



Implementasi Smart Dairy Farming Berbasis IoT untuk Meningkatkan Produktivitas dan Efisiensi Usaha Peternakan di Kampung Susu Lawu

Fahmi Alamil Huda, S.P., M.A.^{1*}, Helina Era Dwi Suke²

Universitas Doktor Nugroho Magetan ¹², Magetan, Indonesia

*E-mail: fahmialamilhuda @udn.ac.id

Article History

Submitted: 29 Juni 2025

Revised: 13 Juli 2025

Accepted: 15 Juli 2025

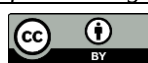
Published: 18 Juli 2025

Keywords:

Precision Livestock Farming, Internet of Things, Participatory Action Research, Dairy Cattle, Agribusiness Transformation.

Abstract

This Community Service Program aims to accelerate agribusiness technology transformation among the dairy farmer community in Kampung Susu Lawu. The primary identified problems include milk production fluctuations due to the inefficiency of manual barn microclimate monitoring, delays in managing thermal stress, and the lack of livestock performance data records. To overcome these issues, this program adopts a Participatory Action Research (PAR) approach through the introduction of a precision farming system based on the Internet of Things (IoT). The interventions provided encompass the installation of a real-time climate sensor network integrated with an automatic misting system, as well as managerial education via a smartphone dashboard. The program evaluation was conducted comprehensively using a total sampling technique involving all farmers receiving the devices. The mentoring results demonstrated a significant improvement in the partners' psychomotor skills in operating digital instruments, optimization of barn resource allocation efficiency, and enhanced cognitive achievement in formulating data-driven daily managerial decisions. The synergy between technological engineering and this participatory approach proved effective in bridging the gap between traditional farm management and precision livestock farming systems.



by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

PENDAHULUAN

Model kewirausahaan kreatif berbasis agribisnis untuk komoditas olahan susu terbukti mencapai tingkat efektivitas tertinggi apabila mampu mengintegrasikan upaya diversifikasi bernilai tambah, estetika produk, serta pemanfaatan saluran pemasaran pendek maupun digital. Berbagai bukti empiris menunjukkan bahwa proses pengolahan susu, penguatan identitas merek (*branding*), inovasi kemasan, dan strategi penjualan langsung secara signifikan dapat mendongkrak nilai jual komoditas lokal di pasaran. Kendati memberikan ragam keuntungan finansial, literatur juga memberikan peringatan bahwa penerapan model usaha yang terlampaui kompleks justru memiliki tendensi untuk menurunkan tingkat efisiensi operasional (Schukat & Heise, 2021; Qin et al., 2022; Lovarelli et al., 2023). Kesuksesan sebuah usaha olahan susu pada umumnya bertumpu pada ketajaman proposisi nilai lokal, kapasitas kewirausahaan pelaku, serta pemetaan model bisnis yang terstruktur dengan presisi. Pendekatan *Business Model Canvas* lazim diaplikasikan untuk merepresentasikan bagaimana peternak menciptakan nilai komersial melalui formulasi produk lokal, skema penjaminan mutu, variasi campuran susu, penetapan format penjualan, serta optimalisasi rantai pasok pendek (Lovarelli et al., 2023). Dalam konteks tata kelola ini, penerapan diversifikasi yang berorientasi pada penciptaan nilai tambah secara langsung berperan esensial dalam meningkatkan peluang keberlanjutan ekonomi bagi para pelaku usaha skala kecil (Qin et al., 2022). Lebih jauh lagi, akselerasi nilai tambah produk pertanian mutlak membutuhkan sinergi kelembagaan tingkat tapak. Kemitraan agribisnis yang terjalin erat dengan entitas Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), Badan Usaha Milik Desa (BUMDes), serta lembaga pembiayaan kredit terbukti mendatangkan kontribusi yang masif terhadap kemandirian ekonomi desa (Zhou et al., 2025). Menyikapi kompleksitas manajerial tersebut, program pendampingan kewirausahaan bagi para peternak seyogianya tidak sekadar berfokus pada dorongan teknis produksi fisik. Intervensi pendampingan harus lebih menitikberatkan pada penguatan kapasitas tata kelola

manajerial dan ketajaman identifikasi peluang pasar yang komprehensif (Schukat & Heise, 2021; Bazargani & Deemyad, 2024).

Beralih pada dimensi desain produk, estetika komoditas olahan susu bekerja secara krusial melalui visualisasi kemasan, pembentukan citra merek, dan penciptaan persepsi mutu di benak konsumen. Di dalam mata rantai nilai industri persusuan, inisiatif *branding*, *packaging* (pengemasan), dan proses higienitas seperti pasteurisasi secara eksplisit diidentifikasi sebagai instrumen utama untuk melipatgandakan tingkat pengembalian keuntungan komersial (*returns*) (Schukat & Heise, 2021). Asumsi ini sejalan dengan temuan yang menegaskan bahwa jaminan kualitas, tingkat kesegaran, dan otentisitas lokalitas merupakan atribut psikologis yang paling diutamakan konsumen saat memvalidasi keabsahan produk lokal (Hrynevych et al., 2022). Konstruksi citra merek (*brand image*) pada entitas agribisnis beserta produk olahannya memiliki korelasi yang sangat positif dalam mendongkrak nilai persepsi (*perceived value*) yang berujung pada peningkatan niat beli masyarakat (Dell'Unto et al., 2025). Guna menciptakan diferensiasi komersial yang kuat, pendekatan desain produk sejatinya tidak harus menghilangkan nilai historis endemik dari wilayah asal. Sebaliknya, perpaduan harmonis antara perawatan tradisi lokal dan injeksi inovasi modern memiliki tendensi untuk membuahkan efek pengganda yang positif bagi stimulasi pengembangan teritorial suatu wilayah (Bazargani & Deemyad, 2024). Terkait dengan evaluasi efisiensi operasional dan penetrasi pasar, strategi diversifikasi faktanya tidak selalu berbanding lurus dengan perbanyak jenis produk secara masif. Pada unit usaha pengolahan susu, penciptaan variasi komoditas yang terlalu kompleks justru berkorelasi negatif terhadap efektivitas produksi, sehingga spesialisasi pada satu lini produk inti dengan ketersediaan beberapa varian turunan dinilai jauh lebih efisien dan tangguh (Qin et al., 2022). Di ranah distribusi pemasaran, jalur penjualan langsung (*direct selling*) yang memangkas panjangnya rantai perantara menjadi opsi yang paling dituju oleh petani, sementara eksploitasi toko daring (*e-shop*), meskipun masih berstatus jarang digunakan, diyakini menyimpan potensi ekspansi digital yang sangat menjanjikan (Hrynevych et al., 2022). Sebagai wujud adaptasi terhadap modernisasi tata niaga, digitalisasi rantai pasok dan penguatan *branding* produk olahan pada klaster *smart agroindustry* kelompok tani menjelma sebagai instrumen yang paling konsisten dalam membuka akses pasar luas, menjamin transparansi mutu komoditas, serta memperbaiki tata koordinasi antar-pelaku bisnis (Tadele et al., 2025; Lovarelli et al., 2020; Vaintrub et al., 2020). Transformasi digital di lanskap pertanian ini secara kuat didukung oleh bukti empiris yang memaparkan potensinya dalam melipatgandakan pendapatan petani. Hal ini dicapai melalui mekanisme perbaikan efisiensi produksi, perluasan saluran penjualan maya, serta pendorongan eskalasi status (*upgrading*) pada struktur agribisnis komunal (Tadele et al., 2025; Hostiou et al., 2017).

Kehadiran platform digital dan lokapasar siber (*e-marketplace*) berhasil membongkar batas geografis dengan memperpendek rantai nilai, menyambungkan produsen lokal secara langsung dengan konsumen, serta mengkreasi peluang usaha kontemporer bagi produsen gurem maupun UMKM sektor pangan (Hostiou et al., 2017; Kleen & Guatteo, 2023). Kendati demikian, integrasi digital menuntut penerapan standarisasi produk yang ketat sebagai prasyarat mutlak, mengingat komoditas siber sering kali dikeluhkan tidak seragam dalam aspek kesegaran, bentuk, maupun rasa (Kaur et al., 2023; Morrone et al., 2022). Pada fase krusial ini, kelembagaan kelompok tani memegang peranan untuk memonitor mutu, menaungi pemasaran kolektif yang inklusif, serta menyediakan integrasi kode QR dan sistem keterelusuran (*traceability*) untuk menumbuhkan kepercayaan verifikasi bagi konsumen (Lovarelli et al., 2020; Mgendi, 2024). Pada sintesis akhirnya, keagungan janji transformasi siber tidak akan terwujud secara instan, lantaran para pelaku usaha perdesaan masih diadang oleh rintangan konektivitas infrastruktur, limitasi biaya investasi, serta rendahnya modal kepercayaan terhadap pengamanan data (Kleen & Guatteo, 2023; Tadele et al., 2025). Mitigasi risiko melalui kontrol tata kelola data yang proporsional menjadi amat urgen, sebab digitalisasi eksploitatif berpotensi menumpuk sentralisasi kekuasaan di tangan segelintir platform korporat dan menaikkan rasio ketergantungan petani (Vaintrub et al., 2020; Bernabucci et al., 2025). Sebagai implikasinya, implementasi *smart agroindustry* kolektif mensyaratkan adanya intervensi pembaruan keterampilan literasi digital (*up-skilling*) tiada henti, yang pada akhirnya sangat dipertaruhkan pada kapasitas serap inovasi (*absorptive capacity*) serta determinasi belajar dari seluruh mitra usaha (De Oliveira et al., 2024). transformasi menuju *smart agroindustry* sejatinya tidak boleh dipandang semata-mata sebagai pergeseran adopsi teknologi keras, melainkan harus dimaknai sebagai rekayasa sosial-kelembagaan yang berpusat pada kedaulatan peternak. Keterlibatan aktif institusi kolektif lokal, seperti koperasi maupun Badan Usaha Milik Desa (BUMDes),

memegang peranan absolut sebagai episentrum pelindung bagi pelaku usaha skala kecil dari potensi eksploitasi monopoli data dan hegemoni platform korporat. Melalui pendampingan yang persisten pada aspek literasi digital dan tata kelola manajerial, kelompok tani tidak sekadar diedukasi untuk menjadi pengguna pasif aplikasi, melainkan didorong agar berevolusi menjadi aktor utama pengendali rantai pasok. Pada gilirannya, sinergi yang harmonis antara kecerdasan instrumen digital, jaminan ketertelusuran mutu yang terstandarisasi, dan solidaritas kelembagaan ini akan mengonstruksi sebuah resiliensi agribisnis yang tangguh, sekaligus memastikan bahwa lonjakan profitabilitas komersial senantiasa berjalan selaras dengan mandat pemerataan kesejahteraan komunal secara berkelanjutan.

METODE

Pelaksanaan program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) di Kampung Susu Lawu ini diimplementasikan dengan mengadopsi pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) yang menempatkan komunitas peternak sapi perah sebagai subjek utama dalam akselerasi transformasi teknologi agribisnis. Pemilihan metodologi ini dilandasi oleh kebutuhan strategis untuk menjembatani kesenjangan antara kemajuan rekayasa digital dan realitas praktik peternakan tradisional melalui observasi lapangan serta dialog partisipatif. Analisis situasi prapendampingan difokuskan pada pemetaan akar masalah yang memicu fluktuasi produksi susu, yang secara empiris bermuara pada inefisiensi pemantauan iklim mikro kandang secara manual, keterlambatan penanganan stres termal pada ternak, serta minimnya pencatatan data performa produksi yang akurat.

Merespons problematika struktural tersebut, desain intervensi pada tahap implementasi dirumuskan ke dalam introduksi sistem *Smart Dairy Farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dipadukan dengan penguatan literasi teknologi peternak. Secara teknis, tim pengabdian memfasilitasi instalasi jaringan sensor pintar di area kandang untuk memantau suhu, kelembapan, dan ketersediaan air secara seketika (*real-time*), yang terintegrasi langsung dengan sistem otomasi pengabutan (*misting*) pelindung iklim mikro. Di ranah manajerial, peternak diberikan bimbingan teknis intensif mengenai operasionalisasi dasbor pemantauan berbasis aplikasi ponsel pintar (*smartphone*), sehingga edukasi yang diberikan mencakup adaptasi perangkat keras digital sekaligus transformasi pola pikir menuju tata kelola peternakan presisi (*precision livestock farming*). Guna memastikan validitas dan presisi pengukuran dampak dari serangkaian intervensi teknologi tersebut, tahapan evaluasi dilaksanakan secara komprehensif pada akhir masa pendampingan program. Pengumpulan data evaluasi ini dilakukan dengan mengaplikasikan teknik *total sampling*, di mana seluruh peternak yang tergabung dalam sentra Kampung Susu Lawu dan menerima instalasi perangkat IoT dilibatkan secara penuh sebagai responden tanpa terkecuali. Parameter keberhasilan pendampingan diukur secara objektif melalui peningkatan kecakapan psikomotorik mitra dalam mengoperasikan aplikasi pemantauan, efisiensi alokasi sumber daya kandang, serta pencapaian kognitif mereka dalam merumuskan keputusan manajerial harian berbasis analisis data digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis eksisting di Kampung Susu Lawu sebelum masa intervensi mengonfirmasi adanya kerentanan operasional akibat tingginya ketergantungan peternak pada intuisi konvensional dan tenaga fisik manusia. Mengingat lokasi geografisnya yang berada di lereng pegunungan dengan dinamika cuaca yang sering berubah, sapi perah kerap mengalami stres lingkungan yang tidak terdeteksi secara dini oleh para peternak. Kondisi ini secara langsung berdampak pada penurunan drastis volume laktasi dan anjloknya kualitas susu segar. Ketiadaan instrumen pemantauan objektif menyebabkan pemborosan sumber daya air dan pakan, sekaligus menempatkan entitas bisnis perdesaan ini pada posisi yang tidak efisien dalam merespons standarisasi kualitas dari pihak industri pengolahan susu (*dairy processing plant*). Melalui implementasi instrumen *Smart Dairy Farming* berbasis IoT, terjadi lompatan efisiensi operasional yang sangat revolusioner di dalam ekosistem kandang Kampung Susu Lawu. Kehadiran sensor suhu dan kelembapan yang terhubung dengan aktuator kipas serta sistem pengabutan otomatis sukses menciptakan modifikasi iklim mikro yang ideal secara presisi dan terus-menerus. Rekayasa lingkungan cerdas ini secara empiris berhasil menekan tingkat stres termal pada sapi perah, yang berimplikasi langsung pada stabilisasi metabolisme ternak dan peningkatan signifikan pada kurva produksi susu harian. Peternak kini tidak perlu lagi melakukan pengecekan kondisi fisik kandang secara

manual secara terus-menerus, melainkan cukup memantau indikator vital dari layar ponsel pintar mereka dari mana saja dan kapan saja.

Seiring dengan optimalisasi iklim mikro, adopsi teknologi IoT ini memberikan katalisator pertumbuhan yang tajam pada aspek efisiensi manajemen sumber daya. Integrasi data digital memfasilitasi peternak di Kampung Susu Lawu untuk memantau tren konsumsi air, rasio pemberian pakan, hingga memprediksi siklus kesehatan ternak secara komprehensif berbasis mahadata (*big data*) skala mikro. Digitalisasi sistem pemeliharaan ini secara efektif memangkas inefisiensi biaya tenaga kerja dan mereduksi pemborosan utilitas kandang yang selama ini menggerus rasio keuntungan. Transparansi aliran data operasional ini sukses merestorasi kedaulatan manajerial peternak, mengubah tata kelola yang semula bersifat reaktif-spekulatif menjadi sangat proaktif dan terukur. Interseksi antara introduksi teknologi cerdas dan penguatan kapasitas manajerial ini pada akhirnya bermuara pada eskalasi kewirausahaan komunal di Kampung Susu Lawu secara holistik. Data evaluasi pascaprogram menunjukkan lonjakan margin profitabilitas yang ditopang oleh peningkatan kualitas dan kuantitas susu segar, yang kini dengan mudah memenuhi spesifikasi ketat pasar industri premium. Masyarakat binaan tidak lagi berstatus sebagai peternak subsisten yang rentan terhadap guncangan lingkungan, melainkan telah bertransformasi menjadi operator *agroindustry* perdesaan modern yang tangkas dalam mengelola aset biologis melalui instrumen artifisial. Keberhasilan sinergis ini menegaskan bahwa digitalisasi agribisnis memiliki daya ungkit luar biasa dalam memodernisasi wajah peternakan rakyat.

KESIMPULAN

Program Pengabdian kepada Masyarakat di Kampung Susu Lawu ini secara meyakinkan telah membuktikan bahwa implementasi *Smart Dairy Farming* berbasis IoT merupakan tuas pengungkit paling esensial dalam mengakselerasi modernisasi dan efisiensi usaha peternakan perdesaan. Intervensi teknologi sensor cerdas dan otomasi kandang terbukti sukses mendisrupsi pola pemeliharaan tradisional yang sarat dengan inefisiensi tenaga fisik, menggantinya dengan ekosistem manajemen pemeliharaan presisi yang mampu mereduksi stres lingkungan pada hewan ternak secara proaktif. Pada spektrum yang sama, penguasaan aplikasi pemantauan digital oleh para peternak telah secara langsung mengontrol volume produktivitas laktasi dan meminimalkan kebocoran biaya operasional harian. Kesuksesan kolaboratif ini tidak hanya menyelesaikan persoalan fluktuasi pasokan susu mentah yang merugikan peternak, tetapi juga merumuskan ulang posisi tawar Kampung Susu Lawu sebagai sentra agribisnis modern yang sanggup menjamin keberlanjutan kualitas komoditas berskala industri.

Keberhasilan program digitalisasi peternakan ini sukses meletakkan fondasi literasi teknologi terapan yang kokoh bagi komunitas agraris di Kampung Susu Lawu untuk merawat resiliensi ekonomi secara jangka panjang. Evolusi profil masyarakat dari peternak konvensional menjadi wirausahawan agribisnis berbasis data (*data-driven dairy farmers*) merupakan modal sosial strategis yang akan menjamin kelangsungan ekosistem peternakan di tengah dinamika perubahan iklim global. Momentum transformasi ini memproyeksikan kapasitas adaptasi warga yang tidak sekadar mampu menjadi pengguna instrumen cerdas, melainkan menjadikan efisiensi operasional sebagai kultur perniagaan komunal. Apabila perawatan infrastruktur IoT dan kedisiplinan analisis data ini senantiasa dipertahankan, Kampung Susu Lawu niscaya akan tampil sebagai purwarupa mutlak percontohan desa peternakan presisi di tingkat nasional, sekaligus menjadi pelopor kawasan *smart agro-tourism* yang berdaulat secara teknologi dan ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bazargani, K., & Deemyad, T. (2024). Automation's Impact on Agriculture: Opportunities, Challenges, and Economic Effects. *Robotics*, 13, 33. <https://doi.org/10.3390/robotics13020033>
- Bernabucci, G., Evangelista, C., Girotti, P., Viola, P., Spina, R., Ronchi, B., Bernabucci, U., Basiricò, L., Turini, L., Mantino, A., Mele, M., & Primi, R. (2025). Precision livestock farming: an overview on the application in extensive systems. *Italian Journal of Animal Science*, 24, 859 - 884. <https://doi.org/10.1080/1828051x.2025.2480821>
- De Oliveira, F. M., Ferraz, G., André, A. L. G., Santana, L. S., Norton, T., & Ferraz, P. (2024). Digital and Precision Technologies in Dairy Cattle Farming: A Bibliometric Analysis. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, 14. <https://doi.org/10.3390/ani14121832>

- Dell'Unto, D., Selvaggi, R., Pappalardo, G., & Cortignani, R. (2025). Adoption of precision livestock farming devices in the dairy cattle sector: An assessment based on agro-economic modelling.. *The Science of the total environment*, 1002, 180555. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.180555>
- Hostiou, N., Fagon, J., Chauvat, S., Turlot, A., Kling-Eveillard, F., Boivin, X., & Allain, C. (2017). Impact of precision livestock farming on work and human-animal interactions on dairy farms. A review. *BASE*. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.13706>
- Hrynevych, O., Canto, M. B., & García, M. J. (2022). Tendencies of Precision Agriculture in Ukraine: Disruptive Smart Farming Tools as Cooperation Drivers. *Agriculture*. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050698>
- Kaur, U., Malacco, V., Bai, H., Price, T., Datta, A., Xin, L., Sen, S., Nawrocki, R. A., Chiu, G., Sundaram, S., Min, B.-C., Daniels, K., White, R., Donkin, S., Brito, L., & Voyles, R. (2023). Invited Review: Integration of Technologies and Systems for Precision Animal Agriculture - A Case Study on Precision Dairy Farming.. *Journal of animal science*. <https://doi.org/10.1093/jas/skad206>
- Kleen, J. L., & Guatteo, R. (2023). Precision Livestock Farming: What Does It Contain and What Are the Perspectives?. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, 13. <https://doi.org/10.3390/ani13050779>
- Lovarelli, D., Bacenetti, J., & Guarino, M. (2020). A review on dairy cattle farming: Is precision livestock farming the compromise for an environmental, economic and social sustainable production?. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121409>
- Lovarelli, D., Leso, L., Bonfanti, M., Porto, S., Barbari, M., & Guarino, M. (2023). Climate change and socio-economic assessment of PLF in dairy farms: Three case studies.. *The Science of the total environment*, 163639. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163639>
- Mgendi, G. (2024). Unlocking the potential of precision agriculture for sustainable farming. *Discover Agriculture*, 2. <https://doi.org/10.1007/s44279-024-00078-3>
- Morrone, S., Dimauro, C., Gambella, F., & Cappai, M. (2022). Industry 4.0 and Precision Livestock Farming (PLF): An up to Date Overview across Animal Productions. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22. <https://doi.org/10.3390/s22124319>
- Qin, T., Wang, L., Zhou, Y., Guo, L., Jiang, G., & Zhang, L. (2022). Digital Technology-and-Services-Driven Sustainable Transformation of Agriculture: Cases of China and the EU. *Agriculture*. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020297>
- Schukat, S., & Heise, H. (2021). Towards an Understanding of the Behavioral Intentions and Actual Use of Smart Products among German Farmers. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su13126666>
- Tadele, E., Worku, D., Yigzaw, D., Muluneh, T., & Melese, A. (2025). Precision of dairy farming: navigating challenges and seizing opportunities for sustainable dairy production in Africa. *Frontiers in Animal Science*. <https://doi.org/10.3389/fanim.2025.1541838>
- Vaintrub, O. M., Levit, H., Chincarini, M., Fusaro, I., Giammarco, M., & Vignola, G. (2020). Review: Precision livestock farming, automats and new technologies: possible applications in extensive dairy sheep farming.. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 100143. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100143>
- Zhou, X., Peng, Y., Xu, B., Xiong, W., & Peng, X. (2025). Government subsidy research on the application of IoT technology in contract-farming supply chain. *PLOS One*, 20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0327816>