

Kajian Pustaka: Faktor-Faktor Risiko Penyakit Mulut dan Kuku pada Hewan Pemamah Biak (Ruminansia) Kecil

*(THE RISK FACTORS OF FOOT AND MOUTH DISEASE IN SMALL RUMINANTS:
A LITERATURE REVIEW)*

**Pandu Adjie Pamungkas¹, Putu Dian Purnama Putra¹,
Gede Wiyasa Ardy Nugraha¹, Putu Prema Candrayani¹,
Carmelita Soares de Jesus¹, I Wayan Batan²**

¹Mahasiswa Profesi Dokter Hewan,

²Laboratorium Diagnosis Klinik, Patologi Klinik, dan Radiologi Veteriner
Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana,
Jl. Sudirman, Sanglah, Denpasar, Bali, Indonesia 80234;
Telp/Fax: (0361) 223791
Email: pamungkaspanduadjie@gmail.com

ABSTRAK

Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) merupakan penyakit akut yang sangat menular. Selain itu, virus penyakit mulut dan kuku diketahui menghambat pertumbuhan dan reproduksi pada hewan ruminansia kecil. PMK merupakan penyakit yang sangat penting karena menyerang ternak ruminansia dengan seroprevalensi keseluruhan sebesar 11,48%. Saat ini, wabah penyakit mulut dan kuku sedang meningkat di Indonesia sehingga tulisan ini diharapkan dapat menjadi informasi yang berguna untuk menekan penyebarannya. Tinjauan pustaka yang digunakan pada studi literatur ini yaitu menggunakan penelusuran pustaka dengan melakukan pencarian artikel jurnal yang terkait dengan topik yang akan dibahas yaitu faktor risiko PMK pada ruminansia kecil dari beberapa sumber seperti artikel-artikel pada *Frontiers in Veterinary Science* dan *Google Scholar*. Faktor risiko pada hewan ternak ruminansia kecil yang berhubungan dengan seropositif PMK meliputi agroekologi, sistem produksi, umur, jenis kelamin, kontak dengan satwa liar, iklim, ras, interaksi dengan ternak lain, manajemen, dan sanitasi ternak. PMK diduga awalnya terjadi di Italia Utara pada tahun 1514 dan di Afrika Selatan pada tahun 1780. Penyakit ini memiliki morbiditas yang tinggi hingga 100% dan mortalitas yang rendah. Berdasarkan hasil pustaka ini dapat disimpulkan bahwa ditemukan adanya beberapa faktor risiko penyakit mulut dan kuku pada ruminansia kecil terdapat lima yaitu spesies, ras, umur, jenis kelamin, dan asal hewan. Mengingat terbatasnya penelitian yang telah dilakukan hingga saat, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kejadian penyakit mulut dan kuku terutama pada ruminansia kecil.

Kata-kata kunci: faktor risiko; penyakit mulut dan kuku; ruminansia kecil

ABSTRACT

Foot and Mouth Disease (FMD) is an acute disease that is highly contagious. In addition, oral and nail disease viruses are known to inhibit growth and reproduction in small ruminant animals. FMD is a very important disease because it attacks ruminants with an overall seroprevalence of 11.48%. Currently, the outbreak of mouth and nail disease is increasing in Indonesia so that this article is expected to be useful information to suppress its spread. The literature review used in this literature study, using a literature search by searching for journal articles related to the topic to be discussed, namely the risk factors for FMD in small ruminants from several sources such as articles on *Frontiers in Veterinary Science* and *Google Scholar*. Risk factors in small ruminant livestock that are associated with FMD seropositivity include agroecology, production system, age, sex, contact with wild animals, climate, race, interaction with other livestock, livestock management and sanitation. FMD is thought to have initially occurred in Northern Italy in 1514 and in South Africa in 1780. This disease has a high

morbidity of up to 100% and low mortality. Based on the results of this literature, it can be concluded that there are five risk factors for foot and mouth disease in small ruminants, namely species, race, age, sex and animal origin. Given the limited research that has been done to date, it is necessary to conduct further research on the incidence of oral and nail diseases, especially in small ruminants.

Keywords: foot and mouth disease; risk factors; small ruminants

PENDAHULUAN

Penyakit mulut dan kuku (PMK) merupakan penyakit akut yang sangat menular. Penyakit ini disebabkan oleh virus PMK famili *Pocornaviridae* dan genus *Aphthovirus*. (Arst *et al.*, 2011). Virus PMK merupakan virus berukuran kecil dan tidak mempunyai amplop, memiliki penyandi untuk empat protein struktural dan sepuluh protein non struktural. Penyakit mulut dan kuku ini menyerang hewan pemamah biak atau ruminansia dan babi peliharaan, hewan berkuku belah, serta ruminansia liar. Hal ini sangat memengaruhi produksi ternak dan menyebabkan terganggunya perdagangan hewan dan produknya di tingkat regional dan internasional. Strategi global untuk pengendalian PMK disahkan pada tahun 2012, bertujuan untuk menekan beban PMK di dalam rangkaian endemik dan mempertahankan status bebas PMK di negara-negara bebas PMK (OIE, 2018).

Pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Mesfine *et al.* (2019) dinyatakan bahwa PMK merupakan penyakit yang sangat penting karena menyerang ternak ruminansia dengan seroprevalensi keseluruhan sebesar 11,48%. Sapi lebih banyak terdeteksi terinfeksi PMK dengan seroprevalensi 14,48% daripada domba dengan prevalensi 7,07% dan kambing sebesar 7,10%. Penyakit PMK ini menghambat pertumbuhan dan reproduksi pada hewan ruminansia kecil (Nyariki dan Amwata, 2019). Di negara-negara Afrika Timur, seroprevalensi PMK dilaporkan pada ternak ruminansia kecil sekitar 4,0% pada domba dan 48,5% pada kambing (Mesfine *et al.*, 2019; Abdela, 2017; Lazarus *et al.*, 2012; Raouf *et al.*, 2017; Torson *et al.*, 2017; Casey-Bryars, 2016; Balinda *et al.*, 2009).

Sejak diumumkannya kejadian PMK oleh pemerintah Indonesia, yaitu pada tanggal 6 Mei 2022 sampai dengan tanggal 20 Mei 2022, terjadi penularan PMK yang cukup pesat. Terhitung hanya dalam jangka waktu dua minggu sejak tanggal 6 Mei 2022, jumlah kabupaten yang terkena dampak PMK tanggal 6 Mei 2022 sebanyak lima kabupaten melonjak menjadi 62 kabupaten/kota di tanggal 20 Mei 2022. Populasi sapi dan kerbau yang terdampak di tanggal 6 Mei 2022 sebanyak 2.447 ekor menjadi 4,63 juta ekor dalam kurun waktu dua minggu. Ternak yang mati pun melonjak dari 49 ekor menjadi 133 ekor. Hal ini mengindikasikan bahwa penularan PMK telah menjadi kejadian luar biasa (KLB) yang perlu penanganan yang tepat

(Firman *et al.*, 2022). Sampai saat ini, hewan ternak yang terjangkit PMK di antaranya sapi potong 411.746 ekor, sapi perah 71.751 ekor, kerbau 19.962 ekor, kambing 4.040 ekor, domba 1.821 ekor, dan babi 88 ekor (Kementan, 2022).

Faktor risiko pada hewan ternak ruminansia kecil yang berhubungan dengan seropositif PMK meliputi agroekologi, sistem produksi, umur, jenis kelamin, kontak dengan satwa liar, iklim, ras, interaksi dengan ternak lain, manajemen, dan sanitasi ternak. Faktor risiko yang diduga menyebabkan terjadinya PMK di ruminansia kecil telah banyak diselidiki sebagai upaya untuk mengendalikan penyakit endemik tersebut. Faktor risiko yang sering dilaporkan antara lain: pembagian air atau pakan secara komunal (Cleland *et al.*, 1996), jenis sistem produksi ternak, jumlah anak ruminansia berusia hingga enam bulan yang ada di kandang, dan keberadaan ruminansia kecil (Megersa *et al.*, 2009). Faktor risiko tambahan yang teridentifikasi meliputi: jarak peternakan ke jalan utama (Hamoonga *et al.*, 2014), frekuensi pembelian ternak, hewan yang tinggal di daerah dengan riwayat PMK dalam 12 bulan terakhir, dan hewan yang dimiliki oleh pedagang ternak (Emami *et al.*, 2015).

Strain virus baru berevolusi dan muncul secara berturut-turut menyebabkan gelombang infeksi yang bahkan dapat menyerang wilayah yang bebas dari virus PMK. Vaksinasi dengan vaksin inaktif digunakan pada skala besar, akan tetapi kekebalan yang ditimbulkan berjangka pendek dari serotipe dan strain yang spesifik, karena penyakit ini dapat menimbulkan dampak kerugian ekonomi yang cukup signifikan sehingga artikel ini dituliskan dengan tujuan untuk memaparkan faktor risiko yang berpotensi menyebabkan kejadian PMK pada ruminansia kecil. Hal ini karena di Indonesia sedang terjadi wabah PMK sehingga dapat menjadi informasi yang berguna untuk menekan penyebarannya.

METODE PENULISAN

Metode penulisan yang digunakan pada studi literatur ini yaitu menggunakan penelusuran pustaka dengan melakukan pencarian artikel jurnal yang terkait dengan topik yang akan dibahas, yaitu faktor risiko PMK pada ruminansia kecil dari beberapa sumber seperti artikel-artikel pada *Frontiers in Veterinary Science* dan *Google Scholar*. Pada artikel ini kajian pustaka yang dibahas, yaitu “Faktor Risiko Penyakit Mulut dan Kuku pada Ruminansia Kecil”. Artikel yang dipilih adalah artikel terbitan jurnal internasional. Data dalam artikel pustaka digunakan yaitu pengertian PMK, prevalensi PMK, dan faktor risiko PMK.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi faktor risiko sero-positif penyakit mulut dan kuku tiap individu hewan di Kenya yang diperoleh menggunakan metode chi-kuadrat.

Tabel 1. Potensi faktor risiko sero-positif penyakit mulut dan kuku tiap individu hewan di Kenya

Variabel	Jumlah sampel (ekor)	Positif (ekor)	Positif (%)	p-value*
Spesies				
Kambing	5004	1202	24.0	<0.001
Domba	2560	560	21.9	
Ras				
Local	3310	87	24.4	<0.001
<i>Cross-breed</i>	861	27	24,0	
Eksotik	694	123	17.7	
Sex				
Betina	5922	1403	23.7	<0.001
Jantan	1636	356	21.8	
Umur				
Dewasa (>1 tahun)	7335	1731	23.6	<0.001
Muda (≤ 1 tahun)	198	20	10.1	
Asal hewan				
Dalam peternakan	6273	1474	23.5	<0.001
Luar peternakan	317	54	17.0	

Keterangan: * <0.001 berpengaruh nyata (Chepkwony *et al.*, 2021)

Virus penyakit mulut dan kuku (PMK) adalah agen penyebab PMK dari genus Aphthovirus dan famili Picornaviridae. Penyakit ini merupakan virus RNA untai tunggal yang tidak berselubung dengan diameter 26 nm yang hadir dalam tujuh serotipe utama dan 60 plus sub serotipe (Admassu, 2015). Penyakit mulut dan kuku dapat menginfeksi hewan pada famili Suidae, subordo Ruminantia, ordo Artiodactyla, dan *Camelus bactrianus* (OIE, 2015). Penyakit mulut dan kuku merupakan penyakit virus akut yang sangat menular pada ruminansia berkaki belah dan babi yang ditandai dengan anoreksia, demam, hipersalivasi, serta erupsi vesikular di mulut, puting susu, dan kaki (Quinn *et al.*, 2002). Penyakit mulut dan kuku adalah penyakit ternak yang harus dilaporkan ke otoritas veteriner terdekat karena sifat penyebarannya yang lintas batas dan tingkat penularan yang tinggi. Berikut merupakan distribusi geografis dari berbagai serotipe PMK yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi geografis beberapa serotipe virus penyakit mulut dan kuku

Wilayah	Serotipe
Asia	A,O,Asia1
Afrika	A,O,C,SAT1,SAT2,SAT3
Eropa	A,O,C
Amerika Selatan	A,O,C
Oceania	FMD free
Amerika Utara dan Tengah	FMD free
Caribbean	FMD free

Keterangan: Sumber: Azeem *et al.*, 2020

Deskripsi tertulis paling awal dari PMK diduga terjadi di Italia Utara pada tahun 1514 dan di Afrika Selatan pada tahun 1780 oleh Fracastorius dan Le Vailant. Setelah 400 tahun kemudian, pada tahun 1897, Loeffler dan Frosch menunjukkan bahwa agen yang dievaluasi tersebut dapat menyebabkan PMK. Kejadian PMK di Indonesia pertama kali ditemukan tahun 1887 dan selanjutnya menimbulkan dampak bagi peternak karena terjadi penyebaran penyakit tersebut. Setelah upaya yang dilakukan untuk memberantas PMK pada tahun 1986, Indonesia dinyatakan bebas PMK dengan diterbitkannya Surat Keputusan Menteri Pertanian No.260/Kpts/TN.510/5/1986 dan selanjutnya di tahun 1990 status bebas PMK diakui oleh *Office International des Epizooties* (OIE) atau Organisasi Kesehatan Hewan Dunia. Namun, adanya laporan kejadian PMK pada bulan April 2022 di Jawa Timur menimbulkan terjadinya penularan PMK lagi di Indonesia hingga saat ini (Badan Litbang Pertanian, 2022). Penyakit ini memiliki morbiditas yang tinggi hingga 100% dan mortalitas yang rendah (Verma *et al.*, 2008), meskipun angka kematian dapat mencapai 50% ketika virus bereplikasi di otot jantung hewan yang lebih muda (Gulbahar *et al.*, 2007). Virus memengaruhi beberapa kelenjar hormon vital seperti hipofisis yang mengontrol fungsi metabolisme dalam tubuh.

Kerusakan yang ditimbulkan pada kelenjar-kelenjar tersebut dapat menyebabkan hewan menunjukkan gejala terengah-engah, gelisah, penurunan produksi, dan menyebabkan hewan lemas. Pada sapi dan kambing, infeksi pada ambing dan puting susu dapat berkembang menjadi mastitis yang dapat menyebabkan kehilangan puting secara permanen, sehingga produksi susu menurun. Hewan yang terinfeksi tetap sangat lemah untuk jangka waktu yang cukup lama dan penyakit PMK ini dapat menyebabkan kerugian dengan hilangnya produktivitas secara permanen (Brooksby, 1982).

Ada tujuh serotipe yang dapat menyebabkan PMK dan serotipe tersebut disajikan pada Tabel 2 yang tingkat distribusinya berbeda-beda di seluruh dunia dan terdiri lebih dari 65 sub tipe. Serotipe O dan A memiliki distribusi terluas karena telah menginfeksi ternak di Afrika,

Asia, dan Amerika Selatan. Jenis SAT-1, 2 dan 3 saat ini hanya ditemukan di Afrika dan serotipe Asia-1 untuk Asia. Semua jenis serotipe virus PMK memiliki kapasitas untuk menyerang daerah bebas dan secara berkala SAT menyebar ke Timur Tengah dan Asia-1 menyebar ke Eurasia bagian Barat dan Timur. Di India, sebagian besar wabah PMK disebabkan oleh serotipe O diikuti oleh serotipe A dan serotipe Asia-1 (Verma *et al.*, 2008).

Agennya dapat ditemukan pada semua sekresi dan ekskresi dari hewan yang terinfeksi PMK akut termasuk udara, air liur, susu, urin, feses, air mani, cairan lesi vesikel terkait ternak terinfeksi PMK, cairan ketuban, dan pada janin yang dikeluarkan (abortus). Jumlah virus yang dikeluarkan oleh setiap rute dapat dipengaruhi oleh spesies inang dan strain virus. Babi menghasilkan sejumlah besar virus aerosol dan kehadiran babi yang terinfeksi PMK dalam jumlah besar dapat meningkatkan risiko penyebaran melalui udara. Produksi virus yang paling banyak biasanya terjadi pada saat lesi vesikel pecah dan sebagian besar tanda klinis muncul. Namun, beberapa hewan dapat melepaskan virus PMK hingga empat hari sebelum timbulnya tanda-tanda klinis. Virus PMK dapat masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi atau menelan serta melalui lecet kulit dan selaput lendir. Kerentanan terhadap setiap rute virus PMK masuk ke dalam tubuh dapat berbeda antar spesies. Sapi sangat rentan terhadap virus aerosol, sedangkan babi membutuhkan dosis yang jauh lebih tinggi untuk terinfeksi melalui rute aerosol ini. Penularan secara seksual dapat menjadi jalur penyebaran yang signifikan untuk virus tipe SAT pada populasi kerbau Afrika. Penularan mekanis oleh muntahan atau *vomites* dan vektor hidup (misalnya kambing, sapi, domba) penting untuk virus ini. Penularan virus PMK melalui udara dapat terjadi di bawah kondisi iklim yang menguntungkan, dan dengan beberapa galur virus berpotensi menyebar jauh, terutama di permukaan tanah. Pada tahun 1981, satu jenis virus dilaporkan tersebar sangat jauh yaitu lebih dari 250 km (155 mil) dari Brittany, Prancis ke Isle of Wight, Inggris. Namun, virus PMK aerosol jarang dianggap tersebar jauh lebih dari 10 km di darat. Ada informasi terbatas tentang kelangsungan hidup virus PMK di lingkungan, tetapi sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa virus tersebut tetap bertahan dan mampu hidup selama tiga bulan atau kurang. Dalam iklim yang sangat dingin, kelangsungan hidup virus PMK hingga enam bulan. Stabilitas virus PMK meningkat pada suhu yang lebih rendah; dalam media kultur sel pada 4°C (39°F), virus ini dapat bertahan hingga satu tahun. Kehadiran bahan organik serta terlindung dari sinar matahari juga mendorong kelangsungan hidup virus PMK lebih lama. Waktu kelangsungan hidup yang dilaporkan di laboratorium adalah lebih dari tiga bulan pada dedak dan jerami, sekitar dua bulan pada *wool* pada suhu 4°C (dengan penurunan kelangsungan hidup yang signifikan pada suhu 18°C [64°F]), dan 2-3 bulan pada

tinja/feses sapi. Virus PMK sensitif terhadap pH, dan tidak aktif pada pH di bawah 6,0 atau di atas 9,0. Virus ini dapat bertahan dalam daging dan produk hewani lainnya ketika pH tetap di atas 6,0, tetapi menjadi tidak aktif dengan pengasaman otot selama *rigor mortis* dan karena pengasaman tidak terjadi di tulang dan kelenjar, maka virus PMK dapat bertahan di jaringan ini.

Tabel 3. Rute penyebab infeksi virus PMK yang dapat ditularkan ke hewan.

Keluaran Tubuh	Yang Terkontaminan	Rute Transmisi
Udara Ekspirasi	Udara.	Kontak langsung dengan aerosol melalui saluran pernapasan.
Sekresi dan Ekskresi	Manusia, kendaraan, peralatan, pakan, jalan.	Kontak langsung dan tidak langsung dengan aerosol sekunder atau melalui perlukaan atau pencernaan.
Produk Hewan	Susu, daging, dan bagian karkas yang lain.	Kontak tidak langsung melalui pencernaan atau aerosol kedua.

Keterangan: Sumber: Paton *et al.*, 2018

Pada Tabel 1 ditunjukkan hasil seropositif PMK untuk setiap faktor risiko yang potensial bagi individu hewan. Terdapat lima variabel yang berpotensi sebagai faktor risiko PMK pada ruminansia kecil di antaranya spesies, ras (*breed*), jenis kelamin, umur, dan asal ternak ruminansia kecil tersebut. Diketahui bahwa spesies kambing dan domba menunjukkan hasil seropositif PMK berturut-turut sebesar 24% dan 21,9% ($P < 0,001$) yang berarti spesies kambing secara signifikan lebih tinggi prevalensinya daripada domba. Hal ini dapat disebabkan karena perbedaan antar spesies terhadap kerentanan PMK, ras hewan, dan juga strain virus PMK yang menyerang kambing dan domba (Farooq *et al.*, 2017; Kitching dan Hughes, 2002). Secara keseluruhan hasil seroprevalensi PMK di ruminansia kecil yaitu sebesar 22,5% (Chepkwony *et al.*, 2021) lebih rendah dengan seroprevalensi pada sapi-sapi di Kenya (Kibore *et al.*, 2014). Seroprevalensi kambing dan domba yang lebih rendah daripada sapi berarti menunjukkan bahwa ruminansia kecil kurang rentan terhadap PMK (Mesfine *et al.*, 2019). Ternak ras eksotik menunjukkan hasil seropositif lebih rendah daripada ras lokal dan hasil persilangannya/*cross-breed*. Hasil seroprevalensi pada jenis kelamin hewan betina yaitu 23,7% menunjukkan bahwa seroprevalensinya lebih tinggi daripada hewan jantan yang sebesar 21,8%. Hal ini berbeda dengan penelitian di Ethiopia yang lebih tinggi pada ternak jantan (Jenbere *et al.*, 2011).

Dilihat dari umur, hewan dewasa (23,6%) lebih banyak terjangkit PMK daripada hewan muda (10,1%). Hal ini terjadi karena hewan dewasa lebih lama terpapar saat berada di peternakan dan di pasar hewan dibanding dengan hewan muda, sehingga hewan dewasa

diperkirakan memiliki antibodi dari berbagai serotipe PMK. Pada hewan muda, peternak lebih menjaga kondisi hewan sehingga sedikit mengalami paparan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian pustaka ini dapat disimpulkan bahwa ditemukan adanya beberapa faktor risiko PMK pada ruminansia kecil, yaitu spesies, ras, umur, jenis kelamin, dan asal hewan. Diketahui bahwa kambing lebih rentan daripada domba, ras lokal paling tinggi seroprevalensinya, umur ternak dewasa lebih rentan terinfeksi PMK. Hewan yang berasal dari dalam peternakan lebih rentan terhadap penyakitnya dibandingkan hewan yang didatangkan dari luar peternakan.

SARAN

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut, mengingat sumber data yang masih sedikit melaporkan mengenai kejadian penyakit mulut dan kuku terutama pada ruminansia kecil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi sehingga penulisan studi pustaka ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu, terutama kepada seluruh dosen pengampu Ilmu Penyakit Dalam Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdela N. 2017. Sero-prevalence, risk factors and distribution of foot and mouth disease in Ethiopia. *Acta Trop* 169: 125–132.
- Admassu. 2015. Review on foot & mouth disease: Distribution & economic significance. *Acad J of Anim Dise* 4: 160-169.
- Azeem A, Rashid I, Hassan MM, Asad M, Kaukab G, Tehseen A, Aamir S. 2020. A review on foot and mouth disease in dairy animals, etiology, pathogenesis and clinical findings. *Pure and Applied Biology (PAB)*. 9(1): 821-832.
- Badan Litbang Pertanian. 2022. Penyakit Mulut dan Kuku (PMK). Dikutip dari <https://www.litbang.pertanian.go.id/info-aktual/18/>. [Diakses pada 24 Agustus 2022].
- Balinda SN, Tjørnehøj K, Muwanika VB, Sangula AK, Mwiine FN, Ayebazibwe C. 2009. Prevalence estimates of antibodies towards foot-and-mouth disease virus in small ruminants in Uganda. *Transbound Emerg Dis* 56(9–10): 362–371.
- Brooksby JB. 1982. Portrait of viruses: foot-and-mouth disease virus. *Intervirology* 18(1–2): 1–23.
- Casey-Bryars M. 2016. The epidemiology of foot-and-mouth disease at the wildlifelivestock interface in northern Tanzania [Dissertation]. Glasgow. University of Glasgow.

- Chepkwony EC, Gitao GC, Muchemi GM, Sangula AK, Wanyoike SWK. 2021. Epidemiological study on foot-and-mouth disease in small ruminants: Seroprevalence and risk factor assessment in Kenya. *PLoS ONE* 16(8): 1-19
- Cleland PC, Baldock FC, Chamnanpood P, Gleeson LJ. 1996. Village level risk factors for foot-and-mouth disease in Northern Thailand. *Prev Vet Med* 6: 253–261.
- Emami J, Rasouli N, McLaws M, Bartels CJM. 2015. Risk factors for infection with Foot-and-Mouth Disease virus in a cattle population vaccinated with a non-purified vaccine in Iran. *Prev Vet Med* 119: 114–122.
- Farooq U, Irshad H, Ullah A, Latif A, Zahur AB, Naeem K, Ahmed Z, Rodriguez LL. 2017. Sero-Prevalence of Foot-and-Mouth Disease in Small Ruminants of Pakistan. *The Journal of Animal & Plant Sciences* 27(4): 1197-1201.
- Firman A, Trisman I, Puradireja RH. 2022. Dampak Ekonomi Akibat Outbreak Penyakit Mulut dan Kuku pada Ternak Sapi dan Kerbau di Indonesia. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis* 8(2): 1123-1129.
- Gulbahar MY, Davis WC, Guvenc T, Yarim M, Parlak U, Kabak Y B. 2007. Myocarditis Associated with Foot-and-Mouth Disease Virus Type O in Lambs. *Veterinary Pathology* 44: 589–99.
- Hamoonga R, Stevenson MA, Allepuz A, Carpenter TE, Sinkala Y. 2014. Risk factors for foot-and-mouth disease in Zambia, 1981–2012. *Prev Vet Med* 114: 64–71.
- Jenbere S, Etana M, Negussie H. 2011. Study on the risk factors of foot and mouth disease in selected districts of Afar Pastoral Area, northeast Ethiopia. *J Anim Vet Adv* 10(11): 1368–1372.
- [Kementan] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2022. Informasi Penanggulangan dan Tindakan Pencegahan Wabah PMK. Diakses dari <https://siagapmk.crisis-center.id/>. [Diakses pada 24 Agustus 2022].
- Kibore B, Gitao CG, Sangula A, Kitale P. 2014. Foot-and-mouth disease sero-prevalence in cattle in Kenya. *J Vet Med Anim Health* 5(9): 262–268.
- Kitching RP, Hughes GJ. 2002. Clinical variation in Foot-and-mouth disease : sheep and goats. *Rev Sci Tech Off Int des Epiz* 21(3): 505–512.
- Lazarus DD, Schielen WJG, Wungak Y, Kwange D, Fasina FO. 2012. Sero-epidemiology of foot-and-mouth disease in some Border States of Nigeria. *Afr J Microbiol Res* 6(8): 1756–1761.
- Megersa B, Beyene B, Abunna F, Regassa A, Amenu K, Rufael T. 2009. Risk factors for foot and mouth disease seroprevalence in indigenous cattle in Southern Ethiopia: the effect of production system. *Trop Anim Health Prod* 41: 891–898.
- Mesfine M, Nigatu S, Belayneh N, Jemberu WT. 2019. Sero-Epidemiology of Foot and Mouth Disease in Domestic Ruminants in Amhara Region, Ethiopia. *Front Vet Sci* 6(130): 1-8.
- Nyariki DM, Amwata DA. 2019. The value of pastoralism in Kenya: Application of total economic value approach. *Pastoralism* 9(1): 1-13.
- [OIE] Office International des Epizooties. 2015. Terrestrial Animal Health Code Volume II: Recommendations applicable to OIE listed disease and other diseases of importance to international trade. 24th ed. World Organization for animal health (OIE), Paris, France Hlm. 455-477.
- [OIE] Office International des Epizooties. 2018. *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals 8th Edition*. <https://www.oie.int/standard-setting/terrestrial-manual/>. [Diakses pada 24 Agustus 2022].
- Paton DJ, Gubbins S, King DP. 2018. Understanding the transmission of foot-and-mouth disease virus at different scales. *Current Opinion in Virology* 28:85-91.

- Quinn PJ, Markey BK, Carter ME, Leonard FC. 2002. *Veterinary Microbiology and Microbial disease*. USA, Black well publisher. Hlm. 405.
- Raouf YA, Hanan Y, Almutlab AA, Hassen AA, Ahmed Al-Majali A, Tibbo M. 2017. Role of small ruminants in the epidemiology of foot-and-mouth disease in Sudan. *Bull Anim Health Prod Afr* 65(1): 145– 156.
- Torsson E, Berg M, Misinzo G, Herbe I, Kgotlele T, Paarni M. 2017. Sero-prevalence and risk factors for peste des petits ruminants and selected differential diagnosis in sheep and goats in Tanzania. *J Infect Ecol Epidemiol* 7(1): 1-13.
- Verma AK, Pal BC, Singh CP, Jain U, Yadav SK, Mahima. 2008. Studies of the outbreaks of foot-and-mouth disease in Uttar Pradesh, India, between 2000 and 2006. *Asian Journal of Epidemiology* 1(2): 40–46.