



Tingkat Pengetahuan Peternak tentang Deteksi Birahi pada Sapi Potong dalam Mendukung Keberhasilan Inseminasi Buatan di Kelurahan Dutulanaa Kecamatan Limboto

Eliyas Kau¹, Ishak Korompot^{2*}, Susan Mokoolang³, Mohammad Ervandi⁴, Dewa Oka Suparwata⁵

¹Mahasiswa Program Studi Peternakan, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo

^{2,3}Program Studi Peternakan, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo

⁴Program Studi S2 MSDH, Pascasarjana, Universitas Muhammadiyah Gorontalo

⁵Program Studi Agribisnis, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo

¹eliyaskau@gmail.com, ²ishakkorompot@umgo.ac.id, ³susan.mokoolang@umgo.ac.id, ⁴m.ervandi@umgo.ac.id, ⁵suparwata_do@umgo.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan tingkat pengetahuan peternak sapi potong mengenai deteksi birahi dalam mendukung keberhasilan inseminasi buatan di Kelurahan Dutulanaa, Kecamatan Limboto. Aspek yang dikaji meliputi pemahaman tentang tanda-tanda birahi, waktu pengamatan, ketepatan pelaporan kepada inseminator, serta waktu pelaksanaan inseminasi buatan. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode survei terhadap 33 peternak yang dipilih melalui purposive sampling dan simple random sampling berdasarkan kriteria memiliki sapi betina produktif, menggunakan ternak sebagai akseptor inseminasi buatan, dan bersedia menjadi responden. Data primer dikumpulkan melalui observasi dan wawancara terstruktur menggunakan kuesioner berisi 15 pernyataan, sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi terkait. Instrumen terlebih dahulu diuji validitas dan reliabilitas. Data dianalisis secara deskriptif dalam bentuk skor dan persentase, kemudian dikategorikan menjadi baik, cukup, dan kurang. Hasil penelitian menunjukkan skor pengetahuan sebesar 360 dengan persentase 72,73%, sehingga tingkat pengetahuan peternak berada pada kategori cukup. Peternak umumnya telah mengenali sebagian tanda birahi dan memahami pentingnya inseminasi buatan, tetapi masih terdapat kelemahan dalam menentukan waktu birahi, melakukan pengamatan secara teratur, dan melaporkan kondisi ternak secara tepat kepada inseminator. Temuan ini menegaskan perlunya penyuluhan berulang, demonstrasi lapangan, media visual, pencatatan reproduksi, dan pendampingan teknis yang disesuaikan dengan karakteristik peternak. Peningkatan pengetahuan tersebut diharapkan memperbaiki ketepatan waktu inseminasi, mengurangi kegagalan perkawinan, meningkatkan peluang kebuntingan, serta mendukung efisiensi reproduksi dan pengembangan populasi sapi potong secara berkelanjutan di wilayah penelitian, serta memperkuat layanan reproduksi ternak berbasis kebutuhan peternak setempat secara lebih terarah.

Kata kunci: Inseminasi Buatan, Pengetahuan Peternak, Deteksi Birahi, Sapi Potong, Statistik Deskriptif

1. Latar Belakang

Pengetahuan peternak menjadi salah satu faktor penting dalam keberhasilan reproduksi ternak. Peternak yang memahami tanda-tanda birahi umumnya lebih cepat dalam melakukan pelaporan kepada inseminator, sehingga waktu pelaksanaan inseminasi buatan (IB) menjadi lebih tepat (Rahmawati, *et al.*, 2021). Pelaporan oleh peternak kepada petugas inseminator terkait tanda birahi pada sapi seringkali dirasa kurang tepat. Sebagian melaporkan terlalu cepat, yaitu pada fase awal birahi (*proestrus*) dan sebagian lainnya terlambat. Kondisi ini dapat menyebabkan ketidaktepatan waktu pelaksanaan inseminasi sehingga berpotensi menurunkan tingkat keberhasilan kebuntingan.

Penerapan IB memberikan berbagai keuntungan bagi peternak, antara lain efisiensi biaya pemeliharaan karena tidak perlu memelihara pejantan serta mengurangi risiko penularan penyakit reproduksi yang dapat terjadi melalui perkawinan alami (Prastowo, *et al.*, 2021). Penggunaan semen dari pejantan unggul memungkinkan peningkatan kualitas genetik dan produktivitas keturunan yang dihasilkan (Putri, *et al.*, 2022). Keberhasilan IB ditentukan oleh kualitas semen, keterampilan inseminator dan juga dipengaruhi oleh manajemen reproduksi di tingkat peternak, khususnya dalam pengamatan dan pelaporan birahi. Menurut Susilawati (2021), keberhasilan IB memerlukan sinergi antara manajemen pakan, deteksi birahi yang tepat dan penanganan reproduksi yang baik.

Pengetahuan peternak menjadi salah satu faktor penting dalam mendukung keberhasilan program IB (Iskandar, *et al.*, 2023).

Menurut Susilawati (2021), tujuan utama IB adalah mempercepat penyebaran bibit unggul kepada peternak tanpa harus memelihara pejantan secara langsung. Penggunaan semen dari pejantan unggul akan meningkatkan kualitas genetik dibandingkan perkawinan alami biasa. Penerapan IB juga bertujuan untuk meningkatkan efisiensi reproduksi ternak. Tujuan lainnya adalah mengurangi risiko penularan penyakit reproduksi yang dapat terjadi melalui perkawinan alami. Program IB di Indonesia menjadi bagian dari upaya pemerintah dalam mendukung swasembada daging nasional melalui peningkatan populasi dan produktivitas sapi potong rakyat.

Keberhasilan IB pada sapi potong dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan seperti kualitas semen, kondisi ternak, keterampilan inseminator dan kemampuan peternak dalam mendeteksi birahi. Menurut Susilawati (2021), keberhasilan IB dipengaruhi oleh interaksi antara kondisi fisiologis ternak dan ketepatan waktu inseminasi. Kemampuan peternak dalam mengenali tanda-tanda birahi menjadi faktor penting dalam menentukan keberhasilan kebuntingan. Iskandar, *et al.*, (2023) menyatakan pemahaman peternak terhadap tanda birahi penting untuk meminimalkan ketidakoptimalan dan menurunkan tingkat keberhasilan IB.

Kemampuan meneteksi birahi harus dimiliki oleh peternak, yang dapat diamati melalui pengamatan perilaku dan kondisi fisiologis ternak. Sari, *et al.*, (2023) menyatakan bahwa ketidaktepatan dalam deteksi birahi umumnya disebabkan oleh kurangnya pengetahuan peternak mengenai tanda-tanda estrus. Hal ini dapat menyebabkan pelaporan yang terlalu cepat pada fase awal birahi (proestrus) atau terlambat setelah fase birahi berakhir, sehingga waktu pelaksanaan IB menjadi tidak optimal.

Rahmawati, *et al.*, (2021) menyatakan bahwa peternak yang memiliki pengetahuan baik cenderung lebih tepat dan cepat dalam melaporkan kondisi birahi kepada inseminator, sehingga meningkatkan peluang keberhasilan kebuntingan. Rendahnya pengetahuan dapat menyebabkan kesalahan dalam mengenali tanda birahi. Semakin baik pengetahuan peternak akan semakin tepat pula waktu pelaksanaan IB dan semakin tinggi peluang keberhasilan kebuntingan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana tingkat pengetahuan peternak dalam mendeteksi birahi pada sapi potong di Kelurahan Dutulanaa Kecamatan Limboto. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui tingkat pengetahuan peternak dalam mendeteksi birahi pada sapi potong di Kelurahan Dutulanaa.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan yang berlangsung mulai bulan Februari sampai dengan April 2026. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan metode survei. Penelitian bertujuan untuk menggambarkan tingkat pengetahuan peternak tentang deteksi birahi pada sapi potong.

Populasi dalam penelitian ini adalah peternak sapi potong di Kelurahan Dutulanaa yang pernah atau sedang mengikuti program Inseminasi Buatan (IB), dengan jumlah populasi sekitar 50 peternak aktif. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan kombinasi teknik *purposive sampling* untuk menentukan kriteria inklusi responden, dilanjutkan dengan *simple random sampling* untuk penarikan unit sampelnya dengan kriteria memiliki sapi betina produktif, ternak yang dimiliki menjadi akseptor IB dan bersedia menjadi respon. Penentuan sampel mengikuti formulasi Slovin sehingga diperoleh sampel sebanyak 33 responden peternak dengan tingkat kesalahan 10%

Jenis data dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data primer diperoleh langsung melalui wawancara dengan peternak responden. Data sekunder merupakan data pelengkap untuk penelitian ini yang diperoleh dari Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan serta instansi lain yang terkait dengan penelitian ini. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan langsung (observasi), wawancara terstruktur menggunakan kuesioner kepada peternak dan dokumentasi untuk mengumpulkan dan pencatatan informasi yang diperoleh.

Kuesioner sebagai instrumen penelitian selanjutnya diuji dengan uji validitas dan reliabilitas yang sebelumnya dilakukan kepada 20 peternak. Uji validitas menggunakan korelasi *Product Moment Pearson* dengan taraf signifikansi 5%. Sedangkan uji reliabilitas menggunakan batas minimal *Cronbach Alpha* 0,60.

Variabel penelitian yaitu tingkat pengetahuan peternak yang diukur secara deskriptif kualitatif. Variabel ini meliputi pengetahuan tentang tanda-tanda birahi, waktu birahi, waktu pelaporan kepada inseminator dan waktu pelaksanaan inseminasi buatan. Data yang diperoleh selanjutnya dihitung secara persentase dengan formulasi:

$$P = \frac{F}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Skor Pengetahuan peternak
F = Jumlah skor diperoleh
N = Skor maksimal

Tingkat pengetahuan peternak selanjutnya dikategorisasi berdasarkan kriteria menurut Arikunto (2010 yaitu:

Nilai Pengetahuan Peternak	Tingkat Pengetahuan
76%-100%	Baik
56%-75%	Cukup
≤ 56%	Kurang

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Pengetahuan Peternak tentang Deteksi Birahi

Tingkat pengetahuan peternak dalam penelitian ini diukur menggunakan 15 butir pertanyaan yang mencakup aspek pengertian birahi, tanda-tanda birahi, waktu pelaporan serta ketepatan pelaksanaan Inseminasi Buatan (IB). Setiap jawaban benar diberi skor 1 dan jawaban salah diberi skor 0, sehingga diperoleh gambaran tingkat pengetahuan responden secara kuantitatif.

Berdasarkan hasil pengumpulan data diperoleh skor responden sebesar 360 dari 33 orang responden sehingga nilai pengetahuan peternak tentang deteksi birahi adalah 72,73%. Dengan demikian maka pengetahuan peternak tentang deteksi birahi berada pada kategori cukup (sedang)

3.2 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pengetahuan peternak mengenai deteksi birahi pada sapi potong di Kelurahan Dutulanaa berada pada kategori cukup dengan persentase 72,73%. Hal ini mengindikasikan bahwa peternak telah memiliki pemahaman dasar terkait tanda-tanda birahi, waktu pelaporan, serta pelaksanaan Inseminasi Buatan (IB), namun pemahaman tersebut belum sepenuhnya optimal untuk mendukung keberhasilan reproduksi secara maksimal. Keterbatasan pemahaman tersebut terlihat pada beberapa indikator penting, terutama terkait ketepatan waktu pelaporan birahi dan penentuan waktu inseminasi yang sesuai dengan fase fisiologis sapi. Ketidaktepatan dalam kedua aspek ini dapat menyebabkan pelaksanaan IB tidak berada pada waktu ovulasi yang optimal, sehingga berpotensi menurunkan tingkat kebuntingan.

Perbedaan tingkat pengetahuan peternak dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti tingkat pendidikan, pengalaman beternak, serta akses terhadap informasi dan kegiatan penyuluhan. Peternak yang memiliki pengalaman lebih lama umumnya lebih terampil dalam mengenali tanda-tanda birahi karena terbiasa melakukan pengamatan langsung terhadap siklus reproduksi ternak di lapangan. Selain itu, dominasi tingkat pendidikan formal yang masih rendah pada sebagian besar responden juga menjadi faktor yang memengaruhi kemampuan peternak dalam memahami informasi teknis. Kondisi ini menyebabkan proses penerimaan informasi terkait deteksi birahi dan manajemen Inseminasi Buatan membutuhkan waktu yang lebih panjang serta pendampingan yang lebih intensif.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Rahmawati, *et al.*, (2021) yang menyatakan bahwa pengetahuan peternak berpengaruh terhadap ketepatan pelaporan birahi kepada inseminator, yang pada akhirnya berdampak pada keberhasilan kebuntingan. Sari, *et al.*, (2023) menegaskan bahwa keterlambatan pelaporan birahi masih menjadi salah satu kendala utama dalam pelaksanaan IB pada peternakan rakyat. Peningkatan pengetahuan peternak melalui kegiatan penyuluhan, pelatihan, dan pendampingan teknis masih sangat diperlukan, khususnya pada aspek deteksi birahi dan ketepatan waktu pelaporan, agar pelaksanaan Inseminasi Buatan dapat berjalan lebih efektif dan memberikan hasil reproduksi yang optimal.

Persentase pengetahuan sebesar 72,73% menunjukkan bahwa peternak telah memiliki fondasi pengetahuan yang cukup, tetapi belum mencapai tingkat yang menjamin seluruh keputusan reproduksi dilakukan secara konsisten. Kategori cukup perlu dipahami sebagai kondisi transisi: sebagian peternak mampu mengenali perubahan perilaku dan fisik sapi, sedangkan sebagian lainnya masih mengandalkan perkiraan, pengalaman sesaat, atau informasi dari peternak lain. Dalam manajemen reproduksi, ketidakkonsistenan kecil dapat menghasilkan perbedaan besar karena kesempatan inseminasi hanya tersedia dalam rentang waktu tertentu. Oleh sebab itu, skor agregat tersebut tidak cukup dibaca sebagai keberhasilan pengetahuan secara umum, tetapi perlu diterjemahkan menjadi kebutuhan perbaikan pada indikator yang paling lemah, terutama waktu pengamatan, ketepatan pelaporan, dan pemahaman hubungan antara awal birahi, ovulasi, serta waktu inseminasi.

Deteksi birahi secara visual tetap menjadi metode yang paling realistis pada peternakan rakyat karena tidak membutuhkan perangkat mahal dan dapat dilakukan selama aktivitas pemeliharaan harian. Peternak perlu mengenali tanda utama berupa kesediaan sapi diam ketika dinaiki, serta tanda pendukung seperti gelisah, peningkatan aktivitas, sering melenguh, menaiki ternak lain, penurunan nafsu makan, vulva membengkak, dan keluarnya lendir bening. Tanda pendukung tidak selalu muncul secara bersamaan dan intensitasnya dapat berbeda antarindividu. Karena itu, keputusan pelaporan sebaiknya didasarkan pada kombinasi beberapa tanda, bukan hanya satu gejala. Santos *et al.* (2022) menjelaskan bahwa perubahan aktivitas dan perilaku merupakan dasar penting berbagai sistem deteksi modern, yang menegaskan bahwa kemampuan observasi peternak tetap relevan meskipun teknologi pemantauan berkembang.

Waktu pengamatan merupakan komponen penting yang sering diabaikan. Birahi dapat berlangsung relatif singkat dan sebagian tanda lebih jelas muncul pada pagi dini hari, sore, atau malam ketika suhu lingkungan lebih rendah dan aktivitas kandang tidak terlalu ramai. Pengamatan yang hanya dilakukan saat pemberian pakan berisiko melewatkan periode perilaku birahi yang paling kuat. Peternak perlu membangun kebiasaan pengamatan singkat tetapi teratur, misalnya pada pagi dan sore hari, serta menambah pengamatan ketika sapi menunjukkan perubahan perilaku. Andrade *et al.* (2021) memperlihatkan bahwa model prediksi estrus memerlukan pola perubahan yang dipantau sepanjang waktu, bukan pengamatan tunggal. Dalam konteks Dutulanana, prinsip tersebut dapat diterapkan melalui jadwal observasi yang sederhana, pembagian tugas dalam keluarga, dan pencatatan tanda yang ditemukan.

Ketepatan pelaporan kepada inseminator harus menjadi keluaran utama dari pengetahuan peternak. Informasi yang disampaikan sebaiknya tidak berhenti pada pernyataan bahwa sapi sedang birahi, tetapi mencakup waktu pertama kali tanda terlihat, jenis tanda yang muncul, riwayat perkawinan, kondisi setelah beranak, dan perubahan kesehatan. Informasi tersebut membantu inseminator menentukan prioritas kunjungan dan memperkirakan waktu pelayanan. Haadem *et al.* (2023) menunjukkan bahwa waktu inseminasi dalam hubungannya dengan awal aktivitas estrus berkaitan dengan peluang kebuntingan pada sapi potong. Dengan demikian, keterlambatan beberapa jam dalam pelaporan dapat mengurangi kesesuaian waktu inseminasi. Sistem komunikasi yang cepat melalui telepon atau pesan singkat perlu disertai format pelaporan sederhana agar informasi yang diterima petugas tetap lengkap.

Hasil kategori cukup juga dapat dipengaruhi oleh perbedaan pendidikan formal, pengalaman beternak, jumlah ternak, dan intensitas mengikuti penyuluhan. Pengalaman panjang dapat meningkatkan kepekaan terhadap perilaku ternak, tetapi pengalaman tidak selalu menghasilkan konsep waktu reproduksi yang benar apabila tidak pernah dikonfirmasi oleh petugas. Sebaliknya, peternak dengan pendidikan formal lebih tinggi belum tentu terampil melakukan observasi lapangan. Karena itu, program peningkatan pengetahuan perlu menggabungkan penjelasan sederhana dengan latihan praktis. Mathewos dan Bukero (2023) melaporkan bahwa kendala layanan inseminasi pada peternakan rakyat mencakup kegagalan konsepsi dan keterbatasan pelayanan, sementara kemampuan mengidentifikasi waktu inseminasi tidak hanya ditentukan oleh pendidikan. Temuan tersebut mendukung pendekatan penyuluhan yang berorientasi pada kompetensi, bukan semata karakteristik demografis.

Penyuluhan yang efektif perlu disusun sebagai proses berulang, bukan kegiatan satu kali. Materi awal dapat berfokus pada siklus reproduksi dan tanda birahi, kemudian dilanjutkan dengan demonstrasi menggunakan gambar, video, atau pengamatan langsung. Pertemuan berikutnya digunakan untuk mengevaluasi catatan peternak dan membahas kasus kegagalan inseminasi. Dalton et al. (2021) menunjukkan bahwa pelatihan yang memadukan penjelasan, video, diskusi, demonstrasi, dan praktik mampu meningkatkan skor pengetahuan secara nyata. Walaupun peserta penelitian tersebut adalah mahasiswa kedokteran hewan, prinsip pembelajaran aktif tetap relevan bagi peternak. Materi harus menggunakan bahasa lokal yang mudah dipahami, memperlihatkan contoh nyata, dan memberikan kesempatan kepada peternak untuk mengulang keterampilan sampai mampu melakukannya secara mandiri.

Media visual sangat penting karena tanda birahi lebih mudah dipahami melalui contoh daripada definisi tertulis. Penyuluh dapat menggunakan kartu bergambar yang membedakan proestrus, estrus, dan pascaestrus; video pendek tentang perilaku menaiki dan diam dinaiki; serta lembar pencatatan dengan simbol sederhana. Media tersebut dapat ditempatkan di kandang atau dibagikan melalui telepon seluler. Penggunaan foto harus disertai penjelasan bahwa tidak semua sapi menunjukkan tanda dengan intensitas yang sama. Cheon et al. (2023) menemukan bahwa aktivitas dan perilaku menaiki berubah pada periode sekitar estrus, sehingga kombinasi tanda memberi informasi yang lebih baik daripada satu tanda. Penerapan media visual di Dutulanaa diharapkan membantu peternak menghubungkan konsep yang diterima saat penyuluhan dengan perilaku ternak yang diamati sehari-hari.

Pencatatan reproduksi merupakan alat sederhana untuk memperkuat ingatan dan pengambilan keputusan. Setiap sapi sebaiknya memiliki identitas, tanggal beranak, tanggal muncul birahi, waktu pelaporan, tanggal inseminasi, identitas semen, dan hasil pemeriksaan kebuntingan. Catatan memungkinkan peternak dan inseminator melihat pola siklus, mengenali sapi yang berulang kali gagal bunting, serta membedakan keterlambatan birahi dari keterlambatan pengamatan. Tanpa catatan, evaluasi sering bergantung pada ingatan yang mudah berubah. Thanh et al. (2023) menunjukkan bahwa status fisiologis setelah inseminasi berhubungan dengan peluang kebuntingan, sehingga evaluasi reproduksi harus dilakukan sebagai rangkaian proses, bukan hanya pada saat penyuntikan semen. Pencatatan yang konsisten juga menjadi dasar bagi dinas untuk menilai efektivitas penyuluhan dan pelayanan IB.

Ketepatan deteksi birahi tidak dapat dipisahkan dari kondisi tubuh, kesehatan, dan manajemen pakan. Sapi dengan kondisi tubuh terlalu kurus, mengalami gangguan pascaberanak, atau kekurangan nutrisi dapat menunjukkan birahi yang lemah dan lebih sulit diamati. Peternak dapat keliru menyimpulkan bahwa sapi tidak mengalami birahi, padahal ekspresi perilakunya tidak kuat. Karena itu, penyuluhan deteksi birahi perlu disertai materi tentang kondisi tubuh, kecukupan pakan, mineral, kesehatan reproduksi, dan masa pemulihan setelah beranak. Monteiro et al. (2023) menegaskan bahwa keberhasilan program inseminasi berjangka tetap bergantung pada kondisi fisiologis dan pengelolaan ternak. Peningkatan pengetahuan hanya akan menghasilkan kebuntingan optimal apabila didukung ternak yang sehat, siklus reproduksi normal, semen berkualitas, serta teknik inseminasi yang benar.

Hubungan kerja antara peternak dan inseminator perlu dibangun sebagai kemitraan. Peternak bertanggung jawab melakukan pengamatan awal dan pelaporan, sedangkan inseminator melakukan konfirmasi, pelayanan, pencatatan, dan umpan balik. Apabila inseminasi tidak menghasilkan kebuntingan, kedua pihak perlu meninjau kembali waktu pelaporan, tanda yang diamati, kondisi ternak, dan kemungkinan gangguan reproduksi. Komunikasi yang hanya terjadi saat inseminator datang akan membatasi proses belajar peternak. Hubner et al. (2022) membandingkan sapi yang terdeteksi estrus melalui cara konvensional dan sistem pemantauan aktivitas, serta menunjukkan bahwa keputusan reproduksi tetap membutuhkan interpretasi kondisi ternak. Oleh sebab itu, inseminator sebaiknya memberikan penjelasan singkat setelah pelayanan dan memberi tahu tanda yang perlu diamati pada siklus berikutnya.

Perkembangan teknologi menawarkan alat bantu deteksi birahi, tetapi penerapannya perlu disesuaikan dengan skala dan kemampuan ekonomi peternak. Sensor aktivitas, kalung, pedometer, kamera, termografi, dan analisis kecerdasan buatan dapat memberikan peringatan ketika pola gerak atau perilaku berubah. Santos et al. (2022) merangkum berbagai sistem otomatis untuk deteksi estrus, sedangkan Arkan et al. (2023) mengembangkan identifikasi sapi dan deteksi perilaku menaiki berbasis penglihatan komputer. Teknologi tersebut bermanfaat untuk peternakan dengan jumlah ternak besar, namun biaya, jaringan, pemeliharaan, dan kemampuan membaca data menjadi pertimbangan pada peternakan rakyat. Dalam kondisi Dutulanaa, teknologi sebaiknya dipandang sebagai pelengkap penyuluhan dan observasi peternak, bukan pengganti kemampuan dasar mengenali birahi.

Teknologi berbasis kamera memiliki potensi karena tidak memerlukan perangkat yang dipasang pada setiap sapi. Lodkaew et al. (2023) mengembangkan CowXNet untuk mengenali perilaku estrus melalui rekaman video, sementara Cho dan Kim (2023) mengusulkan sistem pemantauan cerdas untuk memprediksi estrus di lingkungan peternakan. Pendekatan semacam ini dapat digunakan secara kolektif oleh kelompok peternak apabila tersedia kandang komunal, kamera, dan pendamping teknis. Namun, akurasi dapat dipengaruhi posisi kamera, pencahayaan, kepadatan ternak, dan keterhalangan antarhewan. Peternak tetap harus mampu memverifikasi peringatan sistem melalui pengamatan langsung. Oleh karena itu, adopsi teknologi perlu didahului uji coba lokal, perhitungan biaya-manfaat, dan pelatihan penggunaan agar tidak menimbulkan ketergantungan pada alat yang sulit dirawat.

Metode nonvisual juga berkembang, misalnya analisis suhu permukaan dan senyawa volatil. Perez Marquez et al. (2022) mengevaluasi termografi inframerah dan pergerakan ekor sebagai komponen platform deteksi estrus, sedangkan Ali et al. (2022) menguji electronic nose melalui pengambilan sampel pada daerah perineal. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa estrus dapat dikaji melalui perubahan fisiologis selain perilaku. Meskipun demikian, metode tersebut masih memerlukan peralatan, kalibrasi, dan interpretasi profesional. Bagi peternak rakyat, pengetahuan mengenai tanda fisik sederhana tetap menjadi prioritas. Informasi teknologi dapat diperkenalkan secara bertahap agar peternak memahami bahwa deteksi birahi bersifat multidimensi dan kesalahan observasi dapat dikurangi melalui konfirmasi dari beberapa sumber.

Nilai 72,73% juga menunjukkan perlunya membedakan pengetahuan deklaratif dan keterampilan praktis. Peternak mungkin dapat menjawab pertanyaan tentang tanda birahi, tetapi belum tentu mampu menentukan saat tanda tersebut mulai muncul pada kondisi lapangan. Penelitian berikutnya perlu menambahkan observasi keterampilan, misalnya meminta responden mengidentifikasi tanda pada video atau melakukan pengamatan langsung. Kerketta et al. (2023) menunjukkan bahwa pedometer dapat membantu memprediksi estrus dan waktu ovulasi, tetapi kemampuan peternak menafsirkan peringatan tetap penting. Evaluasi penyuluhan sebaiknya tidak hanya menggunakan tes tertulis, melainkan juga menilai ketepatan peternak menyebutkan waktu awal birahi, kecepatan pelaporan, dan kesesuaian waktu inseminasi pada beberapa siklus berikutnya.

Program penyuluhan dapat menggunakan pendekatan kelompok agar biaya dan tenaga lebih efisien. Kelompok peternak dapat menetapkan satu atau dua anggota sebagai kader reproduksi yang membantu mengingatkan jadwal pengamatan, mengumpulkan laporan, dan menghubungi inseminator. Kader tidak menggantikan petugas, tetapi mempercepat aliran informasi. Pertemuan bulanan dapat digunakan untuk membahas catatan reproduksi, sapi yang belum kembali birahi, dan hasil pemeriksaan kebuntingan. Sistem belajar antarpelaku juga membantu peternak dengan pendidikan rendah memperoleh contoh dari rekan yang lebih terampil. Temuan Dalton et al. (2021) tentang efektivitas demonstrasi dan praktik mendukung penggunaan pembelajaran partisipatif, sedangkan Mathewos dan Bukero (2023) menekankan perlunya mengatasi kendala pelayanan secara bersamaan dengan peningkatan pengetahuan pengguna.

Keberhasilan intervensi perlu diukur dengan indikator yang terhubung langsung dengan pelayanan IB. Indikator tersebut dapat meliputi peningkatan skor pengetahuan, persentase laporan yang disampaikan dalam waktu tepat, jumlah sapi yang diinseminasi setelah tanda birahi terkonfirmasi, conception rate, service per conception, dan calving rate. Penggunaan satu indikator saja dapat menghasilkan kesimpulan yang tidak lengkap. Pengetahuan yang meningkat belum tentu langsung menaikkan kebuntingan apabila terdapat masalah semen, teknik inseminasi, penyakit, atau nutrisi. Sebaliknya, kebuntingan dapat terjadi meskipun pengetahuan peternak terbatas karena bantuan intensif inseminator. Haadem et al. (2023) dan Thanh et al. (2023) memperlihatkan bahwa waktu inseminasi dan kondisi fisiologis setelah inseminasi sama-sama relevan. Karena itu, evaluasi harus memisahkan kontribusi pengetahuan dari faktor biologis dan teknis.

Penelitian ini memberikan dasar penting untuk menyusun intervensi lokal, tetapi interpretasinya perlu mempertimbangkan jumlah responden sebanyak 33 orang dan penggunaan analisis deskriptif. Nilai persentase menggambarkan kondisi kelompok yang diteliti, namun belum menjelaskan hubungan kausal antara pengetahuan dan keberhasilan kebuntingan. Penelitian selanjutnya dapat menghubungkan skor pengetahuan dengan data inseminasi aktual, termasuk interval pelaporan, waktu pelayanan, jumlah inseminasi per kebuntingan, dan kondisi tubuh sapi. Pengukuran sebelum dan sesudah penyuluhan juga dapat menunjukkan efektivitas program secara lebih kuat. Selain itu, wawancara mendalam diperlukan untuk memahami alasan peternak terlambat melapor, seperti keterbatasan akses komunikasi, jarak inseminator, pola kerja keluarga, atau kesulitan mengamati ternak pada malam hari.

Secara praktis, hasil penelitian mengarahkan tiga prioritas. Pertama, meningkatkan ketepatan pengenalan tanda birahi melalui demonstrasi dan media visual. Kedua, mempercepat komunikasi peternak-inseminator melalui format pelaporan yang memuat waktu dan tanda yang diamati. Ketiga, membangun pencatatan reproduksi untuk memantau siklus dan mengevaluasi hasil IB. Teknologi otomatis dapat diperkenalkan secara selektif setelah kemampuan dasar dan sistem layanan terbentuk. Integrasi pengetahuan peternak, keterampilan inseminator, kondisi reproduksi ternak, kualitas semen, serta dukungan penyuluh merupakan pendekatan yang paling realistis. Dengan perbaikan tersebut, kategori pengetahuan cukup dapat ditingkatkan menjadi baik dan diwujudkan dalam perilaku pengamatan yang konsisten, pelayanan yang tepat waktu, dan peluang kebuntingan yang lebih tinggi pada sapi potong di Kelurahan Dutulanaa.

Pemahaman mengenai tanda primer dan sekunder perlu diperdalam karena peternak sering memberikan bobot yang sama pada seluruh gejala. Kesediaan diam ketika dinaiki merupakan tanda yang lebih kuat dibandingkan perubahan nafsu makan atau suara, sedangkan lendir bening dan pembengkakan vulva perlu dibaca bersama perubahan perilaku. Apabila peternak hanya menunggu satu tanda yang sangat jelas, sapi dengan ekspresi birahi lemah dapat terlewat. Sebaliknya, keputusan yang terlalu cepat berdasarkan gejala tunggal dapat menyebabkan pelaporan pada fase yang belum tepat. Penyuluh perlu membantu peternak membuat urutan prioritas tanda dan menjelaskan contoh kombinasi gejala. Cheon et al. (2023) memperlihatkan bahwa perubahan aktivitas dan perilaku menaiki terjadi secara dinamis di sekitar estrus, sehingga interpretasi harus mempertimbangkan waktu dan intensitas kemunculannya.

Pola pemeliharaan juga menentukan peluang pengamatan. Sapi yang terus diikat memiliki ruang terbatas untuk menunjukkan perilaku menaiki atau diam dinaiki, sehingga peternak perlu lebih memperhatikan tanda fisik dan perubahan aktivitas. Pada sistem penggembalaan atau kandang kelompok, perilaku sosial lebih mudah terlihat, tetapi identitas sapi dan waktu kejadian harus dicatat dengan benar. Kondisi lantai licin, kepadatan kandang, cuaca panas, dan gangguan lingkungan dapat menekan ekspresi perilaku. Karena itu, pengetahuan peternak harus diterapkan secara kontekstual sesuai sistem pemeliharaan. Sistem otomatis yang dibahas Santos et al. (2022) dan Arian et al. (2023) pada dasarnya juga mengandalkan perubahan aktivitas, tetapi pada peternakan rakyat keterampilan menghubungkan kondisi kandang dengan tanda birahi tetap menjadi penentu utama.

Ketepatan waktu inseminasi tidak hanya ditentukan oleh kapan peternak melihat tanda, tetapi juga kapan birahi sebenarnya mulai terjadi. Peternak dapat menemukan sapi pada pertengahan atau akhir estrus apabila pengamatan sebelumnya terlewat. Oleh sebab itu, pertanyaan pertama inseminator sebaiknya mencakup waktu pengamatan terakhir ketika sapi belum menunjukkan tanda dan waktu pertama tanda diketahui. Rentang informasi tersebut membantu memperkirakan awal estrus dengan lebih baik. Haadem et al. (2023) menunjukkan pentingnya hubungan antara waktu inseminasi dan aktivitas estrus pada sapi potong. Dalam pelayanan lapangan, keputusan tetap perlu mempertimbangkan jarak, jadwal petugas, kondisi sapi, dan hasil pemeriksaan. Pendidikan peternak harus menekankan bahwa pelaporan sedini mungkin memberi ruang lebih besar bagi inseminator untuk menentukan waktu pelayanan yang tepat.

Kegiatan penyuluhan sebaiknya membahas kesalahan umum yang benar-benar terjadi di lapangan. Kesalahan tersebut antara lain menganggap lendir sebagai satu-satunya tanda, melaporkan setelah tanda menghilang, tidak mengamati sapi pada pagi atau sore hari, serta tidak mencatat tanggal birahi sebelumnya. Pembahasan berbasis kasus lebih mudah dipahami daripada penjelasan teori yang panjang. Peternak dapat diminta menceritakan pengalaman inseminasi yang berhasil dan gagal, kemudian penyuluh membantu mengidentifikasi kemungkinan penyebabnya. Metode ini mengubah pengalaman menjadi pengetahuan yang terstruktur tanpa menyalahkan peternak. Dalton et al. (2021) menunjukkan manfaat kombinasi diskusi, demonstrasi, dan praktik dalam pembelajaran inseminasi. Pendekatan serupa dapat meningkatkan kemampuan peternak menerapkan pengetahuan pada situasi yang berbeda.

Evaluasi pengetahuan perlu dilakukan secara bertahap. Tes segera setelah penyuluhan hanya mengukur pemahaman jangka pendek, sedangkan tujuan utama adalah perubahan perilaku pengamatan dan pelaporan. Evaluasi pertama dapat menilai pengetahuan tanda birahi, kemudian evaluasi berikutnya memeriksa catatan reproduksi dan ketepatan laporan. Petugas juga dapat membandingkan jumlah laporan yang terlalu cepat atau terlambat sebelum dan sesudah intervensi. Apabila peningkatan pengetahuan tidak diikuti perubahan perilaku, penyebabnya dapat berupa keterbatasan waktu, kesulitan komunikasi, atau layanan inseminator yang tidak tersedia. Mathewos dan Bukero (2023) menunjukkan bahwa kendala layanan dapat berjalan bersamaan dengan persoalan pengguna. Karena itu, program tidak boleh hanya menuntut peternak meningkatkan pengetahuan tanpa memperbaiki respons pelayanan.

Kondisi birahi tenang atau silent estrus perlu diperkenalkan agar peternak tidak menyimpulkan semua sapi memiliki tanda yang sama. Pada kondisi tersebut, ovulasi dapat terjadi dengan ekspresi perilaku yang lemah. Risiko ini dapat meningkat pada sapi dengan masalah nutrisi, kondisi tubuh kurang baik, stres panas, atau gangguan pascaberanak. Peternak perlu melaporkan sapi yang tidak kembali birahi dalam waktu wajar atau berulang kali gagal bunting agar dapat diperiksa. Andrade et al. (2021) menunjukkan bahwa prediksi estrus memerlukan kombinasi beberapa informasi, sedangkan Thanh et al. (2023) menegaskan hubungan kondisi hormonal dengan peluang kebuntingan. Pemahaman ini membantu peternak membedakan antara kekurangan pengamatan dan kemungkinan gangguan fisiologis yang memerlukan penanganan tenaga teknis.

Penyuluhan juga perlu menekankan bahwa inseminasi buatan bukan tindakan tunggal yang otomatis menghasilkan kebuntingan. Keberhasilan merupakan hasil rangkaian mulai dari pemeliharaan induk, pengenalan estrus, penyimpanan dan penanganan semen, teknik deposisi, sampai pemeriksaan kebuntingan. Monteiro et al. (2023) menunjukkan bahwa program inseminasi terjadwal berkembang melalui pengendalian fisiologi reproduksi yang sistematis. Dalam konteks peternakan rakyat, pemahaman rantai proses ini mencegah peternak hanya menilai keberhasilan berdasarkan kinerja inseminator. Setiap pihak memiliki peran yang berbeda, tetapi saling bergantung. Peternak bertugas menyediakan ternak sehat dan informasi yang akurat; inseminator memastikan pemeriksaan dan teknik pelayanan; penyuluh membantu perubahan perilaku; sedangkan dinas memastikan ketersediaan sarana, semen, dan sistem pencatatan.

Pemanfaatan telepon seluler dapat dimulai dari fungsi sederhana. Kelompok peternak dapat memiliki grup komunikasi yang menghubungkan peternak, inseminator, dan penyuluh. Laporan dapat menggunakan format tetap: identitas sapi, waktu tanda pertama terlihat, tanda yang dominan, tanggal beranak terakhir, dan riwayat inseminasi. Foto atau video singkat dapat dikirim apabila kondisi jaringan memungkinkan, tetapi tetap perlu diverifikasi di lapangan. Dokumentasi pesan juga membantu menilai kecepatan respons dan memperbaiki koordinasi. Teknologi canggih seperti CowXNet yang dikembangkan Lodkaew et al. (2023) menunjukkan potensi analisis video, namun langkah awal yang lebih sesuai adalah meningkatkan kualitas data yang dikirim manusia. Sistem sederhana yang digunakan konsisten lebih bermanfaat daripada aplikasi kompleks yang tidak sesuai kapasitas pengguna.

Dukungan keluarga penting karena pemeliharaan sapi rakyat sering melibatkan lebih dari satu anggota rumah tangga. Orang yang memberi pakan belum tentu orang yang menghubungi inseminator, sehingga informasi dapat terputus. Penyuluhan sebaiknya mengundang anggota keluarga yang terlibat agar semua memahami tanda dan prosedur pelaporan. Pembagian tanggung jawab dapat mengurangi kemungkinan tanda birahi terlewat ketika pemilik utama bekerja di luar rumah. Lembar catatan yang ditempatkan dekat kandang dapat diisi oleh siapa pun yang melakukan pengamatan. Cara ini juga memperkuat kesinambungan pengetahuan ketika terjadi perubahan pengelola ternak. Pengetahuan tidak lagi melekat pada satu orang, tetapi menjadi praktik keluarga yang mendukung ketepatan keputusan reproduksi.

Pemerintah daerah dapat menggunakan hasil penelitian sebagai dasar pemetaan kebutuhan penyuluhan. Peternak dengan kategori kurang memerlukan pendampingan intensif, kategori cukup memerlukan penguatan indikator lemah, sedangkan kategori baik dapat dilibatkan sebagai peternak contoh. Pembagian tersebut membuat sumber daya penyuluhan lebih tepat sasaran. Materi yang sama untuk semua peserta berisiko terlalu sulit bagi sebagian peternak dan terlalu sederhana bagi yang lain. Kader reproduksi dapat membantu mengidentifikasi kebutuhan dan mengumpulkan data. Program tahunan sebaiknya memiliki target terukur, misalnya peningkatan persentase peternak yang melakukan pengamatan dua kali sehari, peningkatan ketepatan laporan, dan penurunan jumlah inseminasi berulang akibat keterlambatan. Target tersebut lebih operasional daripada hanya menghitung jumlah pertemuan penyuluhan.

Kelayakan teknologi perlu dinilai berdasarkan manfaat nyata bagi kelompok. Pedometer yang diteliti Kerketta et al. (2023), termografi oleh Perez Marquez et al. (2022), electronic nose oleh Ali et al. (2022), dan sistem kecerdasan buatan oleh Cho dan Kim (2023) menunjukkan arah perkembangan deteksi estrus. Namun, setiap teknologi memiliki kebutuhan biaya, listrik, internet, pemeliharaan, dan pelatihan. Pada peternakan dengan jumlah sapi sedikit, investasi individual mungkin tidak ekonomis. Model kepemilikan kelompok, demonstrasi pada unit percontohan, atau dukungan dinas dapat menjadi pilihan. Evaluasi harus membandingkan jumlah birahi yang terdeteksi, kecepatan pelaporan, peningkatan kebuntingan, dan biaya operasional. Teknologi hanya layak dilanjutkan apabila memberi manfaat yang melebihi beban pengelolaannya.

Dengan demikian, pembahasan hasil 72,73% tidak berhenti pada penetapan kategori cukup, tetapi menghasilkan arah tindakan yang jelas. Pengetahuan perlu diterjemahkan menjadi rutinitas observasi, kemampuan membedakan tanda, pelaporan berbasis waktu, pencatatan reproduksi, dan komunikasi dua arah dengan petugas. Perubahan tersebut harus didukung manajemen pakan dan kesehatan agar tanda birahi dapat diekspresikan dengan baik. Pelatihan berulang, keterlibatan keluarga, kader kelompok, dan evaluasi hasil inseminasi merupakan komponen yang saling melengkapi. Apabila dilaksanakan secara konsisten, peningkatan pengetahuan dapat memperkuat efisiensi pelayanan IB dan menurunkan kehilangan kesempatan reproduksi. Kerangka ini sesuai dengan kebutuhan peternak sapi potong rakyat yang mengandalkan observasi manusia, tetapi tetap terbuka terhadap penggunaan teknologi secara bertahap dan proporsional.

Rancangan materi penyuluhan dapat disusun dalam modul singkat yang mengikuti urutan pekerjaan peternak. Modul dimulai dari mengenali sapi yang layak menjadi akseptor, mengamati tanda birahi, mencatat waktu, melapor kepada inseminator, dan memantau kondisi setelah inseminasi. Urutan tersebut memudahkan peternak melihat hubungan antaraktivitas dan mengurangi informasi yang terpisah-pisah. Setiap pertemuan cukup membahas satu atau dua keterampilan disertai latihan. Pada akhir siklus, peternak diminta menjelaskan kembali prosedur menggunakan kasus nyata dari ternaknya. Pengulangan terarah akan memperkuat daya ingat dan membantu peternak mengoreksi kebiasaan yang kurang tepat. Materi juga perlu diperbarui berdasarkan kesalahan yang paling sering ditemukan dalam catatan pelayanan IB.

Penyuluh dan inseminator perlu menyepakati pesan teknis yang sama agar peternak tidak menerima informasi yang berbeda. Ketidakkonsistenan istilah, waktu pelaporan, atau penjelasan tanda birahi dapat menimbulkan kebingungan dan menurunkan kepercayaan. Pertemuan koordinasi petugas dapat digunakan untuk menyusun panduan sederhana dan format umpan balik. Setelah inseminasi, petugas dapat memberi catatan singkat mengenai waktu pelayanan, kondisi serviks, dan saran pengamatan berikutnya. Informasi tersebut membantu peternak memahami alasan keputusan teknis yang diambil. Keseragaman pesan juga memudahkan evaluasi karena indikator yang digunakan seluruh petugas menjadi sama. Dengan sistem ini, peningkatan pengetahuan tidak bergantung pada siapa petugas yang datang, tetapi didukung standar pelayanan yang konsisten.

Aspek motivasi peternak perlu diperhatikan karena pengetahuan tidak selalu langsung berubah menjadi tindakan. Peternak mungkin memahami pentingnya pengamatan, tetapi tidak melakukannya secara teratur karena kesibukan, anggapan bahwa tugas tersebut merepotkan, atau pengalaman kegagalan sebelumnya. Penyuluhan perlu menunjukkan manfaat ekonomi dan praktis dari deteksi tepat, seperti mengurangi inseminasi berulang, memperpendek jarak beranak, dan meningkatkan peluang memperoleh pedet. Contoh perhitungan sederhana dapat membantu peternak melihat kerugian akibat kehilangan satu siklus birahi. Pengakuan terhadap peternak yang mencatat dengan baik atau melapor tepat waktu juga dapat meningkatkan motivasi kelompok. Pendekatan ini menjadikan perilaku reproduksi sebagai bagian dari manajemen usaha, bukan sekadar instruksi teknis.

Pemantauan pascainseminasi harus menjadi bagian dari pembelajaran. Peternak perlu mengetahui bahwa sapi yang kembali menunjukkan birahi dapat mengindikasikan tidak terjadi kebuntingan, tetapi konfirmasi tetap memerlukan pemeriksaan. Peternak juga perlu mengamati kondisi kesehatan, nafsu makan, dan adanya gangguan reproduksi. Jadwal pemeriksaan kebuntingan harus dicatat agar keputusan pemeliharaan berikutnya dapat dibuat lebih cepat. Apabila sapi berulang kali tidak bunting, kasus perlu dirujuk untuk pemeriksaan lebih lanjut dan tidak hanya diulang inseminasinya. Pendekatan ini mencegah pemborosan semen dan biaya pelayanan. Pencatatan hasil pascainseminasi juga memberikan data objektif untuk menilai apakah peningkatan pengetahuan telah menghasilkan perbaikan kinerja reproduksi.

Dalam jangka menengah, data kelompok peternak dapat digunakan untuk membuat profil reproduksi wilayah. Data tersebut mencakup jumlah akseptor, laporan birahi, jumlah pelayanan, kebuntingan, dan masalah yang sering terjadi. Profil wilayah membantu dinas menentukan kebutuhan pelatihan, jadwal petugas, dan prioritas pemeriksaan reproduksi. Data tidak perlu menggunakan sistem yang rumit; lembar rekap bulanan atau spreadsheet sederhana sudah dapat memberikan informasi berguna. Kualitas data harus dijaga melalui identitas ternak yang konsisten dan pemeriksaan ulang. Ketika peternak melihat bahwa catatan mereka digunakan untuk memperbaiki pelayanan, motivasi untuk mencatat akan meningkat. Pendekatan berbasis data juga memungkinkan program penyuluhan disesuaikan dengan perubahan kondisi dari waktu ke waktu.

Keseluruhan temuan menunjukkan bahwa keberhasilan peningkatan pengetahuan memerlukan kesinambungan antara edukasi, fasilitas komunikasi, dan ketersediaan pelayanan. Penyuluhan tanpa petugas yang responsif akan mengurangi manfaat pelaporan tepat waktu, sedangkan pelayanan tanpa pengetahuan peternak akan

tetap menghadapi keterlambatan informasi. Oleh karena itu, intervensi perlu dirancang sebagai sistem lokal yang melibatkan peternak, keluarga, kelompok, inseminator, penyuluh, dan dinas. Setiap unsur memiliki indikator tanggung jawab yang dapat dipantau. Sistem tersebut memberi peluang agar skor pengetahuan yang saat ini berada pada kategori cukup berkembang menjadi kompetensi praktis. Dampak akhirnya diharapkan terlihat pada ketepatan inseminasi, efisiensi penggunaan semen, dan peningkatan hasil reproduksi sapi potong.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini yaitu bahwa tingkat pengetahuan peternak berada pada kategori cukup (skor 72,73%). Adanya skor ini maka: 1) peternak dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahaman mengenai tanda-tanda birahi pada sapi potong serta pentingnya ketepatan waktu pelaporan kepada inseminator sehingga dapat meningkatkan peluang keberhasilan IB dan efisiensi reproduksi ternak, 2) petugas inseminator dan penyuluh dapat meningkatkan intensitas penyuluhan, pelatihan serta pendampingan kepada peternak, khususnya terkait deteksi birahi dan manajemen reproduksi sapi potong, 3) dinas Peternakan diharapkan dapat memperkuat program pelatihan dan edukasi bagi peternak secara berkelanjutan, terutama berkaitan dengan peningkatan pengetahuan reproduksi ternak, sehingga dapat mendukung keberhasilan program IB di wilayah penelitian, 4) peneliti selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan variabel yang lebih luas dengan penggunaan faktor lain yang memengaruhi keberhasilan IB, seperti manajemen pakan, kualitas inseminator, kondisi reproduksi ternak serta hubungan langsung antara pengetahuan peternak dengan tingkat kebuntingan.

Referensi

1. Arikunto, S. (2019). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
2. Iskandar, A., et al., (2023). "Faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Inseminasi Buatan pada Sapi." *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*.
3. Prastowo, S., et al., (2021). "Efektivitas Inseminasi Buatan dalam Peningkatan Produksi Sapi Potong." *Jurnal Peternakan Tropis*.
4. Putri, D., et al., (2022). "Peningkatan Genetik Sapi melalui Inseminasi Buatan." *Jurnal Ilmu Peternakan*.
5. Rahmawati, L., et al. (2021). "Peran Pengetahuan Peternak dalam Keberhasilan Reproduksi Sapi." *Jurnal Agribisnis Peternakan*.
6. Sari, M., et al., (2023). "Deteksi Estrus dan Dampaknya terhadap Keberhasilan IB." *Jurnal Peternakan Modern*.
7. Susilawati, T. (2021). *Inseminasi Buatan pada Sapi*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
8. Ali, A. S., Jacinto, J. G. P., Münchemeyer, W., Walte, A., Gentile, A., Formigoni, A., Mammi, L. M. E., Bajcsy, Á. C., Abdu, M. S., et al. (2022). Estrus detection in a dairy herd using an electronic nose by direct sampling on the perineal region. *Veterinary Sciences*, 9(12), 688. <https://doi.org/10.3390/vetsci9120688>
9. Andrade, V. V., Bernardes, P. A., Vicentini, R. R., Oliveira, A. P., Veroneze, R., Ujita, A., Negrão, J. A., & El Faro, L. (2021). Estrus prediction models for Dairy Gyr heifers. *Animals*, 11(11), 3103. <https://doi.org/10.3390/ani11113103>
10. Arkan, İ., Ayav, T., Seçkin, A. Ç., & Soygazi, F. (2023). Estrus detection and dairy cow identification with cascade deep learning for augmented reality-ready livestock farming. *Sensors*, 23(24), 9795. <https://doi.org/10.3390/s23249795>
11. Cheon, S. N., Park, G. W., Park, K. H., & Jeon, J. H. (2023). Peri-estrus activity and mounting behavior and its application to estrus detection in Hanwoo (Korea Native Cattle). *Journal of Animal Science and Technology*, 65(4), 748–758. <https://doi.org/10.5187/jast.2022.e126>
12. Cho, Y., & Kim, J. (2023). AI-based intelligent monitoring system for estrus prediction in the livestock industry. *Applied Sciences*, 13(4), 2442. <https://doi.org/10.3390/app13042442>
13. Dalton, J. C., Robinson, J. Q., Price, W. J., DeJarnette, J. M., & Chapwanya, A. (2021). Artificial insemination of cattle: Description and assessment of a training program for veterinary students. *Journal of Dairy Science*, 104(5), 6295–6303. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19655>
14. Haadem, C. S., Holmøy, I. H., Nødtvedt, A., et al. (2023). Time of insemination in relation to pregnancy rates in beef cattle after oestrus detection with automated activity monitoring system. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 65, 20. <https://doi.org/10.1186/s13028-023-00685-y>
15. Hubner, A. M., et al. (2022). Effect of gonadotropin-releasing hormone administered at the time of artificial insemination for cows detected in estrus by conventional estrus detection or an automated activity-monitoring system. *Journal of Dairy Science*, 105(1), 831–841. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21011>
16. Kerketta, S., Mohanty, T. K., Kumaresan, A., Bhakat, M., Gupta, R., Malhotra, R., Baithalu, R., Mohanty, A. K., Singh, S. R. K., & Rahim, A. (2023). Moosense pedometer for oestrus detection and ovulation time prediction for artificial insemination in Karan Fries cows. *Indian Journal of Animal Research*, 57(1), 18–23. <https://doi.org/10.18805/IJAR.B-4248>
17. Lodkaew, T., Pasupa, K., & Loo, C. K. (2023). CowXNet: An automated cow estrus detection system. *Expert Systems with Applications*, 211, 118550. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118550>
18. Mathewos, M., & Bukero, R. (2023). Assessment of constraints of artificial insemination service in smallholder dairy cattle keepers in Kacha Bira District of Southern Ethiopia. *Veterinary Medicine International*, 2023, 6512010. <https://doi.org/10.1155/2023/6512010>
19. Monteiro, P. L. J., Consentini, C. E. C., Andrade, J. P. N., Beard, A. D., Garcia-Guerra, A., Sartori, R., & Wiltbank, M. C. (2023). Research on timed AI in beef cattle: Past, present and future, a 27-year perspective. *Theriogenology*, 211, 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.07.037>
20. Perez Marquez, H. J., Schaefer, A. L., von Gaza, H., Ambrose, D. J., Cook, N. J., & Bench, C. J. (2022). Evaluating automated infrared thermography and vulva exposure tracking as components of an estrus detection platform in a commercial dairy herd. *Animal*, 16(8), 100585. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100585>
21. Santos, C. A. dos, Landim, N. M. D., Araújo, H. X. de, & Paim, T. do P. (2022). Automated systems for estrous and calving detection in dairy cattle. *AgriEngineering*, 4(2), 475–482. <https://doi.org/10.3390/agriengineering4020031>

22. Thanh, N. V., Hang, P. T., Gioi, P. V., Toan, N. C., & Long, S. T. (2023). The relationship between plasma progesterone concentration on day 6 after artificial insemination and pregnancy rate of dairy cows in Vietnam. *Tropical Animal Science Journal*, 46(2), 146–150. <https://doi.org/10.5398/tasj.2023.46.2.146>