PENGUATAN KAPASITAS PETERNAK AYAM BROILER MELALUI INTEGRASI *SMART BIOSECURITY* DAN STANDARDISASI PROBIOTIK BAKTERI ASAM LAKTAT

Rico Anggriawan[1*], Choirul Hana[2], Siti Zaenab Nurul Haq[3], Fani Ardana[4] , Gayuh Yudo Prayogo[5] , Diyah Ayu Candra[6]

[1,4,6]Jurusan Peternakan, Universitas Kahuripan Kediri
[2]Jurusan Akutansi, Universitas Kahuripan Kediri
[3,5]Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kahuripan Kediri

Email: rico_anggriawan@kahuripan.ac.id

Abstrak

Kelompok peternak ayam broiler masih menghadapi kendala dalam penerapan biosekuriti yang terstandar, pemantauan kondisi lingkungan kandang, serta penggunaan probiotik bakteri asam laktat (BAL) yang belum konsisten. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan kapasitas kelompok peternak melalui integrasi *smart biosecurity* berbasis sensor dan standardisasi penggunaan probiotik BAL. Kegiatan dilaksanakan dengan pendekatan pemberdayaan partisipatif melalui lima tahapan, yaitu identifikasi kondisi awal, sosialisasi dan edukasi, implementasi *smart biosecurity*, standardisasi probiotik BAL, serta monitoring dan evaluasi. Implementasi *smart biosecurity* dilakukan melalui pemanfaatan sensor untuk memantau suhu, kelembapan, dan kualitas udara kandang, yang dipadukan dengan penyusunan dan penerapan prosedur operasional biosekuriti. Standardisasi probiotik dilakukan melalui penetapan jenis, dosis, volume air minum, waktu, metode pencampuran, dan frekuensi pemberian. Evaluasi dilakukan melalui *pre-test* dan *post-test*, observasi praktik, pemantauan penggunaan perangkat, serta pencatatan kegiatan dan performa produksi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa skor pengetahuan peternak meningkat dari 67% pada *pre-test* menjadi 80% pada *post-test*, atau meningkat sebesar 13%. Kemampuan operasional peternak dalam menggunakan perangkat monitoring dan menerapkan prosedur pemberian probiotik juga meningkat berdasarkan hasil *checklist* observasi dari 75% menjadi 85%. Program menghasilkan penerapan format pencatatan kegiatan pemeliharaan yang lebih terstruktur pada kelompok mitra. Integrasi teknologi sederhana dan standardisasi prosedur memberikan dasar bagi penerapan manajemen pemeliharaan yang lebih terukur; keberlanjutan penerapan perlu dipantau pada periode pemeliharaan berikutnya.

Kata kunci: ayam broiler; bakteri asam laktat; biosekuriti; pemberdayaan peternak; *smart farming*

Abstract

Broiler chicken farmers continue to face challenges in implementing standardized biosecurity practices, monitoring poultry house environmental conditions, and maintaining consistent use of lactic acid bacteria (LAB) probiotics. This community engagement program aimed to strengthen farmers' capacity through the integration of sensor-based smart biosecurity systems and the standardization of LAB probiotic administration. The program employed a participatory empowerment approach consisting of five stages: baseline assessment, socialization and education, smart biosecurity implementation, LAB probiotic standardization, and monitoring and evaluation. Smart biosecurity was implemented using sensors to monitor poultry house temperature, humidity, and air quality, combined with the development and application of standard operating procedures for biosecurity. Probiotic administration was standardized by specifying probiotic types, dosages, drinking water volumes, administration schedules, mixing methods, and application frequencies. Program evaluation involved pre-tests and post-tests, practical observations, monitoring of device utilization, and documentation of farming activities and production performance. The results showed that farmers' knowledge scores increased from 67% in the pre-test to 80% in the post-test, representing an improvement of 13 percentage points. Farmers' operational competencies in using monitoring devices and implementing probiotic administration procedures also improved, with observation checklist scores increasing from 75% to

85%. Furthermore, the program facilitated the adoption of a more structured record-keeping system for poultry management activities among participating farmers. The integration of accessible technologies and standardized procedures provides a foundation for more systematic and measurable poultry farm management. However, the sustainability of these practices requires further monitoring across subsequent production cycles.

Keywords: *Biosecurity; Broiler chickens; Farmer empowerment; Lactic acid bacteria; Smart farming.*

Pendahuluan

Usaha peternakan ayam broiler merupakan salah satu sektor agribisnis yang berkontribusi penting terhadap penyediaan protein hewani, namun produktivitas dan keberlanjutan usaha masih dipengaruhi oleh efisiensi manajemen pemeliharaan, kesehatan ternak, serta penerapan teknologi tepat guna. Pendekatan pemberdayaan peternak melalui integrasi inovasi digital dan aplikasi probiotik menjadi strategi yang relevan untuk meningkatkan performa produksi sekaligus efisiensi ekonomi, terutama pada peternakan skala kecil dan menengah (Anggriawan *et al*., 2024; Anggriawan *et al*., 2025; Candra *et al*., 2026).

Permasalahan utama yang dihadapi kelompok peternak broiler adalah belum optimalnya penerapan biosekuriti sehingga meningkatkan risiko munculnya penyakit infeksi, rendahnya kualitas sanitasi kandang, tingginya lalu lintas manusia maupun peralatan tanpa prosedur disinfeksi yang baku, serta fluktuasi suhu, kelembaban, dan akumulasi gas amonia yang berdampak negatif terhadap kesehatan dan performa ayam. Kondisi lingkungan kandang yang tidak terkontrol diketahui meningkatkan stres fisiologis, menurunkan kesejahteraan ternak, serta memicu penurunan produktivitas, sehingga diperlukan sistem pemantauan lingkungan secara *real-time* berbasis sensor sebagai bagian dari *Smart Biosecurity*. Sistem ini memungkinkan pengawasan suhu, kelembaban, kualitas udara, dan kepatuhan biosekuriti secara berkelanjutan sehingga keputusan manajemen dapat dilakukan lebih cepat, akurat, dan berbasis data (Azarpajouh *et al*., 2022; Fathurohman *et al*., 2023; Tilli *et al*., 2024; Nalendra & Waspada, 2025).

Kesehatan saluran pencernaan merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan produktivitas ayam broiler karena keseimbangan mikrobiota usus berperan dalam proses pencernaan, penyerapan, dan pemanfaatan nutrien secara efisien. Salah satu pendekatan yang dapat mendukung kondisi tersebut adalah penggunaan probiotik, khususnya bakteri asam laktat (BAL), yang berpotensi membantu menjaga keseimbangan mikrobiota dan meningkatkan performa ayam broiler (Anggriawan *et al*., 2024a; Chotiah & Damayanti, 2018). Pemberian probiotik BAL juga telah dilaporkan berkontribusi terhadap peningkatan performa produksi dan efisiensi usaha peternakan ayam pedaging

(Anggriawan *et al*., 2025; Anggriawan *et al*., 2024b). Namun, pada tingkat peternak, penggunaan probiotik masih menghadapi *practical gap*, yaitu belum adanya standardisasi yang memadai dalam aspek dosis, frekuensi, dan metode pemberian, sehingga efektivitasnya berpotensi tidak konsisten. *Practical gap* pada mitra terletak pada adanya kesenjangan antara kondisi aktual dan praktik manajemen yang ditargetkan. Pada kondisi awal, monitoring lingkungan kandang belum dilakukan secara terukur, prosedur biosekuriti belum terdokumentasi dalam SOP yang seragam, penggunaan probiotik belum mengikuti standar dosis dan frekuensi yang konsisten, serta pencatatan produksi belum dilakukan secara sistematis. Program ini menargetkan tersedianya monitoring lingkungan berbasis sensor, SOP biosekuriti yang dapat diterapkan secara rutin, prosedur pemberian probiotik yang terstandar, serta pencatatan produksi sebagai dasar evaluasi manajemen.

Kabol Joyo Farm merupakan kelompok peternak ayam broiler yang berlokasi di Desa Nanggungan, Kabupaten Kediri, Jawa Timur, dengan jumlah anggota sebanyak 10 orang yang menjalankan usaha pemeliharaan ayam broiler skala kelompok. Pada kondisi awal sebelum pelaksanaan program, pengelolaan usaha masih menghadapi kendala pada aspek biosekuriti, pengendalian lingkungan kandang, standardisasi penggunaan probiotik, serta pencatatan dan pengelolaan usaha. Berdasarkan catatan produksi mitra pada satu siklus pemeliharaan sebelum pelaksanaan program, yaitu periode [5 Mei – 12 Juni 2026], dengan populasi awal sebanyak 18.000 ekor ayam broiler, diperoleh FCR sebesar 1,54, deplesi sebesar 8%, dan Indeks Performa (IP) sebesar 280. Data tersebut diperoleh dari catatan produksi kelompok peternak dan diverifikasi melalui wawancara serta observasi lapang pada tahap identifikasi awal. Kondisi tersebut sejalan dengan temuan bahwa penerapan teknologi sensor dan sistem monitoring berkelanjutan dapat mendukung pengelolaan lingkungan serta kesehatan unggas secara lebih presisi (Azarpajouh *et al*., 2022; Olejnik *et al*., 2022), sementara penerapan probiotik berbasis bakteri asam laktat berpotensi meningkatkan performa produksi ayam broiler (Anggriawan *et al*., 2024a, 2024b). Oleh karena itu, pemberdayaan melalui implementasi *smart biosecurity* dan standardisasi probiotik bakteri asam laktat menjadi pendekatan strategis untuk meningkatkan efisiensi, kesehatan, dan keberlanjutan usaha Kabol Joyo Farm.

Permasalahan biosekuriti yang belum terstandar, keterbatasan monitoring kondisi lingkungan, sanitasi yang belum terukur, serta penggunaan probiotik yang belum seragam perlu diatasi melalui pendekatan teknologi dan peningkatan kapasitas peternak. Intervensi dilakukan melalui penyusunan dan penerapan SOP biosekuriti, implementasi *Smart Biosecurity* untuk memantau kondisi lingkungan secara lebih terukur, pemanfaatan sensor dan sistem monitoring sebagai dasar pengendalian sanitasi, serta standardisasi

penggunaan probiotik berbasis bakteri asam laktat (BAL). Pendekatan ini diperkuat dengan pelatihan dan pendampingan agar peternak mampu menerapkan teknologi dan prosedur secara mandiri. Penerapan sensor dan teknologi digital diketahui dapat mendukung pemantauan kondisi kandang dan pengelolaan broiler secara lebih presisi (Azarpajouh *et al*., 2022; Fathurohman *et al*., 2023; Olejnik *et al*., 2022), sedangkan standardisasi probiotik BAL berpotensi mendukung performa produksi ayam broiler (Anggriawan *et al*., 2024; Anggriawan *et al*., 2025). Dengan demikian, integrasi SOP biosekuriti, *Smart Biosecurity*, monitoring berbasis sensor, standardisasi BAL, serta pelatihan dan pendampingan diharapkan dapat meningkatkan kemampuan kelompok peternak dalam menerapkan manajemen produksi yang lebih terukur, konsisten, dan berkelanjutan.

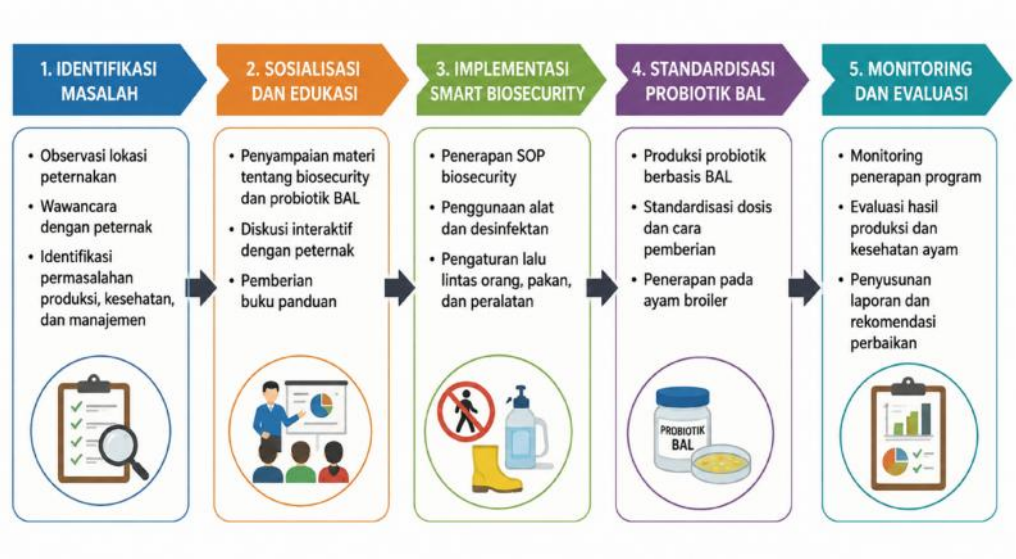
Metode Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan selama satu bulan, yaitu Juni–Juli 2026 dengan melibatkan 10 anggota kelompok Kabol Joyo Farm. Sosialisasi dilaksanakan sebanyak 10 kali, praktik pengoperasian sensor sebanyak 3 kali, standardisasi pemberian probiotik sebanyak 3 kali, dan pendampingan lapang sebanyak 4 kali. Seluruh anggota kelompok mengikuti sosialisasi, sedangkan praktik operasional dilakukan oleh anggota yang bertanggung jawab terhadap pemeliharaan dan pencatatan kandang

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan dengan pendekatan pemberdayaan partisipatif, yang menempatkan kelompok peternak sebagai mitra aktif dalam proses identifikasi masalah, penerapan teknologi, praktik lapang, serta evaluasi. Pendekatan ini dipilih karena penerapan teknologi pada usaha peternakan skala kecil tidak hanya memerlukan ketersediaan perangkat, tetapi juga kemampuan peternak dalam mengoperasikan, memahami, dan mempertahankan teknologi tersebut secara berkelanjutan. Pemanfaatan teknologi sensor dalam sistem peternakan dapat mendukung pemantauan kondisi lingkungan secara lebih cepat dan berkelanjutan, sedangkan penerapan manajemen presisi dapat membantu meningkatkan pengambilan keputusan dalam pengelolaan ternak (Olejnik *et al*., 2022; Azarpajouh *et al*., 2022). Kegiatan difokuskan pada dua komponen utama, yaitu implementasi *smart biosecurity* dan standardisasi penggunaan probiotik bakteri asam laktat (BAL).

1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui lima tahapan utama, yaitu identifikasi kondisi awal, sosialisasi dan edukasi, implementasi *smart biosecurity*, standardisasi probiotik BAL, serta monitoring dan evaluasi.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Program Pemberdayaan Kelompok Peternak Ayam Broiler

2. Identifikasi Kondisi Awal dan Permasalahan Mitra

Tahap awal dilakukan melalui observasi langsung, wawancara, dan diskusi dengan peternak untuk memperoleh gambaran mengenai sistem pemeliharaan, penerapan biosekuriti, kondisi kandang, penggunaan air minum, pemberian probiotik, serta pencatatan performa produksi. Identifikasi juga mencakup kebiasaan peternak dalam melakukan sanitasi kandang, pengendalian lalu lintas orang dan peralatan, serta pemantauan suhu dan kelembapan.

Tahap ini digunakan sebagai dasar penyusunan intervensi yang sesuai dengan kondisi aktual peternakan. Pendekatan tersebut sejalan dengan kajian mengenai biosekuriti unggas yang menekankan pentingnya tindakan pencegahan yang dilakukan secara konsisten pada berbagai titik dalam sistem produksi (Tilli *et al*., 2024). Selain itu, adopsi teknologi peternakan pada peternak skala kecil dipengaruhi oleh persepsi manfaat, kemudahan penggunaan, biaya, serta kemampuan pengguna dalam mengoperasikan teknologi (Kamau *et al*., 2024; Xaba *et al*., 2026).

3. Sosialisasi dan Edukasi *Smart Biosecurity*

Sosialisasi dilakukan melalui penyampaian materi, diskusi, demonstrasi, dan praktik langsung. Materi meliputi konsep biosekuriti, sanitasi kandang, pengendalian akses, pengelolaan lingkungan kandang, identifikasi kondisi lingkungan yang berisiko terhadap kesehatan ayam, serta pemanfaatan sensor sebagai alat bantu pengambilan keputusan.

Teknologi *smart biosecurity* yang diterapkan menggunakan perangkat sensor lingkungan yang terintegrasi dengan mikrokontroler untuk membantu pemantauan kondisi kandang. Parameter utama yang dipantau meliputi suhu, kelembapan, dan kualitas udara/amonia. Sistem dirancang agar peternak dapat mengetahui perubahan kondisi lingkungan dan melakukan tindakan korektif sebelum kondisi tersebut berdampak terhadap kesehatan dan performa ayam.

Penerapan sistem berbasis sensor merupakan pengembangan dari konsep *smart farming* dan *precision livestock management*, yang memanfaatkan data lingkungan dan ternak untuk mendukung pengambilan keputusan secara lebih cepat dan objektif (Azarpajouh *et al*., 2022; Olejnik *et al*., 2022). Integrasi sensor nirkabel juga telah digunakan untuk monitoring kondisi kandang broiler secara berkelanjutan (Fathurohman *et al*., 2023).



Gambar 2. Implementasi *Smart Biosecurity* Berbasis Sensor pada Kandang Ayam Broiler

4. Implementasi dan Standardisasi Probiotik Bakteri Asam Laktat

Komponen kedua kegiatan adalah standardisasi penggunaan probiotik berbasis bakteri asam laktat (BAL). Probiotik yang digunakan terdiri atas *Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei,* dan *Lactobacillus plantarum* dengan konsentrasi total 10^8 CFU/mL. Probiotik diberikan melalui air minum dengan dosis [2 mL/L air minum], pada frekuensi 7 kali/minggu, selama 35 hari/periode. Larutan dibuat dengan mencampurkan 0,2 mL

probiotik ke dalam 1 L air minum. Probiotik disiapkan kedalam tandon air untuk menjaga konsistensi pemberian. Ketiga bakteri tersebut dipilih karena kelompok *Lactobacillus* telah banyak dikaji sebagai kandidat probiotik untuk mendukung kesehatan saluran pencernaan dan performa ayam broiler (Chotiah & Damayanti, 2018; Anggriawan *et al*., 2024).

Standardisasi dilakukan dengan menetapkan prosedur yang seragam meliputi jenis probiotik, dosis, volume air minum, waktu pemberian, metode pencampuran, serta frekuensi aplikasi. Dalam penerapannya, larutan probiotik dicampurkan ke dalam air minum sesuai dosis yang telah ditetapkan oleh tim pelaksana dan disesuaikan dengan kebutuhan konsumsi air ternak. Peternak diberikan panduan tertulis dan demonstrasi agar proses pencampuran dapat dilakukan secara konsisten.

Penerapan probiotik sebagai alternatif untuk mendukung performa ayam broiler memiliki dasar ilmiah yang kuat. Probiotik dapat berperan dalam menjaga keseimbangan mikrobiota saluran pencernaan dan mendukung performa produksi ayam, sehingga berpotensi menjadi alternatif terhadap penggunaan *antibiotic growth promoters* (Anggriawan *et al*., 2024). Penelitian Anggriawan *et al*. (2025) juga menunjukkan bahwa suplementasi probiotik bakteri asam laktat pada ayam pedaging berkaitan dengan peningkatan performa produksi dan kelayakan usaha. Selain itu, pemberian probiotik EM4 juga telah dilaporkan berpengaruh terhadap pertumbuhan berat badan dan FCR ayam broiler (Silmi *et al*., 2025).



Gambar 3. Demonstrasi Standardisasi Pemberian Probiotik

5. Pendampingan dan Praktik Lapang

Setelah sosialisasi, peternak didampingi secara langsung dalam mengoperasikan perangkat *smart biosecurity* dan menerapkan prosedur pemberian probiotik.

Pendampingan dilakukan melalui metode *learning by doing*, sehingga peternak tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis, tetapi juga memiliki pengalaman dalam melakukan pengukuran, pencatatan, pengoperasian perangkat, serta tindakan korektif.

Pendekatan praktik langsung dipilih karena keberhasilan adopsi teknologi pada peternakan sangat dipengaruhi oleh kemampuan pengguna dalam memahami manfaat dan mengintegrasikan teknologi ke dalam kegiatan produksi sehari-hari. Penggunaan sistem IoT untuk monitoring dan manajemen broiler juga menunjukkan potensi dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan produksi melalui informasi lingkungan yang tersedia secara lebih cepat (Karmelia *et al*., 2024; Nalendra & Waspada, 2025).



Gambar 4. Pendampingan dan Praktik Pengoperasian *Smart Biosecurity* oleh Peternak

6. Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dilakukan secara berkala terhadap keterlaksanaan program, kemampuan peternak mengoperasikan perangkat, kepatuhan terhadap prosedur biosekuriti, serta konsistensi pemberian probiotik. Evaluasi pengetahuan dilakukan menggunakan instrumen *pre-test* dan *post-test* yang diberikan kepada peserta sebelum dan setelah kegiatan edukasi. Instrumen terdiri atas 20 pertanyaan kuesioner mengenai biosekuriti, monitoring lingkungan kandang, penggunaan sensor, dan standardisasi probiotik. Setiap jawaban benar diberi skor 1 dan jawaban salah skor 0, kemudian skor dikonversi menjadi *persentase*. Perubahan pengetahuan dihitung berdasarkan selisih skor *post-test* dan *pre-test* serta *persentase* peningkatan. Keterampilan dievaluasi menggunakan *checkli*st observasi yang mencakup pengoperasian sensor, penerapan SOP biosekuriti, dan prosedur pencampuran probiotik.

Indikator evaluasi meliputi: (1) peningkatan pengetahuan mengenai biosekuriti; (2) peningkatan keterampilan penggunaan perangkat sensor; (3) kemampuan peternak melakukan pemantauan suhu, kelembapan, dan kualitas udara; (4) konsistensi penerapan prosedur biosekuriti; (5) ketepatan dosis dan prosedur pemberian probiotik; dan (6) kemampuan melakukan pencatatan sederhana terkait kondisi kandang dan performa ayam.

Persentase peningkatan skor dihitung menggunakan persamaan: peningkatan (%) = (skor *post-test* − skor *pre-test*)/skor *pre-test* × 100. Data hasil observasi keterampilan disajikan dalam bentuk *persentase* ketercapaian indikator. Data monitoring lingkungan dan performa produksi disajikan secara deskriptif dalam bentuk nilai rata-rata dan/atau perubahan relatif sebelum dan sesudah program.

Data hasil *pre-test* dan *post-test* dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan *persentase* peningkatan skor sebelum dan sesudah kegiatan. Data monitoring kandang dan catatan produksi digunakan sebagai data pendukung untuk mengevaluasi keterlaksanaan teknologi dan perubahan pengelolaan usaha. Pendekatan evaluasi berbasis indikator diperlukan untuk memastikan bahwa implementasi teknologi tidak berhenti pada tahap pengenalan perangkat, tetapi mampu meningkatkan kapasitas peternak dan menjadi bagian dari praktik manajemen rutin.

Tabel 1. Indikator Evaluasi Keberhasilan Program

No.	Aspek yang Dievaluasi	Indikator Keberhasilan	Metode Evaluasi
1	Pengetahuan biosekuriti	Peningkatan skor pengetahuan setelah pelatihan	*Pre-test* dan *post-test*
2	Penerapan biosekuriti	Peternak mampu menerapkan prosedur sanitasi dan pengendalian akses	Observasi
3	Pengoperasian sensor	Peternak mampu mengoperasikan dan membaca data sensor	Praktik langsung
4	Monitoring kandang	Suhu, kelembapan, dan kualitas udara dapat dipantau secara berkala	Data monitoring
5	Standardisasi probiotik	Dosis dan prosedur pemberian dilakukan secara konsisten	Observasi dan checklist
6	Pencatatan produksi	Peternak melakukan pencatatan kondisi kandang dan performa ayam	Pemeriksaan catatan

7. Bahan dan Peralatan

Bahan utama yang digunakan dalam kegiatan meliputi probiotik berbasis *Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei*, dan *Lactobacillus plantarum*, air minum

ternak, serta bahan pendukung sanitasi kandang. Peralatan teknologi terdiri atas sensor suhu dan kelembapan, sensor kualitas udara/amonia, mikrokontroler, perangkat komunikasi, sumber daya listrik, serta perangkat pendukung untuk menampilkan atau mencatat data. Jumlah perangkat disesuaikan dengan kebutuhan titik monitoring pada kandang mitra.

Tabel 2. Spesifikasi alat *smart biosecurity*

Komponen	Spesifikasi alat
Sensor suhu	LIVO XY-MD02/ Modul SHT20
Sensor kelembapan	DHT22 AM2302/ Modul MCU
Sensor ammonia	MQ-135
Mikrokontroler	ESP32/Arduino
Interval pengukuran	Setiap ada signal temperature, kelembaban dan ammonia
Tampilan	LCD/mobile/dashboard
Sumber Listrik	Adaptor
Threshold suhu	24-28° C
Threshold kelembapan	50-65 %
Threshold amonia	10-20 ppm

Perancangan sistem mengadaptasi prinsip monitoring lingkungan berbasis sensor dan IoT pada peternakan unggas, dengan penyesuaian pada kebutuhan dan kondisi kandang mitra (Fathurohman *et al*., 2023; Preethi *et al*., 2025). Modifikasi terutama dilakukan pada konfigurasi perangkat, titik pemasangan sensor, serta mekanisme penyampaian informasi agar lebih sederhana dan mudah digunakan oleh peternak.

Hasil Dan Pembahasan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat menghasilkan perubahan pada aspek pengetahuan, keterampilan, penerapan biosekuriti, serta pemanfaatan probiotik dalam manajemen pemeliharaan ayam broiler. Kegiatan diarahkan untuk menjawab permasalahan utama kelompok peternak, yaitu belum optimalnya penerapan biosekuriti secara terstandar dan belum konsistennya penggunaan probiotik bakteri asam laktat dalam mendukung kesehatan serta performa ayam broiler. Pendekatan tersebut sejalan dengan perkembangan precision livestock farming yang menempatkan pemantauan kondisi lingkungan, kesehatan ternak, dan pengambilan keputusan berbasis data sebagai bagian penting dalam peningkatan efisiensi produksi (Olejnik *et al*., 2022; Azarpajouh *et al*., 2022).

1. Peningkatan Pemahaman dan Keterampilan Peternak

Hasil pelaksanaan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peternak mengenai pentingnya biosekuriti sebagai tindakan preventif dalam pengendalian risiko penyakit pada usaha ayam broiler. Sebelum pelaksanaan kegiatan, biosekuriti cenderung dipahami sebagai kegiatan desinfeksi kandang dan peralatan. Melalui sosialisasi dan pendampingan, konsep biosekuriti diperluas mencakup pengendalian lalu lintas manusia dan kendaraan, sanitasi peralatan, pengelolaan air minum, kebersihan lingkungan kandang, pengendalian vektor, serta penerapan prosedur masuk dan keluar kandang secara lebih terstruktur.

Tabel 2. Hasil *Pre-Test dan Post-Test*

Indikator	***Pre-test*** **(%)**	***Post-test*** **(%)**	**Peningkatan (%)**
Pengetahuan *smart biosecurity*	67	80	13
Pengetahuan probiotik	75	85	10
Pengetahuan pencatatan produksi	78	86	8
Rata-rata	**73,3**	**83,6**	**10,3**

Perubahan pemahaman tersebut penting karena biosekuriti tidak hanya berkaitan dengan tindakan setelah munculnya masalah kesehatan, tetapi merupakan sistem manajemen untuk mencegah masuk dan menyebarnya agen penyakit dalam suatu unit produksi. Tilli *et al*. (2024) menjelaskan bahwa penerapan langkah-langkah biosekuriti secara konsisten merupakan salah satu komponen penting dalam pengendalian risiko penyakit pada industri perunggasan. Dengan demikian, standardisasi prosedur biosekuriti pada tingkat peternak rakyat dapat menjadi langkah strategis untuk meningkatkan ketahanan kesehatan flok sekaligus mengurangi risiko kerugian akibat gangguan penyakit.

Pendampingan juga meningkatkan keterampilan peternak dalam melakukan identifikasi titik-titik kritis biosekuriti. Peternak mulai diarahkan untuk tidak hanya melakukan tindakan secara rutin, tetapi memahami alasan, urutan, dan tujuan dari setiap prosedur. Pendekatan tersebut mengubah pola penerapan biosekuriti dari kegiatan yang bersifat rutinitas menjadi prosedur operasional yang dapat dipantau dan dievaluasi. Model pendampingan semacam ini juga relevan dengan temuan Kamau *et al*. (2024) bahwa adopsi teknologi produksi pada usaha unggas skala kecil dipengaruhi oleh kemampuan peternak dalam memahami manfaat teknologi serta kemampuan menggunakannya dalam kegiatan produksi sehari-hari.

2. Implementasi Smart Biosecurity

Implementasi *smart biosecurity* menjadi salah satu hasil utama kegiatan. Teknologi yang diperkenalkan diarahkan untuk membantu peternak melakukan pengendalian biosekuriti secara lebih praktis, terukur, dan mudah diterapkan pada kondisi usaha peternakan rakyat. Dalam kegiatan ini, *smart biosecurity* didefinisikan sebagai sistem monitoring lingkungan kandang berbasis sensor yang digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam penerapan biosekuriti, khususnya melalui pemantauan suhu, kelembapan, dan konsentrasi amonia. Sistem tidak menggantikan tindakan sanitasi atau desinfeksi, tetapi menyediakan informasi lingkungan yang dapat digunakan peternak untuk menentukan tindakan korektif sesuai SOP.

Peningkatan skor pengetahuan dari 67% menjadi 80% menunjukkan bahwa kegiatan edukasi dan praktik mampu meningkatkan pemahaman peserta terhadap biosekuriti. Perubahan ini terutama terlihat pada aspek pentingnya penggunaan desinfektan berbasis sensor. Temuan tersebut mendukung Tilli *et al*. (2024) yang menekankan pentingnya penerapan biosekuriti secara konsisten pada berbagai titik produksi unggas. Namun, peningkatan pengetahuan tidak secara otomatis menunjukkan keberlanjutan penerapan, sehingga pemantauan kepatuhan pada periode pemeliharaan berikutnya tetap diperlukan penerapan teknologi sederhana dalam sistem biosekuriti memiliki relevansi yang kuat dengan konsep *smart farming*. Teknologi sensor memungkinkan kondisi lingkungan dan aktivitas pemeliharaan dipantau secara lebih sistematis sehingga peternak dapat memperoleh informasi sebagai dasar pengambilan keputusan (Fathurohman *et al*., 2023; Karmelia *et al*., 2024). Pada tingkat peternakan rakyat, pendekatan *smart biosecurity* tidak harus menggunakan teknologi yang kompleks, tetapi dapat dimulai dari perangkat sederhana yang mampu meningkatkan konsistensi, efisiensi, dan keterulangan prosedur.

Hasil pendampingan menunjukkan bahwa penerapan *smart biosecurity* memberikan perubahan pada pola kerja peternak. Peternak mulai memahami bahwa teknologi berfungsi sebagai alat bantu untuk menjalankan prosedur biosekuriti, bukan menggantikan peran peternak. *Standard operating procedure* (SOP) tetap menjadi dasar, sedangkan perangkat teknologi digunakan untuk mendukung pelaksanaan dan pengawasan. Pendekatan tersebut menjadi penting karena teknologi yang tidak diikuti perubahan perilaku pengguna berpotensi menghasilkan adopsi yang rendah. Xaba *et al*. (2026) menunjukkan bahwa adopsi teknologi informasi dan komunikasi pada peternakan unggas skala kecil tidak hanya berkaitan dengan ketersediaan teknologi, tetapi juga dengan kemampuan, penerimaan, dan kondisi pengguna.

Implementasi *smart biosecurity* memberikan alat bantu monitoring kondisi lingkungan yang sebelumnya belum tersedia secara terukur pada kelompok mitra. Sistem tersebut mempermudah peternak memperoleh informasi suhu, kelembapan, dan amonia sebagai dasar tindakan korektif sesuai SOP. Namun, efisiensi waktu dan biaya akibat penggunaan sistem belum diukur secara khusus dalam kegiatan ini sehingga dampak ekonominya belum dapat disimpulkan. Nalendra dan Waspada (2025) menunjukkan bahwa sistem IoT untuk peternakan broiler dapat mendukung pemantauan kondisi ternak dan manajemen secara real time. Sementara itu, Preethi *et al*. (2025) menunjukkan potensi teknologi IoT dalam membantu pengaturan suhu, kelembapan, dan air pada sistem peternakan unggas. Temuan tersebut memperkuat bahwa digitalisasi pada peternakan broiler dapat dikembangkan secara bertahap sesuai kebutuhan dan kemampuan peternak.

3. Standardisasi Probiotik Bakteri Asam Laktat

Selain biosekuriti, kegiatan pengabdian menghasilkan peningkatan pemahaman peternak mengenai penggunaan probiotik bakteri asam laktat (BAL) sebagai bagian dari manajemen kesehatan dan nutrisi ayam broiler. Standardisasi dilakukan dengan memberikan pemahaman mengenai jenis probiotik, tujuan penggunaan, cara aplikasi, konsistensi dosis sesuai produk atau SOP yang digunakan, serta pengelolaan penyimpanan dan pemberian melalui air minum.

Penggunaan probiotik BAL memiliki dasar ilmiah yang kuat dalam pemeliharaan ayam broiler. Probiotik dapat berperan dalam menjaga keseimbangan mikrobiota saluran pencernaan dan mendukung kondisi fisiologis unggas. Anggriawan *et al*. (2024a) melaporkan bahwa probiotik dapat menjadi alternatif terhadap penggunaan antibiotic growth promoters dalam mendukung performa unggas. Chotiah dan Damayanti (2018) juga menunjukkan potensi bakteri asam laktat sebagai kandidat probiotik untuk membantu mengatasi Salmonella pada ayam broiler.

Penerapan probiotik secara terstandar diperlukan karena manfaat probiotik sangat dipengaruhi oleh jenis mikroorganisme, karakteristik strain, dosis, metode pemberian, kondisi lingkungan, dan manajemen pemeliharaan. Oleh karena itu, pemberian probiotik tidak cukup hanya berdasarkan prinsip “semakin banyak semakin baik”, tetapi harus mengikuti dosis dan prosedur yang telah ditetapkan. Standardisasi ini diharapkan mampu mengurangi variasi penerapan antarperiode pemeliharaan dan membantu peternak memperoleh hasil yang lebih konsisten.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Anggriawan *et al*. (2025) yang menunjukkan bahwa pemberian probiotik bakteri asam laktat pada ayam pedaging berkaitan dengan aspek performa produksi dan kelayakan usaha. Penelitian Anggriawan *et al*. (2024b) juga menunjukkan bahwa suplementasi probiotik pada ayam broiler yang dipelihara pada kandang open house dapat mendukung performa ayam. Dengan demikian, integrasi probiotik dalam program pemberdayaan peternak tidak hanya dipandang dari aspek kesehatan ternak, tetapi juga dari perspektif produktivitas dan efisiensi usaha.

4. Integrasi *Smart Biosecurity* dan Probiotik

Integrasi *smart biosecurity* dengan standardisasi probiotik menjadi pendekatan utama dalam kegiatan ini. Kedua komponen tersebut memiliki fungsi yang saling melengkapi. Biosekuriti berorientasi pada pencegahan masuk dan penyebaran agen penyakit dari lingkungan, sedangkan probiotik diarahkan untuk mendukung keseimbangan mikrobiologis dan kondisi saluran pencernaan ayam. Dengan demikian, pendekatan yang diterapkan tidak hanya berorientasi pada penanganan masalah setelah terjadi, tetapi lebih menekankan strategi preventif dan peningkatan kapasitas biologis ternak.

Pendekatan integratif tersebut relevan dengan konsep produksi unggas modern yang menempatkan kesehatan, nutrisi, lingkungan, dan teknologi sebagai komponen yang saling berkaitan. Olejnik *et al*. (2022) menjelaskan bahwa precision management pada sektor perunggasan berkembang melalui pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan ketepatan pengelolaan produksi. Sementara itu, Anggriawan *et al*. (2026) menekankan pentingnya pendekatan nutrisi yang presisi dalam formulasi pakan broiler untuk mendukung efisiensi produksi dan keberlanjutan.

Hasil kegiatan juga memperlihatkan bahwa teknologi akan lebih mudah diterima oleh peternak apabila dikaitkan langsung dengan permasalahan yang mereka hadapi. *Smart biosecurity* diperkenalkan sebagai solusi terhadap kebutuhan sanitasi dan pengendalian risiko penyakit, sedangkan standardisasi probiotik dikaitkan dengan kebutuhan menjaga kesehatan dan performa ayam. Pendekatan berbasis kebutuhan tersebut membuat proses transfer teknologi menjadi lebih aplikatif dan meningkatkan peluang keberlanjutan setelah program pengabdian selesai.

5. Dampak terhadap Manajemen Usaha Peternakan

Penerapan teknologi dan standardisasi prosedur juga memberikan dampak terhadap cara peternak memandang manajemen usaha. Peternak tidak lagi hanya berorientasi pada jumlah ayam yang dipelihara dan hasil panen, tetapi mulai diarahkan untuk memperhatikan proses produksi, pencatatan kegiatan, pengendalian risiko, dan efisiensi penggunaan input. Perubahan pola pikir ini penting karena keberhasilan usaha broiler tidak hanya ditentukan oleh performa biologis ayam, tetapi juga oleh kemampuan peternak mengendalikan biaya dan risiko produksi.

Harisah *et al*. (2025) menunjukkan bahwa biaya produksi memiliki keterkaitan dengan profitabilitas usaha peternakan ayam broiler. Oleh karena itu, Penerapan prosedur yang lebih terstandar secara teoritis dapat mendukung efisiensi penggunaan input, tetapi kegiatan ini belum melakukan analisis biaya-manfaat secara khusus. Oleh karena itu, dampak ekonomi program belum dapat dinyatakan sebagai hasil langsung dan perlu dievaluasi melalui pencatatan biaya, produktivitas, dan pendapatan pada beberapa siklus pemeliharaan. Candra dan Anggriawan (2024) juga menunjukkan bahwa aspek teknis dan ekonomi perlu dipertimbangkan secara bersamaan dalam pengelolaan usaha peternakan ayam pedaging.

Pencatatan kegiatan juga menjadi bagian penting dalam proses pemberdayaan. Data mengenai kegiatan sanitasi, penggunaan desinfektan, penggunaan probiotik, kondisi kesehatan ayam, serta hasil produksi dapat menjadi dasar evaluasi pada periode pemeliharaan berikutnya. Kamaruddin *et al*. (2023) menegaskan pentingnya penyusunan laporan keuangan pada usaha peternakan ayam broiler sebagai bagian dari pengelolaan usaha. Dengan adanya pencatatan yang lebih sistematis, peternak memiliki dasar yang lebih kuat untuk mengevaluasi efisiensi usaha dan menentukan tindakan perbaikan.

6. Implikasi dan Keberlanjutan Program

Secara keseluruhan, kegiatan menghasilkan perubahan pada pengetahuan dan keterampilan peserta serta menyediakan perangkat dan SOP yang dapat digunakan dalam pengelolaan pemeliharaan ayam broiler. Potensi keberlanjutan program bergantung pada konsistensi kelompok dalam menggunakan perangkat, menjalankan SOP, dan melakukan pencatatan pada periode pemeliharaan berikutnya. Program pemberdayaan tidak hanya berorientasi pada penyediaan teknologi dan produk, tetapi juga menekankan transfer pengetahuan, pelatihan, demonstrasi, dan pendampingan untuk meningkatkan kapasitas serta kemandirian kelompok mitra. Pendekatan tersebut relevan dengan kegiatan pengabdian yang dilakukan oleh Hana dkk. (2021), yang

menerapkan pelatihan strategi pemasaran online sebagai bentuk penguatan kapasitas pelaku UMKM. Meskipun memiliki bidang usaha dan fokus pelatihan yang berbeda, kedua kegiatan tersebut sama-sama menempatkan peningkatan kapasitas pelaku usaha sebagai bagian penting dari proses pemberdayaan. Dalam konteks peternakan ayam broiler, pendekatan ini diwujudkan melalui pendampingan penggunaan teknologi smart biosecurity, penerapan prosedur operasional biosekuriti, dan standardisasi pemberian probiotik bakteri asam laktat secara berkelanjutan.

Keberlanjutan program sangat bergantung pada kemampuan kelompok peternak untuk mempertahankan SOP, menggunakan perangkat secara konsisten, melakukan pencatatan, serta mengevaluasi hasil setiap periode pemeliharaan. Sistem yang telah diterapkan dapat dikembangkan lebih lanjut melalui integrasi sensor lingkungan, pencatatan digital, pemantauan kesehatan ternak, dan pengambilan keputusan berbasis data. Pengembangan tersebut sejalan dengan arah smart poultry farming yang memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan ketepatan dan efisiensi pengelolaan produksi (Banjoko *et al*., 2025; Nalendra & Waspada, 2025).

Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini menghasilkan model pemberdayaan yang mengintegrasikan biosekuriti preventif, teknologi sederhana, standardisasi probiotik BAL, dan peningkatan kapasitas manajerial peternak. Model tersebut berpotensi direplikasi pada kelompok peternak broiler lainnya dengan menyesuaikan teknologi, SOP, jenis probiotik, dan karakteristik lingkungan setempat. Pendekatan ini sekaligus memperkuat posisi peternak rakyat dalam menghadapi tuntutan peningkatan efisiensi, kesehatan ternak, keamanan produksi, dan daya saing usaha ayam broiler.

7. Keterbatasan Program

Kegiatan ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, evaluasi dilakukan pada satu kelompok mitra sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan pada seluruh peternakan ayam broiler skala rakyat. Kedua, evaluasi dampak produksi dan ekonomi belum dilakukan dalam beberapa siklus pemeliharaan sehingga perubahan FCR, deplesi, Indeks Performa, dan efisiensi ekonomi belum dapat dipastikan sebagai dampak jangka panjang program. Ketiga, keberlanjutan penggunaan sensor, SOP biosekuriti, dan standardisasi probiotik belum dievaluasi melalui periode pemeliharaan yang lebih panjang. Oleh karena itu, monitoring lanjutan diperlukan untuk menilai konsistensi penerapan dan dampak program terhadap produktivitas serta efisiensi usaha.

Kesimpulan

Program pemberdayaan Kabol Joyo Farm melalui implementasi *smart biosecurity* dan standardisasi probiotik bakteri asam laktat (BAL) menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan peternak pada aspek pengelolaan teknologi dan manajemen usaha. Berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test*, pengetahuan mengenai *smart biosecurity* meningkat dari 67% menjadi 80% atau sebesar 13 poin *persentase*, pengetahuan mengenai probiotik meningkat dari 75% menjadi 85% atau sebesar 10 poin *persentase*, sedangkan pengetahuan mengenai pencatatan produksi meningkat dari 78% menjadi 86% atau sebesar 8 poin *persentase*. Secara keseluruhan, rata-rata skor pengetahuan peternak meningkat dari 73,3% pada *pre-test* menjadi 83,6% pada *post-test*, dengan peningkatan sebesar 10,3 poin *persentase*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kegiatan edukasi dan pendampingan memberikan perubahan positif terhadap pengetahuan peternak mengenai smart biosecurity, penggunaan probiotik BAL, dan pencatatan produksi. Namun, berdasarkan data yang tersedia, hasil ini terutama menunjukkan perubahan pada aspek pengetahuan dan belum dapat digunakan untuk menyimpulkan dampak jangka panjang terhadap produktivitas, efisiensi ekonomi, maupun keberlanjutan penerapan program. Monitoring pada periode pemeliharaan berikutnya diperlukan untuk mengevaluasi konsistensi penerapan dan dampak program secara lebih lanjut.

Saran

Keberlanjutan program perlu diarahkan pada penerapan *smart biosecurity* secara konsisten pada setiap periode pemeliharaan serta monitoring terhadap kepatuhan peternak terhadap standar operasional yang telah ditetapkan. Penggunaan probiotik bakteri asam laktat juga perlu dipertahankan melalui penerapan dosis dan prosedur yang seragam serta pencatatan penggunaannya pada setiap periode pemeliharaan. Pada tahap selanjutnya, sistem dapat dikembangkan dengan penambahan pencatatan digital terhadap parameter kesehatan dan produksi, seperti mortalitas, konsumsi pakan, bobot badan, *feed conversion ratio* (FCR), dan penggunaan probiotik, sehingga efektivitas intervensi dapat dievaluasi secara kuantitatif. Program pengabdian berikutnya juga disarankan untuk memperluas implementasi pada lebih banyak kelompok peternak dan periode pemeliharaan agar diperoleh data yang lebih kuat mengenai dampak penerapan *smart biosecurity* dan standardisasi probiotik terhadap produktivitas, efisiensi ekonomi, serta keberlanjutan usaha peternakan ayam broiler.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih dan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM), Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemdiktisaintek) atas dukungan pendanaan dan fasilitasi yang diberikan melalui Program Pemberdayaan Masyarakat tahun 2026. Dukungan tersebut menjadi bagian penting dalam terlaksananya kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan judul "Pemberdayaan Kelompok Peternak Ayam Broiler melalui Implementasi *Smart Biosecurity* dan Standardisasi Probiotik Bakteri Asam Laktat."

DAFTAR PUSTAKA

Anggriawan, Candra, D. A., Kumalasari, D. A., & Hanna. (2025). Performa Produksi Dan Kelayakan Usaha Peternakan Ayam Pedaging Yang Ditambahkan Probiotik Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Ilmiah Fillia Cendekia*, *10*(2), 75-81.

Anggriawan, R., & Candra, D. A. (2025). Pengaruh Pemberian Probiotik Em4 Terhadap Pertumbuhan Berat Badan Dan Fcr Ayam Broiler. *Jurnal Agriovet*, *8*(1), 18-30.

Anggriawan, R., Candra, D. A., Lestari, N. A., Amam, A., Prastiya, R. A., & Akmal, Y. (2026). Ideal Protein Concept in broiler chicken nutrition: Advances in essential amino acid profiling, modeling approaches, and sustainable feed formulation: Ideal Protein Concept in broiler chicken nutrition. *Letters In Animal Biology*, *6*(1), 67-75.

Anggriawan, R., Lokapirnasari, W. P., Hidanah, S., Al Arif, M. A., & Candra, D. A. (2024). The role of probiotics as alternatives to antibiotic growth promoters in enhancing poultry performance. *Journal of Animal Health and Production*, *12*(4), 610-620. http://dx.doi.org/10.17582/journal.jahp/2024/12..4.610.620

Anggriawan, R., Lokapirnasari, W. P., Hidanah, S., Al Arif, M. A., and Candra, D. A. (2024b). Residue detection of tylosin antibiotics and enrofloxacin in broiler chickens. Adv. Anim. Vet. Sci. 12:2195-2204. https://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2024/12.11.2195.2204

Anggriawan, R., Lokapirnasari, W. P., Hidanah, S., Al-Arif, M. A., & Candra, D. A. (2024a). Performance of broiler chickens in open house cages with additional probiotic nutrition. *Advances in Animal and Veterinary Sciences, 12*(9), 1630–1639. https://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2024/12.9.1630.1639

Anggriawan, R., Lokapirnasari, W. P., Hidanah, S., Al-Arif, M. A., & Candra, D. A. (2024). Performance of broiler chickens in open house cages with additional probiotic nutrition. *Adv. Anim. Vet. Sci*, *12*(9), 1630-1639.Azarpajouh, S., Weimer, S. L., Calderón Díaz, J. A., & Taheri, H. (2022). Smart farming: A review of animal-based measuring technologies for broiler welfare assessment. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 2022, Article 033. https://doi.org/10.1079/cabireviews202217033

Banjoko, I. K., Shuaib, O. M., & Raji, A. K. (2025). Smart sensors and AI-based precision livestock management: a case study on broiler and noiler poultry farming. *International Journal of Bioscience and Agrological Research*.

Candra, D. A., & Anggriawan, R. (2024). Analisa bisnis peternakan ayam pedaging dengan sistem kandang tertutup pada “CV. Anugerah” di Kabupaten Kediri. *Jurnal Agriovet*, *6*(2), 21-30.

Candra, D. A., Anggriawan, R., Hana, C., & Fajri, M. L. N. (2026). Phytogenic–probiotic supplementation enhances growth and economic efficiency in commercial closed-house broiler production systems: Phytogenic–probiotic supplementation in broiler chicken. *Letters In Animal Biology*, *6*(2), 79-88.

Chotiah, S., & Damayanti, R. (2018). Characterization of lactic acid bacteria as probiotic candidate to overcome the salmonellosis in broiler. *Buletin Plasma Nutfah*, *24*(2), 89-96.

Fathurohman, M. A. A., Sumitra, I. D., & Daud, A. R. (2023, December). Integration of wireless sensor network and IoT for enhanced broiler closed-house monitoring: A case study at broiler teaching farm. In *2023 9th International Conference on Signal Processing and Intelligent Systems (ICSPIS)* (pp. 1-8). IEEE.

Hana, C., Kumalasari, D. A., & Anggriawan, R. (2021). Pelatihan Strategi Pemasaran Online bagi UMKM Bawang Goreng di Kecamatan Grogol. Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat, 2(1), 35–41.

Harisah, F. N., Mulyati, S., & Siregar, H. (2025). Pengaruh Struktur Modal Dan Biaya Produksi Terhadap Profitabilitas Usaha Peternakan Ayam Broiler: Studi Kasus Farm Broiler Batam. *Measurement Jurnal Akuntansi*, *19*(2), 281-290.

Kamaruddin, S. F., Leunupun, E. G., & Kriswantini, D. (2023). Penyusunan Laporan Keuangan Berdasarkan SAK EMKM Pada Usaha Peternakan Ayam Broiler Di Desa Wakarleli. *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, *10*(10), 4841-4846.

Kamau, C. N., Majiwa, E. B., Otieno, G. O., & Kabuage, L. W. (2024). A double-hurdle model estimation of adoption and intensity of use of poultry production technologies in Machakos County, Kenya. *Cogent Food & Agriculture*, *10*(1), 2338435.

Karmelia, A., Rahma, A., Sinaga, H. Z., & Ramadhani, A. N. (2024). Optimizing broiler chicken farm production using Internet of Things smart farm to reduce food loss and waste. *Manager: Jurnal Ilmu Manajemen*, *7*(3), 1-15.

Nalendra, A. K., & Waspada, H. P. (2025). Smart poultry farming: A mobile-based IoT system for real-time broiler monitoring and management. *International Journal of Electronics and Communications Systems*, *5*(1), 81-91.

Olejnik, K., Popiela, E., & Opaliński, S. (2022). Emerging precision management methods in poultry sector. *Agriculture*, *12*(5), 718.

Preethi, C., Haripriya, K., Hammed, S. S., Pavalarajan, S., Srinithi, R., & Dharshini, R. (2025, August). Smart Poultry Farming: IoT-based Automation for Temperature, Humidity, and Water Regulation. In *2025 3rd International Conference on Sustainable Computing and Smart Systems (ICSCSS)* (pp. 837-843). IEEE.

Silmi, M. G., Anggriawan, R., & Candra, D. A. (2025). PENGARUH PEMBERIAN PROBIOTIK EM4 TERHADAP PERTUMBUHAN BERAT BADAN DAN FCR AYAM BROILER. Jurnal Agriovet, 8(1), 18-30.Tilli, G., Laconi, A., Galuppo, F., Grilli, G., Żbikowski, A., Amalraj, A., & Piccirillo, A. (2024). Supporting measures to improve biosecurity within Italian Poultry Production. *Animals*, *14*(12), 1734.

Xaba, M., Nontu, Y., & Jiba, P. (2026). ICT adoption in smallholder poultry farming: a systematic review of benefits, barriers, and gender disparities across Sub-Saharan Africa. *Sustainability*, *18*(4), 1788.