

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sektor peternakan merupakan salah satu pilar penting dalam pembangunan ekonomi pedesaan dan ketahanan pangan nasional. Secara global, subsektor peternakan berkontribusi terhadap lebih dari 40% Produk Domestik Bruto (PDB) sektor pertanian dan menjadi sumber pendapatan utama bagi sekitar 1,3 miliar penduduk dunia (FAO, 2022). Selain menyediakan protein hewani, peternakan juga berperan dalam penciptaan lapangan kerja, stabilisasi ekonomi rumah tangga, serta mendukung sistem pertanian terpadu yang berkelanjutan. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, integrasi antara pertanian dan peternakan dinilai mampu meningkatkan efisiensi sumber daya melalui pemanfaatan limbah biomassa dan penguatan ekonomi sirkular (Smith *et al.*, 2023).

Di Indonesia, subsektor peternakan memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan nasional dan peningkatan kesejahteraan masyarakat desa. Data Kementerian Pertanian (2024) menunjukkan bahwa populasi sapi potong nasional mencapai lebih dari 18 juta ekor, dengan sebagian besar dipelihara oleh peternak skala kecil berbasis rumah tangga. Namun, sistem peternakan rakyat masih didominasi pola tradisional dengan produktivitas rendah, manajemen pakan yang belum terstandar, serta keterbatasan akses teknologi dan layanan kesehatan hewan (Yusuf *et al.*, 2022). Tantangan lain yang dihadapi adalah rendahnya hilirisasi produk ternak serta belum optimalnya pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan alternatif dan pupuk organik (Prasetyo *et al.*, 2021).

Kabupaten Maros sebagai salah satu wilayah agraris di Sulawesi Selatan memiliki potensi besar dalam pengembangan peternakan berbasis sumber daya lokal. Salah satu desa yang memiliki karakteristik tersebut adalah Desa Pattiro Deceng, Kecamatan Camba. Berdasarkan Profil Desa Pattiro Deceng Tahun 2025, desa ini memiliki luas wilayah 1.480,70 ha dengan komposisi lahan didominasi oleh kawasan hutan rakyat dan adat (39,35%), perkebunan rakyat (24,31%), sawah (18,84%), serta ladang kering (11,62%). Kondisi geografis pada ketinggian  $\pm 300$  mdpl, curah hujan tahunan  $\pm 2.000$  mm, suhu rata-rata 28°C, dan kelembapan 81% menunjukkan bahwa desa ini memiliki prasyarat agroklimat yang ideal untuk pengembangan peternakan ruminansia.

Dari aspek demografi, jumlah penduduk Desa Pattiro Deceng mencapai 2.049 jiwa dalam 666 kepala keluarga. Sebanyak 56,6% berada pada usia produktif (15–64 tahun), yang menunjukkan potensi tenaga kerja yang besar untuk pengembangan sektor ekonomi desa. Namun, meskipun 324 orang (15,8%) bekerja sebagai petani, hanya 4 orang (0,2%) yang tercatat sebagai peternak utama. Padahal, berdasarkan hasil wawancara dengan pemerintah

desa dan masyarakat, terdapat 430 ekor sapi yang dipelihara oleh 109 kepala keluarga (16,4%) serta 270 ekor kambing oleh 10 orang. Data ini menunjukkan bahwa peternakan telah menjadi aktivitas pendukung, tetapi belum dikelola sebagai usaha utama yang produktif dan terstruktur.

Permasalahan utama yang teridentifikasi adalah masih dominannya sistem pemeliharaan tradisional. Pakan ternak bergantung pada hijauan alami tanpa formulasi nutrisi yang terukur, kandang ternak dibangun di bawah rumah sehingga berisiko meningkatkan paparan amonia, serta belum adanya pencatatan usaha ternak yang sistematis. Selain itu, limbah pertanian berupa jerami dan biomassa lainnya belum dimanfaatkan secara optimal sebagai pakan fermentasi atau pupuk organik. Studi terbaru menunjukkan bahwa pengolahan limbah pertanian menjadi pakan fermentasi mampu meningkatkan efisiensi pakan hingga 20–30% dan menekan biaya produksi (Rahman *et al.*, 2023).

Keterbatasan literasi kesehatan hewan juga menjadi faktor risiko. Minimnya akses vaksinasi menyebabkan tingginya kejadian Penyakit Mulut dan Kuku (PMK), yang dilaporkan menyerang sekitar 100 ekor sapi (23% dari populasi). Wabah PMK secara nasional terbukti berdampak signifikan terhadap produktivitas dan stabilitas ekonomi peternak kecil (Wibowo *et al.*, 2022). Tanpa sistem biosekuriti dan monitoring kesehatan ternak yang memadai, risiko kerugian ekonomi akan terus berulang.

Kondisi ini menunjukkan adanya kontras yang tajam antara potensi sumber daya dan realita pengelolaan. Desa Pattiro Deceng memiliki lahan luas, limbah pertanian melimpah, tenaga kerja usia produktif dominan, serta minat masyarakat untuk berpartisipasi. Namun, belum adanya pendekatan berbasis teknologi dan manajemen modern menyebabkan potensi tersebut belum termanfaatkan optimal. Pendekatan smart farming berbasis Internet of Things (IoT) dalam pemantauan kesehatan ternak dan manajemen pakan terbukti meningkatkan efisiensi produksi dan menurunkan angka kematian ternak di beberapa wilayah pedesaan Indonesia (Santoso *et al.*, 2024).

Urgensi intervensi ini juga sejalan dengan arah pembangunan nasional dalam Asta Cita poin ke-3 (Membangun Ekonomi Kerakyatan) dan ke-6 (Meningkatkan Daya Saing Berbasis Inovasi), serta mendukung pencapaian SDGs terutama SDG 1 (Tanpa Kemiskinan), SDG 2 (Tanpa Kelaparan), dan SDG 9 (Inovasi dan Infrastruktur). Penguatan sistem peternakan terpadu berbasis desa tidak hanya meningkatkan pendapatan rumah tangga, tetapi juga memperkuat ketahanan pangan lokal dan keberlanjutan lingkungan (OECD, 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, Desa Pattiro Deceng memiliki kelayakan tinggi untuk dikembangkan sebagai model industri peternakan desa berbasis integrasi pertanian–peternakan dan teknologi digital. Oleh karena itu, diperlukan program atau penelitian yang berfokus pada peningkatan

kapasitas masyarakat, optimalisasi pemanfaatan limbah pertanian, perbaikan manajemen kandang dan kesehatan ternak, serta penerapan sistem monitoring berbasis teknologi. Intervensi yang komprehensif dan terstruktur diharapkan mampu mentransformasi sistem peternakan tradisional menjadi usaha produktif, berkelanjutan, dan berdaya saing di tingkat kabupaten maupun provinsi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan pada sistem peternakan rakyat di Desa Pattiro Deceng, khususnya terkait rendahnya penerapan prinsip keselamatan dan kesehatan kerja (K3), maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana peningkatan pemahaman peternak mengenai pencegahan penyakit ternak dan biosekuriti sebagai bagian dari pengendalian risiko biologis di lingkungan peternakan?
2. Bagaimana penerapan manajemen kandang berbasis keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dalam mengurangi risiko paparan gas amonia serta memperbaiki kualitas lingkungan kerja peternakan?
3. Bagaimana penerapan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam mendukung penguatan manajemen risiko kesehatan dan lingkungan peternakan rakyat?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Menganalisis implementasi program pemberdayaan peternakan berbasis smart farming dalam meningkatkan penerapan prinsip keselamatan dan kesehatan kerja (K3) melalui pengendalian risiko biologis, kimia, dan lingkungan pada sistem peternakan rakyat di Desa Pattiro Deceng.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1. Menganalisis peningkatan pemahaman peternak mengenai pencegahan penyakit ternak dan biosekuriti sebagai bentuk pengendalian risiko biologis.
2. Menganalisis penerapan manajemen kandang berbasis K3 dalam mengurangi risiko paparan gas amonia dan memperbaiki kondisi lingkungan kerja peternakan.
3. Menganalisis penerapan sistem monitoring berbasis IoT dalam mendukung manajemen risiko kesehatan dan lingkungan peternakan rakyat.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Manfaat Teoritis**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu kesehatan masyarakat dan ilmu peternakan, khususnya dalam kajian manajemen risiko kesehatan di sektor

peternakan rakyat melalui pendekatan preventif, manajemen kandang berbasis K3, serta integrasi konsep One Health dan smart farming. Selain itu, penelitian ini memperkaya literatur mengenai implementasi teknologi Internet of Things (IoT), pengelolaan limbah berbasis ekonomi sirkular, dan pemberdayaan masyarakat dalam sistem peternakan desa.

#### **1.4.2 Manfaat bagi Pemerintah Desa**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dan referensi bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin serta pemangku kepentingan terkait dalam pengembangan program pemberdayaan masyarakat berbasis kesehatan dan keselamatan kerja di sektor peternakan.

#### **1.4.3 Manfaat Praktis**

Bagi masyarakat dan peternak Desa Pattiro Deceng, penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan pembelajaran mengenai pentingnya penerapan sanitasi kandang, keselamatan kerja, serta pemanfaatan teknologi dalam mendukung kesehatan ternak, kesehatan manusia, dan peningkatan kesejahteraan peternak.

### **1.5 Kajian Teori**

#### **1.5.1 Konsep Peternakan Rakyat dan Transformasi *Smart Farming***

Peternakan rakyat merupakan sistem usaha ternak skala kecil yang dikelola oleh rumah tangga dengan kepemilikan ternak terbatas, modal relatif rendah, serta penggunaan teknologi yang masih sederhana. Dalam sistem ini, ternak tidak hanya berfungsi sebagai sumber pendapatan, tetapi juga sebagai aset ekonomi keluarga, tabungan jangka panjang, serta bagian dari struktur sosial masyarakat pedesaan (FAO, 2021). Di Indonesia, sebagian besar populasi sapi potong dan kambing dikelola dalam sistem peternakan rakyat, sehingga sektor ini memiliki peran strategis dalam penyediaan protein hewani nasional (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2023).

Ciri utama peternakan rakyat adalah manajemen pemeliharaan yang masih tradisional. Pemberian pakan umumnya berasal dari hijauan alami tanpa formulasi nutrisi terstandar, sanitasi kandang belum sepenuhnya memenuhi prinsip biosekuriti, serta pencatatan kesehatan dan produktivitas ternak belum dilakukan secara sistematis. Pengambilan keputusan usaha lebih banyak didasarkan pada pengalaman turun-temurun dibandingkan analisis berbasis data (Rahman *et al.*, 2021). Meskipun sistem ini memiliki fleksibilitas tinggi dan mampu beradaptasi dengan kondisi lokal, produktivitas ternak sering kali belum optimal.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa peternakan rakyat menghadapi tantangan berupa rendahnya efisiensi konversi pakan, fluktuasi ketersediaan hijauan akibat musim, keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan hewan, serta lemahnya pencatatan usaha ternak (Setiawan *et al.*, 2022). Selain itu, perubahan iklim yang ditandai dengan peningkatan suhu lingkungan juga berkontribusi terhadap stres panas pada ternak ruminansia, yang dapat menurunkan konsumsi pakan dan performa pertumbuhan (Thornton *et al.*, 2022). Kondisi kandang dengan ventilasi kurang baik dan kelembapan tinggi turut meningkatkan risiko gangguan kesehatan, baik pada ternak maupun peternak.

Dalam menghadapi tantangan tersebut, transformasi menuju *smart farming* menjadi pendekatan yang semakin relevan. *Smart farming* merupakan sistem pengelolaan pertanian dan peternakan berbasis teknologi digital yang memanfaatkan Internet of Things (IoT), sensor lingkungan, *cloud computing*, dan analitik data untuk meningkatkan efisiensi produksi serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data (Zhang *et al.*, 2021).

Melalui penerapan sensor dan sistem digital, kondisi kandang seperti suhu dan kelembapan dapat dipantau secara real-time. Selain itu, kualitas pakan fermentasi seperti silase dapat dikontrol melalui pengukuran pH yang terintegrasi dalam sistem monitoring. Data yang terkumpul disimpan dalam sistem berbasis cloud sehingga memudahkan pencatatan riwayat kesehatan, jadwal vaksinasi, dan performa ternak secara berkelanjutan (Eastwood *et al.*, 2022).

Penelitian oleh Li *et al.* (2022) menunjukkan bahwa penggunaan sistem monitoring berbasis IoT pada peternakan ruminansia mampu meningkatkan efisiensi pakan hingga 15–20% serta membantu deteksi dini gangguan kesehatan ternak. Studi lain menyatakan bahwa digitalisasi dalam sistem peternakan meningkatkan akurasi pencatatan dan mempercepat pengambilan keputusan manajerial (Cabrera *et al.*, 2020). Dengan demikian, *smart farming* tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga memperkuat sistem manajemen usaha ternak secara keseluruhan.

Namun, transformasi menuju *smart farming* tidak dapat hanya berfokus pada teknologi semata. Aspek peningkatan kapasitas sumber daya manusia dan pendekatan partisipatif menjadi faktor penting dalam keberhasilan adopsi inovasi (Klerkx *et al.*, 2022). Peternak perlu dibekali dengan pemahaman teknis dan keterampilan penggunaan teknologi agar sistem yang diterapkan dapat berkelanjutan dan tidak menimbulkan ketergantungan eksternal.

Dalam konteks Desa Pattiro Deceng, sistem peternakan masih didominasi oleh pola tradisional dengan minimnya pencatatan kesehatan

ternak serta belum adanya monitoring lingkungan kandang secara terstruktur. Padahal, desa ini memiliki potensi besar berupa ketersediaan lahan, limbah pertanian yang melimpah, serta populasi ternak yang signifikan. Oleh karena itu, integrasi smart farming melalui pemanfaatan sensor IoT, pencatatan digital berbasis cloud, serta penguatan kelembagaan kelompok ternak menjadi solusi transformasional yang relevan dan kontekstual.

Dengan demikian, konsep transformasi peternakan rakyat menuju smart farming merupakan upaya sistemik yang menggabungkan inovasi teknologi, peningkatan kapasitas masyarakat, dan prinsip keberlanjutan. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan produktivitas, menekan risiko penyakit, serta memperkuat kesejahteraan ekonomi peternak secara berkelanjutan.

### **1.5.2 Internet of Things (IoT) dalam Monitoring Kesehatan dan Lingkungan Ternak**

*Internet of Things* (IoT) merupakan konsep sistem perangkat yang saling terhubung melalui jaringan internet dan mampu mengumpulkan, mengirimkan, serta memproses data secara otomatis dan berkelanjutan. Dalam sektor peternakan, IoT menjadi bagian penting dari pendekatan *precision livestock farming*, karena memungkinkan pemantauan kondisi ternak dan lingkungan kandang secara real-time tanpa bergantung sepenuhnya pada observasi manual (Wolfert *et al.*, 2017).

Secara umum, sistem IoT dalam peternakan terdiri atas tiga komponen utama, yaitu sensor (perangkat pengumpul data), jaringan komunikasi (Wi-Fi, GSM, LoRa, atau Bluetooth), dan platform penyimpanan berbasis *cloud* yang berfungsi untuk menyimpan serta menganalisis data (Zhang *et al.*, 2021). Data yang dikumpulkan dapat berupa suhu dan kelembapan kandang, kadar gas amonia (NH<sub>3</sub>), kadar karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), aktivitas ternak, suhu tubuh, hingga kualitas pakan fermentasi seperti silase dan kompos.

Dalam sistem peternakan ruminansia, suhu dan kelembapan kandang merupakan dua parameter lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap performa ternak. Sapi potong dan sapi perah memiliki zona kenyamanan termal tertentu, dan paparan suhu tinggi dalam waktu lama dapat menyebabkan stres panas (*heat stress*), penurunan konsumsi pakan, gangguan metabolisme, serta penurunan produktivitas (Polsky & Keyserlingk, 2021). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa suhu kandang ideal untuk sapi tropis berkisar antara 28–34°C dengan kelembapan relatif 60–80%. Deviasi dari rentang tersebut dapat meningkatkan risiko gangguan respirasi dan menurunkan pertambahan bobot badan harian (Nasirahmadi *et al.*, 2023).

Penggunaan sensor suhu dan kelembapan berbasis IoT memungkinkan peternak untuk memantau kondisi kandang secara kontinu. Jika terjadi peningkatan suhu ekstrem atau kelembapan berlebih, sistem dapat memberikan notifikasi dini sehingga tindakan korektif seperti perbaikan ventilasi atau penyiraman lantai kandang dapat segera dilakukan. Penelitian oleh Kamilaris *et al.* (2020) menunjukkan bahwa pemantauan lingkungan berbasis sensor mampu mengurangi dampak stres panas dan meningkatkan efisiensi produksi pada peternakan intensif. Studi lanjutan oleh Li *et al.* (2022) juga menyatakan bahwa sistem monitoring berbasis IoT meningkatkan responsivitas manajemen kandang dan menurunkan angka morbiditas ternak.

Selain suhu dan kelembapan, kadar gas amonia di dalam kandang menjadi indikator penting dalam menilai kualitas udara. Amonia dihasilkan dari dekomposisi urin dan feses ternak. Paparan amonia dalam konsentrasi tinggi (>25 ppm) dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan, menurunkan daya tahan tubuh ternak, serta berdampak pada kesehatan peternak (NIOSH, 2020). Sensor gas berbasis IoT memungkinkan deteksi dini peningkatan kadar amonia sehingga sistem sanitasi kandang dapat diperbaiki sebelum menimbulkan dampak kesehatan yang serius.

Dalam aspek nutrisi, IoT juga berperan dalam monitoring kualitas pakan fermentasi seperti silase. Proses fermentasi silase yang optimal ditandai dengan pH berkisar antara 3,8–4,2. Nilai pH di luar rentang tersebut dapat mengindikasikan fermentasi yang tidak sempurna dan berpotensi memicu pertumbuhan mikroorganisme patogen (McDonald *et al.*, 2021). Dengan menggunakan sensor pH yang terintegrasi ke dalam sistem digital, kualitas silase dapat dipantau secara berkala tanpa harus melakukan uji laboratorium berulang. Hal ini meningkatkan efisiensi sekaligus menjaga keamanan pakan ternak.

Pemanfaatan *cloud computing* dalam sistem IoT memungkinkan seluruh data yang dikumpulkan disimpan secara terpusat dan dapat diakses kapan saja melalui perangkat digital. Penyimpanan data historis ini mendukung evaluasi jangka panjang, analisis tren produksi, serta pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based farming*) (Eastwood *et al.*, 2022). Digitalisasi pencatatan juga meningkatkan akurasi data kesehatan, jadwal vaksinasi, dan pertumbuhan ternak, yang sebelumnya sering kali tidak terdokumentasi dengan baik dalam sistem peternakan tradisional (Setiawan *et al.*, 2022).

Secara ekonomi, penerapan IoT dalam peternakan terbukti memberikan dampak positif terhadap efisiensi usaha. Cabrera *et al.* (2020) menjelaskan bahwa sistem manajemen berbasis data mampu meningkatkan efisiensi biaya produksi dan memperbaiki perencanaan

usaha ternak. Selain itu, integrasi IoT dalam sistem peternakan berkontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan melalui optimalisasi penggunaan pakan dan pengurangan limbah (Gerber et al., 2021).

Dalam konteks Desa Pattiro Deceng, penerapan IoT melalui program DATAU, SITINAJA, dan SIPATTA dirancang untuk memantau suhu dan kelembapan kandang, kualitas fermentasi silase dan kompos, serta pencatatan kesehatan ternak berbasis cloud. Implementasi ini sejalan dengan konsep precision livestock farming yang menekankan efisiensi, kesejahteraan hewan, dan keberlanjutan sistem produksi. Dengan adanya sistem monitoring berbasis IoT, proses pengambilan keputusan tidak lagi sepenuhnya bergantung pada intuisi, melainkan didukung oleh data yang terukur dan terdokumentasi.

Dengan demikian, Internet of Things dalam monitoring kesehatan dan lingkungan ternak bukan hanya inovasi teknis, tetapi merupakan instrumen penting dalam transformasi peternakan rakyat menuju sistem yang lebih adaptif, efisien, dan berbasis data.

### **1.5.3 Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) dan Biosekuriti dalam Peternakan Rakyat**

Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) merupakan salah satu penyakit hewan menular strategis yang disebabkan oleh virus dari genus *Aphthovirus* (famili *Picornaviridae*) dan menyerang hewan berkuku belah seperti sapi, kambing, domba, dan kerbau. PMK bersifat sangat menular (*highly contagious*) dan dapat menyebar melalui kontak langsung antarhewan, udara, pakan, peralatan, serta lalu lintas manusia dan kendaraan yang terkontaminasi (WOAH, 2023).

Secara klinis, PMK ditandai dengan munculnya lepuh (vesikel) pada mulut, lidah, gusi, dan celah kuku, disertai demam, hipersalivasi, dan penurunan nafsu makan. Pada sapi potong, infeksi PMK menyebabkan penurunan bobot badan yang signifikan akibat gangguan konsumsi pakan. Pada sapi perah, produksi susu dapat menurun secara drastis, bahkan hingga 50% dalam fase akut (Knight-Jones & Rushton, 2021). Meskipun tingkat mortalitas pada hewan dewasa relatif rendah, dampak ekonomi yang ditimbulkan sangat besar akibat penurunan produktivitas, pembatasan lalu lintas ternak, dan biaya pengendalian penyakit.

Wabah PMK yang kembali terjadi di Indonesia sejak tahun 2022 memberikan dampak luas terhadap sistem peternakan rakyat. Banyak peternak skala kecil mengalami kerugian akibat keterbatasan akses vaksin, minimnya literasi kesehatan hewan, serta lemahnya sistem biosekuriti kandang (Direktorat Jenderal PKH, 2023). Dalam sistem peternakan tradisional, kandang sering kali dibangun dekat atau bahkan menyatu dengan rumah tinggal, sehingga meningkatkan risiko penularan dan paparan biologis.

Penelitian menunjukkan bahwa pengendalian PMK memerlukan pendekatan terpadu yang meliputi vaksinasi massal, pembatasan mobilitas ternak, disinfeksi kandang secara rutin, serta peningkatan kesadaran peternak terhadap praktik biosekuriti (FAO, 2022). Knight-Jones dan Rushton (2021) menyatakan bahwa cakupan vaksinasi minimal 80% dari populasi ternak sangat penting untuk membentuk kekebalan kelompok (*herd immunity*) dan menekan penyebaran virus secara signifikan.

Biosekuriti dalam peternakan merujuk pada serangkaian tindakan pencegahan untuk mengurangi risiko masuk dan menyebarnya agen penyakit di dalam suatu sistem produksi ternak. Prinsip biosekuriti meliputi kontrol lalu lintas hewan dan manusia, sanitasi kandang, penggunaan alat pelindung diri (APD), disinfeksi peralatan, serta isolasi hewan sakit (Laanen *et al.*, 2020). Pada peternakan rakyat, penerapan biosekuriti sering kali masih rendah akibat keterbatasan pengetahuan dan fasilitas.

Sanitasi kandang yang tidak optimal dapat meningkatkan paparan virus dan bakteri patogen. Kelembapan tinggi, ventilasi buruk, dan akumulasi limbah organik menciptakan lingkungan yang mendukung kelangsungan hidup mikroorganisme (Polsky & von Keyserlingk, 2021). Oleh karena itu, manajemen kandang yang baik, termasuk pengaturan ventilasi dan kebersihan lantai kandang, menjadi bagian penting dalam upaya pencegahan penyakit.

Selain itu, perkembangan teknologi digital juga mulai dimanfaatkan dalam sistem pengendalian penyakit ternak. Pencatatan digital riwayat vaksinasi, pemantauan suhu tubuh ternak, serta sistem notifikasi dini berbasis IoT dapat membantu deteksi awal gejala penyakit (Eastwood *et al.*, 2022). Dengan sistem monitoring berbasis data, peternak dapat lebih cepat mengambil keputusan untuk melakukan isolasi atau konsultasi dengan tenaga medis veteriner.

Dalam konteks Desa Pattiro Deceng sebagaimana dijelaskan dalam dokumen Subproposals Program SATOA, tercatat sekitar 23% populasi sapi terdampak PMK pada awal tahun 2025. Kondisi ini menunjukkan adanya celah dalam sistem kesehatan ternak dan biosekuriti desa. Oleh karena itu, program vaksinasi terstruktur, sterilisasi kandang, edukasi kesehatan ternak melalui SITINAJA, serta pencatatan digital melalui DATAU menjadi langkah preventif yang relevan dan berbasis kebutuhan lapangan.

Dengan demikian, pengendalian PMK dalam sistem peternakan rakyat tidak hanya memerlukan intervensi medis berupa vaksinasi, tetapi juga transformasi manajemen kandang, peningkatan literasi kesehatan hewan, serta pemanfaatan teknologi monitoring. Pendekatan terpadu ini diharapkan mampu meningkatkan ketahanan sistem peternakan desa

terhadap wabah penyakit dan memperkuat keberlanjutan usaha ternak secara jangka panjang.

#### **1.5.4 Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Pakan dan Kompos dalam Sistem Pertanian–Peternakan Terpadu**

Integrasi antara sektor pertanian dan peternakan merupakan pendekatan berkelanjutan yang semakin relevan dalam pembangunan ekonomi pedesaan. Sistem ini menekankan pemanfaatan limbah pertanian sebagai input dalam produksi ternak, serta pemanfaatan limbah ternak sebagai pupuk organik untuk lahan pertanian. Konsep tersebut dikenal sebagai sistem pertanian–peternakan terpadu (*integrated crop–livestock system*), yang bertujuan meningkatkan efisiensi sumber daya sekaligus mengurangi limbah (Herrero *et al.*, 2021).

Di wilayah pedesaan agraris, limbah pertanian seperti jerami padi, batang jagung, dedak, dan residu tanaman perkebunan tersedia dalam jumlah besar. Namun, tanpa pengolahan yang tepat, limbah tersebut sering kali tidak dimanfaatkan secara optimal dan bahkan berpotensi mencemari lingkungan melalui pembakaran terbuka atau pembusukan tidak terkendali (Zhang *et al.*, 2021). Padahal, secara nutrisi, limbah pertanian memiliki potensi sebagai bahan baku pakan ruminansia apabila diproses melalui metode fermentasi atau pengayaan nutrisi.

Salah satu metode pengolahan limbah pertanian yang banyak digunakan adalah fermentasi menjadi silase. Silase merupakan pakan awetan yang dihasilkan melalui proses fermentasi anaerob oleh bakteri asam laktat. Proses ini bertujuan mempertahankan kandungan nutrisi hijauan serta memperpanjang masa simpan pakan. Nilai pH silase yang ideal berkisar antara 3,8–4,2, yang menunjukkan fermentasi berlangsung optimal dan aman dari kontaminasi mikroorganisme patogen (McDonald *et al.*, 2021).

Penelitian oleh Kurniawan *et al.* (2020) menunjukkan bahwa fermentasi limbah pertanian seperti jerami padi dan limbah jagung dapat meningkatkan pencernaan bahan kering hingga 10–15% dibandingkan pemberian langsung tanpa pengolahan. Selain itu, penggunaan silase membantu menjaga stabilitas ketersediaan pakan sepanjang tahun, terutama pada musim kemarau ketika hijauan alami terbatas (Rahman *et al.*, 2021). Dengan demikian, pengolahan limbah menjadi silase berkontribusi terhadap ketahanan pakan dan efisiensi biaya produksi.

Selain sebagai pakan, limbah ternak seperti kotoran sapi dan kambing memiliki potensi besar untuk diolah menjadi pupuk kompos. Proses pengomposan merupakan dekomposisi bahan organik secara aerob oleh mikroorganisme, yang menghasilkan pupuk dengan kandungan unsur hara makro dan mikro yang bermanfaat bagi tanah. pH kompos yang ideal umumnya berada pada kisaran 6,5–8, yang menunjukkan proses

dekomposisi berjalan baik dan produk akhir aman untuk diaplikasikan pada lahan (Zhang *et al.*, 2021).

Penggunaan kompos dari limbah ternak terbukti meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah, serta meningkatkan kapasitas retensi air (Smith *et al.*, 2022). Selain itu, pemanfaatan limbah ternak sebagai kompos berkontribusi dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dari pembusukan terbuka dan menekan pencemaran lingkungan (Gerber *et al.*, 2021). Dalam konteks ekonomi sirkular, sistem ini menciptakan nilai tambah dari limbah yang sebelumnya dianggap tidak bernilai.

Perkembangan teknologi digital juga mulai diintegrasikan dalam proses pengolahan limbah. Penggunaan sensor pH dan suhu berbasis IoT memungkinkan pemantauan kualitas fermentasi silase maupun kompos secara lebih akurat dan berkelanjutan. Monitoring berbasis data ini membantu memastikan proses berlangsung dalam kondisi optimal serta meminimalkan kegagalan fermentasi (Li *et al.*, 2022). Dengan adanya sistem notifikasi dini, peternak dapat segera melakukan penyesuaian apabila terjadi penyimpangan parameter.

Dalam konteks Desa Pattiwo Deceng, desa ini menghasilkan limbah pertanian dalam jumlah besar setiap tahunnya, namun belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah tersebut berpotensi diolah menjadi silase melalui program SIPATTA, serta dikonversi menjadi kompos berbasis pemantauan sensor pH. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi usaha peternakan, tetapi juga memperkuat sistem pertanian terpadu berbasis desa.

Dengan demikian, pemanfaatan limbah pertanian dan peternakan dalam sistem terpadu memberikan tiga manfaat utama, yaitu: (1) meningkatkan efisiensi dan ketahanan pakan ternak, (2) menciptakan nilai tambah ekonomi melalui produksi pupuk organik, dan (3) mendukung keberlanjutan lingkungan melalui pengurangan limbah dan emisi. Integrasi teknologi monitoring berbasis IoT semakin memperkuat efektivitas sistem ini dalam konteks transformasi peternakan rakyat menuju sistem yang lebih modern dan berkelanjutan.

### **1.5.5 Manajemen Kandang dan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dalam Peternakan Rakyat**

Manajemen kandang merupakan salah satu aspek fundamental dalam sistem pemeliharaan ternak, karena secara langsung memengaruhi kesehatan, produktivitas, dan kesejahteraan hewan. Kandang tidak hanya berfungsi sebagai tempat berlindung, tetapi juga sebagai lingkungan mikro yang menentukan stabilitas suhu, kelembapan, kebersihan, dan kualitas udara. Dalam sistem peternakan rakyat, manajemen kandang sering kali

belum memenuhi standar sanitasi dan biosekuriti, sehingga berpotensi meningkatkan risiko penyakit pada ternak maupun gangguan kesehatan pada peternak (Laanen *et al.*, 2020).

Secara umum, kandang ternak ruminansia yang baik harus memiliki ventilasi memadai, pencahayaan cukup, sistem drainase lancar, serta kepadatan ternak yang tidak berlebihan. Ventilasi yang baik berfungsi menjaga sirkulasi udara dan mengurangi akumulasi gas berbahaya seperti amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Konsentrasi amonia yang tinggi dalam kandang dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan, penurunan daya tahan tubuh ternak, serta meningkatkan risiko infeksi sekunder (NIOSH, 2020). Pada manusia, paparan amonia secara terus-menerus dapat menimbulkan gangguan pernapasan dan iritasi mata.

Suhu dan kelembapan kandang juga menjadi faktor penting dalam menjaga kenyamanan ternak. Kondisi kandang yang terlalu panas dan lembap dapat memicu stres panas (*heat stress*), yang berdampak pada penurunan konsumsi pakan, gangguan metabolisme, dan penurunan penambahan bobot badan (Thornton *et al.*, 2022). Oleh karena itu, pengaturan ventilasi alami atau penggunaan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis sensor menjadi langkah preventif yang efektif dalam menjaga stabilitas lingkungan kandang.

Selain faktor fisik, kebersihan kandang merupakan aspek yang tidak kalah penting. Penumpukan kotoran dan sisa pakan yang tidak dibersihkan secara rutin dapat menjadi media berkembangnya bakteri dan virus patogen. Sanitasi kandang yang buruk meningkatkan risiko penyakit menular seperti PMK, mastitis, dan infeksi saluran pencernaan (FAO, 2022). Praktik desinfeksi berkala menggunakan bahan yang aman serta pengelolaan limbah ternak secara teratur menjadi bagian dari manajemen kandang yang berorientasi pada pencegahan penyakit.

Dalam konteks Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), peternakan termasuk dalam sektor dengan risiko biologis, kimia, dan fisik yang cukup tinggi. Peternak berisiko terpapar agen zoonosis, gas beracun, cedera akibat interaksi dengan hewan, serta gangguan muskuloskeletal akibat aktivitas angkat dan dorong beban (ILO, 2021). Oleh karena itu, penerapan prinsip K3 dalam peternakan rakyat menjadi penting untuk melindungi kesehatan pekerja sekaligus meningkatkan produktivitas kerja.

Prinsip dasar K3 dalam peternakan meliputi penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti sarung tangan, masker, dan sepatu boot; pengaturan tata letak kandang yang aman; serta pelatihan prosedur penanganan ternak yang benar (ILO, 2021). Edukasi mengenai risiko penyakit zoonosis dan cara pencegahannya juga menjadi bagian dari upaya perlindungan kesehatan peternak. Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kesadaran dan pelatihan K3 secara signifikan menurunkan angka

kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan pada sektor peternakan skala kecil (Garcia *et al.*, 2022).

Perkembangan teknologi digital turut mendukung manajemen kandang dan penerapan K3. Sistem monitoring berbasis IoT yang mampu mendeteksi suhu, kelembapan, dan kadar gas dalam kandang membantu menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan terkendali (Li *et al.*, 2022). Selain itu, pencatatan digital insiden kesehatan ternak dan riwayat sanitasi kandang memungkinkan evaluasi berkala untuk perbaikan sistem manajemen.

Dalam konteks Desa Pattiro Deceng, masih ditemukan praktik pembangunan kandang di bawah atau berdekatan dengan rumah tinggal, yang meningkatkan paparan biologis dan gas amonia bagi anggota keluarga. Minimnya penerapan prinsip K3 juga menunjukkan perlunya intervensi edukatif dan struktural. Oleh karena itu, pembenahan kandang berbasis prinsip sanitasi dan K3, serta pemanfaatan sensor pemantau suhu dan kelembapan kandang, menjadi bagian integral dalam transformasi sistem peternakan desa.

Dengan demikian, manajemen kandang yang baik dan penerapan prinsip K3 bukan hanya bertujuan menjaga kesehatan ternak, tetapi juga melindungi peternak sebagai pelaku utama usaha. Integrasi pendekatan teknis, edukatif, dan teknologi monitoring akan memperkuat sistem peternakan rakyat menuju sistem yang lebih aman, sehat, dan berkelanjutan.

#### **1.5.6 Pemberdayaan Masyarakat Berbasis Teknologi dan Penguatan Kelembagaan Kelompok Ternak**

Pemberdayaan masyarakat merupakan proses peningkatan kapasitas individu maupun kelompok agar mampu mengidentifikasi permasalahan, mengelola sumber daya, serta mengambil keputusan secara mandiri dan berkelanjutan. Dalam konteks pembangunan pedesaan, pemberdayaan tidak hanya berfokus pada peningkatan keterampilan teknis, tetapi juga pada penguatan aspek sosial, kelembagaan, dan akses terhadap teknologi (Chambers, 2020).

Pada sektor peternakan rakyat, pendekatan pemberdayaan menjadi sangat penting karena sebagian besar usaha ternak dikelola oleh rumah tangga dengan keterbatasan akses informasi, modal, dan teknologi. Tanpa adanya peningkatan kapasitas, inovasi teknologi seperti IoT atau sistem pencatatan digital berisiko tidak dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, transformasi peternakan menuju sistem yang lebih modern harus disertai dengan proses pendampingan, pelatihan, dan pembentukan kelembagaan lokal yang kuat (Klerkx *et al.*, 2022).

Model pemberdayaan partisipatif menekankan keterlibatan aktif masyarakat sejak tahap identifikasi masalah, perencanaan program,

hingga evaluasi hasil. Pendekatan ini bertujuan menumbuhkan rasa memiliki (*sense of ownership*) terhadap program yang dijalankan sehingga keberlanjutan lebih terjamin (Chambers, 2020). Penelitian menunjukkan bahwa program pengembangan peternakan berbasis partisipatif memiliki tingkat adopsi inovasi yang lebih tinggi dibandingkan pendekatan top-down (Davis *et al.*, 2021).

Salah satu bentuk konkret pemberdayaan dalam sektor peternakan adalah pembentukan dan penguatan kelompok ternak. Kelompok ternak berfungsi sebagai wadah pembelajaran bersama, pertukaran informasi, serta koordinasi kegiatan produksi dan pemasaran. Keberadaan kelompok juga mempermudah akses terhadap bantuan pemerintah, pelatihan teknis, dan kemitraan eksternal (FAO, 2021). Studi oleh Setiawan *et al.* (2022) menunjukkan bahwa peternak yang tergabung dalam kelompok memiliki tingkat adopsi teknologi dan manajemen usaha yang lebih baik dibandingkan peternak yang bekerja secara individual.

Penguatan kelembagaan kelompok ternak mencakup penyusunan struktur organisasi, pembagian peran dan tanggung jawab, pencatatan administrasi, serta perencanaan usaha bersama. Dalam konteks digitalisasi, kelompok ternak juga dapat berperan sebagai unit kolektif dalam penerapan teknologi monitoring berbasis IoT dan sistem pencatatan cloud. Dengan sistem kolektif, biaya investasi teknologi dapat ditekan dan proses pembelajaran menjadi lebih efektif melalui pendampingan bersama (Eastwood *et al.*, 2022).

Pemberdayaan berbasis teknologi juga berkaitan dengan peningkatan literasi digital masyarakat desa. Literasi digital mencakup kemampuan memahami, mengoperasikan, serta memanfaatkan teknologi informasi untuk mendukung aktivitas ekonomi (Klerkx *et al.*, 2022). Tanpa literasi yang memadai, teknologi canggih sekalipun tidak akan memberikan dampak signifikan. Oleh karena itu, pelatihan penggunaan aplikasi pencatatan ternak, interpretasi data sensor, dan pemanfaatan informasi produksi menjadi bagian penting dalam proses transformasi.

Dalam konteks keberlanjutan, pemberdayaan masyarakat yang berbasis kelompok dan teknologi mendukung terciptanya sistem ekonomi lokal yang lebih resilien. Integrasi teknologi dengan penguatan kelembagaan memungkinkan pengambilan keputusan berbasis data sekaligus memperkuat solidaritas sosial antarpeternak. Hal ini sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan yang menekankan keseimbangan antara aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan (Herrero *et al.*, 2021).

Dalam Desa Pattiro Deceng, sebagaimana dijelaskan dalam dokumen Subproposol Program SATOA, pembentukan kelompok "Satria Ternak" menjadi strategi utama dalam mendukung implementasi teknologi smart farming. Kelompok ini dirancang sebagai garda terdepan dalam

penyuluhan kesehatan ternak, pengelolaan pakan fermentasi, penerapan monitoring IoT, serta pencatatan usaha berbasis cloud. Melalui pendekatan partisipatif dan pelatihan berkelanjutan, kelompok tersebut diharapkan mampu menjadi agen perubahan yang menjaga keberlanjutan program setelah masa pendampingan selesai.

Dengan demikian, pemberdayaan masyarakat berbasis teknologi tidak hanya bertujuan meningkatkan keterampilan teknis peternak, tetapi juga membangun sistem kelembagaan yang mandiri, adaptif, dan berdaya saing. Integrasi antara penguatan kapasitas manusia, kelembagaan kelompok, dan inovasi teknologi menjadi fondasi penting dalam transformasi peternakan rakyat menuju sistem yang modern dan berkelanjutan.

### 1.6 Dasar Pemikiran Variabel

Program SATOA (Smart Agriculture Technology for Optimized Animal Farming) disusun berdasarkan kesenjangan antara potensi sumber daya Desa Pattiro Deceng dengan praktik pengelolaan peternakan yang masih bersifat tradisional. Secara teoritis, sistem peternakan rakyat memiliki fleksibilitas tinggi dan berbasis komunitas, namun sering kali terkendala pada aspek manajemen kesehatan ternak, efisiensi pakan, sanitasi kandang, serta pencatatan usaha. Hasil identifikasi lapangan menunjukkan adanya beberapa permasalahan utama, yaitu:

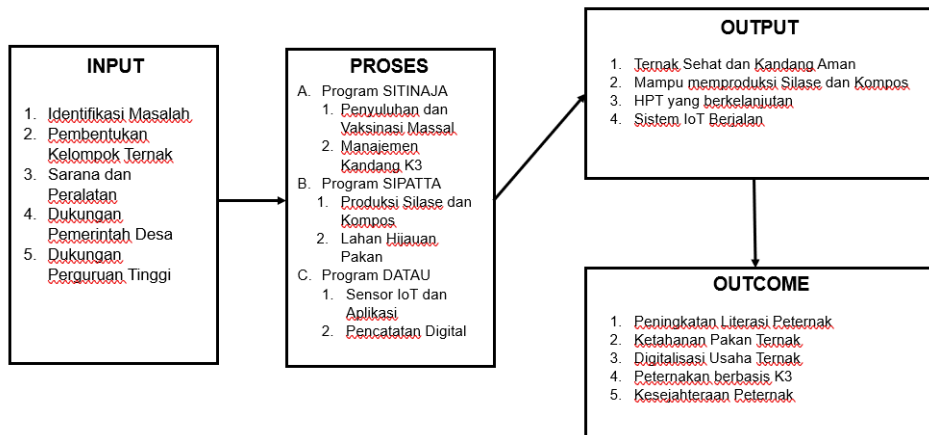
- 1) rendahnya literasi kesehatan ternak dan biosekuriti,
- 2) belum optimalnya pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan dan pupuk organik,
- 3) manajemen kandang yang belum memenuhi prinsip sanitasi dan K3,
- 4) keterbatasan ketersediaan hijauan pakan berkelanjutan, serta
- 5) belum adanya sistem pencatatan usaha ternak berbasis data.

Berdasarkan tinjauan pustaka pada BAB II, transformasi peternakan rakyat menuju sistem berbasis *smart farming* menjadi pendekatan yang relevan. Smart farming memanfaatkan teknologi IoT dan sistem cloud untuk meningkatkan monitoring kesehatan ternak, efisiensi produksi, serta pengambilan keputusan berbasis. Selain itu, pendekatan pemberdayaan masyarakat melalui pembentukan kelompok ternak terbukti meningkatkan adopsi inovasi dan keberlanjutan program.

Dengan demikian, dasar pemikiran program ini adalah bahwa integrasi antara:

- a. inovasi teknologi (IoT & digitalisasi),
- b. penguatan manajemen kandang dan biosekuriti,
- c. optimalisasi limbah pertanian,
- d. serta pemberdayaan kelembagaan kelompok ternak, akan menghasilkan peningkatan kapasitas peternak dan produktivitas ternak secara berkelanjutan

## 1.7 Alur Pelaksanaan Kegiatan



**Gambar 1. 1 Alur Pelaksanaan Program SATOA**

## 1.8 Definsi Operasional

**Tabel 1. 1 Definisi Operasional**

Variabel Utama	Sub-Komponen	Definisi Operasional	Indikator Pengukuran	Alat Ukur
DATAU	Pencatatan digital ternak	Sistem berbasis cloud untuk mencatat identitas ternak, riwayat vaksinasi, dan kondisi kesehatan ternak secara berkala	≥70% ternak sasaran tercatat dalam sistem	Data aplikasi DATAU
	Monitoring lingkungan kandang	Pemantauan suhu dan kondisi lingkungan kandang melalui sensor IoT sebagai dasar pengambilan keputusan	Data suhu dan lingkungan terekam dalam sistem	Sensor suhu
SITINAJA	Edukasi kesehatan ternak	Penyuluhan mengenai PMK, biosekuriti, sanitasi kandang, dan pencegahan penyakit	Peningkatan skor pengetahuan ≥25–30%	Pre-test & post-test
	Vaksinasi ternak	Pelaksanaan vaksinasi preventif terhadap ternak sasaran	≥90% ternak tervaksinasi	Dokumentasi & catatan vaksin
	Perbaikan struktur kandang (K3)	Intervensi fisik berupa perbaikan ventilasi, drainase, pencahayaan, dan kebersihan kandang untuk mengurangi risiko paparan gas amonia	Ventilasi terbuka, tidak ada genangan, kandang lebih kering	Observasi lapangan & dokumentasi
	Penyuluhan K3 peternakan	Edukasi mengenai risiko biologis, paparan gas	Peningkatan skor pengetahuan K3	Pre-test & post-test

		amonia, dan praktik kerja aman di kandang		
	Pengendalian gas amonia	Upaya pengurangan akumulasi limbah dan peningkatan sirkulasi udara kandang	Bau amonia berkurang dan kebersihan meningkat	Observasi lingkungan
SIPATTA	Produksi silase	Pengolahan limbah pertanian menjadi silase sebagai alternatif pakan ternak	pH silase berada pada kisaran 3,8–4,2	Sensor pH
	Penanaman hijauan pakan ternak	Budidaya hijauan pakan ternak untuk meningkatkan ketahanan pakan	Tersedianya lahan HPT aktif	Dokumentasi & laporan kelompok
	Produksi kompos	Pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik	Kompos matang (pH 6,5–8)	Sensor pH
Output Program	Kapasitas peternak	Peningkatan pemahaman peternak terkait kesehatan ternak, K3 kandang, dan manajemen pakan	Selisih nilai pre-test dan post-test	Kuesioner
Outcome Program	Perbaikan manajemen ternak	Perubahan praktik pemeliharaan setelah intervensi program	Vaksinasi tercapai dan kandang lebih layak	Dokumentasi & observasi
Keberlanjutan	Kelompok Satria Ternak	Keaktifan kelompok dalam melanjutkan program smart farming secara mandiri	Kegiatan rutin $\geq 1$ kali per bulan	Dokumentasi & wawancara

## **BAB II**

### **METODE PENELITIAN**

#### **2.1 Jenis Kegiatan**

Kegiatan ini merupakan program pengabdian kepada masyarakat berbasis kompetisi PPK Ormawa yang dilaksanakan oleh mahasiswa bekerja sama dengan masyarakat Desa Pattiro Deceng. Program ini berfokus pada pemberdayaan peternak melalui implementasi inovasi teknologi dan peningkatan kapasitas masyarakat dalam pengelolaan peternakan rakyat.

Program SATOA terdiri atas tiga program utama, yaitu:

1. DATAU (Digitalisasi Aplikasi Ternak Akurat untuk Peternak)
2. SITINAJA (Sistem Inovatif Berbasis Tindakan Preventif dan Alam Lestari)
3. SIPATTA (Sistem Pakan Tahan Lama dan Terjangkau)

Evaluasi program dilakukan secara deskriptif dengan pendekatan pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta, serta observasi langsung untuk menilai perubahan manajemen kandang dan praktik peternakan.

#### **2.2 Waktu dan Lokasi Pelaksanaan Program**

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Pattiro Deceng, Kecamatan Camba, Kabupaten Maros, yang merupakan lokasi implementasi Program SATOA. Lokasi dipilih karena desa tersebut menjadi wilayah sasaran program dengan karakteristik peternakan rakyat yang masih dikelola secara tradisional dan memiliki risiko kesehatan serta keselamatan kerja yang relevan dengan fokus penelitian. Waktu penelitian dilaksanakan pada Juli-November 2025.

#### **2.3 Fokus dan Subjek Program**

Fokus Program

Fokus kegiatan ini adalah:

1. Peningkatan kapasitas peternak melalui edukasi kesehatan ternak dan K3.
2. Perbaikan manajemen kandang untuk mengurangi paparan gas amonia.
3. Penerapan sistem pencatatan ternak berbasis digital.
4. Pemanfaatan limbah pertanian menjadi silase dan kompos.
5. Penanaman hijauan pakan ternak berkelanjutan.

Subjek Program

Subjek program adalah:

- Peternak sapi di Desa Pattiro Deceng yang tergabung dalam Kelompok Satria Ternak.
- Peserta yang mengikuti seluruh rangkaian kegiatan program.

#### **2.4 Teknik Pengumpulan**

Teknik pengumpulan data dalam program ini meliputi:

1. Pre-test dan Post-test  
Digunakan untuk mengukur peningkatan pengetahuan peternak mengenai kesehatan ternak, biosekuriti, dan K3 sebelum dan sesudah penyuluhan.

2. Observasi Langsung  
Dilakukan untuk melihat kondisi kandang sebelum dan sesudah intervensi perbaikan ventilasi, drainase, dan kebersihan.
3. Dokumentasi Kegiatan  
Berupa foto, catatan pelaksanaan vaksinasi, produksi silase, dan penanaman hijauan pakan
4. Data Aplikasi DATAU  
Digunakan untuk melihat tingkat penggunaan sistem pencatatan digital oleh peternak.

## **2.5 Instrumen Pengumpulan Data**

Instrumen yang digunakan dalam program ini meliputi:

1. Lembar soal pre-test dan post-test.
2. Sensor pH untuk pengukuran kualitas silase.
3. Sistem aplikasi DATAU berbasis cloud.
4. Dokumentasi kegiatan (foto dan catatan lapangan).

## **2.6 Pengolahan dan Analisis Data**

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.

1. Hasil pre-test dan post-test dianalisis dengan membandingkan nilai rata-rata sebelum dan sesudah penyuluhan untuk melihat peningkatan pengetahuan peserta.
2. Hasil observasi kandang dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan perubahan kondisi ventilasi, kebersihan, dan struktur kandang.
3. Data penggunaan aplikasi DATAU dianalisis berdasarkan jumlah ternak yang berhasil dicatat dalam sistem.
4. Data produksi silase dan penanaman hijauan disajikan dalam bentuk deskripsi capaian kegiatan.

## **2.7 Penyajian Data**

Data hasil pelaksanaan program disajikan dalam bentuk:

1. Tabel perbandingan hasil pre-test dan post-test.
2. Tabel capaian implementasi tiga program utama (DATAU, SITINAJA, SIPATTA).
3. Dokumentasi visual kegiatan.
4. Uraian deskriptif mengenai perubahan kondisi kandang dan partisipasi masyarakat.