

Literature Review : Dinamika Vaksinasi Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) di Pulau Sumatra dan Jawa

Reyhan Junicho Naufalino^{1*}, Naila Az-Zahra², Ferdhian Maulana Ahmad³, Rifki Wahyudi⁴

¹ Program Studi Kedokteran Hewan, Universitas Riau

² Program Studi Kedokteran Hewan, Universitas Riau

³ Program Studi Kedokteran Hewan, Universitas Riau

⁴ Program Studi Kedokteran Hewan, Universitas Riau

reyhan.junicho5264@student.unri.ac.id, naila.az3837@student.unri.ac.id, ferdhian.maulana4196@student.unri.ac.id,
rifki.wahyudi7225@student.unri.ac.id

Abstrak

Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) kembali muncul di Indonesia pada tahun 2022, sehingga pelaksanaan vaksinasi secara massal dilakukan sebagai upaya memutus rantai penularan dan membentuk imunitas kelompok (*herd immunity*) pada sapi ternak. Tinjauan Literatur ini bertujuan untuk melakukan analisis dinamika vaksinasi PMK serta pembentukan imunitas kelompok pada populasi sapi di Pulau Sumatra dan Jawa. Pencarian ditelusuri melalui *Google Scholar*, *PubMed*, *ScienceDirect*, dan Portal Garuda, kemudian delapan artikel dianalisis secara deskriptif-kualitatif dengan sintesis naratif. Di Sumatra, sapi seropositif pascavaksinasi mencapai 99% di Kabupaten Solok dan 95,8% di Sumatra Utara, sedangkan di wilayah kerja Balai Veteriner Bukittinggi proteksi antibodi mengalami penurunan dari 89,5% (2022) menjadi 76,0% (2023) bersamaan dengan menurunnya deteksi infeksi aktif dari 8,5% menjadi 3,3%. Di Jawa, Kasus menurun setelah pemberian vaksinasi darurat dan massal, namun keterlambatan booster lebih dari 5-6 bulan serta lalu lintas ternak meningkatkan kembali risiko penularan. Pemberian vaksinasi satu dan dua dosis menghasilkan respon imun yang sebanding, akan tetapi sapi tetap terinfeksi secara klinis meski telah divaksinasi justru mengalami penurunan kesuburan. Keberhasilan program ditentukan oleh waktu pemberian vaksinasi, booster, biosekuriti, dan pengendalian lalu lintas ternak.

Kata Kunci: PMK, dinamika vaksinasi, imunitas kelompok sapi, Sumatra dan Jawa

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) merupakan salah satu penyakit menular yang penting pada ternak berkuku belah, terutama sapi. Penyakit ini disebabkan oleh virus *Foot-and-Mouth Disease Virus* (FMDV) dari genus *Aphthovirus* dan famili *Picornaviridae*. Penularan dapat terjadi secara kontak langsung ataupun secara tidak langsung melalui peralatan kandang, pakan, air, dan bahan lain yang telah terkontaminasi virus. Pada sapi gejala nya ditandai, muncul nya lepuh pada mulut dan kaki, air liur berlebihan, kesulitan makan, serta terjadi kepincangan (Desmawita *et al.*, 2024).

PMK pertama kali di laporkan di Indonesia pada tahun 1887. Setelah di lakukan berbagai program pengendalian, Indonesia berhasil mempertahankan status bebas PMK selama lebih dari tiga dekade. Namun, PMK kembali muncul pada tahun 2022. Kasus pertama pada wabah tersebut di laporkan di beberapa wilayah Jawa Timur lalu menyebar ke berbagai daerah di Indonesia yang mencakup 24 provinsi. Sapi yang terinfeksi virus PMK dapat mempengaruhi kondisi kesehatan dan produktivitas ternak. Lesi pada kaki juga dapat menyebabkan sapi kepincangan dan kesulitan bergerak. Kondisi tersebut dapat menyebabkan penurunan produksi susu sehingga secara langsung mempengaruhi pendapatan peternak (Ariska *et al.*, 2024).

1.2 Dampak Wabah PMK terhadap Kesehatan dan Produktivitas Ternak

Infeksi PMK akan memicu terjadinya demam tinggi (Amelia *et al.*, 2024) dan terjadinya hipersalivasi (Widyadhari *et al.*, 2024) disertai vesikel dan erosi pada mukosa mulut serta hidung. Lepuhan pada celah kuku dan tumit juga terjadi sehingga menyebabkan kepincangan parah yang berakhir pada terlepasnya kuku (Widyadhari *et al.*, 2024). Morbiditas yang terjadi sangat tinggi dan mortalitas pada ternak dewasa relatif rendah, sedangkan pada pedet dapat berakibat fatal yaitu terjadinya miokarditis akut (Salman *et al.*, 2025). Dampak tersebut akan menurunkan produktivitas ternak, salah satunya berupa penurunan produksi susu sapi perah yang bersifat permanen dan penurunan bobot badan sapi potong akibat hilangnya nafsu makan (Amelia *et al.*, 2024). Kerugian ekonomi juga akan terjadi akibat biaya pengobatan suportif, penurunan efisiensi reproduksi, dan hilangnya nilai jual (Syakir *et al.*, 2026).

1.3 Vaksinasi sebagai Strategi Pengendalian PMK Pascawabah

Vaksinasi massal dilaksanakan sebagai tindakan darurat untuk memutus rantai penularan dengan memasukkan antigen mikroorganisme yang dimatikan atau dilemahkan guna membentuk antibodi dan sel memori protektif (Amelia *et al.*, 2024). Kombinasi pemberian Vaksinasi dan pembatasan pergerakan ternak terbukti menurunkan kurva penularan secara signifikan (Salman *et al.*, 2025). Vaksinasi juga hanya diberikan pada ternak sehat, sedangkan ternak sakit diisolasi untuk perawatan suportif (Syakir *et al.*, 2026).

1.4 Konsep Imunitas kelompok (*herd immunity*) pada populasi sapi

Imunitas kelompok (*herd immunity*) pada populasi sapi adalah kondisi ketika sebagian besar sapi telah memiliki kekebalan terhadap penyakit sehingga penyebaran agen penyakit dapat berkurang. Pada PMK, tingkat kekebalan kelompok yang tinggi sangat penting karena dapat memutuskan rantai penularan (Park *et al.*, 2021).

1.5 Pentingnya evaluasi efektivitas program vaksinasi di Sumatra dan Jawa

Evaluasi efektivitas program vaksinasi Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) di Pulau Sumatra dan Jawa sangat krusial dilakukan demi menjamin pembentukan kekebalan kelompok pasca-wabah. Menurut (Firman *et al.*, 2022), laju penularan virus PMK di lapangan sangat pesat dengan nilai R_0 mencapai 2,85 serta potensi kerugian ekonomi nasional yang menyentuh Rp38,67 triliun, sehingga intervensi vaksinasi massal harus dievaluasi ketercapaian proteksinya. Wilayah Sumatra dan Jawa merupakan gerbang utama ditemukannya kasus PMK, sehingga kegagalan vaksinasi dapat memicu gelombang penularan ulang secara meluas. Di tingkat lapangan, efektivitas vaksin dalam menginduksi respons imun sangat bergantung pada kondisi kesehatan ternak dan pemahaman peternak. Seperti yang dijelaskan oleh (Syakir *et al.*, 2026), vaksinasi harus menyasar populasi ternak yang sehat serta didukung oleh pengetahuan peternak mengenai upaya pencegahan agar pembentukan antibodi dan kekebalan kelompok dapat tercapai secara optimal. Oleh sebab itu, evaluasi efektivitas vaksinasi di Sumatra dan Jawa sangat penting untuk menilai keberhasilan proteksi imunologis, mengevaluasi kendala manajemen distribusi di lapangan.

1.6 Pentingnya evaluasi efektivitas program vaksinasi di Sumatra dan Jawa

Literature review ini bertujuan untuk menganalisis dinamika pembentukan imunitas kelompok serta menilai efektivitas program vaksinasi Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) pada populasi sapi di Pulau Sumatra dan Jawa.

METODE

2.1 Waktu dan Tahapan Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan dari bulan September hingga Oktober 2026 meliputi penelusuran dan peninjauan ulang berbagai pustaka yang bersumber dari berbagai situs yakni, *Google Scholar*, *PubMed*, dengan bantuan aplikasi Mendeley.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam membantu penyusunan studi literatur ini meliputi laptop, handphone, alat tulis-menulis, dan paket data internet. Bahan yang digunakan meliputi sumber referensi atau pustaka berupa buku, jurnal, e-book, case report dan juga text-book yang berkaitan dengan topik kajian studi literatur.

2.3 Penelusuran dan Pengumpulan Data

Sumber data dalam studi ini berupa artikel ilmiah primer dan sekunder (jurnal nasional/internasional, prosiding, buku teks, serta laporan resmi organisasi kesehatan hewan seperti WOAH/OIE dan Kementerian Pertanian) yang membahas epidemiologi, etiologi, patogenesis, diagnosis, pencegahan, dan pengendalian PMK. Penelusuran dilakukan melalui basis data ilmiah meliputi *Google Scholar*, *PubMed*, *ScienceDirect*, dan Portal Garuda, dengan rentang tahun publikasi dibatasi pada 5-10 tahun terakhir sejak artikel ini dibuat, kecuali untuk sumber rujukan dasar/sejarah penyakit yang sifatnya *grand theory*. Pengelolaan referensi dibantu dengan aplikasi Mendeley.

2.4 Seleksi dan Ekstraksi Data Literatur

Artikel yang lolos seleksi berdasarkan judul, abstrak, dan teks penuh, selanjutnya diekstraksi datanya, meliputi nama penulis, tahun terbit, tujuan penelitian, metode, dan temuan utama terkait PMK. Data yang telah diekstraksi kemudian dianalisis secara deskriptif-kualitatif melalui pendekatan sintesis naratif, yaitu mengelompokkan temuan berdasarkan tema (etiologi dan karakteristik virus, gejala klinis, metode diagnosis, strategi pencegahan dan pengendalian, serta dampak sosial-ekonomi PMK), lalu membandingkan dan mensintesis persamaan maupun perbedaan temuan antar sumber.

2.5 Penyusunan Naskah

Hasil sintesis data disusun ke dalam naskah tinjauan pustaka dengan struktur baku, meliputi pendahuluan, pembahasan yang disusun secara tematik, serta simpulan dan saran, mengikuti format dan gaya sesuai dengan jurnal tujuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil perolehan data dari delapan artikel yang dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perolehan Data Literatur

No	Penulis & Tahun Jurnal	Judul Penelitian	Lokasi	Desain Studi	Temuan Deskriptif	Keterkaitan dengan Judul
1	Sari, D. P., Irianingsih, S. H., & Wibowo, M. H. (2025).	Deteksi Antibodi Non-Structural dan Structural Protein pada Sapi Perah Terinfeksi Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) di Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia.	Jawa Tengah, Jawa	Deskriptif, ELISA NSP+SP pada sapi perah yang terinfeksi PMK alami	Antibodi Non Structural Protein (NSP) dan Structural Protein (SP) serotipe O masih terdeteksi hingga 6 bulan pasca infeksi alami menggunakan sampel usap mulut, susu, dan serum.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa antibodi NSP maupun SP serotipe O masih dapat terdeteksi pada sapi perah hingga enam bulan setelah infeksi terjadi. Temuan ini menunjukkan bahwa respons imun terhadap infeksi alami PMK bersifat cukup persisten dan dapat bertahan dalam jangka waktu yang relatif lama, tidak hanya dalam hitungan minggu tetapi hingga bulan-bulan berikutnya pasca paparan virus.
2	Syah, H. A., Nugroho, W., Yekti, A. P. A., Isnaini, N., Wahjuningsih, S., Mashudi, M., Susilorini, T. E., Suyadi, S., Rifa'i, M., Utami, P., Pramudhita, A. D., Sringarm, K., & Susilawati, T. (2026).	Differential effects of foot-and-mouth disease infection and vaccination on fertility of Holstein-Friesian heifers: Evidence from a within-animal retrospective study in Indonesia.	Malang, Jawa Timur	Perbandingan Infeksi vs Vaksinasi, terhadap dampak pada reproduksi	Sapi dara yang mengalami infeksi PMK klinis mengalami penurunan performa reproduksi yang signifikan dibandingkan sebelum wabah, sapi yang tetap sakit meski sudah divaksinasi menunjukkan pola penurunan reproduksi yang serupa dengan kelompok terinfeksi, sedangkan sapi yang berhasil terlindungi penuh oleh vaksinasi (sehat, tidak pernah bergejala klinis) hanya mengalami efek reproduksi yang kecil dan tidak konsisten secara statistik.	Hasil penelitian melibatkan 772 ekor sapi dara Holstein Friesian yang dikelompokkan berdasarkan riwayat paparan PMK saat wabah 2022, yaitu 464 ekor yang mengalami infeksi klinis, 60 ekor yang tetap sakit meski sudah divaksinasi, dan 248 ekor yang berhasil terlindungi penuh oleh vaksinasi tanpa pernah bergejala klinis, lalu membandingkan performa reproduksi ketiganya sebelum (2020–2021) dan sesudah (2022–2023) periode wabah menggunakan data inseminasi buatan pertama pasca-paparan. Hasilnya menunjukkan bahwa infeksi alami PMK menurunkan kesuburan secara signifikan dengan pola serupa juga terlihat pada sapi yang tetap sakit meski sudah divaksin,

						sementara sapi yang berhasil terlindungi oleh vaksinasi hanya mengalami efek reproduksi yang kecil dan tidak konsisten, sehingga vaksinasi tidak menjadi pelindung yang sangat efektif pada sistem reproduksi saat terinfeksi PMK.
3	Kedang, V. M. K., Permatasari, I., Chanchaidechaichai, T., & Inchaisri, C. (2025).	Spatial-temporal distribution and risk factors of foot and mouth disease outbreaks in Java Island, Indonesia from 2022 to 2023.	Jawa Timur	Analisis spasio temporal dan regresi logistik multivariat	Puncak kasus PMK terjadi pada Juni 2022 dan melandai secara signifikan pasca pelaksanaan program vaksinasi massal. Pasar hewan, RPH, serta keterlambatan pemberian booster vaksin (melebihi 5–6 bulan) teridentifikasi sebagai faktor risiko utama penularan spasial	Studi ini mengonfirmasi bahwa tren lonjakan kasus PMK di Pulau Jawa berhasil diredam secara signifikan seiring dengan masifnya cakupan vaksinasi populasi. Bukti ini mengindikasikan bahwa keberhasilan program vaksinasi sangat bergantung pada ketepatan waktu booster, di mana keterlambatan pemberian dosis susulan melebihi 5–6 bulan serta tingginya lalu lintas ternak di titik kumpul kembali memicu kerentanan penularan di wilayah Jawa.
4	Salman, A., Susetya, H., Indarjulianto, S., & Budiyo, A. (2025).	Spatiotemporal analysis of the re emerging foot and mouth disease outbreak in Central Java, Indonesia.	Jawa Tengah	Geospasial (Kernel Density Estimation) dan analisis spasio temporal	Kasus PMK melonjak hingga minggu ke-11 dan berhasil diredam secara drastis pasca intervensi pelaksanaan vaksinasi darurat (emergency vaccination) pada minggu ke-8. Ditemukan 3 klaster spasial utama pada wilayah padat populasi ternak.	Temuan ini menunjukkan bahwa langkah vaksinasi darurat (emergency vaccination) yang diterapkan sejak minggu ke-8 terbukti responsif dalam menekan eskalasi kasus sebelum kurva mencapai puncaknya di minggu ke-11. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan respons imunisasi menjadi instrumen krusial untuk menghentikan transmisi lokal dan mencegah pembentukan fokus sebaran baru di daerah padat ternak.

5	Amelia, A. C. R., Pratama, S. F., Cahyanti, N., Alqaramah, R., & Azzahra, S. (2024).	Analisis Hasil Vaksinasi Penyakit Mulut Dan Kuku Sapi Di Kabupaten Solok Dengan Teknik Elisa.	Solok, Sumatra Barat, Sumatra	Deskriptif kuantitatif uji serologis ELISA	Hasil uji serologis menunjukkan bahwa 99% sampel sapi pascavaksinasi di Kabupaten Solok berstatus seropositif antibodi PMK.	Studi ini menunjukkan bahwa pelaksanaan program imunisasi PMK di Sumatra Barat mencapai tingkat efektivitas seropositif yang sangat tinggi di tingkat populasi. Temuan ini membuktikan bahwa program imunisasi massal di Pulau Sumatra berhasil memicu pembentukan antibodi protektif secara merata untuk mendukung kekebalan kelompok.
6	Satrija, E.C., Murtini, S., Wibawan, I. W.T., & Poetri.O.N. (2025).	The relevance of Two-doses of foot and mouth disease (FMD) Virus Vaccine on immune respons in beef cattle.	Kabupaten Bogor, Jawa Barat	Studi longitudinal pada 30 ekor sapi potong penggemukan, di bagi menjadi kelompok vaksinasi 2 dosis dan 1 dosis. Pengukuran di lakukan melalui profil leukosit dan titer antibodi PMK menggunakan ELISA pada 0, 14, 30 dan 60 hari setelah di vaksinasi	Tidak terdapat perbedaan bermakna respon imun antara kelompok 2 dan 1 dosis. Titer antibodi lebih sedikit tinggi pada kelompok 2 dosis, tetapi tidak signifikan. kelompok 1 dosis tetapi menunjukkan respon antibodi yang sebanding. antibodi NSP negatif menunjukkan antibodi yang terdeteksi berasal dari vaksinasi, bukan infeksi alami.	Sumber ini sesuai dengan judul tentang evektivitas vaksin PMK pada sapi Di Jawa karena penelitian di lakukan di Bogor, Jawa Barat, setelah wabah PMK 2022, dan secara langsung mengevaluasi respon imun sapi setelah vaksinasi. Kesimpulan penelitian menyatakan vaksinasi 1 dosis dapat menghasilkan respon imun yang sebanding dengan 2 dosisz meskipun biosekuriti tetap di perlukan.
7	Hutagaol,N.M. , Tafsin,M., & Fasial. (2024).	Study of factors influencing the success of foot and mouth disease FMD Vaccination in beef cattle ini North Sumatra Province.	Provinsi Sumatra Utara	Survei dengan 2.280 ekor sapi dari 30 desa pada 8 Kabupaten. Sampel merupakan sapi yang telah di vaksin PMK dan diperiksa menggunakan ELISA untuk mengetahui titer antibodi	Dari 2.280 sapi. 2.151 Positif antibodi PMK, sehingga efektivitas berdasarkan antibodi positif mencapai 95,8%. Nilai tertinggi di Batubara (99,2%) dan Deli Serdang (99,1%) sedangkan terendah di Langkat	Membahas efektivitas vaksinasi PMK pada sapi berdasarkan hasil antibodi positif sebesar 95,8%. penelitian juga mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi keberhasilan vaksinasi,yaitu waktu vaksinasi, disinfeksi kandang, dan biosekuriti.

					(89,9%). Faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan vaksinasi adalah waktu vaksinasi, sistem pemeliharaan, disinfeksi kandang, dan biosekuriti.	
8	Susanti, T., Hartini, S., Miswati, Y., Fitria, Y. (2024).	Analisa Spasial Hasil Monitoring Pasca Vaksinasi PMK Wilayah Kerja BVET Bukittinggi Tahun 2022-2023.	Sumatra Barat	Observasional analitik berbasis pemetaan spasial melalui serosurveilans pasca-vaksinasi, menggunakan pengujian ELISA SP, ELISA NSP, serta konfirmasi molekuler via PCR	Tingkat protektifitas antibodi ternak berdasarkan uji ELISA SP berada pada angka 89,5% pada tahun 2022 dan 76,0% pada tahun 2023. Deteksi infeksi aktif menggunakan uji PCR tergolong rendah dan mengalami penurunan dari 8,5% pada tahun 2022 menjadi 3,3% pada tahun 2023.	Hasil analisis spasial ini membuktikan secara langsung bahwa cakupan vaksinasi PMK di wilayah studi efektif dalam membentuk kekebalan kelompok sekaligus menekan sirkulasi virus secara signifikan di lapangan.

Pembahasan

Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) yang kembali mewabah di Indonesia sejak April 2022 setelah lebih dari tiga dekade negara ini berstatus bebas PMK, memunculkan urgensi untuk mengevaluasi sejauh mana program vaksinasi massal mampu membentuk imunitas kelompok yang efektif pada ternak sapi, khususnya di dua wilayah dengan beban kasus tertinggi, yaitu Sumatra dan Jawa. Delapan literatur yang dikaji dalam tinjauan ini menunjukkan bahwa evaluasi dinamika imunitas kelompok dan efektivitas vaksinasi perlu ditinjau dari berbagai dimensi, mulai dari tingkat serologis individu hingga pola epidemiologis populasi.

Pada aspek dinamika imunitas kelompok, temuan dari Jawa Tengah menunjukkan bahwa respons imun terhadap infeksi alami PMK bersifat persisten, di mana antibodi *Non-Structural Protein* (NSP) maupun *Structural Protein* (SP) serotipe O masih terdeteksi hingga enam bulan pasca infeksi pada sapi perah di Boyolali (Sari *et al.*, 2025). Temuan ini memiliki implikasi metodologis penting dimana ketahanan antibodi yang lama pasca infeksi alami berarti bahwa pengukuran seroprevalensi pada satu titik waktu, sebagaimana dilakukan pada sebagian besar studi di Sumatra, berpotensi tidak mampu membedakan apakah seropositivitas yang diamati berasal dari respons vaksinasi murni atau residu infeksi alami sebelumnya. Hal serupa dikonfirmasi oleh hasil monitoring pasca-vaksinasi di wilayah kerja BVet Bukittinggi, Sumatra Barat, yang secara eksplisit memisahkan pengujian ELISA SP dan NSP sekaligus konfirmasi PCR, menemukan bahwa proteksi antibodi berdasarkan uji SP mencapai 89,5% pada 2022 dan menurun menjadi 76,0% pada 2023, sementara deteksi infeksi aktif melalui PCR justru menurun dari 8,5% menjadi 3,3% pada periode yang sama (Susanti *et al.*, 2024). Pola penurunan simultan pada kedua indikator ini mengindikasikan bahwa cakupan vaksinasi di Sumatra Barat berhasil menekan sirkulasi virus di lapangan, meskipun tingkat proteksi populasi turut mengalami penurunan, kemungkinan akibat waktu jeda pemberian booster yang tidak konsisten.

Dari sisi efektivitas vaksinasi berbasis serologi, studi di Kabupaten Solok, Sumatra Barat, melaporkan tingkat seropositivitas yang sangat tinggi, yakni 99% sampel sapi pascavaksinasi menunjukkan hasil positif antibodi PMK (Amelia *et al.*, 2024), sejalan dengan temuan di delapan kabupaten Provinsi Sumatera Utara yang melaporkan efektivitas keseluruhan sebesar 95,8%, dengan variasi antar wilayah mulai dari 89,9% di Kabupaten Langkat hingga 99,2% di Kabupaten Batubara (Hutagaol *et al.*, 2024). Studi terakhir ini turut mengidentifikasi bahwa waktu vaksinasi, sistem pemeliharaan, disinfeksi kandang, dan penerapan biosekuriti merupakan faktor signifikan yang menentukan keberhasilan pembentukan antibodi protektif, menunjukkan bahwa efektivitas vaksinasi di tingkat peternakan individu

sangat bergantung pada praktik manajemen harian, bukan semata-mata pada potensi biologis vaksin itu sendiri. Namun demikian, keterbatasan metodologis pada kedua studi Sumatra Barat dan Sumatera Utara ini adalah penggunaan ELISA SP tunggal tanpa konfirmasi NSP, sehingga sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, angka seropositivitas yang dilaporkan berpotensi tidak murni mencerminkan hasil vaksinasi, melainkan dapat pula bercampur dengan sisa respons imun dari infeksi alami yang pernah terjadi di wilayah tersebut.

Pengukuran dinamika titer antibodi secara longitudinal dengan desain yang lebih terkontrol ditemukan pada studi di Kabupaten Bogor, Jawa Barat, yang membandingkan efektivitas vaksinasi dosis tunggal dan dosis ganda pada sapi potong penggemukan melalui pengamatan profil leukosit dan titer antibodi pada hari ke-0, 14, 30, dan 60 pascavaksinasi (Satrija *et al.*, 2025). Hasil penelitian ini menunjukkan tidak terdapat perbedaan respons imun yang bermakna secara statistik antara kelompok dua dosis dan satu dosis, dengan konfirmasi hasil NSP negatif pada kedua kelompok yang membuktikan bahwa antibodi terdeteksi murni berasal dari vaksinasi, bukan infeksi alami. Temuan ini memberikan bukti desain penelitian paling kuat di antara seluruh literatur yang dikaji untuk menjawab pertanyaan inti dinamika imunitas kelompok, karena secara eksplisit mampu memisahkan sumber antibodi antara vaksin murni dan infeksi alami melalui kombinasi pengujian SP dan NSP dalam kerangka waktu yang terstruktur.

Pada tingkat populasi dan epidemiologi spasial, dua studi dari Pulau Jawa memberikan gambaran yang melengkapi data serologis di atas. Analisis spatiotemporal di seluruh Pulau Jawa menunjukkan bahwa puncak kasus PMK terjadi pada Juni 2022 dan melandai signifikan pasca pelaksanaan vaksinasi massal, dengan pasar hewan, rumah potong hewan, serta keterlambatan pemberian booster vaksin melebihi rentang 5–6 bulan teridentifikasi sebagai faktor risiko utama penularan spasial (Kedang *et al.*, 2025). Temuan serupa dilaporkan pada analisis khusus wilayah Jawa Tengah, di mana kasus PMK melonjak hingga minggu ke-11 pascawabah namun berhasil diredam secara drastis setelah intervensi vaksinasi darurat yang dimulai pada minggu ke-8, dengan tiga klaster spasial utama teridentifikasi pada wilayah berpopulasi ternak padat (Salman *et al.*, 2025). Kedua studi ini secara konsisten menunjukkan bahwa ketepatan waktu respons vaksinasi, baik dalam konteks kecepatan intervensi darurat maupun ketepatan jadwal booster, menjadi determinan krusial dalam efektivitas pengendalian wabah di tingkat populasi, suatu dimensi yang tidak dapat ditangkap oleh studi-studi serologis berbasis sampel tunggal di Sumatra.

Aspek yang turut memperkaya pemahaman mengenai efektivitas vaksinasi adalah dampaknya terhadap produktivitas ternak, sebagaimana ditunjukkan oleh studi retrospektif *within-animal* pada 772 ekor sapi dara Holstein-Friesian di Kabupaten Malang, Jawa Timur (Syah *et al.*, 2026). Penelitian ini membandingkan performa reproduksi tiga kelompok ternak berdasarkan riwayat paparan, yaitu sapi yang mengalami infeksi klinis (464 ekor), sapi yang tetap sakit meski telah divaksinasi (60 ekor), dan sapi yang berhasil terlindungi penuh oleh vaksinasi tanpa pernah bergejala klinis (248 ekor). Hasilnya menunjukkan bahwa infeksi alami PMK secara signifikan menurunkan kesuburan, dengan pola penurunan serupa juga teramati pada sapi yang tetap sakit meski sudah divaksin, sementara sapi yang berhasil terlindungi oleh vaksinasi hanya mengalami efek reproduksi yang kecil dan tidak konsisten secara statistik. Temuan ini mengindikasikan bahwa vaksinasi tidak serta-merta menjadi pelindung yang sepenuhnya efektif terhadap gangguan sistem reproduksi apabila ternak tetap mengalami infeksi klinis pascavaksinasi, sehingga efektivitas program vaksinasi perlu dinilai tidak hanya dari keberhasilan pembentukan antibodi, tetapi juga dari kemampuannya mencegah manifestasi klinis penyakit secara menyeluruh.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur, dapat disimpulkan bahwa vaksinasi PMK berperan penting dalam membentuk kekebalan kelompok dan menekan penyebaran PMK pada populasi sapi di pulau Sumatra dan Jawa. Di Sumatra, hasil serologis menunjukkan respon antibodi yang tinggi setelah vaksinasi, seperti di kabupaten Solok dengan 99% sapi seropositif dan di Sumatera Utara sebesar 95,8%. Di Sumatera Barat, tingkat antibodi protektif tercatat 89,5% pada tahun 2022 dan 76,0% pada tahun 2023, disertai penurunan deteksi infeksi aktif melalui PCR dari 8,5% menjadi 3,3%. Di pulau Jawa, vaksinasi massal dan vaksinasi darurat juga berkaitan dengan penurunan kasus PMK secara signifikan yang didukung juga dengan ketepatan waktu booster, biosekuriti, manajemen pemeliharaan dan lalu lintas ternak. Selain itu, vaksin juga dapat memberikan perlindungan terhadap dampak PMK. Dengan demikian, keberhasilan pengendalian PMK di Sumatra dan Jawa memerlukan vaksinasi yang dilakukan secara tepat dan berkelanjutan, disertai booster, biosekuriti, pemantauan serologis serta pengendalian lalu lintas ternak agar terbentuk kekebalan kelompok yang kuat dan dapat menekan resiko terjadinya wabah kembali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, A. C. R., Pratama, S. F., Cahyanti, N., & Alqaramah, R. (2024). Analisis Hasil Vaksinasi Penyakit Mulut Dan Kuku Sapi Di Kabupaten Solok Dengan Teknik Elisa. *SEMNASBIO 2024*, 366–381.
- Ariska, T., Firman, dan A., Raya Bandung-Sumedang, J. K., Sumedang, K., & Barat, J. (2024). DAMPAK PENYAKIT MULUT DAN KUKU TERHADAP PRODUKSI, KUALITAS SUSU SAPI PERAH, DAN PENERIMAAN PETERNAK DI WILAYAH KERJA KSU TANDANGSARI. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 10(2). <https://doi.org/10.30997/jpn.v10i2.14188>
- Desmawita, L., Elisia, R., & Maiyotoni. (2024). PENYAKIT MULUT DAN KUKU PADA SAPI POTONG. *Jurnal Tropicalanimal*, 2(2). <https://doi.org/10.24036/jeta.v2i2.57>
- Firman, A., Trisman, I., & Hadiwijaya Puradireja, R. (2022). DAMPAK EKONOMI AKIBAT OUTBREAK PENYAKIT MULUT DAN KUKU PADA TERNAK SAPI DAN KERBAU DI INDONESIA ECONOMIC IMPACT OF FOOT AND MOUTH DISEASES OUTBREAK ON CATTLE AND BUFFALO IN INDONESIA. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 8(2). <https://doi.org/10.25157/ma.v8i2.7749>
- Kedang, V. M. K., Permatasari, I., Chanchaidechachai, T., & Inchaisri, C. (2025). Spatial-temporal distribution and risk factors of foot and mouth disease outbreaks in Java Island, Indonesia from 2022 to 2023. *BMC Veterinary Research*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-025-04621-2>
- Maruana Hutagaol, N., & Tafsir, R. (2024). Study of factors influencing the success of foot and mouth disease (FMD) vaccination in beef cattle in North Sumatera Province. *The International Journal of Tropical Veterinary and Biomedical Research*, 9(2), 47–52. <https://doi.org/10.21157/ijtvbr.v9i2.44088>
- Park, M. Y., Han, Y. J., Choi, E. J., Kim, H. Y., Pervin, R., Shin, W., Kwon, D., Kim, J. M., & Pyo, H. M. (2021). Post-vaccination Monitoring to Assess Foot-and-Mouth Disease Immunity at Population Level in Korea. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.673820>
- Salman, A., Susetya, H., Indarjulianto, S., & Budiyo, A. (2025). Spatiotemporal analysis of the re-emerging foot and mouth disease outbreak in Central Java, Indonesia. *Open Veterinary Journal*, 15(6), 2703–2714. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2025.v15.i6.39>
- Sari, D. P., Irianingsih, S. H., & Wibowo, M. H. (2025). Detection of Non-Structural Protein and Structural Protein Antibodies in Dairy Cattle Infected with Foot and Mouth Disease (FMD) in Boyolali, Central Java. *Jurnal Sain Veteriner*, 43(2), 429–437. <https://doi.org/10.22146/jsv.99740>
- Satrija, E. C., Murtini, S., Wibawan, I. W. T., & Poetri, O. N. (2025). The Relevance of Two-Doses of Foot-And-Mouth Disease (FMD) Virus Vaccine on Immune Response in Beef Cattle. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 13(1), 103–107. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2025/13.1.103.107>
- Susanti, T., Hartini, R., Miswati, Y., & Fitria, Y. (2024). Analisa Spasial Hasil Monitoring Pasca Vaksinasi PMK Wilayah Kerja BVet Bukittinggi Tahun 2022-2023. *Buletin Informasi Kesehatan Hewan*, 26(109), 23–34. <https://bvetbukittinggi.ditjenpkh.pertanian.go.id/artikel/analisa-hasil-surveillans-penyakit-mulut-dan-kuku-di-provinsi-jambi-tahun-2023>
- Syah, H. A., Nugroho, W., Yekti, A. P. A., Isnaini, N., Wahjuningsih, S., Mashudi, M., Susilorini, T. E., Suyadi, S., Rifa'i, M., Utami, P., Pramudhita, A. D., Sringarm, K., & Susilawati, T. (2026). Differential effects of foot-and-mouth disease infection and vaccination on fertility of Holstein–Friesian heifers: Evidence from a within-animal retrospective study in Indonesia. *Veterinary World*, 19(7), 3176–3190. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2026.3176-3190>
- Syahir, A., Kamal, M., Sari, N., Zulkifli, & Haryadi. (2026). Kajian Dinamika Kasus Penyakit Mulut dan Kuku Pasca Vaksinasi di Kota Lhokseumawe. *JURNAL PETERNAKAN (JURNAL OF ANIMAL SCIENCE)*, 10(1). <https://doi.org/10.31604/jas.v10i1.22176>