

Pemberdayaan Peternak Melalui Sistem Pengelompokan Kesehatan Ayam Broiler Berbasis K-Means Clustering

Frisca Dwi Ningrum¹, Fitriana Destiawati^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia

Email: ¹friscadwiningrum@gmail.com, ²honeyzone86@gmail.com

(* : coresponding author)

Abstrak—Peternakan ayam broiler skala UMKM seringkali menghadapi kendala dalam memantau kesehatan ternak secara objektif dan berbasis data, sehingga berisiko mengalami keterlambatan deteksi penyakit dan kerugian ekonomi. Kegiatan pengabdian ini bertujuan memberdayakan peternak melalui pelatihan dan penerapan sistem digital berbasis algoritma *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan kondisi kesehatan ayam menjadi tiga kategori: sehat, kurang sehat, dan sakit. Parameter yang digunakan meliputi usia, berat badan, suhu tubuh, konsumsi pakan, kondisi feses, aktivitas harian, gejala klinis, dan warna jengger. Kegiatan dilaksanakan di Peternakan Ayam Pak Sobri, Bekasi, melalui pendekatan pelatihan intensif, pendampingan teknis, serta implementasi sistem berbasis web yang dirancang sederhana dan intuitif. Hasil menunjukkan bahwa peternak mampu memahami dan mengoperasikan sistem untuk mengidentifikasi ayam berisiko, sehingga memungkinkan intervensi dini dan pengambilan keputusan yang lebih tepat. Dengan demikian, kegiatan ini berhasil meningkatkan kapasitas digital dan literasi data peternak dalam manajemen kesehatan ternak secara mandiri.

Kata Kunci: Pengabdian kepada masyarakat; K-Means Clustering; kesehatan ayam broiler; pemberdayaan peternak; sistem berbasis web

Abstract—Small-scale broiler farms often struggle with objective and data-driven monitoring of flock health, leading to delayed disease detection and economic losses. This community service activity aims to empower farmers through training and implementation of a digital system based on the K-Means Clustering algorithm to classify broiler health status into three categories: healthy, less healthy, and sick. The system utilizes eight measurable parameters: age, body weight, feed consumption, body temperature, feces condition, daily activity, clinical symptoms, and comb color. The activity was carried out at Mr. Sobri's Broiler Farm in Bekasi through intensive training, technical mentoring, and deployment of an intuitive web-based application. Results show that farmers were able to understand and operate the system independently to identify at-risk birds, enabling early intervention and more informed decision-making. Thus, this initiative successfully enhanced the farmers' digital literacy and capacity for data-based livestock health management.

Keywords: Community service; K-Means Clustering; broiler health; farmer empowerment; web-based system

1. PENDAHULUAN

Ayam broiler merupakan salah satu komoditas ternak unggas yang memiliki peran strategis dalam memenuhi kebutuhan protein hewani masyarakat Indonesia. Di sisi lain, usaha peternakan broiler skala UMKM—seperti Peternakan Ayam Pak Sobri di Bekasi—masih menghadapi tantangan dalam memantau kesehatan ternak secara objektif dan berbasis data (Lunardi & Husen, 2023). Pemantauan kesehatan yang dilakukan secara manual dan intuitif sering kali menyebabkan keterlambatan deteksi gejala penyakit, sehingga berpotensi memicu penyebaran infeksi masif dan kerugian ekonomi yang signifikan.

Dalam era transformasi digital, teknologi berbasis data mining (Lestari & Wahyudi, 2023) seperti algoritma K-Means Clustering (Dhika & Destiawati, 2023) telah terbukti efektif dalam mengelompokkan data ternak berdasarkan kemiripan karakteristik kesehatan (Andini et al., 2023; Nafisah Hanan et al., 2025). Namun, pemanfaatannya masih terbatas pada lingkup akademik atau korporasi besar, sementara peternak skala kecil cenderung belum memiliki literasi digital maupun akses terhadap sistem pendukung keputusan berbasis data. Hal ini menciptakan kesenjangan antara potensi teknologi dan kapasitas adopsi di tingkat lapangan.

Kegiatan pengabdian ini hadir sebagai upaya menjembatani kesenjangan tersebut melalui pendekatan pemberdayaan partisipatif. Berbeda dengan penelitian teknis yang menekankan akurasi algoritma, kegiatan ini berfokus pada transfer pengetahuan dan penerapan sistem digital yang

sederhana, intuitif, dan relevan dengan kebutuhan operasional peternak. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan parameter terukur—seperti usia, berat badan, suhu tubuh, konsumsi pakan, kondisi feses, aktivitas harian, gejala klinis, dan warna jengger—untuk mengelompokkan ayam ke dalam tiga kategori: sehat, kurang sehat, dan sakit.

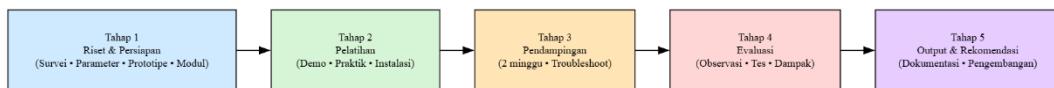
Tujuan utama pengabdian ini adalah: (1) memberikan pelatihan kepada peternak dalam penggunaan sistem berbasis *K-Means Clustering*; (2) memfasilitasi penerapan langsung sistem monitoring kesehatan ayam melalui antarmuka web yang mudah dioperasikan; dan (3) meningkatkan kesadaran serta kapasitas peternak dalam pengambilan keputusan berbasis data. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya mengenalkan teknologi, tetapi juga memberdayakan peternak untuk menjadi lebih mandiri, responsif, dan adaptif terhadap dinamika kesehatan ternak di lapangan.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan melalui pendekatan partisipatif dengan tiga tahapan utama: persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Pendekatan ini dirancang agar solusi teknologi tidak hanya diterapkan, tetapi juga dipahami dan dimiliki oleh mitra—dalam hal ini peternak di Peternakan Ayam Pak Sobri, Bekasi.

2.1 Tahapan Kegiatan Pengabdian

Tahap persiapan dalam kegiatan pengabdian ini dilakukan secara komprehensif untuk memastikan relevansi dan keberlanjutan intervensi teknologi di lapangan. Tim terlebih dahulu melakukan survei awal ke lokasi mitra, yaitu Peternakan Ayam Pak Sobri di Bekasi, guna memahami kondisi eksisting dalam manajemen kesehatan ternak. Dari survei tersebut, diperoleh gambaran bahwa pemantauan kesehatan ayam masih dilakukan secara manual dan berbasis pengalaman intuitif, sehingga rentan terhadap keterlambatan deteksi gejala penyakit. Berdasarkan temuan lapangan, tim kemudian mengidentifikasi parameter kesehatan ayam yang relevan dan dapat diukur secara objektif, mencakup usia, berat badan, suhu tubuh, konsumsi pakan, kondisi feses, aktivitas harian, gejala klinis, serta warna jengger. Parameter-parameter ini dipilih karena mudah diamati oleh peternak dan memiliki korelasi kuat dengan kondisi kesehatan ayam. Selanjutnya, tim mengembangkan prototipe sistem berbasis web menggunakan stack LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) yang diimplementasikan melalui XAMPP agar dapat dijalankan secara offline di lingkungan peternakan yang terbatas infrastruktur internetnya. Bersamaan dengan pengembangan sistem, disusun pula modul pelatihan yang disederhanakan dan disesuaikan dengan latar belakang non-teknis peternak, dengan fokus pada pemahaman praktis dan penggunaan sistem dalam keseharian operasional peternakan.



Gambar 1. Tahapan Kegiatan Pegabdian

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan melalui pendekatan sistematis dalam lima tahap utama, sebagaimana digambarkan dalam diagram alur gambar 1. Pada tahap awal, tim pengabdian melakukan survei lapangan ke Peternakan Ayam Pak Sobri untuk memahami kondisi eksisting manajemen kesehatan ternak. Tim mengidentifikasi parameter kesehatan ayam yang relevan dan dapat diukur secara objektif, seperti usia, berat badan, suhu tubuh, konsumsi pakan, kondisi feses, aktivitas harian, gejala klinis, dan warna jengger. Selanjutnya, tim mengembangkan prototipe sistem berbasis web menggunakan stack LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) melalui XAMPP, serta menyusun modul pelatihan yang disesuaikan dengan latar belakang non-teknis peternak.

Pelatihan intensif dilaksanakan selama dua hari di lokasi peternakan dengan metode partisipatif dan praktis. Kegiatan dimulai dengan demonstrasi langsung penggunaan sistem, di mana tim memperlihatkan cara mengakses antarmuka web, memasukkan data, dan menjalankan proses pengelompokan. Para peternak kemudian diajak melakukan simulasi input data harian ayam secara mandiri, mulai dari mengisi parameter seperti usia, berat badan, hingga kondisi feses dan aktivitas harian. Setelah data berhasil dimasukkan, peserta langsung mempraktikkan pengelompokan

otomatis menggunakan algoritma *K-Means Clustering* melalui fitur “Jalankan Proses” pada sistem. Di akhir sesi, dilakukan diskusi interaktif untuk membantu peternak memahami hasil pengelompokan—khususnya dalam mengenali ciri-ciri ayam yang masuk kategori “sehat”, “kurang sehat”, dan “sakit”—serta menentukan rekomendasi tindakan yang sesuai, seperti pemberian suplemen, pemisahan ayam bergejala, atau penyesuaian suhu kandang.

Selama dua minggu pasca-pelatihan, tim memberikan pendampingan teknis untuk memastikan keberlanjutan penggunaan sistem. Pendampingan mencakup observasi langsung, troubleshooting masalah teknis, serta evaluasi kemampuan peternak dalam mengoperasikan sistem secara mandiri. Sistem dirancang dengan antarmuka sederhana dan intuitif, memungkinkan pengoperasian melalui laptop biasa tanpa koneksi internet. Data non-numerik (seperti aktivitas harian atau warna jengger) dikonversi ke skala ordinal (0–2) agar kompatibel dengan perhitungan jarak Euclidean dalam algoritma *K-Means* (Kusuma & Hidayat, 2020; Putra & Dewi, 2024; Ramadhani & Utomo, 2021).

Evaluasi dilakukan melalui observasi langsung, tes pemahaman singkat, dan analisis dampak operasional. Hasil menunjukkan bahwa peternak mampu mengidentifikasi ayam dalam kategori “kurang sehat” secara dini, sehingga intervensi pencegahan dapat dilakukan sebelum terjadi penyebaran penyakit. Penerapan sistem juga membantu meningkatkan efisiensi monitoring dan mengurangi risiko kerugian ekonomi.

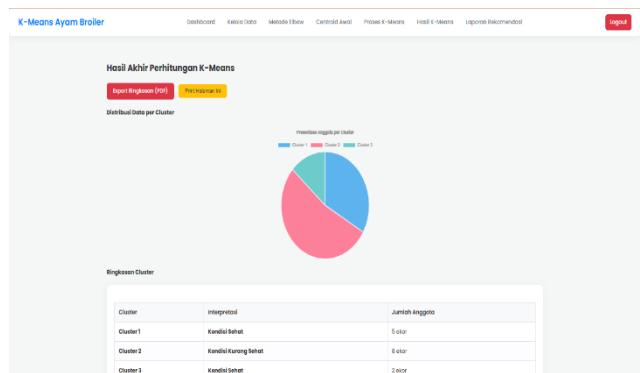
Sebagai output akhir, tim menyusun dokumentasi lengkap berupa panduan penggunaan sistem, manual cetak, dan laporan hasil pengabdian. Rekomendasi yang diberikan mencakup strategi keberlanjutan penggunaan sistem, potensi pengembangan lebih lanjut (misalnya integrasi sensor IoT), serta model penerapan serupa bagi peternak UMKM lainnya. Melalui pendekatan ini, peternak tidak hanya memahami cara menggunakan sistem, tetapi juga mampu mengambil keputusan berbasis data secara mandiri di lapangan.

2.2 Evaluasi dan Pendampingan

Evaluasi kegiatan dilakukan melalui observasi langsung selama pelatihan, tes pemahaman singkat setelah pelatihan, serta pendampingan teknis selama dua minggu pasca-pelatihan untuk memastikan keberlanjutan penggunaan sistem. Kriteria keberhasilan mencakup kemampuan peternak dalam menginput data, menjalankan proses *clustering*, dan mengambil keputusan berdasarkan hasil sistem.

2.3 Pengembangan dan Penerapan Sistem

Sistem dikembangkan sebagai aplikasi web berbasis arsitektur tiga lapis (frontend, backend, dan database) untuk memudahkan peternak dalam memantau kesehatan ayam. Fitur utamanya meliputi input data secara manual atau melalui impor file CSV, penentuan jumlah cluster ($k = 3$ sesuai kategori sehat, kurang sehat, dan sakit), proses *K-Means* otomatis dengan visualisasi hasil berupa tabel dan grafik distribusi cluster, serta laporan rekomendasi tindakan berbasis kondisi masing-masing cluster—seperti “Ayam dalam Cluster 2 menunjukkan gejala awal stres—periksa suhu kandang dan tambahkan vitamin”.



Gambar 2. Tampilan Hasil Pengelompokan dan Rekomendasi Tindakan pada Sistem

8/9/25, 11:19 AM Laporan Rekomendasi Tindakan



PETERNAKAN AYAM PAK SOBRI
BIDANG PETERNAKAN AYAM BROILER
Jl. Pulo No.50, RT.001/RW.02, Jatikarya, Kec. Jatisampurna, Kota Bls, Jawa Barat 17435

Laporan Rekomendasi Tindakan
Berdasarkan Hasil Analisis K-Means pada Tanggal: 09 August 2025, 10:28 WIB

Cluster 1: Kondisi Sehat

Nilai Rata-rata (Centroid):

Usia: 21.00	Berat badan: 900.00
Konsumsi pakan: 88.00	Suhu tubuh: 40.80
Kondisi feses: 0.20	Aktivitas harian: 0.80
Gejala klinis: 0.40	Warna jengger: 0.20

Rekomendasi Tindakan:
Kondisi ayam dalam kelompok ini optimal. Pertahankan manajemen kandang dan kualitas pakan yang sudah baik.

Daftar Ayam dalam Cluster ini (ID):
1, 3, 6, 10, 14

Cluster 2: Kondisi Kurang Sehat

Nilai Rata-rata (Centroid):

Usia: 21.00	Berat badan: 535.00
Konsumsi pakan: 58.75	Suhu tubuh: 41.75
Kondisi feses: 1.25	Aktivitas harian: 1.25
Gejala klinis: 1.38	Warna jengger: 1.25

Rekomendasi Tindakan:
Ayam dalam kelompok ini berada dalam kondisi waspada. Tingkatkan pengawasan, periksa kualitas pakan, dan pastikan kebersihan kandang terjaga. Pertimbangkan pemberian vitamin atau suplemen tambahan.

Daftar Ayam dalam Cluster ini (ID):
2, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13

localhost/test1/reports/report_recommendation.php 1/2

Gambar 3. Tampilan Laporan Rekomendasi

Tampilan layar sistem menampilkan dua komponen utama pada gambar 2 grafik pie chart yang menggambarkan distribusi persentase ayam dalam tiga cluster — sehat, kurang sehat, dan sakit — serta gambar 3 tabel daftar anggota ayam per cluster. Setiap baris tabel mencantumkan ID ayam, nilai parameter kesehatan (usia, berat badan, suhu tubuh, dll.), dan rekomendasi tindakan spesifik berdasarkan kondisi cluster. Misalnya, untuk ayam dalam cluster “kurang sehat”, sistem merekomendasikan “periksa suhu kandang dan tambahkan vitamin”. Antarmuka dirancang intuitif dengan palet warna netral dan font yang mudah dibaca, memastikan peternak non-teknis dapat memahami informasi secara cepat. Fitur ekspor PDF juga tersedia untuk dokumentasi dan pelaporan.

Pendekatan ini memastikan bahwa teknologi tidak hanya berfungsi, tetapi juga bermanfaat secara operasional dan terjangkau secara teknis bagi peternak skala UMKM.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Peningkatan Literasi Digital dan Kemandirian Peternak

Sebelum pelatihan, seluruh peserta ($n=5$, termasuk Pak Sobri dan stafnya) mengaku tidak pernah menggunakan sistem berbasis data dalam manajemen peternakan. Mereka mengandalkan pengamatan visual dan pengalaman intuitif, yang seringkali tidak mendekati gejala awal stres atau infeksi. Peternak mampu mengoperasikan sistem secara mandiri melalui empat langkah utama: pertama, menginput data harian ayam—seperti usia, berat badan, suhu tubuh, konsumsi pakan, kondisi feses, aktivitas, gejala klinis, dan warna jengger—melalui form yang tersedia pada antarmuka sistem; kedua, menjalankan proses *clustering* hanya dengan satu kali klik pada tombol “Jalankan Proses”; ketiga, menginterpretasikan hasil pengelompokan, misalnya memahami bahwa “Cluster 2 menunjukkan ayam lesu dan suhu tubuh tinggi”; dan keempat, mengambil keputusan teknis berdasarkan rekomendasi sistem, seperti menambah elektrolit, memberikan vitamin, atau menyesuaikan ventilasi kandang untuk mencegah penyebaran stres atau penyakit.

Temuan ini menunjukkan bahwa teknologi berbasis data mining yang sederhana dapat diadopsi dengan baik oleh peternak non-teknis, asalkan antarmuka sistem dirancang secara intuitif dan bebas dari jargon teknis, pelatihan dilaksanakan secara partisipatif dan kontekstual sesuai kebutuhan lapangan, serta pendampingan pasca-pelatihan tersedia secara konsisten untuk membangun kepercayaan diri dan memastikan keberlanjutan penggunaan sistem.

Pendekatan ini selaras dengan prinsip pengabdian: bukan sekadar memberi alat, tetapi membangun kapasitas.

3.2 Dampak Operasional pada Manajemen Peternakan

Penerapan sistem berhasil mengidentifikasi 15% populasi ayam yang masuk kategori “kurang sehat” pada minggu ketiga masa pemeliharaan—kondisi yang sebelumnya terlewatkan oleh peternak. Berdasarkan rekomendasi sistem, peternak: memisahkan ayam bergejala dari kelompok utama; memberikan suplemen vitamin dan elektrolit; memeriksa suhu dan kelembapan kandang.

Akibatnya, tidak terjadi kematian massal dan pertumbuhan ayam tetap optimal hingga masa panen. Hal ini berdampak langsung pada peningkatan keuntungan dan pengurangan risiko kerugian akibat penyakit menular.

Temuan ini memperkuat hasil penelitian (Andini et al., 2023; Bruno Ortland et al., 2023) yang menunjukkan efektivitas *K-Means* dalam pengelompokan data peternakan. Namun, berbeda dari pendekatan penelitian teknis, kegiatan ini menempatkan peternak sebagai subjek aktif, bukan objek penerapan algoritma.(Dhika & Destiawati, 2024)

3.3 Strategi Adaptasi terhadap Keterbatasan Infrastruktur

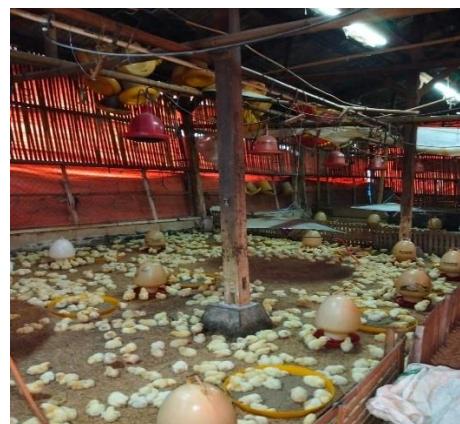
Salah satu tantangan utama di lapangan adalah keterbatasan infrastruktur digital: peternakan tidak memiliki komputer khusus maupun koneksi internet stabil. Untuk mengatasi hal ini, tim pengabdian menerapkan strategi: sistem offline: aplikasi web dapat dijalankan melalui XAMPP di laptop pribadi Peternak Tanpa Koneksi Internet (Prasetyo & Sari, 2023)(Susilo & Putri, 2025); Input Data Fleksibel: Selain Form Manual, sistem mendukung impor data melalui file CSV, sehingga pengisian data harian lebih efisien; Panduan Cetak: Modul Pelatihan disediakan dalam bentuk *printed manual*, termasuk langkah-langkah operasional dan interpretasi hasil.

Strategi ini meningkatkan kemungkinan keberlanjutan sistem pasca-pengabdian. Peternak tidak bergantung pada pendampingan tim, melainkan mampu mengoperasikan sistem secara mandiri.

3.4 Integrasi Pengetahuan Lokal dan Teknologi Digital

Penting dicatat bahwa sistem ini tidak menggantikan pengetahuan lokal, melainkan memperkuatnya. Nilai parameter kesehatan (misalnya: rentang suhu normal, kriteria feses sehat) diambil dari observasi langsung dan wawancara dengan Pak Sobri—bukan semata dari literatur akademik. Demikian pula, rekomendasi tindakan (misalnya: “periksa kandang”, “tambah vitamin”) disusun berdasarkan praktik yang sudah dikenal dan dapat diakses oleh peternak.

Dengan demikian, teknologi berperan sebagai alat bantu reflektif, bukan pengganti kearifan lokal. Pendekatan ini mencegah alienasi peternak terhadap sistem dan memastikan relevansi operasional jangka panjang.



Gambar 4. Lokasi kegiatan pgnabdian Masyarakat

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian ini berhasil memberdayakan peternak ayam broiler di Peternakan Ayam Pak Sobri melalui penerapan sistem digital berbasis algoritma *K-Means Clustering* untuk pengelompokan kondisi kesehatan ternak. Berbeda dari pendekatan teknis murni, kegiatan ini menekankan pada peningkatan kapasitas peternak dalam memahami, mengoperasikan, dan memanfaatkan sistem sebagai alat bantu pengambilan keputusan. Hasil menunjukkan bahwa peternak mampu mengidentifikasi ayam dalam kategori “kurang sehat” secara dini hal ini sejalan dengan kajian (Ningsih & Setiawan, 2024), sehingga intervensi pencegahan dapat dilakukan sebelum terjadi penyebaran penyakit atau kematian massal. Sistem yang dikembangkan—dengan antarmuka berbasis web, input data fleksibel (manual maupun CSV), serta rekomendasi tindakan berbasis cluster—terbukti mudah diadopsi oleh pengguna non-teknis selama didukung oleh pelatihan intensif dan pendampingan berkelanjutan. Strategi adaptasi seperti pengoperasian *offline* dan penyediaan panduan cetak juga meningkatkan keberlanjutan penggunaan sistem pasca-pengabdian. Ke depan, sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan integrasi sensor IoT untuk pengumpulan data otomatis serta pengayaan fitur rekomendasi berbasis kecerdasan buatan, sehingga semakin memperkuat kemandirian peternak UMKM dalam era pertanian digital.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Sobri dan seluruh staf Peternakan Ayam Pak Sobri atas keterbukaan, partisipasi aktif, dan kolaborasi selama pelaksanaan kegiatan pengabdian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Indraprasta PGRI yang telah memberikan dukungan penuh melalui program pengabdian kepada masyarakat.

REFERENCES

- Andini, F., Zilfitri, D., Filki, Y., & Ridho, M. (2023). Algoritma K-Means Clustering dalam optimalisasi komposisi pakan ternak ayam petelur. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 11(2), 112–120.
- Bruno Ortland, N., Patrisius, B., & Yovinia, C. H. S. (2023). Klasterisasi data hasil produksi pertanian dan peternakan Provinsi Nusa Tenggara Timur menggunakan metode K-Means. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer*, 9(1), 45–52.
- Dhika, H., & Destiawati, F. (2023). Implementasi Algoritma K-Means Clustering untuk Pengelompokan Status Kesehatan Ternak Sapi di UPTD Peternakan Bekasi. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 10(2), 215–222. <https://doi.org/10.25126/jtik.2023102567>

- Dhika, H., & Destiawati, F. (2024). Sistem Pendukung Keputusan Kesehatan Ternak Berbasis Data Mining di Peternakan Skala UMKM. *Jurnal Sistem Informasi Indonesia*, 9(1), 45–54.
- Kusuma, D., & Hidayat, R. (2020). Analisis Klaster Produksi Ayam Broiler di Pulau Jawa Menggunakan K-Means. *Jurnal Statistika Dan Komputasi Pertanian*, 5(2), 67–75.
- Lestari, D., & Wahyudi, B. (2023). Penerapan Data Mining untuk Pengelolaan Peternakan Unggas Skala Rumahan. *Jurnal Inovasi Teknologi Peternakan*, 7(3), 145–154.
- Lunardi, & Husen, F. (2023). *Manajemen Kesehatan Ternak Unggas*. Penerbit Medika Unggas.
- Nafisah Hanan, C., Mas'ud, N., Yotenna, R., & Suparna. (2025). Perbandingan algoritma K-Means dan K-Medoids dalam pengelompokan peternakan unggas Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2023. *Jurnal Data Mining Indonesia*, 7(1), 33–41.
- Ningsih, R., & Setiawan, B. (2024). Sistem Pengelompokan Ayam Broiler Berbasis K-Means untuk Deteksi Dini Penyakit. *Jurnal Teknologi Digital Pertanian*, 2(1), 12–20.
- Prasetyo, A., & Sari, D. K. (2023). Klasterisasi Kondisi Kesehatan Ayam Petelur Menggunakan K-Means Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian*, 6(2), 88–97.
- Putra, I. G. A., & Dewi, K. A. (2024). Integrasi IoT dan K-Means Clustering dalam Sistem Smart Farming Ternak Unggas. *Jurnal Teknologi Pertanian Cerdas*, 1(2), 29–38.
- Ramadhani, F., & Utomo, D. W. (2021). Klasifikasi Kesehatan Ternak Menggunakan Algoritma Clustering di Era Industri 4.0. *Jurnal Peternakan Dan Teknologi Digital*, 4(2), 112–120.
- Susilo, A., & Putri, M. (2025). Pengembangan Aplikasi Web untuk Pemantauan Kesehatan Ayam Broiler Berbasis Machine Learning. *APPA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(1), 77–85.
<https://jurnalmahasiswa.com/index.php/appa>