

Pendampingan AWS IoT untuk Literasi Digital Petani Kopi Perteguhan

Nurul Maulida Surbakti ^{1*}, Muhammad Ashari ², Fanny Ramadhani ¹, Dian Septiana ¹, Sisti Nadia Amalia ¹, Erita Astrid ², Arnah Ritonga ¹, Dinda Kartika ¹, Nadrah Afiati ¹, Ade Andriani ¹

¹ Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Matematika, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

² Fakultas Teknik, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 03 Juni 2026
Revisi Akhir: 18 Juni 2026
Diterbitkan Online: 09 Juli 2026

KATA KUNCI

Automatic Weather Station
Internet of Things
Keputusan Agronomis
Literasi Digital
Petani Kopi

KORESPONDENSI (*)

E-mail: nurulmaulida@unimed.ac.id

A B S T R A K

Petani kopi di Desa Perteguhan, Kabupaten Karo, masih menghadapi produktivitas yang rendah, keterbatasan pencatatan mikroklimat, dan pengambilan keputusan agronomis yang dominan berbasis pengalaman. Artikel pengabdian ini bertujuan mengevaluasi dampak pendampingan pemanfaatan Automatic Weather Station (AWS) berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan aplikasi mobile Temani Kopi. Kegiatan dilaksanakan pada akhir Mei 2025 melalui survei pendahuluan, perakitan sistem, instalasi lapangan, pelatihan petani, pendampingan tiga bulan, dan evaluasi dampak terhadap 10 petani mitra. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara terstruktur, serta kuesioner pre-test dan post-test sebanyak 15 butir menggunakan skala Likert. Analisis dilakukan dengan persentase capaian, persentase perubahan, dan normalized gain. Hasil menunjukkan literasi teknologi meningkat dari 45% menjadi 85% (N-Gain=0,73), kemampuan mengoperasikan aplikasi meningkat dari 50% menjadi 90% (N-Gain=0,80), dan pengambilan keputusan agronomis berbasis data meningkat dari 48% menjadi 88% (N-Gain = 0,77). Pendampingan juga meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk sekitar 20% serta memperkuat kesiapan adopsi pertanian digital. Temuan ini menunjukkan bahwa pendampingan IoT partisipatif dapat mengubah praktik budidaya kopi dari berbasis intuisi menuju keputusan berbasis data.

PENDAHULUAN

Subsektor perkebunan kopi merupakan bagian penting dari ekonomi pertanian dataran tinggi, termasuk di Kabupaten Karo yang memiliki dukungan agroekologi berupa tanah vulkanik subur dan iklim relatif sejuk. Namun, potensi tersebut belum sepenuhnya diikuti oleh peningkatan produktivitas pada tingkat petani rakyat. Pada kegiatan pengabdian di Desa Perteguhan, produktivitas kebun kopi mitra masih berada pada kisaran 800 kg/ha/tahun, lebih rendah dibandingkan potensi optimal sekitar 1.200 kg/ha/tahun. Salah satu faktor yang menonjol adalah masih dominannya keputusan budidaya berbasis pengalaman, tanpa dukungan data mikroklimat yang terekam secara kontinu.

Tujuan artikel ini adalah menganalisis dampak pendampingan AWS berbasis IoT dan aplikasi Temani Kopi terhadap peningkatan literasi digital petani kopi, kemampuan penggunaan aplikasi, efisiensi input agronomis, serta perubahan pengambilan keputusan dari berbasis intuisi menuju berbasis data.

ANALISIS SITUASI

Perubahan cuaca, pergeseran pola hujan, kelembapan tinggi, serta variasi suhu harian berdampak langsung terhadap keputusan penyiraman, pemupukan, pengendalian hama penyakit, dan penjadwalan aktivitas kebun. Dalam konteks pertanian presisi, data cuaca lokal menjadi dasar penting bagi pengambilan keputusan yang lebih adaptif. Sistem Automatic Weather Station (AWS) berbasis IoT dinilai relevan karena mampu mengumpulkan data suhu, kelembapan,

tekanan udara, curah hujan, serta arah dan kecepatan angin secara real-time (Ioannou et al., 2021; Kalaany et al., 2025). Integrasi sensor, komunikasi data, dan aplikasi mobile juga sejalan dengan perkembangan smart farming yang menekankan pemantauan lahan dan pengambilan keputusan berbasis data (Srivastava & Das, 2021; Sahoo & Barrett, 2021).

Sejumlah studi menunjukkan bahwa IoT dalam pertanian dapat meningkatkan efisiensi input, menurunkan biaya operasional, serta memperkuat ketepatan keputusan budidaya (Jaiswal et al., 2025; Gumbi et al., 2023). Namun, pada tingkat petani kecil, tantangan utama bukan hanya ketersediaan perangkat, melainkan kemampuan membaca data, kepercayaan terhadap rekomendasi aplikasi, serta keberlanjutan penggunaan teknologi setelah instalasi. Oleh sebab itu, program pengabdian tidak cukup berhenti pada pemasangan AWS, tetapi perlu dilengkapi pelatihan, praktikum, dan pendampingan pascainstalasi.

Kegiatan ini merupakan pengembangan dari penerapan AWS berbasis IoT dan aplikasi Temani Kopi pada perkebunan kopi Desa Perteguhan. Kebaruan artikel ini tidak diletakkan pada aspek teknis perangkat semata, tetapi pada evaluasi dampak pendampingan terhadap literasi digital, kemampuan menggunakan aplikasi, dan perubahan pola pengambilan keputusan agronomis petani. Pendekatan ini penting karena keberhasilan pengabdian masyarakat seharusnya diukur dari perubahan kapasitas mitra, bukan hanya keberadaan alat.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan survei awal dan diskusi dengan petani mitra, ditemukan empat masalah utama. Pertama, petani belum memiliki sistem pencatatan cuaca lokal yang dapat digunakan sebagai dasar keputusan harian. Informasi cuaca yang digunakan umumnya bersifat umum dan tidak selalu mewakili kondisi iklim mikro kebun. Kedua, pengelolaan air, pupuk, dan aktivitas perawatan masih didasarkan pada kebiasaan, sehingga terdapat risiko pemborosan input dan keterlambatan respons terhadap perubahan cuaca.

Ketiga, literasi digital petani masih terbatas, terutama dalam membaca data sensor, memahami indikator cuaca, dan menerjemahkan informasi aplikasi menjadi tindakan budidaya. Keempat, belum tersedia model pendampingan yang menghubungkan perangkat AWS, aplikasi mobile, dan praktik lapangan secara langsung. Kondisi ini menyebabkan teknologi berpotensi menjadi pajangan jika tidak disertai pelatihan yang sesuai dengan konteks petani.

METODE PELAKSANA

Rancangan dan lokasi kegiatan

Kegiatan pengabdian menggunakan pendekatan partisipatif-edukatif dengan desain evaluasi pre-test dan post-test. Pelaksanaan utama dimulai pada akhir Mei 2025 di perkebunan kopi Desa Perteguhan, Kecamatan Simpang Empat, Kabupaten Karo. Mitra kegiatan adalah 10 petani kopi yang tergabung dalam kelompok tani setempat. Tahapan kegiatan meliputi survei awal, perancangan dan perakitan AWS, instalasi perangkat, pelatihan aplikasi Temani Kopi, pendampingan tiga bulan, serta evaluasi hasil.



Gambar 1. Alur pendampingan AWS berbasis IoT dan aplikasi Temani Kopi

Teknologi yang Diterapkan

Teknologi utama yang diterapkan adalah Automatic Weather Station berbasis IoT yang terdiri atas ESP32 sebagai mikrokontroler, modul GSM SIM7600G untuk komunikasi data, sensor suhu dan kelembapan, sensor tekanan udara, sensor curah hujan, anemometer, panel surya 50WP, solar charge controller, baterai cadangan, broker MQTT, serta aplikasi Android Temani Kopi. Sistem bekerja dengan mengirimkan data iklim mikro dari sensor ke server melalui

jaringan seluler, kemudian menampilkannya dalam aplikasi agar petani dapat membaca kondisi cuaca dan rekomendasi agronomis secara sederhana.

Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui tiga teknik. Pertama, observasi lapangan untuk menilai penggunaan AWS dan aplikasi saat aktivitas budidaya. Kedua, wawancara terstruktur untuk memperoleh tanggapan petani mengenai kemudahan penggunaan, manfaat, dan kendala. Ketiga, kuesioner pre-test dan post-test sebanyak 15 butir dengan skala Likert 1-5. Kuesioner dikelompokkan ke dalam tiga aspek, yaitu literasi teknologi, kemampuan mengoperasikan aplikasi, dan pengambilan keputusan agronomis berbasis data.

Teknik Analisis Data

Skor kuesioner dihitung menggunakan persentase capaian, yaitu perbandingan antara skor aktual dan skor ideal dikalikan 100%. Peningkatan hasil dihitung dengan selisih skor post-test dan pre-test. Untuk menilai efektivitas pelatihan, digunakan normalized gain atau N-Gain dengan rumus:

$$g = (\text{Skor post-test} - \text{Skor pre-test}) / (100 - \text{Skor pre-test})$$

Kriteria interpretasi yang digunakan adalah rendah jika $g < 0,30$; sedang jika $0,30 \leq g < 0,70$; dan tinggi jika $g \geq 0,70$. Efisiensi input dihitung dengan persentase perubahan penggunaan air dan pupuk sebelum dan sesudah pendampingan berdasarkan observasi dan konfirmasi wawancara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Kegiatan Pendampingan

Pelaksanaan kegiatan diawali dengan pemetaan kebutuhan petani dan penentuan lokasi pemasangan AWS yang aman, terbuka, terkena sinar matahari, serta mewakili kondisi iklim mikro kebun. Setelah perangkat dirakit, sistem diuji untuk memastikan sensor, suplai daya surya, modul komunikasi, dan aplikasi dapat bekerja secara stabil. Pelatihan diberikan secara langsung di kebun melalui demonstrasi membaca data cuaca, mengakses aplikasi Temani Kopi, serta mendiskusikan keputusan budidaya yang sesuai dengan kondisi lapangan.



Gambar 2. Instalasi perangkat Automatic Weather Station berbasis IoT di kebun kopi mitra

Sumber: Dokumentasi Tim PKM, 2025

Tabel 1. Tahapan Kegiatan Pengabdian dan Indikator Keberhasilan

No	Tahapan	Waktu	Jenis kegiatan	Indikator keberhasilan
1	Survei awal	Mei 2025	Identifikasi masalah dan kebutuhan mitra	Masalah mikroklimat, literasi digital, dan efisiensi input terpetakan
2	Perakitan sistem	Mei 2025	Perakitan AWS, sensor, panel surya, dan komunikasi MQTT	Perangkat siap diuji dan terhubung dengan aplikasi
3	Instalasi lapang	Akhir Mei 2025	Pemasangan AWS di kebun kopi	Data cuaca lokal mulai terbaca
4	Pelatihan petani	Juni 2025	Praktik membaca data dan menggunakan Temani Kopi	Petani mampu membuka aplikasi dan memahami indikator utama
5	Pendampingan	Juni–Agustus 2025	Monitoring penggunaan dan bimbingan teknis	Adopsi teknologi meningkat dan kendala teknis ditangani
6	Evaluasi	Agustus 2025	Kuesioner, observasi, dan wawancara	Dampak literasi, kemampuan aplikasi, dan efisiensi input terukur

Peningkatan Literasi Digital dan Kemampuan Aplikasi

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan kemampuan petani setelah mengikuti pelatihan dan pendampingan. Literasi teknologi meningkat dari 45% pada pre-test menjadi 85% pada post-test. Kemampuan mengoperasikan aplikasi meningkat dari 50% menjadi 90%, sedangkan kemampuan menggunakan data mikroklimat untuk keputusan agronomis meningkat dari 48% menjadi 88%. Berdasarkan perhitungan N-Gain, seluruh aspek berada pada kategori tinggi. Hasil ini menegaskan bahwa keberhasilan penerapan IoT pada petani kecil sangat dipengaruhi oleh proses pembelajaran, praktik langsung, dan pendampingan yang berkelanjutan, sebagaimana ditekankan dalam studi digital agriculture bagi petani kecil (Gumbi et al., 2023; Nxumalo et al., 2025).

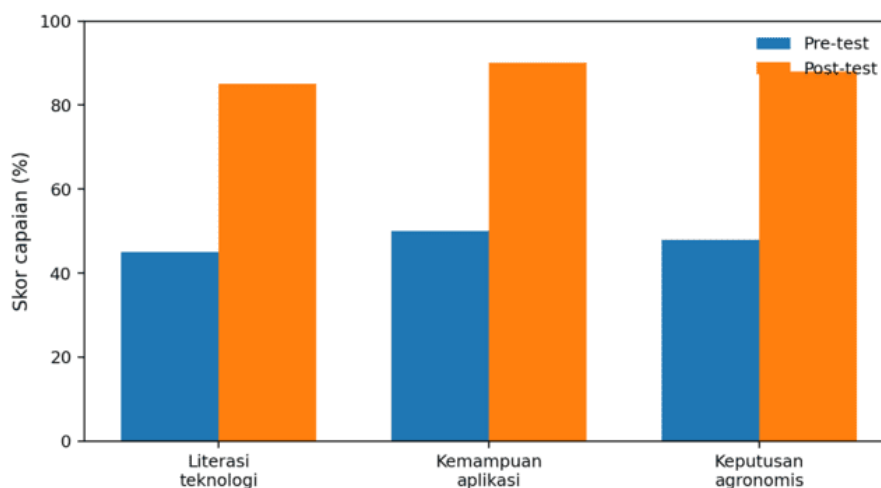


Gambar 3. Pendampingan Penggunaan Aplikasi Temani Kopi untuk Membaca Data Mikroklimat

Sumber: Dokumentasi Tim PKM, 2025

Tabel 2. Hasil pengukuran pre-test, post-test, dan N-Gain

No	Aspek yang diukur	Pre-test (%)	Post-test (%)	N-Gain	Kategori
1	Literasi teknologi AWS dan IoT	45	85	0,73	Tinggi
2	Kemampuan mengoperasikan Temani Kopi	50	90	0,80	Tinggi
3	Keputusan agronomis berbasis data	48	88	0,77	Tinggi
	Rerata capaian keseluruhan	47,7	87,7	0,77	Tinggi



Gambar 4. Grafik Peningkatan Capaian Pre-Test dan Post-Test Petani Mitra

Perubahan pengambilan keputusan agronomis

Sebelum kegiatan, keputusan penyiraman, pemupukan, dan perawatan kebun banyak ditentukan berdasarkan perkiraan visual atau kebiasaan musiman. Setelah pendampingan, petani mulai menggunakan indikator suhu, kelembapan, dan informasi hujan dari aplikasi sebagai bahan pertimbangan. Perubahan ini menunjukkan bahwa AWS bukan hanya perangkat monitoring, tetapi juga media belajar bagi petani untuk memahami hubungan antara mikroklimat dan tindakan budidaya. Temuan ini sejalan dengan konsep pertanian presisi yang menempatkan data lingkungan sebagai dasar efisiensi input dan pengendalian risiko produksi (UNDP, 2021; FAO, 2025).



Gambar 5. Monitoring Lapangan dan Diskusi Pemanfaatan Data AWS untuk Keputusan Budidaya Kopi

Sumber: Dokumentasi Tim PKM, 2025

Efisiensi input dan proyeksi produktivitas

Pendampingan menghasilkan efisiensi penggunaan air dan pupuk sekitar 20%. Efisiensi ini diperoleh dari perubahan pola penggunaan input yang lebih selektif berdasarkan kondisi cuaca aktual, bukan sekadar jadwal tetap. Produktivitas kopi belum dapat diklaim sebagai peningkatan final karena kegiatan dilaksanakan pada akhir Mei 2025 dan publikasi ditargetkan Maret 2026, sehingga sebagian dampak produksi masih bersifat proyeksi sampai musim panen berikutnya. Namun, berdasarkan perubahan praktik dan kondisi awal produktivitas sekitar 800 kg/ha/tahun, potensi peningkatan 15-20% diperkirakan dapat mengarah pada capaian 920-960 kg/ha/tahun jika pendampingan, pemeliharaan perangkat, dan konsistensi penggunaan aplikasi terus berlanjut.



Gambar 6. Evaluasi Akhir dan Foto Bersama Tim Pelaksana dengan Petani Mitra
Sumber: Dokumentasi Tim PKM, 2025

Tabel 3. Dampak operasional pendampingan AWS IoT

No	Indikator	Kondisi awal	Setelah pendampingan	Interpretasi
1	Akses data cuaca	Tidak tercatat secara lokal	Tersedia real-time melalui aplikasi	Keputusan lebih berbasis data
2	Penggunaan air dan pupuk	Berdasarkan kebiasaan	Lebih selektif mengikuti kondisi cuaca	Efisiensi sekitar 20%
3	Produktivitas kopi	±800 kg/ha/tahun	Proyeksi ±920–960 kg/ha/tahun	Estimasi naik 15–20%, perlu verifikasi panen
4	Kesiapan adopsi teknologi	Rendah–sedang	Tinggi setelah pelatihan	Teknologi diterima karena manfaat langsung terlihat

Implikasi program

Implikasi utama kegiatan ini adalah terbentuknya model pendampingan teknologi yang dapat direplikasi pada komoditas lain. Model tersebut terdiri atas integrasi perangkat IoT, aplikasi yang mudah digunakan, pelatihan berbasis praktik, dan pendampingan pascainstalasi. Bagi petani, manfaat langsung terlihat pada kemampuan membaca cuaca lokal dan menyesuaikan tindakan budidaya. Bagi perguruan tinggi, program ini memperkuat hilirisasi riset dan teknologi tepat guna berbasis kebutuhan masyarakat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pendampingan AWS berbasis IoT dan aplikasi Temani Kopi di Desa Perteguhan berhasil meningkatkan literasi digital, kemampuan menggunakan aplikasi, dan pengambilan keputusan agronomis petani kopi. Pengukuran pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan rerata capaian dari 47,7% menjadi 87,7% dengan N-Gain 0,77 atau kategori tinggi. Program juga meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk sekitar 20% serta memberikan proyeksi peningkatan produktivitas 15-20%, meskipun dampak produktivitas aktual masih perlu diverifikasi pada musim panen berikutnya. Hasil ini menunjukkan bahwa keberhasilan pengabdian berbasis IoT tidak hanya ditentukan oleh instalasi alat, tetapi terutama oleh pendampingan, praktik lapangan, dan kemudahan aplikasi bagi petani.

Keberlanjutan program memerlukan pemeliharaan perangkat, penguatan pendampingan teknis, konsistensi penggunaan aplikasi, serta verifikasi dampak produktivitas pada musim panen berikutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Negeri Medan melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) UNIMED yang telah mendanai kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini melalui Dana PNBP Universitas Negeri Medan Tahun Anggaran 2025 sesuai dengan Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Medan

Nomor: 0194/UN33/KPT/2025. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Tani Kenanga Desa Perteguhan, Kecamatan Simpang Empat, Kabupaten Karo, atas kerja sama dan partisipasi aktif selama pelaksanaan kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kalaany, C. M. A., Kimaita, H. N., Abdelmoneim, A. A., Khadra, R., Derardja, B., & Dragonetti, G. (2025). The potential of low-cost IoT-enabled agrometeorological stations: A systematic review. *Sensors*, 25(19), 6020. <https://doi.org/10.3390/s25196020>
- FAO. (2025). Digital agriculture in action: Artificial intelligence for agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://openknowledge.fao.org/>
- Gumbi, N., Gumbi, L., & Twinomurinzi, H. (2023). Towards sustainable digital agriculture for smallholder farmers: A systematic literature review. *Sustainability*, 15(16), 12530. <https://doi.org/10.3390/su151612530>
- Ioannou, K., Tsantikos, G., & Baras, N. (2021). Low-cost automatic weather stations in the Internet of Things. *Information*, 12(4), 146. <https://doi.org/10.3390/info12040146>
- Jaiswal, N., Kumar, T. V., & Shukla, C. (2025). Smart drip irrigation systems using IoT: A review of architectures, machine learning models, and emerging trends. *Discover Agriculture*, 3, 253. <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00430-1>
- McCampbell, M., & Migisha, C. K. (2022). Digital ecosystems for smallholder farmers in low- and middle-income countries: A rapid assessment of digital agriculture ecosystems in Zambia and Kenya. *Netherlands Food Partnership*.
- Nxumalo, G. S., Raj, J., Sikhwivhilu, K., Mabhaudhi, T., Khumalo, N. Z., & Agholor, I. (2025). Challenges and opportunities in smallholder agriculture digitization in South Africa. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9, 1583224. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1583224>
- Sahoo, J., & Barrett, K. (2021). Internet of Things (IoT) application model for smart farming. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2101.03722>
- Srivastava, A., & Das, D. K. (2021). A comprehensive review on the application of Internet of Things (IoT) in smart agriculture. *Wireless Personal Communications*, 122, 1807-1837. <https://doi.org/10.1007/s11277-021-08970-7>
- Surbakti, N. M., Kartika, D., Amry, Z., & Ashari, M. (2026). Optimisasi penempatan sensor Automatic Weather Station di perkebunan kopi menggunakan pendekatan metric dimension graf join. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 11(1), 149-162. <https://doi.org/10.25157/teorema.v11i1.20971>
- Surbakti, N. M., Ramadhani, F., Septiana, D., Amalia, S. N., Astrid, E., & Pahlawan, R. (2026). Penerapan aplikasi AWS berbasis IoT untuk mendukung pengambilan keputusan agronomis di perkebunan kopi Desa Perteguhan. Dalam *Seminar Nasional PKM: Inovasi Teknologi untuk Pemberdayaan Komunikasi Menyongsong Kesejahteraan Melalui Implementasi Teknologi Berbasis Solusi* (hlm. 358-362). CV. Kencana Emas Sejahtera.
- UNDP. (2021). Precision agriculture for smallholder farmers. United Nations Development Programme. <https://www.undp.org/>