan mengakibatkan tanaman tumbuh tidak sempurna, mempunyai ukuran kecil, kualitasnya rendah dan tidak tahan lama (Dendi et al., 2019).

Faktor suhu tanah juga berpengaruh terhadap penyerapan air (Zhu et al., 2021). Penurunan suhu tanah yang terjadi secara tiba-tiba, dapat menyebabkan kelayuan tanaman (Supriyanto et al., 2022). Kelembapan tanah yang terlalu rendah dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman mempunyai produktivitas yang tidak optimal (Isnanto & Suprayogi, 2023).

Pupuk NPK sangat diperlukan bagi kesuburan tanah tetapi harus dilakukan pengawasan penggunaan dosis pupuk kimia NPK tersebut karena bila menggunakan dosis yang terlalu tinggi, akan menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi, membahayakan kesehatan tanaman dan menyebabkan penurunan produksi pertanian (Supriyanto et al., 2022). Penggunaan NPK harus disesuaikan dengan sifat fisik tanah, agar mampu

menciptakan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal (Winarsa et al., 2022).

Permasalahan mengenai sifat fisik tanah tersebut terjadi juga pada sektor hortikultura, dimana sektor ini merupakan salah satu penopang ketahanan pangan nasional yang memiliki peran strategis dalam pemenuhan kebutuhan sayur dan buah masyarakat (Lestari et al., 2024). Salah satu permasalahan yang terjadi pada sektor hortikultura saat ini adalah tidak didukung dengan produktivitasnya yang tinggi karena rendahnya pengetahuan dan keterampilan dalam memanfaatkan teknologi untuk mengelola kesuburan tanah serta memantau kondisi pertanian secara efektif (Wasono et al., 2024). Sehingga, diperlukan inovasi untuk mengetahui secara pasti tingkat kesuburan tanah.

Inovasi dilakukan untuk merubah kebiasaan para petani yang terjadi pada saat ini yaitu banyaknya praktik budidaya yang masih mengandalkan cara konvensional dan kebiasaan, sehingga kualitas dan kuantitas hasil panen tidak optimal (Indrianingsih et al., 2023). Salah satu inovasi yang dilakukan adalah perancangan teknologi yang mampu memberikan kemudahan untuk mengakses kesuburan tanah sehingga dapat mengukur besarnya tingkat pupuk NPK yang harus digunakan. Alat tersebut diharapkan dapat membantu melakukan monitoring tanah dengan cara yang terjangkau dan mudah digunakan sehingga petani dapat dengan mudah mengambil keputusan berbasis data. Perancangan teknologi tersebut merupakan salah satu kebutuhan utama di era *smart farming* saat ini.

Smart farming merupakan salah satu strategi manajemen pertanian yang dilakukan dengan menggunakan teknologi. Teknologi tersebut digunakan untuk memantau dan menganalisis kebutuhan spesifik pada area dan tanaman tertentu, sehingga akan mampu meningkatkan efisiensi dan hasil pertanian (Alfred et al., 2021); (Hashim et al., 2024).

Saat ini *Internet of Things* (IoT) telah berkembang pesat yang digunakan sebagai teknologi untuk berkomunikasi dan melakukan serangkaian kegiatan secara otomatis melalui jaringan internet, sehingga mampu memainkan peran penting dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian (Gopal & Rabhakar, 2024).

Solusi untuk permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menawarkan inovatif melalui implementasi TOMOT – produk *portable* berbasis IoT dan *renewable energy* yang dirancang untuk memantau kandungan tanah secara *real-time*, praktis, dan ramah lingkungan. TOMOT memungkinkan petani memperoleh data akurat mengenai kelembapan, pH, suhu, dan tingkat kesuburan tanah melalui sensor terpadu yang terhubung ke aplikasi digital. Pemanfaatan energi terbarukan menjadikan alat ini efisien dan dapat digunakan di daerah minim listrik. Selain itu, kegiatan ini juga mencakup pelatihan, pendampingan teknis, serta transfer pengetahuan kepada petani hortikultura untuk meningkatkan literasi digital, manajemen lahan, dan pemanfaatan teknologi secara berkelanjutan. Pendekatan ini diharapkan dapat mewujudkan ekosistem pertanian modern berbasis teknologi yang adaptif terhadap era *smart farming*.

Tujuan pelaksanaan kegiatan abdimas adalah untuk meningkatkan kemampuan petani hortikultura di Desa Cihawuk terkait peningkatkan kualitas panennya melalui analisis unsur hara tanah menggunakan produk inovatif TOMOT yang sangat mudah digunakan dan ramah lingkungan.

2. METODE

Metode yang digunakan pada pelaksanaan program pengabdian masyarakat adalah pendekatan edukatif-partisipatif yang dikombinasikan dengan *experiential learning* kepada 30 petani. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan kompetensi petani dalam meningkatkan kualitas hasil panennya. Tahapan pelaksanaan kegiatan terdiri atas lima bagian utama yang disusun secara sistematis agar hasilnya terukur dan berkelanjutan, yaitu sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan dan evaluasi serta keberlanjutan program. Tahap pertama yaitu sosialisasi dilakukan untuk membangun kesadaran mengenai pentingnya penggunaan pupuk yang berdampak terhadap tingkat unsur hara tanah. Hal ini dilakukan melalui diskusi dengan pengurus kelompok tani. Tahap awal dimulai dengan sosialisasi program kepada seluruh anggota kelompok tani untuk memperkenalkan tujuan dan manfaat kegiatan.

Tahap kedua yaitu pelatihan dilakukan dengan pendekatan aplikatif, untuk meningkatkan keterampilan peserta agar mampu mengoperasikan alat secara mandiri, mulai dari proses pemasangan, pengambilan data, interpretasi hasil pengukuran dan penggunaan dan pemeliharaan alat

Tahap ketiga yaitu penerapan teknologi di lahan pertanian dengan diikuti tahap ke empat yaitu bimbingan langsung dari tim pelaksana. Pendampingan diberikan untuk membantu petani memahami manfaat teknologi pemantauan kondisi tanah serta cara penerapannya sesuai dengan karakteristik lahan yang mereka miliki.

Tahap keempat yaitu pendampingan. Pendampingan penggunaan alat dilakukan secara langsung di lokasi mitra yaitu di Desa Cihawuk. Hal ini dilakukan untuk mempermudah penggunaan alat yang digunakan.

Tahap kelima adalah evaluasi kegiatan, yang dilakukan dengan menilai tingkat keberhasilan implementasi serta peningkatan kompetensi peserta. Kelima tahapan ini dirancang agar para petani tidak hanya memahami cara kerja alat, tetapi juga mampu menerapkannya secara mandiri dalam jangka panjang.

Keberhasilan kegiatan diukur berdasarkan dua indikator utama yang dapat diamati secara langsung di lapangan. Pertama, alat pemantau kondisi tanah (produk TOMOT) berhasil diterapkan dan digunakan oleh petani untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan. Kedua, terjadi peningkatan kemampuan dan pemahaman petani dalam mengoperasikan alat, membaca hasil pengukuran, serta menindaklanjuti informasi tersebut dalam praktik pertanian.

Keberhasilan kegiatan diukur melalui peningkatan skor dari *pre-test* ke *post-test*, yang terdiri dari 13 soal pilihan ganda, serta evaluasi tambahan melalui kuesioner kegiatan menggunakan skala *likert*, untuk memastikan pemahaman peserta dan keberlanjutan implementasi. Adapun bentuk pertanyaan yang digunakan dalam *pre* dan *post test* tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bentuk pertanyaan pada *pretest* dan *posttest*

No	Pertanyaan
1	Apakah yang dimaksud dengan kualitas hasil panen?
2	Apakah kualitas hasil panen berkaitan dengan kesuburan tanah?
3	Bagaimanakah proses pemupukan yang terbaik?
4	Pupuk seperti apakah yang sebaiknya digunakan?
5	Berapakah nilai pH yang terbaik?
6	Bagaimana cara menggunakan alat TOMOT?
7	Apa yang dapat dibaca pada alat TOMOT?
8	Apa yang harus dilakukan ketika sudah membaca hasil pada TOMOT?
9	Apakah TOMOT dapat digunakan hanya pada satu tempat?
10	Kapan sebaiknya TOMOT digunakan?
11	Pada tempat seperti apakah sebaiknya TOMOT digunakan
12	Bagaimana cara merawat TOMOT tersebut?
13	Apakah TOMOT dapat digunakan untuk jangka Panjang?

Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilakukan dengan melibatkan Kelompok Tani Hutan (KTH) Mencil Lestari yang berlokasi di Desa Cihawuk, Kecamatan Kertasari, Kabupaten Bandung. Pelaksanaan dilakukan mulai bulan Juli sampai Oktober tahun 2025. Kondisi geografis wilayah yang berada di dataran tinggi dengan karakter tanah yang bervariasi menjadi alasan pemilihan kelompok ini sebagai mitra. Keikutsertaan seluruh anggota kelompok dilakukan secara sukarela dan didorong oleh kebutuhan untuk memahami cara baru dalam mengelola lahan berbasis data kondisi tanah agar hasil pertanian dapat meningkat secara berkelanjutan.

Alat dan Bahan

Perangkat dan bahan yang digunakan selama kegiatan sosialisasi meliputi laptop, LCD proyektor, dan *smartphone*. Laptop serta proyektor berfungsi sebagai sarana utama dalam penyampaian materi dan tampilan visual presentasi, sedangkan *smartphone* dimanfaatkan untuk mendokumentasikan seluruh proses kegiatan melalui foto dan video.

Selain itu, pada tahapan implementasi menggunakan alat inovatif TOMOT sebagai bentuk implementasi teknologi yang digunakan oleh petani yang tergabung dalam kelompok tani Mencil Lestari.

Langkah Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan kegiatan terdiri atas lima bagian yang meliputi tahap sosialisasi, pelatihan; penerapan teknologi; pendampingan dan evaluasi; keberlanjutan program sebagai berikut:

Tahap Sosialisasi

Tahap sosialisasi diawali dengan kegiatan perkenalan program kepada anggota Kelompok Tani Hutan (KTH) Mencil Lestari yang berlokasi di Desa Cihawuk, Kecamatan Kertasari, Kabupaten Bandung, dengan jumlah peserta sebanyak 30 petani. Tahap sosialisasi dilakukan dengan tujuan untuk membangun kesadaran para petani mengenai pentingnya pemahaman unsur hara lahan. Kegiatan sosialisasi diawali melalui diskusi kelompok dengan ketua kelompok tani yang selanjutnya dilakukan Bersama sama dengan petani. Peserta diberikan penjelasan mengenai jenis-jenis unsur hara tanah, tingkat pH yang terbaik maupun manfaat unsur hara tanah lainnya yang berkaitan dengan tingkat kesuburan tanah. Sebelum kegiatan dimulai, peserta mengikuti *pre-test* untuk mengukur tingkat pemahaman awal. Tim pelaksana melakukan monitoring terhadap partisipasi dan respons peserta untuk memastikan keterlibatan aktif dan kesiapan menuju tahap berikutnya.

Tahap Pelatihan

Tahap pelatihan dilakukan secara intensif bagi seluruh peserta guna meningkatkan kompetensi teknis mereka dalam penggunaan alat monitoring kondisi tanah. Pelatihan dilakukan melalui praktik langsung, seperti cara pemasangan, perawatan alat, serta analisis hasil pengukuran untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan.

Tahap Penerapan Teknologi

Tahapan implementasi teknologi difokuskan pada pengenalan dan penerapan alat monitoring kondisi tanah yang dirancang untuk membantu petani memahami karakteristik lahan mereka secara lebih akurat. Kegiatan ini dilakukan secara langsung di area pertanian milik anggota

KTH Mencil Lestari agar petani dapat mengamati fungsi dan manfaat alat secara nyata.

Tahap pendampingan

Pendampingan dilakukan oleh tim pengabdian untuk memastikan setiap petani mampu melakukan kalibrasi, membaca indikator kelembapan, serta menginterpretasikan hasil pengukuran. Pada tahap ini juga dilakukan penyesuaian alat terhadap kondisi lingkungan di lapangan guna memastikan keandalan dan efektivitas penggunaannya

Setiap peserta diberikan kesempatan untuk mencoba secara mandiri di bawah bimbingan tim pelaksana. Melalui pelatihan ini, diharapkan terjadi peningkatan kemampuan petani dalam mengoperasikan teknologi secara mandiri, yang menjadi salah satu indikator utama keberhasilan kegiatan pengabdian.

Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengevaluasi atau menilai tingkat keberhasilan dari implementasi kegiatan, baik dari aspek teknis maupun peningkatan kapasitas peserta. Evaluasi dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, dan pengisian kuesioner seperti yang dijelaskan pada Tabel 1, yang diisi oleh petani peserta kegiatan.

Tahap keberlajutan program

Hasil evaluasi menunjukkan sejauh mana teknologi ini dapat diterapkan secara berkelanjutan dan menjadi bagian dari praktik pertanian modern di lingkungan KTH Mencil Lestari. Program ini akan terus berlanjut dan dikembangkan untuk memudahkan aktivitas petani untuk menjadi petani yang lebih produktif dan berkualitas. Salah satu pengembangan ke depannya adalah melakukan integrasi dengan sistem pengairan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

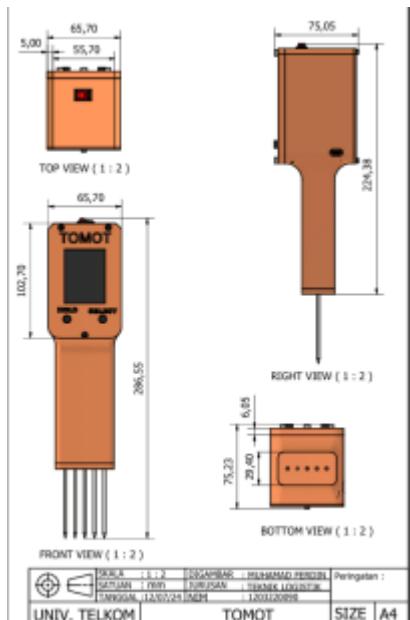
TOMOT merupakan alat portabel berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu mengukur kandungan unsur hara tanah secara *real-time* dan akurat. Alat ini dapat membaca berbagai parameter penting seperti pH, kelembapan, suhu, konduktivitas, NPK, salinitas, dan TDS, serta menampilkan data langsung melalui layar LCD dan *website monitoring*. Hasil pengukuran kemudian dikirim secara otomatis ke server,

sehingga pengguna dapat mengakses data melalui website monitoring yang telah disediakan.

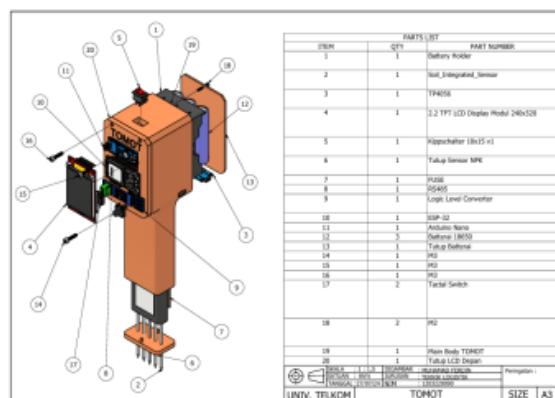
Dengan data yang diperoleh dari TOMOT, petani dapat menentukan jenis dan dosis pupuk yang tepat guna, sehingga efisiensi pemupukan meningkat, biaya berkurang, dan lahan tetap terjaga kesuburnya. TOMOT merupakan produk inovatif berupa produk uji kadar tanah yang cepat, akurat, dan portabel. Inovasi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk, mencegah kerusakan tanah, dan meningkatkan hasil panen petani. Salah satu nilai tambah yang dapat diperoleh adalah mampu meningkatkan kualitas hasil panen.

Untuk memudahkan petani, TOMOT didesain secara compact, ergonomis dan portabel. Harapannya, produk ini dapat menjadi solusi praktis, efisien, mengurangi biaya dan waktu pengecekan manual, serta berkontribusi pada peningkatan kondisi perekonomian petani di era modern.

TOMOT memiliki dimensi dengan panjang 286,5 mm, lebar 65,7 mm, ketebalan 77,05 mm, dan berat 579 gram. Produk ini diaktifkan melalui tombol power di bagian atas, yang selanjutnya mengaktifkan sensor untuk mendekripsi parameter pengukuran seperti pH, kelembapan, suhu, konduktivitas, NPK, salinitas, dan TDS. Data yang dikumpulkan oleh sensor kemudian dikirimkan ke unit pemrosesan untuk dianalisis. Hasil analisis ini ditampilkan pada layar LCD produk dan dapat diakses melalui aplikasi dan website. Pada layar hanya menampilkan satu parameter, sehingga untuk melihat parameter lainnya, pengguna dapat menggunakan tombol *select*. Pembacaan dilakukan secara kontinu, dan untuk mengunci nilai pengukuran akhir setelah nilai pengukuran stabil agar tidak berubah, pengguna dapat menekan tombol *hold*. Detail dimensi TOMOT sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Dimensi TOMOT





Gambar 5. Implementasi TOMOT lahan 1



Gambar 6. Implementasi TOMOT lahan 2

Tahap Pelatihan dan Pendampingan

Pelatihan dan pendampingan dilakukan selama beberapa hari. Pelatihan kepada mitra mengenai penggunaan TOMOT dilakukan agar mampu untuk melakukan interpretasi data hasil pembacaan data, serta cara kalibrasi dan pemeliharaan alat. Pelatihan ini juga mencakup edukasi mengenai pentingnya pemupukan berbasis kebutuhan unsur hara aktual. Kegiatan pelatihan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peatihan penggunaan TOMOT

Target dari pelatihan adalah Petani mampu menggunakan alat secara mandiri. 100% peserta/mitra lulus pelatihan dan mampu menggunakan alat secara mandiri. Pengujian

teknis dilakukan terhadap keakuratan sensor dalam membaca nilai pH dan kadar unsur hara makro (N, P, K) di tanah. Uji coba dilakukan pada beberapa jenis tanah berbeda di wilayah pertanian mitra, di lahan sayuran dan hortikultura.

Hasil dari pelatihan menunjukkan bahwa para petani mampu memahami tentang prinsip kerja alat, kalibrasi sensor, hingga cara membaca dan menginterpretasi data hasil pengukuran yang tampil pada layar LCD serta yang tersimpan otomatis ke dalam website.

Di samping aspek teknis, tim juga melakukan uji coba penggunaan alat oleh petani secara langsung untuk menilai *user experience* dan kemudahan operasional. Hasilnya, petani mampu memahami antarmuka alat serta dapat mengoperasikannya dengan sedikit bimbingan.

Hal ini menunjukkan bahwa TOMOT memiliki tingkat adaptabilitas tinggi di lapangan, terutama bagi petani yang belum terbiasa menggunakan teknologi digital. Lebih lanjut, tim juga mengembangkan prototipe website monitoring berbasis IoT yang dapat menampilkan hasil pengukuran secara *real-time*. Website ini telah berhasil dihubungkan dengan alat melalui koneksi Wi-Fi, dan terbukti dapat menyimpan serta menampilkan data dengan baik. Hasil riset ini menjadi dasar kuat bahwa solusi yang ditawarkan tidak hanya bersifat inovatif, tetapi juga teruji, layak diterapkan di lapangan, dan mampu menjawab kebutuhan mitra secara langsung

Data tersebut menjadi dasar dalam pengambilan keputusan terkait penentuan jenis dan dosis pupuk yang akan diberikan. Guna memastikan alat dapat digunakan secara optimal, tim juga melakukan pendampingan intensif selama satu bulan setelah penerapan. Selama periode tersebut, tim secara berkala mengunjungi mitra guna memantau penggunaan alat, menyelesaikan kendala teknis, serta mengevaluasi pemanfaatan data oleh petani. Evaluasi dilakukan melalui observasi langsung, wawancara, dan survei kepuasan pengguna.

Tahap Evaluasi Kegiatan

Hasil pengukuran TOMOT kemudian divalidasi dan dibandingkan melalui pengujian laboratorium di Laboratorium Agro Kimia Lembang. Riset juga dilakukan menggunakan larutan buffer standar pH untuk menguji kestabilan dan keakuratan pembacaan sensor. Hasil uji menunjukkan bahwa sensor tetap memberikan hasil yang konsisten dalam

berbagai kondisi lingkungan seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengujian TOMOT dengan Larutan Buffer

Dampak program implementasi *SMART Farming* (TOMOT) berupa pendekripsi unsur hara ini, mampu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani tentang pentingnya proses pemupukan yang berdampak terhadap tingkat kesuburan tanah baik untuk jangka pendek maupun jangka Panjang.

Adapun perbandingan TOMOT dengan produk serupa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan TOMOT dengan produk sejenisnya

Indikator Pembanding	Produk Sejenisnya	TOMOT
Kemudahan	Sensor	All in One
Pengguna	Terpisah	
Monitoring	Offline	Offline &
Nilai		Online &
Dimensi	Besar	Portabel
Sumber	Listrik	Renewable
Energi	Conventional	Energy

4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kegiatan pengabdian masyarakat untuk implementasi TOMOT, dapat disimpulkan bahwa penggunaan TOMOT di wilayah mitra sangat mudah diimplementasikan dan mampu membantu petani untuk mengetahui kadar kesuburan tanah sehingga mampu mengukur besarnya penggunaan pupuk NPK. Penggunaan pupuk NPK yang optimal, dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan

memperbaiki kualitas tanaman. Penggunaan TOMOT juga membantu petani dalam pemahaman dan keterampilan mengoperasikan teknologi IoT menuju *Smart Farming*. Dengan demikian, kegiatan ini dapat memberikan dampak langsung pada peningkatan kesejahteraan petani serta kontribusi pada pembangunan pertanian cerdas di Indonesia.

Untuk menjaga keberlangsungan penggunaan TOMOT, harus dilakukan integrasi TOMOT dengan sistem lainnya misalnya untuk penyiraman tanaman sehingga akan lebih mempermudah aktivitas petani.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, Dan Teknologi atas pendanaan eksternal skema Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat batch 3 Tahun 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfred, R., Obit, J. H., Chin, C. P. Y., Haviluddin, H., & Lim, Y. (2021). Towards Paddy Rice Smart Farming: A Review on Big Data, Machine Learning, and Rice Production Tasks. *IEEE Access*, 9(4), 50358–50380.
- Dendi, Supriyono, & Putra, B. (2019). Pengaruh Pemberian Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Rumput Meksiko (*Euchlaena Mexicana*) Pada tanah Ultisol. *Stock Peternakan*, 1(1), 510.
- Gopal, S. R., & Rabhakar, V. S. V. (2024). Intelligent edge based smart farming with LoRa and IoT. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 15(1).
- Hafif, B. (2021). Kerusakan Tanah Pada Lahan Perkebunan Dan Strategi Pencegahan Serta Penanggulangannya. *Perspektif*, 19(2), 105. <https://doi.org/10.21082/psp.v19n2.2020.105-121>
- Hanum Fauziah Isnanto, & Suprayogi. (2023). Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Pada Tanaman Kacang Hijau Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro Dan Komputer*, 3(3), 587–600. <https://doi.org/10.51903/juritek.v3i3.2831>
- Hashim, N., Ali, M. M., Mahadi, M. R., Abdullah, A. F., Wayayok, A., Mohd Kassim, M. S., & Jamaluddin, A. (2024).

- Smart Farming for Sustainable Rice Production: An Insight into Application, Challenge, and Future Prospect. *Rice Science*, 31(1), 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2023.08.004>
- Indrianingsih, R. S., Wulandari, E., & Karyani, T. (2023). Technical Efficiency Of Horticultural Farming In Cianjur District. *AGRISOCIONOMICS : Jurnal Sosial Ekonomi Dan Kebijakan Pertanian*, 2(April 2012), 173–183.
- Kulcheski, F. R., Córrea, R., Gomes, I. A., De Lima, J. C., & Margis, R. (2015). NPK macronutrients and microRNA homeostasis. *Frontiers in Plant Science*, 6(June), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00451>
- Lestari, D. D., Panggayuh, D. A. F., Ramadha, C. S., Prasetyo, B. E., Mayoratri, M. H. P., & Kartika, D. S. Y. (2024). Upaya Pengembangan Tanaman Hortikultura Melalui Pemanfaatan Lahan Pekarangan Sebagai Wujud Ketahanan Pangan di Desa Galengdowo Danik. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 37–44.
- Supriyanto, T., Fiani, A., & Ulfa, H. M. (2022). Artikel-1-April-2022. *ELECTRICES*, 4(1), 1–6.
- Trisnawati, A., Beja, H. D., & Jeksen, J. (2022). Analisis Status Kesuburan Tanah Pada Kebun Petani Desa Ladogahar Kecamatan Nita Kabupaten Sikka. *JURNAL LOCUS Penelitian & Pengabdian*, 1(2), 68–80.
- Wasono, D. M., Muhammin, A. W., & Isaskar, R. (2024). The Effect of Farmer Knowledge, Farmer Attitudes, and Farmer Skills on Farmer Decisions in Bakalan Village, East Java Province, Indonesia. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 7(3), 972–980. <https://doi.org/10.37637/ab.v7i3.1845>
- Winarso, S., Anggriawan, R., Subiksa, I., Ganestri, R. G., Intansari, S. R., & Budianta, D. (2022). Macronutrients (NPK) balance in rice field and dryland maize cropping systems. *J. Degrade. Min. Land Manage*, 10(1), 3945–3951. <https://doi.org/10.15243/jdmlm>
- Xia, Y., Feng, J., Zhang, H., Xiong, D., Kong, L., Seviour, R., & Kong, Y. (2024). Effects of soil pH on the growth, soil nutrient composition, and rhizosphere microbiome of Ageratina adenophora. *PeerJ*, 12(4), 1–22. <https://doi.org/10.7717/peerj.17231>
- Xue, R., Shen, Y., & Marschner, P. (2017). Soil water content during and after plant growth influence nutrient availability and microbial biomass. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 17(3).
- Zhu, S., Chen, H., Dai, Y., Lu, X., Shangguan, W., Yuan, H., & Wei, N. (2021). Evaluation of the Effect of Low Soil Temperature Stress on the Land Surface Energy Fluxes Simulation in the Site and Global Offline Experiments. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 13(4), 1–17. <https://doi.org/10.1029/2020MS002403>