

## **PENGARUH INFEKSI ALAMI PENYAKIT MULUT DAN KUKU (PMK) TERHADAP NILAI HEMATOLOGI SAPI MADURA**

*The Effect of Natural Infection of Foot and Mouth Disease (FMD) on Madura Cattle Haematological Value*

Dwi Kristanto<sup>1\*)</sup>, Wike Andre Septian<sup>2)</sup>, Septiyani<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Laboratorium Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang, 65145, Jawa Timur, Indonesia

<sup>2)</sup> Departemen Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang, 65145, Jawa Timur, Indonesia

<sup>3)</sup> Fakultas Kedokteran, Universitas Padjajaran, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45363

*Corresponding author: dkristanto@ub.ac.id*

*Submitted 12 Mei 2023, Accepted 26 Mei 2023*

### **ABSTRAK**

Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) disebabkan oleh virus dari famili Picornaviridae yang menyerang hewan berkuku belah dengan tingkat morbiditas yang tinggi dan bersifat akut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh infeksi alami PMK terhadap nilai hematologi sapi Madura pada fase infeksi dan fase *recovery*. Sebanyak 15 ekor sapi Madura yang sudah didiagnosis menderita PMK dengan gejala klinis berupa *sialorrhoea*, *lameness*, *recumbency*, vesikel dan erosi pada bagian gingiva, dental pad dan lidah, serta lesi pada area interdigital kaki digunakan dalam penelitian ini. Proses pengambilan sampel darah sebanyak 3 ml melalui vena *coccygea* dengan menggunakan vacutainer (BD, Franklin, USA) yang mengandung antikoagulan EDTA (*Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid*). Pengambilan sampel darah dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada fase infeksi (antara hari ke-3 sampai hari ke-7) dan pada fase *recovery* (hari ke-30 *post* infeksi). Sampel yang sudah dikoleksi selanjutnya dilakukan analisis parameter hematologi menggunakan *Veterinary Hematology Analyzer Rayto 7600*, sedangkan analisis data hasil pemeriksaan menggunakan *IBM SPSS Statistics*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai leukosit, limfosit, hemoglobin, hematokrit, MCHC, MCV, RDW-CV, trombosit, MPV, PDW, PCT antara stadium infeksi dan *recovery* berbeda signifikan ( $p < 0,05$ ). Pada fase infeksi dilaporkan terjadi leukositosis, granulositosis, limfositosis, serta penurunan hemoglobin, MCHC, MCV, RDW-SD, PDW, dan P-LCR. Sedangkan pada fase *recovery* dilaporkan nilai leukosit dan granulosit masih diatas normal, sementara itu parameter lain sudah pada level normal. Disimpulkan bahwa infeksi alami PMK pada sapi Madura menyebabkan perbedaan nilai hematologi yang signifikan antara fase infeksi dan *recovery*.

**Kata kunci:** Penyakit Mulut dan Kuku, sapi Madura, hematologi, infeksi alami

---

*How to cite : Kristanto, D., Septian, W. A., & Septiyani. (2023). Pengaruh Infeksi Alami Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) Terhadap Nilai Hematologi Sapi Madura. TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production Vol 24, No 1 (1-8)*

### ABSTRACT

*Foot and Mouth Disease (FMD) is caused by a virus belonging to the Picornaviridae family, which attacks cloven hooves animals with a high and acute level of morbidity. This study aims to examine the effect of natural FMD infection on the hematological values of Madura cattle in the infection and recovery phases. Fifteen Madura cattle were diagnosed with FMD with clinical symptoms such as sialorrhoea, lameness, recumbency, blisters, and erosions on the gingiva, dental pads, and tongue, as well as lesions on the interdigital areas of the legs were used in this study. It was taking a blood sample of 3 ml through the coccygeal vein using a vacutainer (BD, Franklin, USA) containing the anticoagulant EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid). Blood sampling was conducted twice in the infection phase (between the third and seventh days) and the recovery phase (the 30th day after infection). The samples collected are then analyzed for hematological parameters using the Veterinary Hematology Analyzer Rayto 7600, while the examination data analysis using IBM SPSS Statistics. The results showed that the values of leukocytes, lymphocytes, hemoglobin, hematocrit, MCHC, MCV, RDW-CV, platelets, MPV, PDW, and PCT significantly differed between stages of infection and recovery ( $p < 0,05$ ). During the infection phase, leukocytosis, granulocytosis, lymphocytosis, and decreased hemoglobin, MCHC, MCV, RDW-SD, PDW, and P-LCR were reported. Meanwhile, in the recovery phase, leukocyte and granulocyte values were reported to be above average, while other parameters were at normal levels. It was concluded that natural FMD infection in Madura cattle caused a significant difference in hematological values between the infection and recovery phases.*

**Keywords:** *Foot and Mouth Disease, Madura cattle, haematology, natural infection*

### PENDAHULUAN

Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) menempati urutan pertama sebagai penyakit menular pada hewan (OIE, 2022). Menurut Lubroth (2002) dan Jamal & Belsham (2013) PMK disebabkan oleh *single stranded positive sense* RNA, anggota genus Aphovirus, famili Picornaviridae. Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) diketahui memiliki keragaman genetik dan antigenetik dari variasi imunologi antar serotype yang sudah diidentifikasi oleh beberapa peneliti yaitu tipe O, A, C, SAT 1, SAT 2, SAT 3 dan Asia 1 (Lubroth, 2002; Zaman Faruk, 2021). Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) adalah penyakit yang menyerang hewan ternak atau hewan liar berkuku belah dengan gejala klinis yang sangat bervariasi dari gejala ringan, sedang, berat hingga berpotensi menyebabkan kematian pada hewan yang masih muda (Saravanan *et al.*, 2020; Wong *et al.*, 2020; Zainuddin *et al.*, 2023). Gejala klinis spesifik atau khas yang sering ditemui pada kasus ini meliputi adanya lesi vesikel dan ulserasi pada area epitel mulut, nares,

moncong, kaki dan kelenjar mammae (Jamal & Belsham, 2013; Seyoum & Tora, 2023), peningkatan kematian pada hewan muda dan peningkatan angka abortus (Saravanan *et al.*, 2020). Selain itu juga dilaporkan adanya gejala suhu tubuh di atas 39,5 C, *nasal discharge*, hipersalivasi, anoreksia (Barkakati *et al.*, 2015; El-Mandrawy & Farag, 2017).

Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) berdampak luas di seluruh dunia sehingga termasuk dalam daftar penyakit yang dilaporkan ke Organisasi Kesehatan Hewan Dunia (Longjam *et al.*, 2011) dan juga masuk ke dalam daftar penyakit hewan menular strategis di Indonesia oleh kementerian pertanian. Hal ini diakui sebagai penyakit epidemi yang signifikan yang mengancam industri ternak sejak abad keenam belas dan sampai saat ini merupakan masalah kesehatan hewan global yang utama (Jamal & Belsham, 2013). Menurut Longjam *et al.* (2011) PMK dilaporkan menyebabkan mortalitas kurang dari 5%, morbiditas tinggi dan menyebabkan

kerugian besar pada industri peternakan (Seyoum & Tora, 2023). Kerugian akibat kasus FMD ini dapat terjadi karena penularan yang sangat cepat dan bersifat akut, sehingga secara drastis mampu menyebabkan turunya angka produksi maupun olahan hasil ternak hingga dilarangnya ekspor produk hasil peternakan (Abdela, 2017; Seyoum & Tora, 2023). Kerugian lain yang secara tidak langsung juga timbul akibat biaya pengendalian seperti vaksinasi dan surveilan yang membutuhkan biaya yang cukup besar (Lubroth, 2002; Knight-Jones & Rushton 2013). Indonesia sendiri sebenarnya sudah mengalami kasus outbreak pada tahun 1983 dan dinyatakan bebas tanpa vaksinasi pada tahun 1990. Namun pada tahun 2022 Indonesia dilaporkan kembali mengalami *outbreak* kasus PMK untuk pertama kalinya setelah beberapa tahun bebas (Zainuddin *et al.*, 2023).

Kasus ini dilaporkan pertama kali di Provinsi Jawa Timur dan kemudian menyebar ke beberapa daerah di Indonesia dengan tingkat morbiditas yang tinggi (Zainuddin *et al.*, 2023). Melihat potensi kerugian dan tingginya angka kejadian akibat infeksi FMDV maka perlu adanya langkah awal dalam rangka untuk deteksi dini untuk menunjang diagnosis awal terhadap kasus FMD. Pada penelitian ini penulis akan mengkaji gambaran nilai hematologi pada sapi Madura yang terinfeksi PMK pada fase infeksi dan fase *recovery* yang belum pernah dilaporkan sebelumnya di Indonesia. Data-data tersebut diharapkan dapat dijadikan sebagai data dukung terhadap metode atau diagnosis *gold standard* yang sudah ada, serta menjadi salah satu acuan dalam rangka untuk menegakkan diagnosa pada kasus PMK di Indonesia.

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Maret 2023 di salah satu kandang sapi Madura yang mengalami *outbreak* PMK di Kabupaten Malang.

### Hewan

Total populasi dalam kandang sebanyak 15 ekor sapi Madura jantan dengan umur 2 tahun (bobot badan  $242 \pm 68$  kg) yang telah didiagnosis oleh dokter hewan menunjukkan gejala klinis PMK digunakan dalam penelitian ini. Gejala klinis berupa *sialorrhoea*, *lameness*, *recumbency*, vesikel dan erosi pada bagian gingiva, dental pad dan lidah, serta lesi pada area interdigital kaki (Lubroth, 2002).

### Koleksi dan analisis sampel

Lima belas ekor sapi Madura yang sudah didiagnosis PMK dilakukan proses pengambilan sampel darah sebanyak 3 ml melalui vena *coccygea* dengan menggunakan vacutainer (BD, Franklin, USA) yang mengandung antikoagulan EDTA (*Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid*).

Pengambilan sampel darah dilakukan sebanyak dua kali yaitu yang pertama pada fase infeksi dimana hewan menunjukkan gejala klinis antara hari ke 3 sampai hari ke 7. Sementara itu pengambilan sampel kedua dilakukan pada fase *recovery* yaitu 30 hari *post* infeksi dimana hewan sudah dinyatakan sehat dan tidak menunjukkan gejala klinis PMK dengan melalui serangkaian pemeriksaan klinis dan fisik menurut Radostits *et al.* (2007).

Sampel yang sudah dikoleksi selanjutnya dilakukan analisis menggunakan *Veterinary Hematology Analyzer Rayto 7600*.

Parameter yang dianalisis meliputi eritrosit ( $10^6/\mu\text{l}$ ), leukosit ( $10^3/\mu\text{l}$ ), hemoglobin (Hb, g/dl), hematokrit (%), *Mean Corpuscular Volume* (MCV, fl), *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH, pg), *Mean Corpuscular Haemoglobin* (MCHC, g/dL), limfosit ( $10^3/\mu\text{l}$ ), monosit ( $10^3/\mu\text{l}$ ), granulosit ( $10^3/\mu\text{l}$ ), *Red Cell Distribution Width Coefficient of Variation* (RDW-CV, %), *Red Cell Distribution Width Standard Deviation* (RDW-SD, fL), trombosit ( $10^3/\mu\text{L}$ ), *Mean Platelet Volume* (MPV, fL), *Platelet Distribution Width* (PDW, fL), *Plateletcrit* (PCT, %), *Platelet Large Cell Ratio* (P-LCR, %).

**Analisis Statistik**

Semua data hasil analisis hematologi akan dianalisis dengan menggunakan *IBM SPSS Statistics*. Analisis statistik menggunakan *paired t-test* dengan tingkat signifikansi  $p < 0,05$  dan hasilnya akan ditampilkan dalam bentuk rerata dan standar deviasi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Nilai parameter hematologi sapi Madura yang terinfeksi PMK pada fase infeksi dan recovery ditampilkan pada Tabel 1. Penelitian sapi Madura yang terinfeksi

PMK dilaporkan menunjukkan adanya gejala hipersalivasi, *pyrexia*, takikardi, takipnea, enteritis, serta lesi pada interdentalis dan cavum oris.

Nilai eritrosit pada fase infeksi dan *recovery* pada penelitian ini berada pada range normal dan tidak ada perbedaan nyata. Hasil ini sesuai dengan laporan (Kar, 2015).

Hasil berbeda dilaporkan oleh Gökçe et al. (2004), El Ashmawy et al. (2014), Zaman Faruk (2021), Eid et al. (2022); dan Javarsab et al. (2022) yang menyatakan bahwa pada fase infeksi PMK mengalami penurunan eritrosit yang cukup signifikan.

**Tabel 1.** Perbandingan nilai hematologi sapi Madura yang terinfeksi PMK pada fase infeksi dan fase *recovery*.

Parameter	Satuan	Hasil		Referensi Normal	p<0,05	Std error
		Fase infeksi	Fase <i>Recovery</i>			
Leukosit	10 <sup>3</sup> /μL	19,37±10,89 <sup>a</sup>	11,27±4,32 <sup>b</sup>	4,4-10,8 <sup>†</sup>	0,17	2,98
Limfosit	10 <sup>3</sup> /μL	12,16±11,01 <sup>a</sup>	3,12±1,57 <sup>b</sup>	1,8-4,9 <sup>†</sup>	0,008	2,94
Monosit	10 <sup>3</sup> /μL	0,51±0,15 <sup>a</sup>	0,52±0,17 <sup>a</sup>	0,3-1,2 <sup>†</sup>	0,94	0,56
Granulosit	10 <sup>3</sup> /μL	6,69±1,81 <sup>a</sup>	7,57±3,37 <sup>a</sup>	0,8-5 <sup>†</sup>	0,26	0,74
Limfosit	%	55,3±19,96 <sup>a</sup>	28,23±13,01 <sup>b</sup>	20-60,3 <sup>‡</sup>	0,001	6,65
Monosit	%	3,28±1,37 <sup>a</sup>	4,81±1,23 <sup>b</sup>	4-12,1 <sup>‡</sup>	0,002	0,39
Granulosit	%	41,41±18,60 <sup>a</sup>	66,96±13,12 <sup>b</sup>	30-65 <sup>‡</sup>	0,002	6,50
Eritrosit	10 <sup>6</sup> /μL	6,34±0,73 <sup>a</sup>	6,52±0,59 <sup>a</sup>	4,8-7,6 <sup>†</sup>	0,41	0,20
Hemoglobin	g/dL	6,74±0,96 <sup>a</sup>	10,15±0,76 <sup>b</sup>	8,2-13,0 <sup>†</sup>	0,00	0,25
Hematokrit	%	26,35±2,14 <sup>a</sup>	32,63±2,64 <sup>b</sup>	24-39 <sup>†</sup>	0,000	0,73
MCHC	g/dL	20,78±6,44 <sup>a</sup>	31,09±0,93 <sup>b</sup>	30-37 <sup>‡</sup>	0,000	1,67
MCH	Pg	18,96±14,75 <sup>a</sup>	15,59±0,92 <sup>a</sup>	14,3-19,67 <sup>†</sup>	0,39	3,81
MCV	fL	36,36±11,89 <sup>a</sup>	50,28±4,09 <sup>b</sup>	41,2-58,7 <sup>†</sup>	0,000	3,06
RDW-CV	%	23,89±9,84 <sup>a</sup>	14,82±0,78 <sup>b</sup>	18-26 <sup>†</sup>	0,002	2,43
RDW-SD	fL	34,41±10,55 <sup>a</sup>	34,40±2,39 <sup>a</sup>	35-56 <sup>‡</sup>	0,99	2,70
Trombosit	10 <sup>3</sup> /μL	273,4±109,54 <sup>a</sup>	359,47±123,48 <sup>b</sup>	160-650 <sup>†</sup>	0,49	39,96
MPV	fL	5,92±0,48 <sup>a</sup>	6,33±0,41 <sup>b</sup>	3,8-7 <sup>‡</sup>	0,09	0,13
PDW	fL	4,33±1,17 <sup>a</sup>	13,35±3,19 <sup>b</sup>	10-18 <sup>‡</sup>	0,000	0,83
PCT	%	0,15±0,06 <sup>a</sup>	0,22±0,06 <sup>b</sup>	0,1-0,5 <sup>‡</sup>	0,019	0,02
P-LCR	%	5,11±4,73 <sup>a</sup>	7,53±2,70 <sup>a</sup>	13-43 <sup>‡</sup>	0,13	1,49

Keterangan: <sup>a, b</sup> Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda signifikan ( $p < 0,05$ ). Referensi normal: <sup>†</sup>Marjory et al., 2022; <sup>‡</sup>Veterinary Hematology Analyzer Rayto 7600.

Sementara itu, pada penelitian ini nilai hemoglobin pada fase infeksi mengalami penurunan yang signifikan jika dibandingkan dengan referensi normal dan fase *recovery*. Zaman Faruk (2021), Javarsab et al. (2022) dan Eid et al. (2022) juga melaporkan adanya penurunan nilai Hb

yang kemungkinan disebabkan karena adanya hemolisis akibat infeksi PMK. Faktor lain seperti asupan asam folat dan vitamin B12 yang tidak memadai, metabolisme hati yang terganggu dan penyerapan yang menurun oleh usus yang rusak selama fase infeksi PMK juga menjadi

penyebab utama penurunan Hb (Nasr El-Deen *et al.*, 2017).

MCHC, MCV dan hematokrit pada fase infeksi juga mengalami penurunan yang signifikan dibandingkan pada fase recovery ( $p < 0,05$ ). Hasil penelitian ini sesuai dengan laporan Eid *et al.* (2022) bahwa nilai hematokri dan MCV mengalami penurunan pada fase infeksi alami. Penurunan dapat disebabkan oleh berbagai hal seperti karena adanya lesi pada area cavum oris yang menyebabkan asupan pakan menurun sehingga terjadi adanya malnutrisi. Faktor lain seperti gejala enteritis pada penelitian ini juga berpotensi menyebabkan malabsorpsi nutrisi yang juga dilaporkan oleh Eid *et al.* (2022), serta adanya kemungkinan lain seperti endokrinopati yang mungkin muncul pada fase infeksi PMK sehingga menyebabkan konsentrasi Fe dalam darah menurun (Gökçe *et al.*, 2004; Ghanem & Abdel-Hamid, 2010; El-Ashmawy *et al.*, 2014; El-Mandrawy & Farag, 2017).

Peningkatan leukosit, granulosit dan limfosit yang signifikan pada fase infeksi juga dilaporkan pada penelitian ini jika dibandingkan dengan fase recovery ( $p < 0,05$ ). Hasil ini sesuai dengan laporan Ghanem & Abdel-Hamid (2010), Reddy & Sivajothi (2020), serta Nasr El-Deen *et al.* (2017). Laporan serupa juga dilaporkan oleh Jo *et al.* (2014) dan Cha *et al.* (2017) pada anakan sapi dan babi, serta oleh El-Mandrawy and Farag (2017) pada kerbau. Sementara itu hasil berbeda dari penelitian ini dilaporkan oleh El-Mandrawy & Farag (2017) dan Saravanan *et al.* (2020). Peningkatan leukosit, granulosit dan limfosit dapat disebabkan oleh adanya variasi virus PMK, fase infeksi, umur dan spesies hewan. Dalam kasus infeksi virus PMK, tubuh berusaha menanggulangi infeksi yang masuk dengan cara mobilisasi leukosit baik dalam sirkulasi maupun jaringan. Nilai limfosit dan leukosit pada fase infeksi dilaporkan meningkat dibanding pada fase recovery dan nilai referensi kemungkinan karena adanya proses pembentukan antibodi oleh sel B (Eid *et al.*,

2022). Sementara itu nilai granulosit dilaporkan tinggi pada fase infeksi dikarenakan adanya proses degradasi jaringan serta adanya respon sel fagosit dari *innate immunity* sebagai respon tubuh terhadap adanya agen infeksi yang masuk (Grunwaldt *et al.*, 2005; Nasr., 2013). Peningkatan granulosit juga dapat dikaitkan dengan aktivitas neutrofil dalam proses fagositosis serta sebagai respon stres akibat pelepasan kortisol endogen yang memiliki peran utama dalam mengatur konsentrasi leukosit yang ada pada sirkulasi (Kar, 2015).

Nilai trombosit pada fase infeksi dilaporkan berbeda signifikan jika dibandingkan dengan fase recovery ( $p < 0,05$ ). Pada fase infeksi mengalami penurunan yang signifikan disebabkan oleh adanya mobilisasi trombosit dalam proses koagulasi yang diinduksi oleh proses peradangan, gangguan produksi trombosit atau karena mieolospresi yang diinduksi oleh sitkon pada saat infeksi virus PMK. Selain itu penurunan tersebut juga dapat disebabkan karena adanya interaksi dengan sistem sel imun bawaan dan adaptif dalam rangka mengeliminir adanya virus dalam tubuh (Raadsen *et al.*, 2021).

Secara umum pada penelitian ini jika melihat tren gambaran darah pada fase recovery sudah menunjukkan adanya penurunan leukosit meskipun masih berada diatas kisaran normal. Sementara itu parameter lain seperti eritrosit, hemoglobin, PCV, MCV, MCHC dan trombosit sudah berada pada range normal. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa pada fase recovery atau 30 hari paska infeksi PMK sudah menunjukkan adanya proses kesembuhan hewan dari infeksi virus PMK. Selain itu hasil tersebut juga di dukung oleh pemeriksaan fisik yang sudah tidak ditemukan gejala virus PMK seperti adanya lesi pada mulut dan kaki, hipersalivasi, demam, maupun enteritis.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa infeksi alami Penyakit Mulut dan Kuku pada sapi Madura menyebabkan perbedaan nilai

hematologi yang signifikan antara fase infeksi dan *recovery*. Perbedaan tersebut ditandai dengan penurunan hemoglobin, hematokrit, PCV, MCV, MCV, leukositosis, limfositosis dan trombositopenia pada fase infeksi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdela, N. (2017). Sero-prevalence, risk factors and distribution of foot and mouth disease in Ethiopia. *Acta Tropica*, 169, 125-132. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.02.017>
- Barkakati, J., Sarma, S., & Kalita, D. J. (2015). Effect of foot and mouth disease on haematological and biochemical profile of cattle. *Indian Journal of Animal Research*, 49(5), 713-716.
- Cha, C. N., Park, E. K., Yoo, C. Y., Kim, S., Yun, Y. W., & Lee, H. J. (2017). Blood parameter changes in Korean traditional calves and pigs after foot-and-mouth disease vaccination. *Korean Journal of Veterinary Research*, 57(1), 43-45. <https://doi.org/10.14405/kjvr.2017.57.1.43>
- Eid, S. A., Alagmy, G. N., Hamed, T. A., Abdelwahed, D. A., & Salah, S. (2022). Immunological Studies on Cattle Naturally Infected with FMD Compared with the Vaccinated Cattle in Sharkia Governorate, Egypt. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 12(6), 694-705.
- El-Ashmawy, W. R., Mousa, S. A., Ibrahim, E. E., & Korany, R. M. (2013). Clinical Study on Egyptian Cattle Affected With Recent Isolate of Foot and Mouth Disease Virus SAT2/2012. *International Journal of Livestock Research*, 4(2), 52-63. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20131016073434>
- El-Mandrawy, S. A., & Farag, G. (2017). Molecular Characterization, Hematological and Biochemical Studies on Foot and Mouth Disease Virus Serotype O in Buffaloes and Cows in Dakahlia Governorate, Egypt. *Zagazig Veterinary Journal*, 45(2), 156-164. <https://doi.org/10.21608/zvjz.2017.7888>
- Ghanem, M. M., & Abdel-Hamid, O. M. (2010). Clinical, haematological and biochemical alterations in heat intolerance (panting) syndrome in Egyptian cattle following natural foot-and-mouth disease (FMD). *Tropical animal health and production*, 42, 1167-1173. <https://doi.org/10.1007/s11250-010-9543-0>
- Gökçe, G., Gökce, H. İ., Güneş, V., Erdoğan, H. M., & Cıtil, M. E. H. M. E. T. (2004). Alterations in some haematological and biochemical parameters in cattle suffering from foot-and-mouth disease. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 28(4), 723-727.
- Grünwaldt, E. G., Guevara, J. C., Estevez, O. R., Vicente, A., Rousselle, H., Alcuten, N., & Stasi, C. R. (2005). Biochemical and haematological measurements in beef cattle in Mendoza plain rangelands (Argentina). *Tropical animal health and production*, 37, 527-540.
- Jamal, S. M., & Belsham, G. J. (2013). Foot-and-mouth disease: past, present and future. *Veterinary research*, 44, 1-14. <https://doi.org/10.1186/1297-9716-44-116>
- Jafarsab, D. R. B., Patil, N. A., Kasaralikal, V. R., Halmandge, S., Bhagavantappa, B., & Waghe, P. (2022). Diagnostic evaluation of foot and mouth disease in cattle. *The Pharma Innovation Journal*, 11(7S): 2360-2363
- Jo, N. C., Jung, J., Kim, J. N., Lee, J., Jeong, S. Y., Kim, W., & Seo, S. (2014). Effect of vaccination against foot-and-mouth disease on growth performance of Korean native goat (*Capra hircus coreanae*). *Journal of Animal Science*, 92(6), 2578-2586.
- Kar, J., Ahad, A., Nath, S. K., Islam, Z., & Sarker, M. S. (2015). Haemato-biochemical aspects of Foot and Mouth disease in cattle in Chittagong. *Bangladesh. J. Inf. Mol. Biol*, 3(3), 62-

65.  
<https://doi.org/10.14737/journal.jimb/2015/3.3.62.65>
- Knight-Jones, T. J., & Rushton, J. (2013). The economic impacts of foot and mouth disease—What are they, how big are they and where do they occur?. *Preventive veterinary medicine*, 112(3-4), 161-173. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.07.013>
- Longjam, N., Deb, R., Sarmah, A. K., Tayo, T., Awachat, V. B., & Saxena, V. K. (2011). A brief review on diagnosis of foot-and-mouth disease of livestock: conventional to molecular tools. *Veterinary medicine international*, 2011. <https://doi.org/10.4061/2011/905768>
- Lubroth, J. (2002). Foot-and-mouth disease: a review for the practitioner. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 18(3), 475-499.
- Marjory, B.B., K.E. Harr, D.M. Seeling, K.J. Wardrop, and D.J. Weiss. (2022). *Schalm's Veterinary Hematology*. 7th ed. Iowa: Wiley Blackwell
- Nasr, A.E.M., (2013). Clinicopathological studies on the effect of Foot and Mouth disease In Egyptian Buffaloes. *Zagazig Vet. J.* 41:133-141.
- El-Deen, N. A. N., Neamat-Allah, A. N., Rizk, L. G., & Fareed, R. S. G. (2017). Serological, hematological, biochemical and oxidative markers during foot and mouth disease serotype 'O' infection, Egypt. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Veterinary Medicine*, 74, 218-226. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:0055>.
- OIE. 2022. Foot & Mouth Disease (FMD) [Internet]. [cited 2023 March 13]. Available from: <http://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/animal-diseases/Footand-mouth-disease>.
- Raadsen, M., Du Toit, J., Langerak, T., van Bussel, B., van Gorp, E., & Goeijenbier, M. (2021). Thrombocytopenia in virus infections. *Journal of Clinical Medicine*, 10(4), 877. <https://doi.org/10.3390/jcm10040877>.
- Radostits, O.M., C.C. Gay, K.W. Hinchcliff, & P.D. Constable. (2007). *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats* (10th Edition). London: Elsevier. p. 399-438.
- Reddy, B. S., & Sivajothi, S. (2020). Analysis of the stress and haematological changes after Foot-and-mouth disease vaccination in buffaloes. *Buffalo Bulletin*, 39(2), 155-159.
- Saravanan, S., Umapathi, V., Priyanka, M., Hosamani, M., Sreenivasa, B. P., Patel, B. H. M., & Basagoudanavar, S. H. (2020). Hematological and serum biochemical profile in cattle experimentally infected with foot-and-mouth disease virus. *Veterinary World*, 13(3), 426. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.426-432>
- Seyoum, W., & Tora, E. (2023). Foot and mouth disease in Ethiopia: a systematic review and meta-analysis in the last fifteen years (2007–2021). *Bulletin of the National Research Centre*, 47(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s42269-023-01004-1>
- Wong, C. L., Yong, C. Y., Ong, H. K., Ho, K. L., & Tan, W. S. (2020). Advances in the diagnosis of foot-and-mouth disease. *Frontiers in veterinary science*, 7, 477. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00477>
- Zainuddin, N., Susila, E. B., Wibawa, H., Daulay, R. S. D., Wijayanti, P. E., Fitriani, D., & King, D. P. (2023). Genome Sequence of a Foot-and-Mouth Disease Virus Detected in Indonesia in 2022. *Microbiology Resource Announcements*, e01081-22. <https://doi.org/10.1128/mra.01081-22>
- Faruk, A. Z., Das, S. K., Abdul Awal, M., & Das, D. (2021). Hematological and Biochemical Alterations at Different

Stages in Cattle Affected with Foot  
and Mouth Disease in Bangladesh.  
Biomed J. Sci. Tech. Res, 37, 29202-

29207.  
[https://doi.org/10.26717/BJSTR.2021  
.37.005962](https://doi.org/10.26717/BJSTR.2021.37.005962)