

# Penyakit Mulut dan Kuku: Penyakit Hewan Eksotik yang Harus Diwaspadai Masuknya ke Indonesia

## (Foot and Mouth Disease: An Exotic Animal Disease that Must Be Alert of Entry into Indonesia)

RM Abdul Adjid

Balai Besar Penelitian Veteriner, Jl. RE Martadinata No. 30, Bogor 16114  
Kontributor utama: [rmabduladjid1@gmail.com](mailto:rmabduladjid1@gmail.com)

(Diterima 13 April 2020 – Direvisi 9 Juni 2020 – Disetujui 9 Juni 2020)

### ABSTRACT

Foot and Mouth Disease (FMD) is a highly contagious disease that attacks cloven hooved animals. Among the animals primarily livestock that sensitive to FMD include cattle, buffaloes, pigs, sheep, and goats. The causative agent of FMD is the Foot and Mouth Disease Virus (FMDV). This disease is greatly feared by all countries because it may cause great loss of economic impact. There are still many countries in the world that are not yet free from FMD. The World Animal Health Organization (OIE/ Office des Internationale Epizootis) has included this disease in the list of disease that must be reported as “notifiable disease”. This FMD has become exotic for Indonesia since 1990, and currently it is included in the list of strategic infectious animal diseases in Indonesia. With current situation where the traffic of people and goods between countries in the world is very fast and frequent, it is possible for the disease to enter Indonesian territory. This paper discusses the FMD with aim of increasing alertness and readiness in preventing the entry and spread of the disease to Indonesia.

**Key words:** Foot and Mouth Disease, livestock, ruminants, exotic disease, virus

### ABSTRAK

Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) merupakan penyakit yang sangat menular menyerang hewan berkuku belah. Ternak berkuku belah yang peka terhadap PMK diantaranya adalah sapi, kerbau, domba, kambing dan babi. Agen penyebab PMK adalah *Virus Foot Mouth Disease* (FMDV). Penyakit ini sangat ditakuti oleh semua negara di dunia karena menyebabkan dampak ekonomi yang tidak sedikit dan saat ini masih banyak negara di dunia yang belum bebas dari PMK. Badan Kesehatan Hewan Dunia (OIE/*Office des Internationale Epizootis*) memasukkan penyakit PMK ke dalam daftar penyakit yang harus dilaporkan. Penyakit ini menjadi eksotik bagi Indonesia sejak tahun 1990, dan saat ini masuk dalam daftar penyakit hewan menular strategis (PHMS). Dengan situasi saat ini dimana lalu lintas orang dan barang antar negara di dunia yang sangat tinggi dan cepat, maka tidak menutup kemungkinan penyakit ini bisa masuk ke wilayah Indonesia. Tulisan ini membahas tentang PMK dengan tujuan untuk meningkatkan kewaspadaan dan kesiapan dalam mencegah masuk dan menyebarnya penyakit ini ke Indonesia.

**Kata kunci:** Penyakit Mulut dan Kuku, ternak, ruminansia, penyakit hewan eksotik, virus

### PENDAHULUAN

Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) atau *Foot and Mouth Disease* adalah penyakit hewan yang cepat menular menyerang hewan berkuku belah (*cloven hoop*), seperti sapi, kerbau, domba, kambing, babi, rusa/kijang, onta dan gajah. Hewan yang sakit akibat infeksi virus PMK memperlihatkan gejala klinis yang patognomonik berupa lepuh/lesi pada mulut dan pada seluruh teracak kaki. Agen penyebab PMK adalah virus *Foot and Mouth Disease* (FMDV) yang masuk dalam famili Picornaviridae dan genus *Aphthovirus* (MacLachlan & Dubovi 2017).

Penyakit ini sangat menular dan masih terjadi di banyak negara di dunia, serta mengakibatkan kerugian ekonomi yang besar. Davies (2002) memaparkan

pengendalian wabah PMK di Inggris yang menelan biaya sekitar £2,7 miliar diluar kerugian miliaran poundsterling yang diakibatkan oleh turunnya jumlah turis, serta terganggunya industri-industri peternakan di pedesaan. Chaters et al. (2018) memperlihatkan bahwa wabah PMK di daerah endemik menurunkan fertilitas pada sapi perah. Berdasarkan pada sifat penyakit, sebaran penyakit dan dampak kerugiannya, Badan Kesehatan Hewan Dunia, atau *Office des Internationale Epizootis* (OIE), menempatkan penyakit ini dalam Daftar “*OIE Listed Diseases and Other Diseases of Importance*” sebagai penyakit yang harus dilaporkan kejadiannya oleh semua negara di dunia ke OIE (OIE 2019a).

Indonesia pernah menjadi negara tertular PMK (Ronohardjo et al. 1984), dan penyakit ini pertama kali

dilaporkan pada tahun 1887 di Malang, yang kemudian menyebar ke berbagai wilayah Indonesia. Pengendalian PMK dilakukan secara terus menerus saat itu untuk pembebasan penyakit, namun pada tahun 1983, PMK meletup kembali di Kabupaten Blora Jawa Tengah. Pemberantasan PMK kemudian dilakukan secara masif dengan melakukan vaksinasi berkelanjutan selama tiga tahun berturut-turut hingga akhirnya penyakit ini berhasil dibebaskan kembali dan status bebas PMK dinyatakan dalam Resolusi OIE no XI tahun 1990 (Ditkeswan 2014). Pada tahun 2013 pemerintah Indonesia menetapkan bahwa PMK merupakan penyakit hewan menular strategis (PHMS) yang harus diwaspadai dan dicegah (Menteri Pertanian 2013). Sampai saat ini Indonesia masih dinyatakan bebas dari PMK dan tanpa program vaksinasi yang diputuskan dengan Resolusi OIE no XV tahun 2019 (OIE 2019c).

Mengamati situasi dan kondisi yang berkembang pada saat ini, seperti tinggi dan cepatnya transportasi global manusia maupun barang, sementara masih banyak negara di dunia yang statusnya tertular PMK, maka kemungkinan ternak dan/atau produknya dari negara yang belum bebas PMK masuk ke Indonesia dapat terjadi, sehingga sangat diperlukan sikap kehati-hatian dan kewaspadaan masuknya kembali penyakit ini ke Indonesia. Naipospos & Suseno (2017) memperkirakan bahwa jika Indonesia terserang wabah PMK maka akan terjadi kerugian sebesar Rp. 9,9 triliun.

Informasi tentang PMK di Indonesia sudah lama tidak dimunculkan dan sangat sedikit dipublikasikan, oleh karena itu terkait keterkinian situasinya di dunia dan sudah dilakukannya impor daging dari negara belum bebas PMK seperti India maka tulisan ini bertujuan untuk menyegarkan kembali informasi tentang PMK di dunia guna meningkatkan kewaspadaan terhadap masuk dan menyebarnya PMK di Indonesia.

## ETIOLOGI PENYAKIT MULUT DAN KUKU

Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) disebabkan oleh virus *Foot Mouth Disease* (FMDV) termasuk dalam famili Picornaviridae dan genus *Aphthovirus* (McLachlan & Dubovi 2017). *Picornavirus* masuk dalam virus klas IV, memiliki genom *plus-strand-RNA* yang berfungsi sebagai mRNA. Sel yang terinfeksi oleh virus PMK akan membentuk protein virus dan terjadi perbanyakan RNA virus. Jika jumlah RNA ini telah mencukupi atau sudah cukup banyak, maka fungsi RNA ini berubah menjadi mRNA sebagai pola untuk perbanyakan RNA virus. Pola perbanyakan seperti ini berbeda dengan virus lainnya dimana sebelum dimulainya pembuatan protein virus, umumnya terlebih

dahulu dilakukan penyusunan gen virus (Carter & Saunders 2013).

Virus FMD memiliki 7 serotipe, yaitu serotipe A, O, C, Asia 1, SAT1, SAT2, dan SAT3. Untuk serotipe A, O, dan C disebut serotipe *Euroasiatic*, sementara Asia1 adalah serotipe untuk wilayah Asia1 dan serotipe SAT adalah untuk wilayah Afrika Selatan. Selanjutnya dalam satu serotipe, virus mempunyai banyak sub tipe (McLachlan & Dubovi 2017). Kemampuan proteksi silang akibat infeksi atau vaksinasi dari serotipe atau sub tipe terhadap serotipe ataupun sub tipe yang berbeda sangatlah rendah (Haskell 2014). Lebih lanjut, tingginya variasi antigen virus FMD ini menjadi masalah besar dalam seleksi strain vaksin untuk pengendalian wabah PMK (Singh 2011). Oleh karena itu, vaksinasi dalam rangka pengendalian penyakit yang efektif adalah melakukan vaksinasi menggunakan vaksin yang mengandung virus yang homolog pada tingkat sub tipe atau kesamaan imunologis virus FMD dengan virus yang bersirkulasi di lapang atau penyebab wabah penyakit di wilayah tersebut.

Secara fisik virus FMD berbentuk *icosahedral symmetry* dengan ukuran *capsid* (pembungkus RNA antara 25-30 nm. *Capsid* virus *Picornavirus* tersusun oleh 60 subunit protein yang identik, masing-masing unit mengandung 4 protein virus (VP1-4). Masing-masing protein VP1-3 mengandung *8-stranded  $\beta$ -barrel*, seperti halnya dengan yang dimiliki oleh *capsid* virus lainnya (Carter & Saunders 2013).

Genom dari *Picornavirus* tersusun oleh 7-8 kb ssRNA. Secara kovalen RNA virus ini bertautan dengan 5' ujung dari RNA berupa protein kecil (2-3 kD) dikenal sebagai VPg (*virus protein, genome linked*). Tautan kovalen ini melalui grup OH dari residu *tyrosine* pada posisi 3' dari VPg, dan ujung 3' dari RNA adalah *polyadenylated*. Genom virus terdiri dari satu ORF (*open reading frame*) yang sangat besar diapit oleh daerah yang tidak bisa diterjemahkan (*untranslated region*). Dalam daerah ini pada 5' ujung RNA terdapat banyak struktur kedua (*secondary structure*) seperti *internal ribosome entry site* dan lain-lain (Carter & Saunders 2013).

Virus FMD tahan hidup dalam lingkungan/alam tergantung pada situasi dan kondisi suhu dan tingkat kelembapan. Virus FMD lebih stabil dan infeksiif jika virus masih berada di dalam lapisan kulit, cairan lendir dan terhindar dari paparan sinar matahari atau pada suhu relatif rendah di lingkungan. Virus FMD dalam aerosol kurang stabil, tetapi pada kondisi kelembapan tinggi virus dapat bertahan hidup dalam waktu lama (McLachlan & Dubovi 2017). Stabilitas virus FMD tertinggi pada pH 7,4-7,6 tetapi segera mati pada PH asam. Virus FMD mati dengan desinfektan yang mengandung *sodium carbonate/ washing soda* (Pereira & Wildy 1974; Haskell 2014), sehingga desinfektan tersebut sangat baik digunakan untuk dekontaminasi.



Gambar 1. Gejala klinis PMK pada sapi Bali yang diinfeksi dengan virus PMK Ojava83

Sumber: Foto dan data koleksi Dr. R.M.A. Adjid.

### HEWAN RENTAN DAN GEJALA KLINIS

Semua hewan berkuku belah atau *cloven hoof* rentan terhadap infeksi PMK, baik hewan domestik maupun liar, seperti sapi, kerbau, domba, kambing, babi, rusa, dan onta. Lebih dari 70 spesies mamalia liar rentan terhadap infeksi virus PMK (McLachlan & Dubovi 2017).

Gejala klinis PMK pada hewan rentan sedikit bervariasi antar spesies hewan dengan masa inkubasi penyakit berkisar antara 2-8 hari. Secara umum,

gejala klinis PMK adalah demam mencapai 39°C selama beberapa hari, tidak nafsu makan dan lesi-lesi pada daerah mulut dan keempat kakinya. Lesi-lesi dalam bentuk lepuh-lepuh pada permukaan selaput lendir mulut, termasuk lidah, gusi, pipi bagian dalam dan bibir. Pada kaki lesi akan terlihat jelas pada tumit, celah kuku dan sepanjang *coronary bands* kuku. Lesi juga bisa terjadi pada liang hidung, moncong, dan puting susu. Gejala klinis PMK pada babi lebih dominan berupa lesi-lesi pada kaki/teracak kaki dan biasanya babi mengalami kelemahan. Pada sapi perah disamping gejala tersebut di atas, terjadi penurunan produksi susu, sedangkan pada domba, kambing dan rusa, lesi-lesi berupa lepuh-lepuh kecil dan sulit dilihat sehingga diperlukan pengamatan yang teliti. Pada beberapa kasus, gejala PMK dapat dikelirukan dengan penyakit busuk kuku atau *foot rot*. Pada sapi, umumnya

terjadi hiper salivasi disertai busa (Soeharsono et al. 2010; OIE 2019a).

Laporan oleh Adjid (1983, data tidak dipublikasikan) ketika dilakukan uji vaksin menunjukkan bahwa sapi Bali yang tidak memiliki kekebalan ketika diinfeksi oleh virus PMK memperlihatkan hipersalivasi dan berbusa, hewan lebih senang berbaring, perdarahan/lesi pada mulut, pada seluruh teracak kaki dan suhu tubuh mencapai 40°C (Gambar 1) dan hewan sembuh 3-4 minggu setelah gejala klinis muncul.

### DIAGNOSIS PENYAKIT

Diagnosis PMK dilakukan dengan pengamatan gejala klinis dan pengujian laboratorium melalui isolasi dan identifikasi agen penyebab, materi genetik virus atau secara serologis dengan mengacu pada pedoman OIE (2019a).

Pengamatan gejala klinis yang terlihat pada hewan terinfeksi belum dapat dijadikan sebagai alat diagnosis PMK, namun dapat mengarahkan pada dugaan infeksi PMK. Hal ini dikarenakan beberapa penyakit hewan menular lainnya memiliki kemiripan gejala klinis menyerupai PMK, seperti lepuh atau vesikel di daerah selaput lendir pada penyakit *vesicular stomatitis* (VS), *swine vesicular disease* (SVD) pada babi, *bovine papular stomatitis*, *bovine herpes mammillitis*,

*infectious bovine rhinotracheitis, bovine mucosal disease, malignant catarrhal fever (MCF), dan rinderpest* pada sapi Gejala klinis PMK pada domba mirip dengan penyakit *bluetongue, parapox-virus, peste des petits ruminants* dan *footrot*. Terdapat perbedaan kepekaan spesies hewan terhadap infeksi PMK dengan penyakit hewan menular vesikuler lainnya, seperti infeksi SVD, VS dan VES (McLachlan & Dubovi 2017). Perbedaan kepekaan hewan pada uji infeksi dengan virus PMK tercantum pada Tabel 1. Virus PMK tidak dapat mengakibatkan sakit pada kuda begitu juga dengan infeksi *vesicular stomatitis*, namun pada babi hanya penyakit vesikuler dapat mengakibatkan sakit. Oleh karena ada kemiripan gejala klinis PMK dengan penyakit infeksi lainnya, maka pemeriksaan secara laboratorium mutlak dilakukan untuk diagnosis PMK.

Diagnosis PMK secara laboratorium dapat ditetapkan berdasarkan salah satu dari kriteria: a) isolasi virus yang telah diidentifikasi sebagai virus PMK, b) pembuktian adanya antigen virus atau RNA spesifik virus PMK dari sampel hewan rentan dengan klinis PMK, atau secara epidemiologi terkait dengan suspek kasus/wabah c) pembuktian adanya antibodi terhadap virus PMK dari hewan yang tidak divaksin (OIE 2019b).

Teknik diagnosis PMK yang digunakan dari sampel maupun dari hasil isolasi virus pada kultur sel adalah *Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA), Complement Fixation Test (CFT), Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR)* menggunakan panel primer tipe spesifik. Teknik sekuensing dapat mengetahui kekerabatan genetik virus PMK dengan virus PMK lainnya. Secara serologis, *Structural Protein (SP)-Enzyme Link-Immuno Assay (SP-ELISA)* dapat mendeteksi hewan yang tidak divaksin. Penggunaan *Non-structural Protein (NSP-ELISA)* dapat mengetahui adanya infeksi oleh virus PMK (OIE 2019a). Teknik *Virus Neutralization Test (VNTs)* dan SP-ELISA dapat digunakan untuk mengetahui kompatibilitas immunologis dalam penetapan serotipe virus. Penggunaan ELISA umumnya untuk mendeteksi status infeksi PMK dalam populasi atau untuk studi epidemiologi seperti yang dilakukan oleh Nthiwa et al. (2020).

Diagnosis hewan karier PMK (hewan yang secara persisten terinfeksi oleh agen penyebab tanpa

memperlihatkan gejala klinis) dilakukan dengan mengambil contoh cairan dari daerah esofageal-faringeal menggunakan alat *probang cup* dan dilakukan isolasi dan identifikasi agen atau deteksi virus dengan uji ELISA, CFT atau deteksi materi genetik virus dengan RT-PCR (OIE 2019a).

Pengujian PMK di Indonesia dilakukan di Pusat Veteriner Farma (Pusvetma) dengan menggunakan teknik RT-PCR untuk mendeteksi materi genetik virus, dan teknik ELISA untuk mendeteksi adanya antibodi akibat infeksi, baik untuk deteksi antibodi terhadap SP maupun NSP (Ditkeswan 2014).

## CARA PENULARAN DAN PENYEBARAN PENYAKIT

Virus PMK masuk ke dalam tubuh hewan melalui mulut atau hidung dan virus memperbanyak diri pada sel-sel epitel di daerah nasofaring (Arzt et al. 2011), dan virus PMK kemudian masuk ke dalam darah dan memperbanyak diri pada kelenjar limfoglandula dan sel-sel epitel di daerah mulut dan kaki (teracak kaki) mengakibatkan lesi-lesi. Arzt et al. (2011) dalam penelitian patogenesis PMK pada sapi memperlihatkan adanya keunikan dan persisten infeksi dari virus PMK pada sel-sel epitel di nasofaring yang hanya mengalami peradangan minimal, tidak membentuk lepuh/vesikel dan degenerasi *acantholytic*.

Penularan PMK dari hewan sakit ke hewan lain yang peka terutama terjadi karena adanya kontak langsung dengan hewan sakit, kontak dengan sekresi dan bahan-bahan yang terkontaminasi virus PMK, serta hewan karier. Penularan PMK dapat terjadi karena kontak dengan bahan/alat yang terkontaminasi virus PMK, seperti petugas, kendaraan, pakan ternak, produk ternak berupa susu, daging, jerohan, tulang, darah, semen, embrio, dan feses dari hewan sakit. Penyebaran PMK antar peternakan ataupun antar wilayah/negara umumnya terjadi melalui perpindahan atau transportasi ternak yang terinfeksi, produk asal ternak tertular dan hewan karier. Hewan karier atau hewan pembawa virus infeksi dalam tubuh (dalam sel-sel epitel di daerah esofagus, faring) untuk waktu lebih dari 28 hari setelah terinfeksi sangat penting dalam penyebaran PMK (Salt 1993; OIE 2019a).

Terkait dengan hewan karier, maka lamanya hewan bertindak sebagai karier tergantung pada spesies

**Tabel 1.** Perbedaan kepekaan berbagai spesies ternak terhadap penyakit beberapa virus sebagai diagnosis banding

Nama penyakit	Sapi	Domba	Babi	Kuda
Penyakit Mulut dan Kuku (PMK)	Sensitif	Sensitif	Sensitif	Resisten
<i>Swine Vesicular Disease (SVD)</i>	Resisten	Resisten	Sensitif	Resisten
<i>Vesicular Stomatitis</i>	Sensitif	Sensitif	Sensitif	Sensitif
<i>Vesicular Exanthema of Swine</i>	Resisten	Resisten	Sensitif	Resisten

**Sumber:** McLachlan & Dubovi (2017)

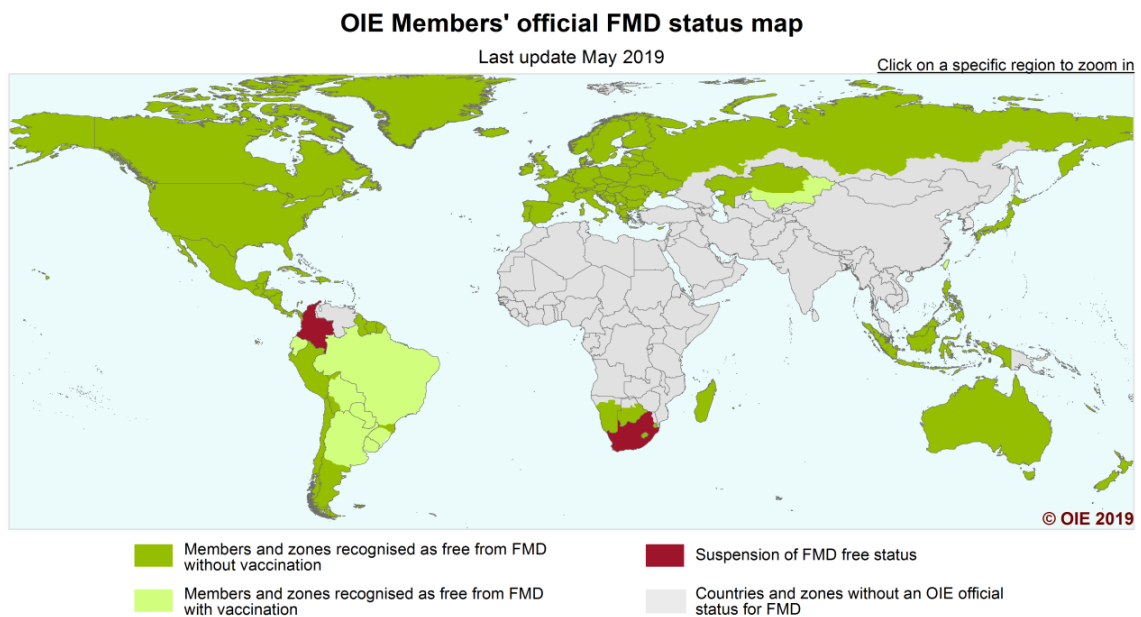
hewan, strain virus, dan individu hewan. Babi dapat dipastikan tidak menjadi karier PMK karena tidak ada bukti kuat keberadaan virus setelah hewan sembuh dari penyakit. Pada kelompok sapi tertentu, keberadaan virus PMK dapat tetap bertahan paling tidak untuk selama 3 tahun. Domba dan kambing dapat menyimpan virus PMK untuk selama 9 bulan (Stenfeldt et al. 2016). Condry et al. (1985) menyatakan bahwa kerbau Afrika (*Syncerus caffer*) pada pemeliharaan sistim individu dapat membawa virus PMK paling tidak untuk selama 5 tahun, namun pada pemeliharaan hewan sistim kelompok maka virus PMK dapat bertahan dalam populasi paling tidak untuk selama 24 tahun. Selanjutnya Jori et al. (2016) menegaskan bahwa kerbau Afrika ini merupakan hewan *reservoir* utama untuk virus FMD tipe SAT di Afrika Selatan. Peranan hewan karier ini sangat penting dalam epidemiologi PMK dan harus menjadi pertimbangan pada saat melakukan upaya pembebasan penyakit.

Masuknya kembali PMK ke dalam suatu negara dengan status bebas PMK adalah sangat memungkinkan, sebagai contoh kasus PMK yang terjadi di Inggris pada bulan Februari tahun 2001 yang sebelumnya merupakan negara bebas PMK (Davies 2002). Pada awal wabah, PMK dikonfirmasi terjadi pada babi di rumah potong di Essex, *South East England*, yang kemudian menyebar ke banyak wilayah di Inggris dan ke negara-negara di sekitarnya, yaitu Jerman, Prancis dan Belanda. Hasil penelusuran penyakit menunjukkan bahwa masuknya virus PMK ke Inggris tersebut diakibatkan karena pemberian pakan

babi dengan limbah dapur (*swill feeding*) dari angkutan kapal laut yang berasal dari luar negara Inggris. Toma et al. (2002) memberikan indikasi bahwa untuk mencegah penyebaran PMK ke suatu negara bebas maka cara yang tepat adalah dengan tidak memasukkan ternak rentan PMK dan ternak yang divaksin dari negara tertular PMK. Hal ini sangat terkait dengan kemungkinan adanya hewan karier terbawa masuk yang dapat menjadi sumber penular PMK ke ternak rentan di negara bebas.

## SEBARAN GEOGRAFIS PMK DI DUNIA

Sampai saat ini PMK telah tersebar di banyak negara di dunia. Sebanyak 68 negara, termasuk Indonesia dilaporkan bebas PMK tanpa vaksinasi berdasarkan OIE (2019c) dalam Resolusi no 15 tahun 2019 yang ditetapkan pada bulan Mei 2019. Paraguay dan Uruguay merupakan negara bebas PMK dengan perlakuan vaksinasi, sementara Argentina, Bolivia, Botswana, Brazil, Columbia, Equador, Kazakhstan, Malaysia, Moldova, Namibia dan Rusia adalah negara-negara tertular yang memiliki zona bebas PMK tanpa vaksinasi. Tujuh negara memiliki zona bebas PMK dengan vaksinasi, yaitu Argentina, Bolivia, Brazil, Cina Taiwan, Equador, Kazakhstan, dan Turki. Sementara sisanya masih tertular PMK, dimana 6 negara diantaranya sedang melaksanakan program pengendalian yang didaftarkan ke OIE. Sebaran geografis PMK di dunia dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Sebaran geografis PMK di dunia

**Sumber:** OIE (2019c)

**Tabel 2.** Sebaran serotipe virus PMK di beberapa negara di kawasan Asia

Nama Negara	Serotipe	Keterangan/referensi
Malaysia	A, O	Ramanoon et al. (2013)
Thailand	A, O, Asia1	Qiu & Abila (2017)
Vietnam	A, O, Asia1	Qiu & Abila (2017)
China	A, O, Asia1	Qiu & Abila (2017)
India	A, O, Asia1	Pattnaik et al. (2012); Subramaniam et al. (2013).
Bangladesh	A, O, Asia1	Siddique et al. (2018)

Pada Gambar 2 terlihat bahwa daerah di belahan dunia yang masih banyak tertular PMK adalah Afrika, Asia Tengah dan Asia Selatan. Negara terdekat Indonesia yang masih tertular PMK adalah Malaysia, kecuali provinsi Sabah dan Sarawak yang telah dinyatakan oleh OIE sebagai zona bebas PMK tanpa vaksinasi. Negara lain yang relatif dekat dengan Indonesia seperti Thailand, Kamboja, Vietnam, India, Pakistan, Bangladesh, Nepal, dan China masih tertular PMK. Sementara itu, negara di kawasan Asia yang bebas PMK tanpa vaksinasi, yaitu Brunei, Jepang, Filipina dan Indonesia (OIE 2019c).

Risiko masuknya PMK ke Indonesia tentunya tidak bisa didasarkan karena dekat atau jauhnya jarak, namun juga lebih banyak terkait dengan lalu lintas orang dan barang, utamanya ternak dan produknya dari negara tertular ke Indonesia. Hal ini juga menjadi ancaman bagi negara di belahan selatan seperti Australia (Vosloo 2013). Kejadian wabah di Malaysia memperlihatkan bahwa faktor utama terjadinya wabah adalah lalu lintas/pergerakan hewan yaitu sebesar 66% dari wabah yang terjadi (Ramanoon et al. 2013).

Virus PMK terdiri dari 7 strain, yaitu strain A, O, C, Asia 1, SAT 1, SAT 2, dan SAT 3 (OIE 2019a; Nthiwa et al. 2020). Serotipe C sudah tidak dilaporkan kejadiannya di Pakistan dan Afganistan (Jamal et al. 2011) dan serotipe O di India tidak dilaporkan lagi sejak tahun 1995 (Biswalle et al. 2012). Qiu & Abila (2017) melaporkan bahwa serotipe Asia 1 sudah tidak terdeteksi lagi di kawasan Asia, termasuk Asia Selatan dalam beberapa tahun terakhir. Serotipe tersebut terakhir dideteksi di Lao PDR pada tahun 1999, Myanmar pada tahun 2001, Malaysia pada tahun 2005, Thailand pada tahun 1998, Cambodia pada tahun 1997, Vietnam pada tahun 2008 dan di China pada tahun 2009 (Qiu & Abila 2017).

Khusus di kawasan Asia, negara bebas PMK tanpa vaksinasi, yaitu Brunei, Jepang, Filipina, dan Indonesia (OIE 2019c), sementara negara-negara lainnya masih banyak tertular PMK dengan beragam serotipe. Negara di kawasan Asia yang masih tertular PMK dan serotipenya dapat terlihat dalam Tabel 2.

Nagendrakumari et al. (2009) menyatakan bahwa PMK endemik di India dan serotipe yang paling sering muncul adalah serotipe A, O dan Asia 1. Sementara

Siddique et al. (2018) melaporkan bahwa di Bangladesh serotipe virus PMK yang paling bertanggungjawab mengakibatkan penyakit adalah serotipe O sebanyak 82% wabah penyakit daripada serotipe A dan Asia1.

### SITUASI PMK DI INDONESIA

Indonesia sampai dengan saat ini masih dinyatakan sebagai negara bebas PMK tanpa vaksinasi oleh OIE (2019c). Sejarah PMK di Indonesia berdasarkan Ronohardjo et al. (1984) dan Ditkeswan (2014) dilaporkan pertama kali kejadiannya oleh Bosma ketika letupan penyakit terjadi di Malang pada tahun 1887. Selanjutnya, penyakit menyebar ke daerah lainnya kearah Timur sampai ke pantai Banyuwangi. Laporan kejadiannya secara berturut-turut dimulai di Jakarta pada tahun 1889, Aceh tahun 1892, Medan dan Kalimantan tahun 1906, Sulawesi dan Medan pada tahun 1907. Pada tahun 1907 tercatat 1.201 ternak di Pulau Jawa terserang PMK, yaitu di Jakarta, Cirebon, Priangan, Pasuruan, Besuki, Banyumas, Kedu, Malang dan Madura. Pada saat itu kejadian PMK di luar pulau Jawa terbatas hanya di Sumatera Timur dan Sulawesi. Pemerintah melakukan “*crash program*” vaksinasi dimulai tahun 1974 untuk memberantas PMK dengan mengutamakan vaksinasi dilakukan di daerah sumber ternak, yaitu Bali, Sulawesi Selatan dan Jawa.

Upaya pemberantasan penyakit dengan vaksin O1 BFS memperlihatkan hasil yang memuaskan karena pada tahun 1980 tidak ada lagi kasus PMK dilaporkan. Pada tahun berikutnya Bali dan Sulawesi Selatan berhasil dibebaskan dan pulau Jawa yang direncanakan bebas PMK pada tahun 1984, namun PMK meletup kembali di Kabupaten Blora yang kemudian dengan cepat merambat ke wilayah Barat sampai ke Banten. Untuk daerah Jawa Timur penyebaran PMK terbatas di daerah-daerah yang berbatasan dengan Jawa Tengah. Dalam kurun waktu yang singkat PMK dilaporkan menyerang 13.987 ekor ternak sapi dan kerbau dengan angka kematian 1%. Beberapa ekor domba dan babi dilaporkan terjangkit PMK. Hasil pengujian virus oleh *Animal Virus Research Institute* (AVRI) di Pirbright, Inggris menunjukkan bahwa penyebabnya adalah virus

PMK tipe O, dan isolat virus dikenal dengan nama O ISA 3/83 atau O java 83. Ronohardjo et al. (1986) mengutarakan upaya pemberantasan penyakit dilakukan melalui vaksinasi massal menggunakan virus PMK O java 83 mulai tahun 1983-1985. Dalam waktu tiga bulan setelah vaksinasi terakhir, PMK telah dapat dikendalikan bahkan tidak ada kasus lagi. Hasil studi serologik memperlihatkan bahwa vaksinasi yang dilaksanakan telah membuahkan hasil yang memuaskan dan disarankan untuk dapat diikuti dengan keputusan pembebasan penyakit pada tahun 1987. Upaya pemerintah membebaskan kembali Indonesia dari PMK telah berhasil dan Indonesia dinyatakan bebas PMK pada tahun 1990 dengan Resolusi OIE no XI (Ditkeswan 2014).

### **KEBIJAKAN PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN MASUKNYA PMK DI INDONESIA**

Badan Kesehatan Hewan Dunia (OIE) telah memberikan panduan umum untuk pencegahan dan pengendalian PMK agar tidak masuk ke suatu negara dan menyebar ke negara lain. Setiap negara dapat membuat peraturan atau ketentuan yang disesuaikan dengan kondisi di masing-masing negara mengacu pada Artikel 8.8.7, selanjutnya pada Artikel 8.8.40 - 8.8.42 (OIE 2019b).

Untuk mempertahankan negara Indonesia agar tetap bebas dari PMK, pemerintah menerbitkan empat peraturan dan perundang-undangan, yaitu 1) UU RI No. 41/2014 tentang Perubahan atas Undang Undang No. 16 tahun 2014 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2) UU RI No. 21 Tahun 2019 tentang Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan, 3) Peraturan Pemerintah No. 47 tahun 2014 tentang Pengendalian dan Penanggulangan Penyakit Hewan, serta 4) Instruksi Presiden RI No. 4 tahun 2019 tentang Peningkatan Kemampuan dalam Mencegah, Mendeteksi, dan Merespon Wabah Penyakit, Pandemi Global, dan Kedaruratan Nuklir, Biologi, dan Kimia.

Dalam UU RI No. 41/2014, terkait dengan pencegahan penyakit hewan menular (PHM), termasuk PMK, telah diatur mulai dari pemasukan benih dan/atau bibit, pemasukan ternak dan produk hewan dari luar negeri yang harus sesuai dengan persyaratan teknis keswan, bebas dari PHM yang ditetapkan, dan sesuai ketentuan perundang-undangan di bidang karantina hewan). Khusus untuk pemasukan ternak ruminansia indukan persyaratannya tercantum pada Pasal 36C dan 36D, secara garis besar adalah pemasukan ternak ke dalam wilayah Indonesia berasal dari suatu negara atau zona dalam suatu negara yang telah memenuhi persyaratan dan tata cara pemasukannya didasarkan pada hasil analisis risiko kesehatan hewan oleh Otoritas Veteriner, serta tempat

asal ternak harus dinyatakan bebas penyakit hewan menular oleh otoritas veteriner negara asal sesuai dengan ketentuan OIE dan diakui oleh Otoritas Veteriner Indonesia. Dipersyaratkan tempat pemasukan ternak tersebut di pulau karantina sebagai instalasi karantina hewan pengamanan maksimal. Pulau karantina belum dibangun, namun pemerintah telah menerbitkan Peraturan Pemerintah No. 69 tahun 2019 tentang pulau karantina. Bahri (2017) menyatakan perlunya melakukan tindakan pengamanan maksimum (*maximum security*) bagi ternak yang diimpor dari zona bebas dengan menempatkan ternak tersebut di pulau karantina dalam waktu tertentu sehingga dapat dipastikan bahwa ternak tersebut benar-benar tidak membawa agen penyebab wabah PMK. Selanjutnya, untuk operasional pengendalian dan penanggulangan penyakit hewan maka pelaksanaannya mengacu pada PP No. 47 tahun 2014.

Dalam UU RI No. 21 Tahun 2019 tentang Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan, hal yang terkait dengan penyelenggaraan karantina untuk hama penyakit hewan karantina (HPHK) adalah sistem pencegahan masuk, keluar dan tersebarnya HPHK. Setiap media pembawa yang masuk dari luar negeri wajib dilengkapi sertifikat kesehatan atau sertifikat sanitasi dari negara asal serta dilakukan tindakan karantina. Media pembawa yang pada saat di atas alat angkut tertular oleh hama penyakit hewan tertentu atau mengandung jenis yang dilarang pemasukannya, maka dilakukan penolakan. Demikian halnya jika media pembawa setelah diturunkan dari alat angkut terbukti tertular oleh hama penyakit hewan karantina yang ditetapkan oleh menteri, maka media pembawa tersebut dimusnahkan. Hal yang dipandang sangat strategis yang diatur dalam UU ini adalah yang terkait dengan limbah asal alat angkut di tempat pemasukan, dimana melarang setiap orang untuk menurunkan atau membuang bangkai hewan, sisa pakan, sampah dari alat angkut yang pernah berhubungan dengan hewan. Selanjutnya, media pembawa yang berupa sisa pakan, bangkai hewan dan ikan, barang atau bahan yang pernah berhubungan dengan hewan, dan sampah yang berupa sisa-sisa makanan yang mengandung bahan asal hewan, yang diturunkan dari alat angkut di tempat pemasukan atau tempat transit harus dimusnahkan oleh penanggung jawab alat angkut di bawah pengawasan Pejabat Karantina. Ketentuan yang masih diperlukan sebagai turunan dari UU RI No. 21/2019 ini adalah penetapan jenis HPHK dan media pembawa yang dilarang masuk ke Indonesia yang sampai dituliskannya makalah ini belum diterbitkan. Hal ini dapat saja menjadi bahan perdebatan dalam pemasukan media pembawa yang tentunya berisiko akan masuknya agen penyakit baru ke Indonesia.

Ketentuan untuk pemasukan karkas, daging dan/atau jeroan dari luar negeri harus berasal dari



negara yang telah memenuhi syarat status Penyakit Hewan Menular Utama (PHMU), salah satunya adalah negara bebas PMK. Selanjutnya daging ruminansia besar tanpa tulang, dan daging ruminansia besar olahan dapat dipertimbangkan pemasukannya dari zona bebas PMK setelah melalui penilaian sistem pelayanan veteriner dan analisis risiko oleh Tim yang ditunjuk oleh Kementerian Pertanian (Menteri Pertanian 2009).

Penerbitan Instruksi Presiden RI No. 4 tahun 2019 tentang Peningkatan Kemampuan dalam Mencegah, Mendeteksi, dan Merespon Wabah Penyakit, Pandemi Global, dan Kedaruratan Nuklir, Biologi, dan Kimia merupakan langkah maju yang dilakukan oleh Pemerintah. Instruksi Presiden (Inpres) ini menggerakkan dan mendorong 22 institusi Pemerintah Pusat mulai dari Kementerian/Lembaga/Badan, dan Pemerintah Daerah meliputi seluruh Gubernur, Bupati/Walikota untuk berkoordinasi dan bersinergi sesuai tugas pokok dan fungsinya untuk meningkatkan kemampuannya dalam Peningkatan Kemampuan dalam Mencegah, Mendeteksi, dan Merespon Wabah Penyakit, Pandemi Global, dan Kedaruratan Nuklir, Biologi, dan Kimia. Instruksi tersebut termasuk menetapkan kebijakan atau menyempurnakan peraturan perundang-undangan yang diperlukan untuk langkah operasional. Dengan adanya Inpres ini maka diharapkan pencegahan dan pengendalian wabah penyakit hewan menular, termasuk penyakit eksotik PMK dapat dilaksanakan secara efektif.

Untuk operasional pengendalian PMK di Indonesia, jika terjadi, Pemerintah telah memiliki Buku Kesiagaan Darurat Penyakit Mulut dan Kuku (Kiat Vetindo PMK). Buku ini memberikan pedoman tindakan aksi yang harus dilakukan jika terjadi wabah PMK, pihak yang terlibat dan perannya, serta pelaksanaan koordinasinya antar pihak terkait (Ditkeswan 2014). Buku Kiat Vetindo PMK ini perlu terus menerus disosialisasikan dan disimulasikan sehingga pihak yang dilibatkan dalam operasional pengendalian PMK semakin memahami dan terampil jika wabah PMK terjadi. Dengan adanya Inpres no 4 tahun 2019, Buku Kiat Vetindo PMK yang disusun tahun 2014 ini perlu dikaji ulang dan disempurnakan sehingga operasional pengendalian PMK semakin efektif, efisien dan tuntas.

Dalam rangka mencegah masuknya PMK ke Indonesia, dari peraturan dan perundang-undangan yang ada tersebut diatas, yang masih diperlukan adalah: 1) penetapan jenis HPHK dan media pembawa yang dilarang masuk ke Indonesia sebagai turunan UU RI No. 21/2019; 2) penetapan jenis PHMS yang terkini sesuai dengan situasi dan kondisi saat ini; 3) optimalisasi pemusnahan limbah organik asal alat angkut di tempat pemasukan atau tempat transit; 4) percepatan prosedur penetapan wabah penyakit hewan oleh Menteri Pertanian; 5) implementasi Inpres no. 4

tahun 2019 oleh pihak-pihak yang ditetapkan dalam Inpres. Terkait dengan pengendalian PMK jika telah masuk ke Indonesia, yang masih diperlukan adalah: 1) mengkaji ulang serta melakukan sosialisasi dan simulasi Kiat Vetindo PMK secara berkesinambungan; 2) meningkatkan kesiapan deteksi dini PMK, penunjukan laboratorium regional sebagai pengujian, serta laboratorium rujukan nasional; 3) meningkatkan kesiapan pihak-pihak yang terlibat dalam pencegahan, deteksi dini dan merespon wabah penyakit hewan sesuai Inpres No. 4 tahun 2019.

## KESIMPULAN

Penyakit Mulut dan Kuku merupakan penyakit pada hewan berkuku belah yang sangat menular dan sangat merugikan. Penyakit yang disebabkan oleh virus FMD ini masih terjadi di banyak negara dan eksotik bagi Indonesia. Dengan situasi lalu lintas dan perdagangan global ternak dan produknya yang sedemikian cepat, ada kemungkinan penyakit ini masuk ke Indonesia. Pengenalan penyakit dan kewaspadaan oleh semua pihak terkait, termasuk peternak, sangat diperlukan untuk mengantisipasi masuk dan menyebarnya penyakit ini ke wilayah Indonesia. Penguatan peraturan dan perundangan yang ada masih diperlukan dengan melengkapi turunan-turunannya serta implementasi kebijakan dan operasionalnya secara konsisten. Sosialisasi dan simulasi kewaspadaan, pencegahan dan pengendalian PMK yang melibatkan pihak terkait perlu dilakukan secara berkelanjutan. Terbitnya Inpres No. 4 tahun 2019 merupakan langkah maju dari pemerintah yang masih harus ditindaklanjuti oleh semua pihak yang ditunjuk untuk meningkatkan kemampuannya dalam mencegah, mendeteksi dini, dan merespon wabah penyakit yang terjadi, sehingga Indonesia dapat tetap bebas dari PMK.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arzt J, Juleff N, Zhang Z, Rodriguez LL. 2011. The pathogenesis of Foot and Mouth Disease I: Viral pathways in cattle. *Transbound Emerg Dis.* 58:291-304.
- Bahri S. 2017. Adakah resiko PMK dari impor sapi asal zona bebas?. Dalam: Sawit HM, Soedjana TD, Hermanto, penyunting. *Memperkokoh kebijakan pembangunan pertanian.* Jakarta (Indonesia): IAARD Press. Hal. 175-179.
- Biswall JK, Sanyal A, Rodriguez LL, Subramaniam S, Arzt J, Sharma GK, Hammond JM, Parida S, Mohapatra JK, Mathapati BS, Dash BB, Ranjan R, Rout M, Venketaraman R, Misri J, Krishna, L, Prasad G, Pathak KML, Pattnaik B. 2012. Foot and Mouth Disease: Global status and Indian perspective. *Indian J Sci.* 82:109-131.



- Carter JB, Saunder VA. 2013. *Virology: Principles and application*. 2nd ed. West Sussex (UK): John Wiley & Sons Ltd.
- Chaters G, Rushton J, Dulu TD, Lyons NA. 2018. Impact on foot and mouth disease on fertility performance in a large dairy herd in Kenya. *Prevent Vet Med*. 159:57-64.
- Condy JB, Hedger RS, Hamblin C, Barnett ITR. 1985. The duration of the foot-and-mouth disease virus carrier state in African buffalo (i) in the individual animal and (ii) in a free-living herd. *Comp Immun Microbiol Infect Dis*. 8:259-265.
- Davies G. 2002. The Foot and Mouth Disease (FMD) epidemic in the United Kingdom 2001 *Comparative Immunology. Microbiol Infect Dis*. 25:331-334.
- [Ditkeswan] Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2014. *Kesiagaan Darurat Veteriner Indonesia (KIAT VETINDO): Penyakit Mulut dan Kuku*. Edisi 3.0. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian RI.
- Haskell SRR. 2014. *Blackwell' Five-Minute Veterinary Consult: Ruminant*. West Sussex (UK): Wiley-Blackwell, A Jhon Wiley & Sons Ltd.
- Jamal SM, Ferrari G, Ahmed S, Normann P, Curry S, Belsham GJ. 2011. Evolutionary analysis of serotypes A Foot-and-Mouth Disease Viruses circulating in Pakistan and Afghanistan during 2002-2009. *J Gen Virol*. 92:2849-2864.
- Jori F, Caron A, Thompson PN, Dwarka R, Foggin C, de Garine-Wichatitsky M, Hofmeyr M, Van Heerden J, Heath L. 2016. Characteristics of Foot-and-Mouth Disease viral strains circulating at the wildlife/livestock interface of the Great Limpopo Transfrontier conservation area. *Transbound Emerg Dis*. 63:e58-e70.
- MacLachlan NJ, Dubovi EJ. 2017. *Fenner's Veterinary Virology*. 5th ed. Elsevier. Oxford (UK): The Boulevard, Langford Lane, Kidlington.
- Menteri Pertanian. 2013. Keputusan Menteri Pertanian No. 4026/Kpts/OT.140/4/2013 tentang Penetapan Jenis Penyakit Hewan Menular Strategis (PHMS) yang sudah ada di Indonesia. Jakarta (Indonesia): Kementerian Pertanian RI.
- Menteri Pertanian. 2009. Peraturan Menteri Pertanian No. 20/Permentan/OT.140/4/2009 tentang Pemasukan dan Pengawasan Peredaran Karkas, Daging dan/atau Jeroan dari Luar Negeri. Jakarta (Indonesia): Kementerian Pertanian RI.
- Nagendrakumari SB, Madhanmohal M, Pangarajan PN, Srinivasan V.A. 2009. Genetic analysis of foot-and-mouth disease virus serotype A of Indian origin and detection of positive selection and recombination in leader protease-and capsid-coding regions. *J Biosci* 34:85-101.
- Naipospos TSP, Suseno PP. 2017. Cost benefit analysis of maintaining FMD freedom status in Indonesia. A report submitted to the World Organisation of Animal Health (OIE). Jakarta (Indonesia): Ministry of Agriculture of Indonesia.
- Nthiwa D, Bett B, Odong D, Kenya, E, Wainina M, Grazioli S, Foglia E, Brocchi E, Alonso S. 2020. Seroprevalence of foot and mouth disease virus in cattle herds raised in Maasai Mara ecosystem in Kenya. *Prevent Vet Med*. 176:1-8.
- [OIE] Office des Internationale Epizootis. 2019a. *Manual of diagnostic test and vaccines for terrestrial animals 2019*. Paris (Prancis): Office des Internationale Epizootis.
- [OIE] Office des Internationale Epizootis. 2019b. *Terrestrial animal health code*. 28th ed. Volume II. Paris (Prancis): Office des Internationale Epizootis.
- [OIE] Office des Internationale Epizootis. 2019c. *Official disease status [Internet]*. [accessed 14 march 2020]. Available from: <https://www.oie.int/animal-health-in-the-world/official-disease-status/>.
- Pattnaik B, Subramaniam S, Sanyal A, Mohapatra JK, Dash BB, Ranjan R, Rout M. 2012. Foot and mouth disease: Global status and future road map for control and prevention in India. *Agric Res*. 1:132-147.
- Peraturan Pemerintah. 2014. Peraturan Pemerintah No. 47 tahun 2014 tentang Pengendalian dan Penanggulangan Penyakit Hewan. Jakarta (Indonesia): Kementerian Sekretariat Negara.
- Peraturan Pemerintah. 2014. Undang-undang Republik Indonesia No. 41 Tahun 2014 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan. Jakarta (Indonesia): DPR RI.
- Peraturan Pemerintah. 2019. Undang-undang Republik Indonesia No. 21 Tahun 2019 tentang Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan. Jakarta (Indonesia): DPR RI.
- Peraturan Pemerintah. 2019. Peraturan Pemerintah No. 69 tahun 2019 tentang Pulau Karantina. Jakarta (Indonesia): Kementerian Sekretariat Negara.
- Peraturan Pemerintah. 2019. Instruksi Presiden RI No. 4 tahun 2019 tentang Peningkatan Kemampuan dalam Mencegah, Mendeteksi, dan Merespon Wabah Penyakit, Pandemi Global, dan Kedaruratan Nuklir, Biologi, dan Kimia. Jakarta (Indonesia): Kementerian Sekretariat Negara.
- Pereira AW. 1974. *Viruses of vertebrates*. 4th ed. Bailiere. United Kingdom
- Qiu Y, Abila R. 2017. *FMD current status in Southeast Asia and China*. Bangkok (Thailand): OIE Sub-Regional Representation for South-East Asia
- Ramanoon SZ, Robertson ID, Edwards J, Hassan L, Isa KM. 2013. Outbreaks of foot-and-mouth disease in Peninsular Malaysia from 2001 to 2007. *Trop Anim Health Prod*. 45:373-377.

- Ronohardjo P, Hendardi, Adjid A, Wiryono A, Abubakar M. 1984. Potensi berbagai vaksin Mulut dan Kuku yang dipakai dalam pemberantasan wabah penyakit. *Penyakit Hewan*. 16:189-196.
- Ronohardjo P, Nari J, Abubaka, M, Sarosa A, Darminto, Adjid A, Wiryono A. 1986. Studi serologik penyakit Mulut dan Kuku selama penanggulangan wabah penyakit yang meletup Bulan Juli 1983 di Jawa. *Penyakit Hewan*. 18:94-117.
- Salt JS, 1993. The carrier state in foot and mouth disease\*/an immunological review. *Br Vet J*. 149:207-223.
- Siddique MA, Ali MR, Alam ASMRU, Ullah H, Rahman A, Chakrabarty RP, Amin MA, Hoque SA, Nandi SP, Sultana M, Hossain MA. 2018. Emergence of two novel sublineages Ind2001BD1 and Ind2001BD2 of foot-and-mouth disease virus serotype O in Bangladesh. *Transbound Emerg Dis*. 65:1009-1023.
- Singh SN. 2011. Foot and Mouth Disease control strategies global frame work. *Virology*. 1:63-70.
- Soeharsono, Syafriati T, Naipospos TSP. 2010. Atlas penyakit hewan di Indonesia. Denpasar (Indonesia): Udayana Press University.
- Stenfeldt C, San Segundo FD, de los Santos T, Rodriguez, LL, Arzt J. 2016. The pathogenesis of Foot and Mouth Disease in pigs. *Frontiers Vet Sci*. 3:41.
- Subramaniam S, Pattnaik B, Sanyal A, Mohapatra JK, Pawar SS, Sharma GK, Das B, Dash BB. 2013. Status of foot and mouth disease in India. *Transbound Emerg Dis*. 60:197-203.
- Toma B, Moutoub F, Dufour B, Durand B. 2002. Ring vaccination against foot-and-mouth disease. *Comparat Immunol Microbiol Infect Dis*. 25:365-372.
- Vosloo W. 2013. Foot-and mouth disease: a persistent threat. *Microbiol Aust*. 2013:18-21.