JDISTIRA

Vol. 6 No. 2 Tahun 2026

Peningkatan Kapasitas Peternak Melalui Smart Livestock Management dalam Meningkatkan Keterampilan, dan Adopsi Praktik Digital

Eka Nurwahyuni[1], Ardyah Ramadhina Irsanti Putri[2], Puji Akhiroh[3], Arsalan Fadlan Aziz[3], Nanang Febrianto*[3]

[1]Produksi Ternak, Fakultas Sains dan Teknologi Peternakan, PSDKU, Universitas Brawijaya, Jl. Pringgodani, Kediri, 64111, Indonesia

[2]Reproduksi dan Pemuliaan Ternak, Fakultas Sains dan Teknologi Peternakan, PSDKU, Universitas Brawijaya, Jl. Pringgodani, Kediri, 64111, Indonesia

[3]Sosial Ekonomi Peternakan, Fakultas Sains dan Teknologi Peternakan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang, 65145, Indonesia

e-mail: *[3] nanangfeb@ub.ac.id

Article History
Received: 28 September 2026
Revised: 5 Oktober 2026
Accepted: 10 Oktober 2026
DOI:
https://doi.org/10.58794/jdt.v6i2.2592

Keywords − Smart Livestock Management, Digitalization of Livestock Farming, Participatory Learning, Livestock Business.

Abstract − **Community service activity aims to improve the knowledge, practical skills, business decision-making ability, and digital practice adoption of local farmers in Los Baños, Laguna, Philippines through Smart Livestock Management, a livestock management approach integrating digital information, record keeping, livestock monitoring, and data-based decisions. The activity combined digital record keeping, livestock health monitoring, feed management, market information, and financial planning in one participatory learning series of needs assessment, counseling, interactive discussions, hands-on practice, and mentoring. The evaluation used an indicator-based pre-test and post-test to compare participants' conditions before and after the activity, while adoption was recorded as the proportion of participants applying each practice. Based on the evaluation of 36 participants, knowledge scores increased from 56.4 to 79.8, practical skills from 49.7 to 73.6, and business decision-making from 54.2 to 76.1. The highest adoption was found in digital record keeping (72.2%) and livestock health monitoring (63.9%). Limited digital literacy, infrastructure, connectivity, and access to technology remain challenges, so mentoring and institutional support are needed. In conclusion, the application of Smart Livestock Management, supported by participatory learning and mentoring, strengthened farmers' capacity, particularly their knowledge, skills, and digital practice adoption, as an initial basis for more efficient farm management.**

Kata Kunci − Smart Livestock Management, Digitalisasi Peternakan, Pembelajaran Partisipatif, Usaha Peternakan.

Abstrak − **Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan pengetahuan, keterampilan praktis, kemampuan pengambilan keputusan usaha, dan adopsi praktik digital peternak lokal di Los Baños, Laguna, Filipina melalui Smart Livestock Management, yaitu pengelolaan**

peternakan yang mengintegrasikan informasi digital, pencatatan usaha, pemantauan ternak, dan pengambilan keputusan berbasis data. Kegiatan menggabungkan pencatatan digital, pemantauan kesehatan ternak, pengelolaan pakan, informasi pasar, dan perencanaan keuangan dalam satu rangkaian pembelajaran partisipatif berupa identifikasi kebutuhan, penyuluhan, diskusi interaktif, praktik langsung, dan pendampingan berkelanjutan. Evaluasi kegiatan menggunakan pre-test dan post-test berbasis indikator yang ditetapkan untuk membandingkan kondisi peserta sebelum dan sesudah kegiatan, sedangkan adopsi dicatat sebagai proporsi peserta yang mulai menerapkan praktik. Berdasarkan evaluasi terhadap 36 peserta, skor pengetahuan meningkat dari 56,4 menjadi 79,8, keterampilan praktis dari 49,7 menjadi 73,6, dan pengambilan keputusan usaha dari 54,2 menjadi 76,1. Adopsi praktik tertinggi terdapat pada pencatatan digital (72,2%) dan pemantauan kesehatan ternak (63,9%). Keterbatasan literasi digital, infrastruktur, konektivitas, dan akses teknologi menjadi tantangan sehingga pendampingan lanjutan dan dukungan kelembagaan diperlukan. Kesimpulannya, penerapan Smart Livestock Management yang didukung pembelajaran partisipatif dan pendampingan memperkuat kapasitas peternak, khususnya pengetahuan, keterampilan, dan adopsi praktik digital, sebagai dasar awal pengelolaan usaha yang lebih efisien dan adaptif.

1. PENDAHULUAN

Transformasi digital menjadi salah satu perubahan penting dalam sistem pangan dan peternakan karena teknologi digital dapat memperluas akses informasi, memperbaiki pengambilan keputusan, meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, serta membuka peluang akses pasar. Dalam sistem peternakan, perkembangan tersebut tercermin melalui penggunaan sensor, *Internet of Things (IoT)*, pemantauan kesehatan ternak, sistem pencatatan digital, kecerdasan buatan, dan teknologi analitik yang semakin diarahkan untuk mendukung pengelolaan ternak secara presisi dan berkelanjutan [1], [2]. *Smart livestock farming* bahkan telah berkembang dari sekadar mekanisasi menuju pemanfaatan data untuk pemantauan produksi, kesehatan, kesejahteraan ternak, dan pengambilan keputusan pada tingkat usaha [1].

Meskipun peluang teknologinya semakin luas, pemanfaatan teknologi digital pada peternak skala kecil masih menghadapi persoalan akses dan kapasitas. Literatur menunjukkan bahwa keterbatasan literasi digital, konektivitas internet, infrastruktur, biaya, pengetahuan teknologi, dan dukungan kelembagaan menjadi hambatan penting dalam adopsi teknologi digital [3]. Dalam konteks Indonesia, adopsi teknologi peternakan digital pada peternak skala kecil juga berlangsung tidak merata. Persoalan infrastruktur, literasi digital, ketergantungan terhadap perantara, serta ketidaksesuaian antara investasi teknologi dan pelatihan masih menjadi tantangan dalam transformasi digital peternakan di Indonesia [4].

Permasalahan tersebut menjadi semakin penting pada usaha peternakan karena teknologi hanya memberikan manfaat apabila peternak mampu menerjemahkan informasi menjadi keputusan yang relevan. Adopsi Inovasi pada peternakan di Asia Tenggara menunjukkan bahwa keputusan adopsi dipengaruhi oleh faktor individual, sosial-institusional, dan lingkungan yang saling berinteraksi [5]. Pengenalan teknologi kepada peternak tidak cukup dilakukan melalui penyampaian informasi teknis. Peningkatan kapasitas perlu mencakup kemampuan memahami manfaat inovasi, menggunakan informasi, menilai risiko, serta mengintegrasikan teknologi dengan rutinitas pengelolaan usaha.

Pendekatan peningkatan kapasitas tersebut sejalan dengan karakteristik penyuluhan dan pemberdayaan masyarakat peternak. Pengalaman pengabdian pada peternak sapi potong di Desa Plandirejo, Kecamatan

Plumpang, Kabupaten Tuban menunjukkan bahwa penyuluhan, diskusi interaktif, demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan dapat digunakan secara terpadu untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta [6]. Artikel tersebut juga memperlihatkan pentingnya pendekatan partisipatif agar inovasi lebih dekat dengan kebutuhan dan pengalaman peternak [6]. Pola tersebut relevan untuk pengenalan *Smart Livestock Management* karena teknologi digital membutuhkan proses belajar yang tidak berhenti pada pemahaman konsep. Perkembangan teknologi peternakan di sisi lain tidak selalu identik dengan penggunaan perangkat yang kompleks. *Smart Livestock Management* dapat diterapkan secara bertahap melalui pencatatan digital, pemantauan kesehatan, pengelolaan pakan, pengumpulan informasi pasar, dan penggunaan data sederhana untuk perencanaan usaha. Kajian mengenai *smart agriculture* pada produksi ternak menempatkan edukasi peternak dan keterlibatan pemangku kepentingan sebagai bagian penting untuk mengatasi kesenjangan antara potensi teknologi dan penerapan di lapangan. Penguatan kapasitas peternak perlu ditempatkan sebagai komponen utama dalam transformasi digital peternakan [7].

Kegiatan ini dilaksanakan di Los Baños, Laguna, Filipina, dengan sasaran peternak lokal dan pelaku usaha peternakan. Pelaksanaan dimulai dari identifikasi kebutuhan, dilanjutkan dengan penyuluhan interaktif, diskusi kelompok, latihan praktik, pendampingan, dan evaluasi. Pada kondisi awal, 11 dari 36 peserta telah menggunakan pencatatan digital, sedangkan kebutuhan prioritas peserta berkaitan dengan pencatatan usaha digital, akses informasi pasar dan harga, serta manajemen dan pencatatan pakan masih minim digunakan oleh peserta. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta telah memiliki pengalaman awal dalam penggunaan teknologi digital, tetapi masih membutuhkan penguatan kapasitas agar teknologi tersebut dapat dimanfaatkan secara lebih sistematis untuk mendukung pengelolaan usaha.

Meskipun hambatan adopsi teknologi digital telah banyak dikaji, kegiatan pengabdian yang mengukur dampak penguatan kapasitas peternak skala kecil terhadap pengetahuan, keterampilan, pengambilan keputusan usaha, dan adopsi praktik digital secara bersamaan masih terbatas. Berdasarkan celah tersebut, kegiatan ini bertujuan memperkuat kapasitas peternak dalam memahami dan menerapkan *Smart Livestock Management* sebagai dasar awal pengembangan agribisnis peternakan. Kontribusi kegiatan ini terletak pada pendekatan peningkatan kapasitas yang menggabungkan pencatatan digital, pemantauan kesehatan ternak, pengelolaan pakan, informasi pasar, dan perencanaan keuangan dalam satu rangkaian kegiatan partisipatif. Hasil kegiatan dievaluasi melalui perbandingan pre-test dan post-test serta tingkat adopsi praktik digital setelah pelatihan. Pendampingan dan dukungan kelembagaan diperlukan agar penerapan praktik digital dapat dipertahankan serta memperkuat kapasitas peternak dalam pengelolaan usaha.

2. METODE PENGABDIAN

Kegiatan dilaksanakan dalam konteks Los Baños, Laguna, Philippines, dengan sasaran peternak lokal dan pelaku usaha peternakan. Pendekatan sasaran bersifat *purposive,* yaitu diarahkan kepada masyarakat yang memiliki keterkaitan langsung dengan usaha peternakan dan kebutuhan terhadap peningkatan kemampuan pengelolaan usaha berbasis informasi [8]. Los Baños, Laguna, Philippines dipilih sebagai lokasi kegiatan karena wilayah ini merupakan tempat keberadaan University of the Philippines Los Baños (UPLB), salah satu mitra akademik yang memiliki keunggulan dalam bidang pertanian, peternakan, dan pengembangan masyarakat perdesaan di kawasan Asia Tenggara. Kehadiran mitra dan tenaga ahli di bidang pengembangan masyarakat memberikan ruang bagi terjadinya transfer pengetahuan, pembelajaran partisipatif, serta penguatan kapasitas peternak dalam penerapan *Smart Livestock Management*. Sampel dalam kegiatan ini adalah peternak sebanyak 36 peserta. Dalam konteks pendampingan partisipatif, kelompok dengan jumlah anggota yang relatif terbatas, seperti 36 orang, memungkinkan proses pendampingan berlangsung lebih efektif melalui interaksi yang lebih intensif, diskusi yang lebih mendalam, serta keterlibatan aktif setiap peserta. Selain itu, jumlah anggota yang terbatas (kecil) mempermudah pengelolaan rangkaian kegiatan, termasuk pelaksanaan *Focus Group Discussion* (FGD) atau diskusi kelompok terarah dan pelatihan teknis. Pendekatan metode pengabdian yang digunakan meliputi:

1. Identifikasi Kebutuhan dan Permasalahan Peternak

Kegiatan diawali dengan mengidentifikasi kebutuhan, permasalahan, dan kondisi pengelolaan usaha peternakan yang dihadapi oleh peserta. Identifikasi dilakukan melalui diskusi dan *Focus Group Discussion* (FGD) untuk menggali pengalaman peternak dalam memperoleh informasi, melakukan pencatatan usaha, memantau kesehatan ternak, mengelola pakan, serta mengambil keputusan usaha. Hasil identifikasi digunakan untuk menentukan kebutuhan prioritas yang menjadi dasar pelaksanaan kegiatan.

2. Penyuluhan dan Diskusi Interaktif

Penyuluhan dilakukan untuk meningkatkan pemahaman peternak mengenai konsep dan penerapan *Smart Livestock Management*. Materi mencakup pemanfaatan informasi digital, pencatatan data usaha, pemantauan kesehatan ternak, pengelolaan pakan, pemanfaatan informasi pasar, dan perencanaan keuangan. Diskusi interaktif menghubungkan materi dengan kondisi dan permasalahan nyata yang dihadapi peternak.

3. Latihan dan Demonstrasi Praktis

Kegiatan dilanjutkan dengan latihan dan demonstrasi penerapan *Smart Livestock Management* secara langsung. Peserta diberikan kesempatan untuk mempraktikkan pencatatan digital, pengelolaan informasi ternak, pencatatan pakan, serta penggunaan informasi pasar dan keuangan dalam pengelolaan usaha. Praktik secara langsung diharapkan dapat meningkatkan keterampilan peternak dalam menggunakan informasi dan data sebagai dasar pengambilan keputusan.

4. Pendampingan dan Pemecahan Masalah

Pendampingan dilakukan untuk membantu peternak menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh ke dalam pengelolaan usaha peternakan. Pendampingan juga diarahkan pada pemecahan permasalahan yang muncul selama penerapan, sehingga peternak dapat menyesuaikan penggunaan teknologi dengan kondisi, kebutuhan, dan kemampuan usaha masing-masing.

5. Evaluasi Pengetahuan dan Keterampilan

Evaluasi hasil kegiatan dilakukan melalui pre-test dan post-test terhadap 36 peserta untuk mengukur perubahan pengetahuan, keterampilan penerapan, dan kemampuan pengambilan keputusan usaha. Pengetahuan diukur menggunakan 20 pertanyaan pilihan ganda, sedangkan keterampilan dan pengambilan keputusan dinilai melalui lembar observasi dan 10 kasus usaha dengan skala 1–4. Seluruh skor dikonversi ke dalam skala 0–100, dan hasil yang dilaporkan merupakan rata-rata skor seluruh peserta sebelum dan setelah kegiatan.

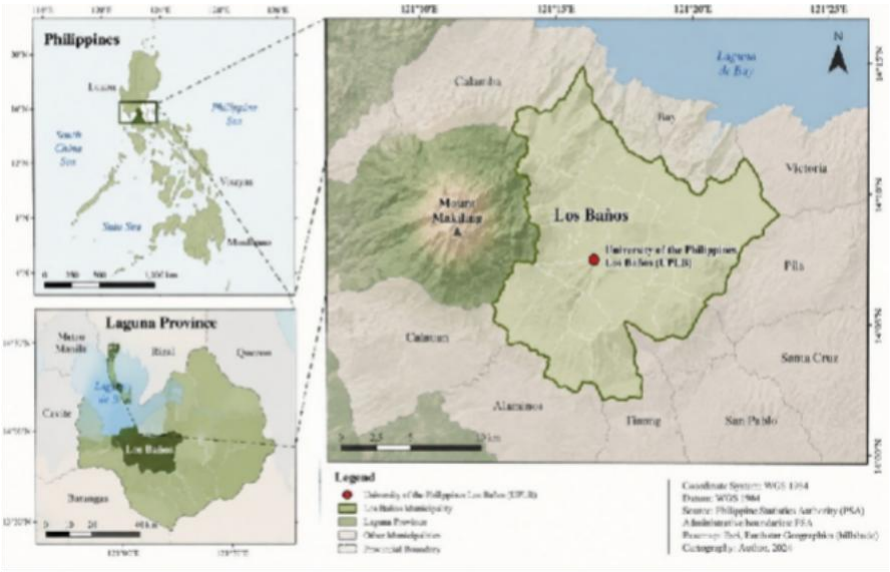
6. Evaluasi Adopsi dan Dokumentasi

Evaluasi adopsi dilakukan menggunakan lembar checklist untuk mengidentifikasi penerapan lima praktik *Smart Livestock Management,* meliputi pencatatan digital, pemantauan kesehatan ternak, pencatatan pakan, pemanfaatan informasi pasar, dan perencanaan keuangan. Evaluasi adopsi dilakukan setelah peserta menyelesaikan materi dan latihan praktik untuk mengidentifikasi penerapan awal *Smart Livestock Management* pada pengelolaan usaha. Peserta dikategorikan mulai menerapkan apabila telah menggunakan praktik tersebut dalam pengelolaan usaha. Persentase adopsi dihitung berdasarkan jumlah peserta yang menerapkan setiap praktik dari total 36 peserta. Seluruh rangkaian kegiatan dan hasil penerapan kemudian didokumentasikan sebagai bahan evaluasi serta pendukung penyebarluasan hasil kegiatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Lokasi Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Los Baños, Province of Laguna, Philippines, dengan University of the Philippines Los Baños (UPLB) sebagai pusat kegiatan dan mitra akademik. Los Baños merupakan *municipality* kelas satu di Provinsi Laguna yang terletak di bagian selatan Laguna de Bay dan berada pada lereng utara Mount Makiling. Wilayah ini memiliki luas sekitar 56,5 km² dan berbatasan dengan Calamba di sebelah barat laut serta Bay di sebelah timur. Berdasarkan data dari Population and Housing Census (2024 POPCEN), Los Baños memiliki jumlah penduduk sebanyak 117.030 jiwa yang tersebar pada 14 barangay, sehingga menunjukkan karakteristik wilayah dengan basis masyarakat yang cukup besar untuk mendukung berbagai aktivitas sosial, ekonomi, pendidikan, dan pengembangan masyarakat. Karakteristik geografis dan demografis tersebut, ditambah dengan keberadaan UPLB serta berbagai institusi penelitian dan pendidikan di wilayah Los Baños, menjadikan kawasan ini relevan sebagai lokasi kegiatan yang mengintegrasikan pengembangan kapasitas masyarakat, inovasi pertanian dan peternakan, serta pemanfaatan teknologi dalam mendukung pengelolaan agribisnis berkelanjutan.



Gambar 1. Peta Lokasi Kegiatan Pengabdian

3.2 Kondisi dan Kebutuhan Peternak

Identifikasi kebutuhan merupakan tahapan penting karena teknologi yang diperkenalkan perlu memiliki hubungan langsung dengan persoalan usaha. Pada tahap awal kegiatan, gambaran kondisi peternak dan kebutuhan prioritasnya dibahas melalui pertemuan daring *(Zoom meeting)* antara tim Universitas Brawijaya dan University of the Philippines Los Baños. Diskusi membahas terkait kondisi pengelolaan usaha peternakan di lokasi kegiatan, penggunaan pencatatan digital sebelum kegiatan, serta jenis informasi yang paling dibutuhkan peternak dalam mengambil keputusan usaha. Masukan dari pihak akademisi yang memahami konteks lokal digunakan untuk menyelaraskan kebutuhan prioritas dengan materi dan bentuk pendampingan yang akan diberikan. Dengan demikian, penentuan kebutuhan prioritas tidak hanya bertumpu pada hasil FGD, tetapi juga diperkuat melalui diskusi awal dengan pihak yang mengenal kondisi peternak setempat.



Gambar 2. Koordinasi Persiapan antara Tim Universitas Brawijaya dan University of the Philippines Los Baños

Focus Group Discussion (FGD) dilaksanakan bersama peserta sebagai diskusi kelompok terarah untuk menggali pengalaman peternak dalam memperoleh informasi, melakukan pencatatan usaha, memantau kesehatan ternak, mengelola pakan, dan mengambil keputusan usaha. Melalui diskusi ini, kebutuhan dan permasalahan dirumuskan dari sudut pandang peternak sendiri, kemudian dirangkum menjadi daftar kebutuhan prioritas, dengan persentase menunjukkan proporsi dari 36 peserta yang menyatakan kebutuhan tersebut.

Berdasarkan hasil FGD, kebutuhan paling banyak berkaitan dengan pencatatan usaha, informasi pasar, pengelolaan pakan, kesehatan ternak, dan perencanaan keuangan. Kelima kebutuhan tersebut menggambarkan bahwa *Smart Livestock Management* tidak harus dimulai dari teknologi berbiaya tinggi, tetapi dapat dimulai

dari penguatan kualitas informasi yang digunakan dalam keputusan sehari-hari. Pendekatan berbasis kebutuhan semacam ini konsisten dengan tinjauan sistematis mengenai penguatan layanan penyuluhan peternakan, yang menegaskan bahwa penguatan kapasitas peternak lebih efektif ketika program dirancang dari kebutuhan riil di lapangan, bukan sekadar transfer teknologi searah [9]. Pemetaan kebutuhan menjadi dasar untuk menentukan bentuk teknologi dan materi pendampingan yang paling relevan dengan kondisi usaha peternak. Hasil identifikasi diharapkan membantu mengarahkan proses pembelajaran agar teknologi yang diperkenalkan dapat diterapkan secara bertahap.

Tabel 1. Kebutuhan Prioritas Peternak

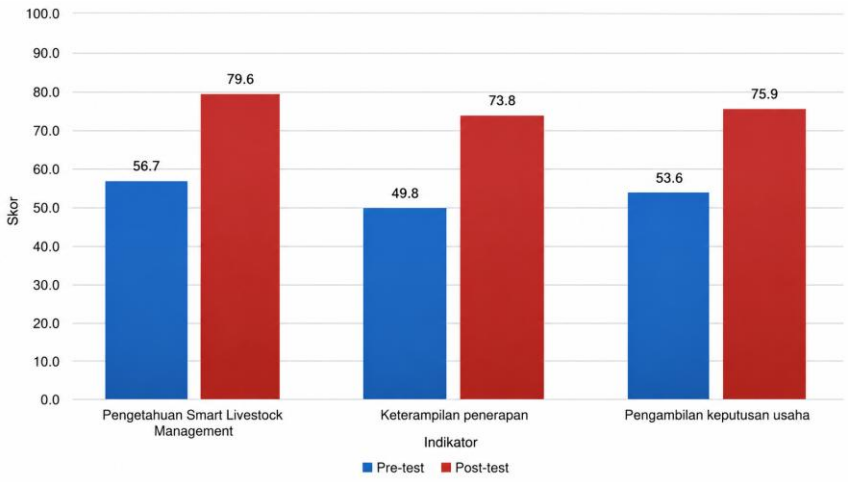
Kebutuhan prioritas	Persentase
Pencatatan usaha secara digital	77,8%
Akses informasi pasar dan harga	69,4%
Manajemen dan pencatatan pakan	63,9%
Pemantauan kesehatan ternak	58,3%
Perencanaan keuangan usaha	52,8%

Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1, pencatatan usaha secara digital sebagai kebutuhan prioritas peternak (77.8%), sedangkan perencanaan keuangan usaha menjadi kebutuhan dengan persentase terendah (52,8%). Tingginya kebutuhan tersebut dapat dipahami karena informasi usaha diperlukan untuk mengetahui biaya, penggunaan pakan, kondisi ternak, dan perkembangan usaha sebagai dasar evaluasi dan pengambilan keputusan. Kebutuhan ini juga berkaitan dengan kondisi awal peserta, karena hanya 30,6% peserta yang telah menggunakan pencatatan digital, sehingga masih terdapat kesenjangan antara kebutuhan dan praktik pencatatan yang dijalankan. Pola tersebut sejalan dengan literatur yang menunjukkan bahwa manfaat digitalisasi pada petani dan peternak skala kecil muncul melalui peningkatan akses informasi, pengambilan keputusan, pengelolaan usaha, dan akses pasar [3]. Literatur ini juga mengelompokkan penerapan digital extension, *digital farm management*, *digital marketing*, dan layanan keuangan digital sebagai kelompok penggunaan teknologi yang relevan bagi petani dan peternak skala kecil [3].

Kebutuhan dalam peternakan dapat diterjemahkan menjadi pencatatan ternak, informasi kesehatan, pengelolaan pakan, dan informasi pasar. Penerapan teknologi digital dalam aspek-aspek tersebut memungkinkan peternak memperoleh informasi yang lebih terstruktur dan menggunakannya sebagai dasar untuk merencanakan serta mengevaluasi kegiatan usaha. Pencatatan digital dapat membantu peternak menyusun informasi kondisi ternak, penggunaan pakan, biaya, dan aktivitas usaha secara lebih sistematis sehingga perkembangan usaha dapat dipantau. Informasi kesehatan ternak membantu mengenali permasalahan lebih awal, sedangkan pencatatan pakan memberikan gambaran penggunaan input untuk evaluasi efisiensi. Akses informasi pasar dan harga juga dapat menjadi dasar dalam menentukan keputusan penjualan dan perencanaan usaha. Digitalisasi dalam pengelolaan peternakan perlu diarahkan pada kebutuhan praktis yang dapat memberikan manfaat langsung bagi proses pengambilan keputusan dan pengelolaan usaha sehari-hari.

3.3 Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan

Peningkatan kapasitas peserta menjadi salah satu indikator utama dalam menilai hasil kegiatan penyuluhan dan pelatihan. Hasil peternak sebelum dan setelah tes dapat dibandingkan untuk menentukan indikator kinerja keberhasilan kegiatan penyuluhan, diskusi, dan pelatihan. Tujuan dari metode ini adalah untuk menghitung seberapa berubah pengetahuan dan keterampilan peserta sebagai akibat dari kegiatan. Evaluasi sebelum dan sesudah tes sangat mudah, dapat diukur, dan dapat menunjukkan peningkatan pada pemahaman peserta jika kegiatan dilakukan secara efektif. Perubahan skor yang terjadi antara kedua tes dapat menunjukkan peningkatan pemahaman peserta. Pre-test dan post-test dianggap sebagai metode yang praktis dan efektif untuk menilai program pelatihan karena dapat digunakan untuk berbagai konteks pembelajaran dan kelompok sasaran [10]. Pre-test membantu menemukan gap pengetahuan, sehingga materi pelatihan dapat disesuaikan dengan kebutuhan peserta.



Gambar 3. Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Peternak (Pre-test – Post-test)

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rata-rata pengetahuan peserta meningkat dari 56,4 menjadi 79,8, atau sebesar 23,4 poin (41,5%). Keterampilan penerapan meningkat dari 49,7 menjadi 73,6, atau sebesar 23,9 poin (48,1%), sedangkan kemampuan pengambilan keputusan usaha meningkat dari 54,2 menjadi 76,1, atau sebesar 21,9 poin (40,4%). Perubahan skor tersebut menunjukkan adanya peningkatan hasil pengukuran setelah kegiatan penyuluhan dan praktik. Namun, karena evaluasi tidak menggunakan kelompok pembanding dan tidak dilakukan uji statistik inferensial, hasil tersebut tidak ditafsirkan sebagai peningkatan yang signifikan secara statistik. Peningkatan pada pengetahuan dan keterampilan peternak menunjukkan bahwa pembelajaran yang menggabungkan penjelasan dengan latihan praktis dapat membantu menjembatani pengetahuan dan tindakan.

Pola ini sejalan dengan artikel pengabdian peternak sapi potong di Plandirejo yang menggunakan penyuluhan, diskusi, demonstrasi, dan praktik langsung untuk memperkuat pengetahuan serta keterampilan peternak [6]. Pola tersebut juga konsisten dengan kajian mengenai pendekatan dan dampak penyuluhan peternakan yang menegaskan pentingnya kombinasi metode partisipatif untuk mendorong perubahan pengetahuan dan perilaku secara nyata [11]. Peningkatan kapasitas juga penting karena teknologi digital membutuhkan kemampuan interpretasi individu terhadap usaha yang dijalankan. Adopsi teknologi digital, termasuk teknologi berbasis kecerdasan buatan, dapat mengubah ruang keputusan peternak dan dipengaruhi oleh insentif ekonomi serta karakteristik teknologi [12]. Peningkatan kapasitas menjadi penting karena pemanfaatan teknologi digital tidak hanya memerlukan kemampuan teknis dalam mengoperasikan perangkat, tetapi juga kemampuan peternak dalam memahami dan menafsirkan informasi untuk mendukung pengambilan keputusan sesuai dengan kondisi usaha. Dengan demikian, kemampuan peternak dalam memahami informasi menjadi bagian dari kapasitas manajerial, bukan sekadar kemampuan seorang peternak dalam menggunakan perangkat teknologi.

3.4 Adopsi Praktik Smart Livestock Management

Peningkatan pengetahuan belum tentu langsung menghasilkan adopsi. Literatur tentang adopsi teknologi pada peternakan di Asia Tenggara menunjukkan bahwa keputusan penggunaan inovasi dipengaruhi oleh kombinasi faktor individu, sosial-institusional, dan lingkungan [5]. Tinjauan sistematis dan meta-analisis mengenai penerimaan teknologi peternakan presisi turut menegaskan bahwa adopsi pengguna banyak ditentukan oleh kemudahan penggunaan, manfaat yang dirasakan, dan kesesuaian teknologi dengan rutinitas kerja sehari-hari [13]. Pengukuran dilaksanakan setelah peserta menyelesaikan materi latihan dan praktik. Pengukuran adopsi perlu ditempatkan sebagai indikator yang berbeda dari hasil pembelajaran.

Tabel 2. Adopsi Praktik Peternak Terhadap Smart Livestock Management

Praktik	Peserta yang mulai menerapkan	Persentase
Pencatatan usaha secara digital	26/36	72,2%
Pemantauan kesehatan ternak	23/36	63,9%
Pencatatan penggunaan pakan	20/36	55,6%
Pemanfaatan informasi pasar	18/36	50,0%
Perencanaan keuangan sederhana	17/36	47,2%

Tingkat penerapan praktik *Smart Livestock Management* menunjukkan variasi antarindikator. Pencatatan usaha secara digital diterapkan oleh 26 dari 36 peserta (72,2%), pemantauan kesehatan ternak oleh 23 peserta (63,9%), pencatatan penggunaan pakan oleh 20 peserta (55,6%), pemanfaatan informasi pasar oleh 18 peserta (50,0%), dan perencanaan keuangan sederhana oleh 17 peserta (47,2%). Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas tidak secara otomatis menghasilkan tingkat penerapan yang sama pada setiap praktik. Kondisi ini dapat dipahami karena pencatatan digital relatif mudah diintegrasikan ke dalam rutinitas pengelolaan usaha tanpa menuntut perubahan mendasar pada sistem produksi. Selain itu, pencatatan memberikan manfaat yang dapat dirasakan secara langsung melalui tersedianya informasi mengenai ternak, penggunaan pakan, biaya, dan aktivitas usaha yang dapat digunakan sebagai dasar evaluasi dan pengambilan keputusan. Pemantauan kesehatan ternak juga menunjukkan tingkat adopsi yang relatif tinggi, yang mengindikasikan bahwa praktik digital lebih mudah diterima ketika manfaatnya berkaitan langsung dengan pengendalian risiko dan pencegahan potensi kerugian dalam usaha peternakan. Pola tersebut sejalan dengan hasil kegiatan pengabdian mengenai digitalisasi pencatatan ternak pada kelompok peternak kambing yang menunjukkan bahwa teknologi pencatatan sederhana cenderung lebih mudah diterima dibandingkan teknologi yang menuntut perubahan besar terhadap rutinitas pengelolaan usaha [14].

Temuan tersebut perlu dipahami dalam konteks kesiapan lingkungan pendukung adopsi teknologi. Keterbatasan literasi digital, konektivitas, ketersediaan listrik, akses terhadap pasar, serta ketidaksesuaian antara infrastruktur dan materi pelatihan dapat menjadi hambatan dalam penerapan teknologi digital pada peternak skala kecil [4]. Peningkatan kapasitas melalui pelatihan tidak dapat dipisahkan dari kondisi yang memungkinkan peternak menerapkan pengetahuan tersebut dalam praktik. Keberhasilan adopsi *Smart Livestock Management* tidak hanya ditentukan oleh peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta, tetapi juga oleh kemudahan penggunaan teknologi, ketersediaan infrastruktur, relevansi informasi, serta dukungan pendampingan setelah kegiatan berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa strategi digitalisasi peternakan perlu diarahkan secara bertahap, dimulai dari teknologi yang sederhana dan relevan dengan kebutuhan usaha, dan dikembangkan sesuai kapasitas peternak.

Sebagai dokumentasi pendukung, Gambar 4 mendokumentasikan kunjungan tim Universitas Brawijaya dan University of the Philippines Los Baños ke salah satu fasilitas peternakan yang mencakup area kandang dan gedung *Dairy Husbandry*. Kunjungan ini bertujuan memperoleh gambaran langsung mengenai fasilitas dan praktik pengelolaan peternakan sebagai referensi dalam pengembangan materi *Smart Livestock Management*. Keberadaan fasilitas peternakan tersebut juga memberikan konteks untuk memahami relevansi pemanfaatan teknologi dan sistem pencatatan dalam kegiatan operasional peternakan, seperti pencatatan identitas dan performa ternak, pemantauan status kesehatan, serta pengelolaan pakan. Pengamatan lapangan difokuskan pada aspek pengelolaan ternak yang relevan dengan pencatatan ternak, pemantauan kesehatan, dan manajemen pakan. Hasil pengamatan menjadi konteks pendukung dalam mengaitkan materi pengabdian dengan kebutuhan pengelolaan peternakan.



Gambar 4. Dokumentasi Kegiatan Kunjungan Lapang

3.5 Smart Livestock Management dan Pengelolaan Usaha Peternakan

Smart Livestock Management merupakan pendekatan pengelolaan peternakan yang mengintegrasikan data, teknologi, dan pengambilan keputusan manajerial untuk menghasilkan pengelolaan usaha yang lebih terukur dan responsif. Dalam sistem produksi ternak, teknologi pintar dapat mencakup pemantauan jarak jauh, *Global Positioning System* (GPS), sensor kesehatan, sistem prediksi penyakit, serta perangkat digital yang mendukung pengelolaan produksi dan kesejahteraan ternak [15]. Namun, penerapan konsep tersebut pada peternak skala kecil tidak selalu harus menggunakan teknologi berbiaya tinggi atau sistem yang kompleks. Prinsip utamanya adalah kemampuan teknologi untuk menjawab kebutuhan nyata peternak dan dapat diintegrasikan ke dalam rutinitas pengelolaan usaha sesuai dengan kapasitas pengguna.

Relevansi *Smart Livestock Management* terhadap pengelolaan usaha terletak pada kemampuannya mengubah informasi menjadi dasar pengambilan keputusan yang lebih tepat. Data mengenai penggunaan pakan, performa ternak, kondisi kesehatan, biaya produksi, dan perkembangan pasar dapat digunakan untuk mengidentifikasi inefisiensi sekaligus memperbaiki perencanaan usaha. Dengan tersedianya informasi yang lebih sistematis, peternak memiliki dasar yang lebih kuat untuk mengendalikan penggunaan input, mengurangi pemborosan, merespons risiko kesehatan ternak, dan menyesuaikan keputusan usaha dengan perubahan kondisi pasar. Dengan demikian, digitalisasi tidak berhenti pada penyediaan informasi, tetapi berperan dalam memperkuat tata kelola usaha.

Meskipun demikian, manfaat digitalisasi tidak secara otomatis terdistribusi secara merata. Adopsi teknologi dapat terhambat ketika peternak menghadapi keterbatasan perangkat, konektivitas, infrastruktur, literasi digital, maupun kemampuan ekonomi untuk mengakses dan mempertahankan penggunaan teknologi. Kajian mengenai digitalisasi pertanian dan peternakan menunjukkan bahwa kesenjangan tersebut menjadi salah satu faktor yang memengaruhi adopsi teknologi pada petani dan peternak skala kecil [3]. Sejalan dengan itu, tinjauan sistematis mengenai penerimaan teknologi *precision livestock farming* menunjukkan bahwa keterbatasan literasi digital dan sumber daya dapat menciptakan perbedaan kapasitas antara peternak yang mampu mengadopsi teknologi tingkat lanjut dan peternak yang memiliki akses terbatas terhadap inovasi [16]. Oleh karena itu, pengembangan *Smart Livestock Management* perlu ditempatkan dalam kerangka peningkatan kapasitas peternak, dengan mengutamakan teknologi yang sederhana, relevan, terjangkau, dan mudah dioperasikan serta didukung oleh proses pendampingan yang berkelanjutan. Pendekatan tersebut memungkinkan transformasi digital berlangsung secara bertahap, bukan sekadar melalui pengenalan teknologi, tetapi melalui proses pembentukan kemampuan peternak dalam memahami, memanfaatkan, dan mengintegrasikan teknologi ke dalam pengelolaan usaha.

3.6 Peran Penyuluhan, Pendampingan, dan Pembelajaran Partisipatif

Pendekatan partisipatif menjadi penting dalam pengembangan *Smart Livestock Management* karena peternak memiliki pengalaman dan pengetahuan lokal yang berperan dalam menentukan kesesuaian suatu inovasi dengan kondisi usaha mereka. Pengetahuan teknis yang diperkenalkan melalui kegiatan penyuluhan perlu dipertemukan dengan pengalaman tersebut agar teknologi tidak berhenti pada tingkat pemahaman, tetapi dapat diterapkan secara nyata. Penyuluhan berfungsi memperkenalkan konsep dan manfaat teknologi, sedangkan diskusi interaktif serta demonstrasi memberikan ruang bagi peternak untuk menghubungkan materi dengan persoalan yang mereka hadapi. Selanjutnya, praktik langsung memungkinkan peserta mencoba teknologi, mengidentifikasi kendala penggunaan, dan menilai manfaatnya berdasarkan kondisi usaha masing-masing.

Pendekatan tersebut sejalan dengan pengalaman kegiatan pengabdian pada kelompok peternak sapi potong di Plandirejo yang menerapkan penyuluhan, diskusi interaktif, demonstrasi lapangan, praktik langsung, pendampingan teknis, serta evaluasi melalui pre-test dan post-test [6]. Literatur yang lebih luas juga menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas melalui layanan advisori digital tidak hanya bergantung pada ketersediaan informasi, tetapi juga pada kemampuan peternak dalam memahami, menafsirkan, dan menerapkan informasi tersebut dalam praktik [9]. Temuan tersebut diperkuat oleh kajian mengenai penguatan layanan penyuluhan peternakan dan pertanian yang menempatkan pendampingan berkelanjutan sebagai bagian penting dalam membangun kapasitas dan resiliensi peternak menuju pembangunan peternakan yang berkelanjutan [17]. Pada kelompok peternak muda, penyuluh juga memiliki peran sebagai fasilitator, mediator, komunikator, dan konsultan dalam menjembatani pengetahuan teknis dengan kebutuhan serta praktik di lapangan [18].

Pendampingan perlu ditempatkan sebagai bagian integral dari proses adopsi teknologi, bukan sekadar pelengkap setelah kegiatan pelatihan selesai. Dalam penerapan *Smart Livestock Management*, pendampingan dapat diarahkan pada pemilihan aplikasi yang sesuai dengan kebutuhan peternak, penyusunan sistem pencatatan

yang sederhana, interpretasi data kesehatan dan produksi, serta pemanfaatan informasi pasar dalam pengambilan keputusan usaha. Pendekatan tersebut membantu memperkecil kesenjangan antara pengetahuan dan praktik karena peternak memperoleh kesempatan untuk menerapkan, mengevaluasi, dan menyesuaikan teknologi secara bertahap. Hal ini sejalan dengan kajian mengenai pendekatan dan dampak penyuluhan peternakan yang menunjukkan bahwa kontribusi penyuluhan terhadap pembangunan pertanian dan peternakan tidak hanya ditentukan oleh intensitas pertemuan, tetapi juga oleh keberlanjutan proses pendampingan dan kemampuan menghubungkan pengetahuan dengan kebutuhan nyata di lapangan [11].

3.7 Tantangan Penerapan

Penerapan *Smart Livestock Management* tidak semata-mata ditentukan oleh ketersediaan teknologi, tetapi juga oleh kemampuan lingkungan usaha dalam mendukung proses adopsinya. Tantangan yang perlu diperhatikan meliputi literasi digital, konektivitas dan infrastruktur, biaya teknologi, dukungan kelembagaan, serta kesesuaian teknologi dengan kebutuhan usaha diidentifikasi melalui observasi lapangan dan Focus Group Discussion (FGD) bersama peserta selama kegiatan. Secara teknis, teknologi yang tersedia belum tentu dapat dimanfaatkan secara optimal apabila peternak menghadapi keterbatasan dalam memahami fungsi, mengoperasikan perangkat, dan menginterpretasikan informasi yang dihasilkan. Dalam praktiknya, proses adopsi dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang saling berkaitan, mulai dari kapasitas digital peternak, ketersediaan perangkat dan konektivitas, hingga kemudahan penggunaan serta kesesuaian teknologi dengan kebutuhan usaha. Implikasi dari setiap tantangan serta arah penguatan yang disusun berdasarkan temuan lapangan tersebut disajikan pada (Tabel 3). Kondisi infrastruktur seperti akses internet dan listrik juga menjadi bagian penting karena menentukan kontinuitas penggunaan teknologi dalam aktivitas pengelolaan sehari-hari. Penerapan program ini perlu mempertimbangkan kondisi nyata pengguna dan didukung oleh pendampingan, infrastruktur, serta akses terhadap sumber daya yang memadai agar proses adopsi tidak berhenti pada tahap pengenalan teknologi, tetapi berkembang menjadi praktik pengelolaan usaha yang berkelanjutan.

Tabel 3. Tantangan, Implikasi, dan Arah Penguatan Peternak

Tantangan	Implikasi	Arah penguatan
Literasi digital	Peternak sulit menggunakan dan menafsirkan informasi	Pelatihan bertahap dan berbasis praktik
Konektivitas dan infrastruktur	Akses data tidak selalu stabil	Teknologi sederhana dan opsi offline
Biaya teknologi	Investasi menjadi hambatan	Prioritas teknologi berbiaya rendah
Dukungan kelembagaan	Adopsi individual sulit dipertahankan	Penguatan kelompok dan jejaring
Kesesuaian teknologi	Teknologi tidak sesuai kebutuhan usaha	Identifikasi kebutuhan sebelum intervensi

Hasil dari tabel 3 menyajikan sintesis tantangan, implikasi, dan arah penguatan yang diperoleh dari hasil observasi dan FGD selama kegiatan, kemudian diperkuat dengan literatur yang relevan. Tantangan tersebut menunjukkan bahwa transformasi digital dalam usaha peternakan bersifat sosio-teknis, karena penerapan teknologi dipengaruhi oleh kapasitas pengguna, sosial, kelembagaan, sumber daya, dan lingkungan usaha. Adopsi inovasi peternakan di Asia Tenggara dipengaruhi oleh faktor individual, sosial-institusional, dan lingkungan [5]. Temuan pada petani hortikultura di Yogyakarta juga menunjukkan bahwa keterbatasan infrastruktur digital dan pendampingan pascapelatihan dapat menghambat keberlanjutan adopsi meskipun pengetahuan petani telah meningkat [19]. Oleh karena itu, pengembangan *Smart Livestock Management* perlu menempatkan penguatan kapasitas peternak, dukungan infrastruktur, kelembagaan, dan pendampingan sebagai bagian dari proses adopsi teknologi.

3.8 Implikasi terhadap Keberlanjutan Usaha

Aplikasi *Smart Livestock Management* berpotensi mendukung keberlanjutan usaha melalui peningkatan efisiensi penggunaan input, pengendalian biaya, penguatan pengambilan keputusan, pemantauan kesehatan ternak, dan pengelolaan sumber daya yang lebih terukur. Informasi mengenai pakan, kesehatan ternak, biaya produksi, dan kondisi pasar dapat membantu peternak mengidentifikasi inefisiensi serta memperbaiki perencanaan usaha. Namun, kegiatan ini belum mengukur secara langsung perubahan indikator ekonomi dan

lingkungan, seperti biaya produksi, pendapatan, efisiensi pakan, penggunaan air, atau pengelolaan limbah. Oleh karena itu, kontribusi *Smart Livestock Management* terhadap keberlanjutan diposisikan sebagai potensi manfaat yang didukung oleh peningkatan kapasitas dan penerapan praktik digital, bukan sebagai dampak keberlanjutan yang telah dibuktikan secara empiris.

Literatur mengenai *smart agriculture* menunjukkan bahwa teknologi digital berpotensi meningkatkan efisiensi, produktivitas, pengelolaan risiko, dan keberlanjutan usaha, tetapi manfaat tersebut sangat bergantung pada tingkat adopsi dan kemampuan pengguna dalam memanfaatkannya [7]. Keberhasilan penerapan *Smart Livestock Management* tidak cukup diukur berdasarkan jumlah peserta yang mengikuti pelatihan, tetapi juga perlu dilihat dari konsistensi penggunaan teknologi dan perubahan dalam pengambilan keputusan usaha dalam jangka lebih panjang. Pengalaman pengabdian melalui digitalisasi pencatatan ternak menunjukkan bahwa keberlanjutan penggunaan teknologi lebih dipengaruhi oleh kesederhanaan sistem dan pendampingan setelah kegiatan dibandingkan intensitas pelatihan pada tahap awal [14]. Dengan demikian, keberlanjutan penerapan *Smart Livestock Management* memerlukan pendekatan yang menggabungkan penguatan kapasitas, kemudahan teknologi, dan pendampingan berkelanjutan.

4. SIMPULAN

Kegiatan penguatan kapasitas melalui *Smart Livestock Management* diikuti peningkatan skor pada 36 peserta. Rerata pengetahuan naik dari 56,4 menjadi 79,8, keterampilan penerapan dari 49,7 menjadi 73,6, dan kemampuan pengambilan keputusan usaha dari 54,2 menjadi 76,1. Pada tahap awal penerapan, praktik digital yang paling banyak dilakukan peserta adalah pencatatan usaha (72,2%), disusul pemantauan kesehatan ternak (63,9%), pencatatan pakan (55,6%), pemanfaatan informasi pasar (50,0%), dan perencanaan keuangan sederhana (47,2%). Temuan ini mengindikasikan bahwa rangkaian kegiatan yang terdiri atas identifikasi kebutuhan, penyuluhan, diskusi, praktik, dan pendampingan dapat mendukung penerapan *Smart Livestock Management* di tingkat usaha peternak. Program ini berpeluang untuk dikembangkan secara lebih luas melalui penerapan pada komunitas lain yang memiliki karakteristik dan kebutuhan serupa. Meskipun demikian, hasil ini belum dapat dipakai untuk menyimpulkan dampak terhadap keberlanjutan agribisnis dalam jangka panjang, karena pengukuran terbatas pada perubahan kapasitas dan penerapan awal praktik digital. Pengabdian lanjutan perlu menilai konsistensi penerapan tersebut serta pengaruhnya terhadap kinerja ekonomi dan lingkungan usaha peternakan.

5. SARAN

Kegiatan peningkatan kapasitas sebaiknya dilanjutkan dengan pendampingan pascapelatihan untuk memastikan pengetahuan berkembang menjadi praktik yang konsisten. Evaluasi lanjutan tiga sampai enam bulan setelah kegiatan dapat digunakan untuk menilai keberlanjutan adopsi, perubahan efisiensi usaha, dan manfaat ekonomi. Pemilihan teknologi juga perlu mempertimbangkan tingkat literasi digital, konektivitas, biaya, kebutuhan usaha, dan dukungan kelembagaan agar transformasi digital tidak menciptakan kesenjangan baru.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Rowena Dela Torre Baconguis dari University of the Philippines Los Baños atas bimbingan, dukungan, dan kontribusi yang sangat berharga selama pelaksanaan kegiatan.

Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada Universitas Brawijaya melalui Skema Dosen Berkarya Tahun 2026 atas dukungan pendanaan yang diberikan sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] L. S. Zaabar, A. A. Yacob, D. K. Nathan, E. W. H. Yip, and N. A. M. Razali, "A Review of Livestock Smart Farming for Sustainable Food Security," *Int. J. Informatics Vis.*, vol. 9, no. 2, pp. 728–736, 2025, doi: 10.62527/joiv.9.2.2794. https://doi.org/10.62527/joiv.9.2.2794

[2] R. Thakur *et al.*, "CHAPTER 8 - Digitalization of livestock farms through blockchain, big data, artificial intelligence, and Internet of Things ⍟," A. Tarafdar, A. Pandey, G. K. Gaur, M. Singh, and H. O. B. T.-E. A. in L. P. Pandey, Eds., Academic Press, 2024, pp. 179–206. doi: 10.1016/B978-0-323-98385-3.00012-8. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-98385-3.00012-8

[3] D. J. Choruma *et al.*, "Digitalisation in agriculture: A scoping review of technologies in practice, challenges, and opportunities for smallholder farmers in sub-Saharan Africa," *J. Agric. Food Res.*, vol. 18, p. 101286, 2024, doi: 10.1016/j.jafr.2024.101286. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101286

[4] D. Satria, W. Maghraby, and A. M. Setyanti, "Digital Agricultural Technology for Smallholder Farmers: Barriers and Opportunities in Indonesia," *SOCA J. Sos. Ekon. Pertan.*, vol. 18, no. 3, p. 267, 2025, doi: 10.24843/soca.2024.v18.i03.p01. https://doi.org/10.24843/SOCA.2024.v18.i03.p01

[5] I. Budiman, A. Wagemakers, M. Derks, Sahara, and S. Moore, "Socio-environmental systems in technology adoption in animal husbandry in South-East Asia: A framework synthesis approach," *NJAS Impact Agric. Life Sci.*, vol. 96, no. 1, 2024, doi: 10.1080/27685241.2024.2349518. https://doi.org/10.1080/27685241.2024.2349518

[6] N. Febrianto *et al.*, "Pemberdayaan Peternak Sapi Potong melalui Kegiatan Penyuluhan Inovasi Zero Waste Farming di Desa Plandirejo, Kecamatan Plumpang, Kabupaten Tuban," *JDISTIRA*, vol. 4, no. 2, pp. 336–347, 2024, doi: 10.58794/jdt.v4i2.1137. https://doi.org/10.58794/jdt.v4i2.1137

[7] V. Kumar, K. V. Sharma, N. Kedam, A. Patel, T. R. Kate, and U. Rathnayake, "Smart Agricultural Technology A comprehensive review on smart and sustainable agriculture using IoT technologies," *Smart Agric. Technol.*, vol. 8, no. 100487, pp. 1–22, 2024, doi: 10.1016/j.atech.2024.100487. https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100487

[8] A. F. Aziz, B. Hartono, N. Febrianto, A. P. A. Yekti, and E. Nugroho, "Sustainability of Smallholder Beef Cattle Farming Business in Dryland Areas: Enhancing Zero Hunger and Climate Action," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 12, no. 3, pp. 593–603, 2026, doi: 10.29303/jppipa.v12i3.14060. https://doi.org/10.29303/jppipa.v12i3.14060

[9] A. Mursalat, M. H. Jamil, M. Salam, A. A. Sulaiman, and Hastang, "Building farmers capacity for sustainable agricultural resilience through the diffusion of innovations in ICT advisory using partial least squares structural equation modeling," *Discov. Sustain.*, vol. 7, p. 1113, 2026, doi: 10.1007/s43621-026-03441-0. https://doi.org/10.1007/s43621-026-03441-0

[10] M. M. P. Sirat, R. Ermawati, L. K. Widiastuti, S. Siswanto, L. Liman, and F. Pebriyansyah, "Model pemberdayaan peternak sapi melalui diseminasi, nutrifikasi, deteksi estrus dan inseminasi buatan pada kelompok tani fajar II," *J. Media Trop. J. Pengabdi. Masy.*, vol. 6, no. 1, pp. 18–34, 2026, doi: mediatropika.v6i1.25159.

[11] E. E. Bachtiar, T. Tapi, H. Saputra, M. E. Budicahyono, and E. Konyep, "Penyuluhan Pertanian: Pendekatan, Metode dan Dampaknya terhadap Pembangunan Pertanian dalam Mendukung Swasembada Pangan," *J. Sustain. Agric. Ext.*, vol. 3, no. 1, pp. 42–52, 2025, doi: 10.47687/josae.v3i1.1364. https://doi.org/10.47687/josae.v3i1.1364

[12] M. Khanna, S. S. Atallah, T. Heckelei, L. Wu, and H. Storm, "Economics of the Adoption of Artificial Intelligence–Based Digital Technologies in Agriculture," *Annu. Rev. Resour. Econ.*, vol. 16, pp. 41–61, 2024, doi: 10.1146/annurev-resource-101623-092515. https://doi.org/10.1146/annurev-resource-101623-092515

[13] B. Akinyemi and J. Siegford, "Systematic review and meta-analysis of adoption, acceptance, and perceptions of precision livestock farming technology," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 254, p. 112280, 2026, doi: 10.1016/j.compag.2026.112280. https://doi.org/10.1016/j.compag.2026.112280

[14] D. U. Fahrodi, B. M. W. T. Gading, Marsudi, T. D. Khaliq, and N. S. Said, "Digitalisasi Pencatatan Ternak Kambing melalui Teknologi Agromilenial di Kelurahan Galung," *Abdi J. Pengabdi. dan Pemberdaya. Masy.*, vol. 7, no. 3, pp. 768–775, 2025, doi: 10.24036/abdi.v7i3.1241. https://doi.org/10.24036/abdi.v7i3.1241

[15] M. Dayoub, S. Shnaigat, R. A. Tarawneh, A. N. Al-yacoub, F. Al-barakeh, and K. Al-Najjar, "Enhancing Animal Production through Smart Agriculture: Possibilities, Hurdles, Resolutions, and Advantages," *Ruminants*, vol. 4, no. 1, pp. 22–46, 2024, doi: 10.3390/ruminants4010003. https://doi.org/10.3390/ruminants4010003

[16] R. R. P. Prasetyo, C. S. Qhomariah, and F. Hazmi, "Digital Transformation of Livestock Farming Through Financial Technology : Reducing Dependence on Middlemen for Socio-Economic and Environmental Sustainability," *Sodality J. Sosiol. Pedesaan Vol.*, vol. 14, no. 1, pp. 62–79, 2026, doi: 10.22500/14202671761. https://doi.org/10.22500/14202671761

[17] W. Ongachi, I. Belinder, B. Bhat, S. Hussain, and R. Dub, "Strengthening Agricultural Extension Services to Enhance Farmers' Capacity and Resilience for Sustainable Development: A Systematic Review," *BMC Agric.*, vol. 2, no. 1, p. 17, 2026, doi: 10.1186/s44399-026-00039-9. https://doi.org/10.1186/s44399-026-00039-9

[18] Nurida, Evahelda, and R. Sitorus, "Peran Penyuluh Pertanian dalam Pendampingan Petani Milenial," *J. Penyul.*, vol. 20, no. 1, pp. 84–95, 2024, doi: 10.25015/20202444448. https://doi.org/10.25015/20202444448

[19] A. H. Adana, Irham, L. R. Waluyati, and A. W. Utami, "Farmers' Barriers to Digital Technologies Adoption in Rural Area: Empirical Evidence from Horticultural Farmers in Yogyakarta Province, Indonesia," *Int. J. Rural Manag.*, vol. 22, no. 1, pp. 154–172, 2026, doi: 10.1177/09730052261424641. https://doi.org/10.1177/09730052261424641