

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sapi Bali merupakan salah satu rumpun sapi lokal Indonesia yang memiliki keunggulan adaptasi, efisiensi pakan, dan ketahanan terhadap lingkungan tropis. Namun, sapi Bali tetap rentan terhadap penyakit infeksius, salah satunya Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) atau *Foot and Mouth Disease (FMD)*, penyakit viral akut yang sangat menular pada hewan berkuku belah (*cloven-hooved animals*) yang disebabkan oleh virus *FMD* dari genus *Aphthovirus*, famili *Picornaviridae* (WOAH, 2021). Penyakit mulut dan kuku (PMK) yang juga dikenal dengan istilah *Foot and Mouth Disease (FMD)* adalah penyakit menular akut pada hewan. Agen penyebab penyakit mulut dan kuku berasal dari virus famili *Picornaviridae*, yang termasuk dalam genus *Aphthovirus*. Virus ini memiliki ukuran kecil dan tidak memiliki amplop. Penyakit tersebut menjangkit hewan berkuku belah, seperti sapi, domba, kambing, babi, dan rusa. (Pamungkas dkk. 2023). Penyakit ini memiliki dampak ekonomi yang besar akibat dari penurunan berat badan sapi potong yang parah dan penurunan produksi susu yang signifikan pada hewan menyusui dan morbiditas yang signifikan hingga dapat mendekati 100%. Tingkat penyebaran yang tinggi dari penyakit ini mengakibatkan masalah sosial yang serius (Fawzy dkk. 2017).

Penyakit ternak memiliki dampak langsung terhadap ekonomi peternak dan ketahanan pangan nasional (Faruk dkk. 2020). PMK merupakan salah satu penyakit hewan menular yang sangat merugikan, baik dari segi penurunan performa produksi maupun dampak ekonomi makro (Rangga dkk. 2025). Sebagai contoh, PMK dapat menyebabkan kehilangan berat badan, penurunan produksi susu, gangguan reproduksi, hingga kematian pada anak sapi (Faruk dkk. 2020). Studi simulasi menyebutkan bahwa wabah PMK dapat menimbulkan kerugian ekonomi mencapai lebih dari Rp9,9 triliun dalam satu siklus wabah nasional (Rangga dkk. 2025). Oleh karena itu, pemahaman tentang dinamika penyakit ini menjadi penting bagi keberlangsungan industri peternakan.

Di Indonesia, PMK masuk melalui importasi sapi perah dari belanda pada tahun 1887, kemudian pada tahun 1990 Indonesia mendapat pengakuan status bebas PMK oleh badan Kesehatan hewan dunia (WOAH). Kasus PMK kembali ditemukan di Indonesia pada awal April 2022, dan pada 7 Mei 2022 Kementerian pertanian Indonesia Kembali menetapkan PMK sebagai wabah penyakit menular pada ternak. Penularan PMK ke hewan lain dapat terjadi melalui 3 cara, yaitu pertama, kontak langsung antara hewan yang tertular dan hewan rentan. Kedua, kontak tidak langsung dengan adanya kontak antara virus dan manusia, alat dan sarana transportasi yang digunakan dari peternakan atau daerah yang mengalami wabah PMK. Ketiga, penyebaran melalui udara karena aktivitas bernafas oleh hewan yang terinfeksi (Kementrian Pertanian Indonesia, 2022).

PMK menimbulkan lesi vesikuler pada rongga mulut, lidah, mukosa hidung, moncong, dan kuku, serta dapat menyebabkan perubahan patologi pada organ sistemik seperti jantung. Pada sapi muda, infeksi *FMD* dapat menyebabkan myocarditis akut (*tiger heart*), sedangkan pada sapi dewasa dapat ditemukan kelainan pada lidah berupa erosi, ulserasi, dan gelembung vesikuler (Radostits dkk. 2008). Di Ranch Patallassang Universitas Hasanuddin, ditemukan kasus sapi Bali menunjukkan tanda klinis menyerupai PMK, seperti hipersalivasi, lesi pada lidah, penurunan nafsu makan, dan ketidaknyamanan *locomotion*. Pemeriksaan patologi terhadap organ jantung diperlukan untuk mendukung diagnosis banding dan menilai tingkat keparahan lesi jaringan akibat infeksi.

Hewan ternak besar dapat terserang penyakit dari berbagai macam penyebab antara lain viral, bakterial, mikal, protozoa, helminth, metabolik, dan degeneratif. Penyakit pada hewan dapat bersifat menular dari hewan ke hewan saja ataupun dapat menular dari hewan ke manusia (Bahri dan Syafriati 2011). Salah satu upaya diagnosa adalah pemeriksaan patologi anatomi (makroskopis dan mikroskopis). Pemeriksaan patologi anatomi dilakukan setelah hewan dinekropsi. Nekropsi merupakan bedah bangkai untuk menegakkan diagnosa pasca hewan mati. Penyakit dapat muncul secara makroskopis dengan gejala klinis yang mudah didiagnosa, tetapi penyakit yang dapat tidak menunjukkan gejala klinis tetapi mengalami perubahan pada tingkat sel-selnya (Aughey dan Frye 2001). Peneguhan diagnosa melalui pemeriksaan anatomi pada tingkat sel dilakukan secara histopatologi. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka tulisan ini menggambarkan pemeriksaan patologi organ jantung yang diduga terinfeksi virus *Foot and Mouth Disease* Pada Sapi Bali Suspek PMK Di Ranch Patallassang Universitas Hasanuddin Kabupaten Gowa

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana Gambaran patologi organ Jantung yang diduga terinfeksi virus *Foot and Mouth Disease* Pada Sapi Bali suspek PMK Di Ranch Patallassang Universitas Hasanuddin Kabupaten Gowa?

1.3 Tujuan

Mengetahui Gambaran patologi organ Jantung yang diduga terinfeksi virus *Foot and Mouth Disease* Pada Sapi Bali Suspek PMK Di Ranch Patallassang Universitas Hasanuddin Kabupaten Gowa.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Pengembangan Ilmu

Manfaat pengembangan ilmu pada penelitian ini adalah untuk mengetahui Gambaran patologi organ Jantung yang diduga terinfeksi virus *Foot and Mouth Disease* Pada Sapi Bali Suspek PMK Di Ranch Patallassang Universitas Hasanuddin Kabupaten Gowa.

1.4.2 Manfaat Aplikasi

Manfaat aplikasi pada penelitian kali ini adalah agar dapat melatih kemampuan peneliti dan menjadi acuan bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Penyakit Mulut dan Kuku

Berdasarkan rekam sejarah mengenai wabah Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) di Indonesia, kasus PMK pertama kali tercatat pada tahun 1887, saat pemerintah Hindia Belanda mengimpor sapi perah dari Belanda ke pulau Jawa. Upaya serius dan terprogram telah dilakukan untuk mengatasi masalah ini, dan wabah PMK terakhir dilaporkan terjadi di pulau Jawa pada tahun 1983. Pada saat itu, pemberantasan PMK dilakukan melalui program vaksinasi massal. Keberhasilan upaya tersebut tercermin dalam status Indonesia sebagai negara bebas PMK, yang diumumkan pada tahun 1986 melalui Surat Keputusan Menteri Pertanian No.260/Kpts/TN.510/5/1986. Pengakuan ini kemudian diperkuat oleh *Office International des Epizooties (OIE)* melalui Resolusi No.XI Tahun 1990. Evaluasi status PMK di Indonesia dilakukan oleh tim gabungan dari *OIE*, *FAO/APHCA*, dan *ASEAN*. Status bebas PMK ini berhasil dipertahankan selama 36 tahun hingga awal bulan April 2022. Hal ini menunjukkan efektivitas langkah-langkah pencegahan dan penanggulangan yang telah diterapkan selama beberapa dekade untuk menjaga kesehatan hewan dan mencegah penyebaran penyakit yang dapat merugikan sektor peternakan (Kementrian Pertanian Republik Indonesia, 2022).

2.2 Etiologi

Penyakit mulut dan kuku (PMK) disebabkan oleh virus penyakit mulut dan kuku (PMK) (Aslam dan Alkheraije, 2023), yang termasuk dalam genus *Aphthovirus* dan keluarga *Picornaviridae*. Virus ini merupakan virus RNA untai tunggal berpolarisasi positif, berdiameter 26 nm, tanpa selubung, dengan genom sekitar 8.500 basa yang dikelilingi oleh empat protein struktural yang membentuk kapsid ikosahedral (Al-Salihi, 2019). Virus ini memiliki tujuh serotipe antigenik utama (O, A, C, Asia-1, SAT1–3) yang berbeda secara imunologis sehingga kekebalan terhadap satu serotipe tidak memberikan proteksi silang yang lengkap terhadap serotipe lain (Wohern, 2024). Virus ini menggunakan mekanisme translasi inang untuk menghasilkan poliprotein, yang kemudian dibelah menjadi empat protein struktural (VP1, VP2, VP3, VP4) dan delapan protein non-struktural (Lpro, 2A, 2B, 2C, 3A, 3B, dan 3Dpol) (Rahman dkk. 2025).

Selain itu, virus ini memiliki kapsid yang kuat, sehingga tahan terhadap disinfektan yang bekerja dengan cara melarutkan lemak (Firman dkk. 2022). Namun, beberapa studi menunjukkan bahwa larutan natrium hipoklorit secara luas digunakan untuk menonaktifkan virus, termasuk PMK. Namun, larutan ini harus disimpan dalam kondisi sejuk dan gelap untuk mempertahankan efek antivirusnya (Paton dkk. 2018). Virus ini dapat menginfeksi hewan ruminansia berkuku genap atau terbelah, baik yang dipelihara maupun liar, seperti sapi, kambing, domba, kerbau, babi, gajah, rusa, unta, dan kerbau Afrika (Rohma dkk. 2022).

PMK adalah penyakit yang sangat menular dari satu hewan ke hewan lainnya. Virus yang menyebabkan PMK masuk ke dalam tubuh ternak atau hewan melalui pernapasan, pencernaan, dan luka pada kulit dan membran mukosa (Ismail dkk. 2023). Penularan penyakit terjadi melalui kontak langsung dan tidak langsung (Paton dkk. 2018). Penularan langsung terjadi melalui inhalasi partikel virus dari saluran pernapasan hewan yang terinfeksi. Bahkan penyebaran virus melalui udara dapat menyebabkan virus berpindah dari satu tempat ke tempat lain sejauh 2-3 mil, dan jika kondisi angin kuat, virus dapat ditularkan sejauh 10 mil, dan infeksi masih dapat terjadi setelah virus berada di udara selama 14 hari (Firman dkk. 2022).

Virus dapat bertahan di udara di daerah beriklim sedang atau subtropis, tetapi di iklim panas dan kering, virus tidak dapat bertahan lama (Azeem dkk. 2020). Penularan virus melalui

udara atau sistem pernapasan sering terjadi dan menyebabkan penyebaran yang cepat. Penularan tidak langsung terjadi akibat lingkungan terkontaminasi oleh PMK. Selain itu, penularan juga dapat terjadi melalui kontak dengan bahan atau alat pertanian yang terkontaminasi seperti petugas, kendaraan, pakan, tempat minum, dan produk pertanian seperti daging dan susu (Prमितasari dan Khofifah, 2022). Virus dapat bertahan hidup di organ kelenjar, tulang, dan susu (Rohma dkk. 2022). Virus juga dapat bertahan lama dalam kondisi lingkungan yang menguntungkan. Kondisi ideal untuk kelangsungan hidup PMK adalah suhu di bawah 50°C, kelembapan di atas 55%, dan pH netral (Brown dkk. 2022). Oleh karena itu, keberadaan hewan-hewan ini sangat penting dalam penularan PMK, karena meningkatkan risiko penyebaran penyakit melalui udara. Sapi lebih rentan terhadap virus yang teraerosol dibandingkan ternak atau hewan lain.

2.3 Epidemiologi

Pada tahun 1887, Penyakit Mulut dan Kuku pertama kali terdeteksi di Malang, Indonesia, dan kemudian menyebar ke berbagai wilayah. Upaya pengendalian PMK dilakukan secara intensif untuk membasmi penyakit ini. Namun, pada tahun 1983, PMK kembali muncul di Kabupaten Blora, Jawa Tengah. Upaya pemberantasan PMK dilakukan secara besar-besaran dengan melaksanakan vaksinasi rutin selama tiga tahun berturut-turut. Akhirnya, Indonesia berhasil membebaskan negara ini dari PMK dan mendapat pengakuan tersebut dalam Resolusi *Office International des Epizooties (OIE)* No. XI tahun 1990 (Adjid, 2020).

Penyakit Mulut dan Kuku pertama kali secara resmi dilaporkan di Indonesia pada tanggal 28 April 2022, ketika 402 ekor sapi potong di Kabupaten Gresik terinfeksi. Berdasarkan data pada grafik, penyebaran virus PMK terus meningkat dengan cepat dalam waktu yang relatif singkat. Jenis ternak yang terkena PMK meliputi sapi, kerbau, kambing, domba, dan babi. Pada akhir bulan Juni 2022, tercatat bahwa 19 provinsi dan 221 kabupaten/kota telah terjangkit PMK dengan jumlah kasus mencapai 291.538 ekor ternak sakit, 96.060 ekor yang telah sembuh, 2.944 ekor yang diisolasi untuk pembedahan bersyarat, dan 1.733 ekor yang telah mati akibat penyakit ini. Kabupaten Probolinggo memiliki jumlah kasus PMK tertinggi, dengan 11.433 ekor ternak terinfeksi. Penyebaran penyakit yang begitu cepat mungkin disebabkan oleh mobilitas tinggi dari ternak, produk, dan manusia (Rohma dkk., 2022).

Penyakit mulut dan kuku adalah penyakit yang sangat mudah menular ke hewan berkuku belah. Transmisi PMK dilaporkan terjadi melalui beberapa jalur, termasuk kontak langsung dengan hewan yang terinfeksi, penyebaran melalui aerosol, melalui semen, produk makanan, dan fomites (benda mati yang dapat menyebarkan penyakit). Penularan PMK dapat terjadi melalui berbagai cara, termasuk melalui udara (*airborne*), melalui kontak dengan hewan yang sudah sakit, peralatan di kandang, alat transportasi, pakan, dan bahkan melalui hewan yang sudah terinfeksi yang berpindah-pindah. Hewan-hewan yang peka terhadap PMK, seperti sapi, kambing, domba, dan kerbau, dapat terinfeksi baik melalui kontak langsung dengan hewan yang terinfeksi atau melalui lingkungan yang terkontaminasi. Seringkali, penularan PMK dapat terjadi akibat pergerakan atau impor hewan yang sudah terinfeksi atau produk-produk hewan yang terkontaminasi, seperti semen, daging dengan tulang, dan produk susu yang belum diproses (Sudarsono, 2022).

Faktanya, berdasarkan data dari Kementerian Pertanian Republik Indonesia per 7 November 2023, kasus PMK aktif terdeteksi di 19 provinsi di Indonesia, seperti Sumatera Utara, Sumatera Barat, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, Riau, Nusa Tenggara Barat, Kepulauan Riau, Kalimantan Barat, Jawa Timur, Jawa

Tengah, Jawa Barat, Jambi, Yogyakarta, Bengkulu, Banten, Bangka Belitung, dan Aceh. Penyakit ini telah mempengaruhi 615.576 hewan dan menyebabkan kematian 11.839 hewan, sebagian besar adalah sapi potong (82,2%), diikuti oleh sapi perah (11,9%) dan kerbau (4,5%), sisanya adalah kambing, domba, dan babi (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa PMK telah menjadi peristiwa luar biasa (KLB) dan perlu ditangani dengan cepat (Pamungkas dkk. 2023). Penyakit ini disebabkan oleh virus dari genus *Aphthovirus* dalam keluarga *Picornaviridae* (Budiono dkk. 2023).

Penyakit mulut dan kuku bukanlah penyakit zoonosis, namun demikian, dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan (Budiono dkk. 2023). Firman dkk. (2022) menyatakan bahwa kerugian finansial yang disebabkan oleh PMK meliputi penurunan produksi susu sebesar 25% per tahun, penurunan kesuburan, penurunan laju pertumbuhan pada sapi potong, pemusnahan ternak yang terinfeksi kronis, kerugian tenaga kerja, gangguan perdagangan domestik, kerugian peluang ekspor ternak, biaya pemberantasan, dan mortalitas.

[[h0079 Patogenesis

Rute utama PMK penularan terletak pada sistem pernapasan. Awalnya, virus berkembang biak di membran mukosa faring, dan kemudian, dengan bantuan sistem peredaran darah dan limfatik, virus tersebut diangkut ke situs-situs perkembangan sekunder seperti sekitar mulut, kelenjar susu, dan kaki. Virus dapat tetap terdeteksi hingga 2 tahun setelah terpapar infeksi pada sapi, sementara pada domba, durasinya adalah 6 bulan. Selain itu, virus juga dapat ditemukan dalam berbagai cairan tubuh seperti urine, semen, sekresi saluran pernapasan, dan bahkan dalam susu sebelum munculnya tanda-tanda klinis pada hewan. Di dalam rongga mulut hewan yang terinfeksi, virus dapat bertahan dalam jangka waktu yang cukup lama (Azeem dkk., 2020).

Setelah infeksi aerosol, PMK pertama-tama mengenali reseptor permukaan sel inang, termasuk reseptor integrin, reseptor heparan sulfat, dan reseptor lain yang belum teridentifikasi, kemudian menempel pada sel inang. Virus kemudian memasuki sel melalui endositosis yang dimediasi reseptor dan menyelesaikan replikasi dan proliferasinya di dalam sel inang. Replikasi terjadi di sitoplasma, mentranskripsi RNA positif-rantai virus, menciptakan molekul RNA negatif-rantai komplementer. Enzim 3Dpol menghasilkan multiple RNA positif-rantai, yang either masuk ke mekanisme pusat translasi dan replikasi RNA atau, ketika dikemas oleh protein kapsid, menciptakan virion baru. Replikasi akhirnya menyebabkan lisis sel, memungkinkan virion dilepaskan dan menginfeksi sel lain (Rahman dkk. 2025).

Virus mulai berkembang biak di sel epitel faring dan kemudian bereplikasi secara luas di pneumosit paru-paru. Setelah 1–2 hari pasca-infeksi, virus masuk ke aliran darah dan menyebar ke berbagai jaringan dan organ, menyebabkan replikasi sekunder, viremia, dan demam. Pada 3–4 hari setelah infeksi, vesikel berkembang di jari kaki, mulut, lidah, faring, hidung, dan area tanpa bulu pada hewan terinfeksi, menyebabkan kelumpuhan dan/atau kesulitan menelan serta liur berlebihan (Alagmy dkk. 2022).

Lesi pada kaki dan saluran hidung bagian dalam sering menyebabkan infeksi bakteri sekunder, menyebabkan kelumpuhan kronis dan sekresi hidung mukopurulen. Vesikel juga terbentuk pada kulit kelenjar susu dan puting, yang dapat menyebabkan mastitis dan penurunan drastis produksi susu pada sapi perah (Zhang dkk. 2022). Jika kematian terjadi, biasanya disebabkan oleh dehidrasi, fibrilasi ventrikel selama episode kardial, dan/atau komplikasi bakteri. Penyebab kematian umum pada anak sapi adalah miokarditis (kadang-kadang disebut “jantung harimau,” yang dapat terlihat secara makroskopis). Tergantung pada dosis infeksi dan rute infeksi, masa inkubasi dapat berkisar antara 2 hingga 14 hari. Virus kadang-kadang membentuk infeksi persisten di nasofaring (Faruk dkk. 2020).

2.4.1 Rute Infeksi

Penyakit Mulut dan Kuku biasanya menyebar melalui kontak langsung, baik melalui transfer mekanis virus dari hewan terinfeksi ke hewan rentan atau melalui aerosol yang masuk ke saluran pernapasan hewan penerima. Kulit yang utuh memberikan perlindungan, tetapi kerusakan atau infeksi sebelumnya dapat meningkatkan risiko infeksi langsung. Pada beberapa situasi, terutama pada babi, kontak dengan ekskresi atau sekresi terinfeksi dapat memfasilitasi penularan. Selain itu, hewan dengan kerusakan kulit rentan terhadap infeksi. Kontak tidak langsung juga dapat terjadi melalui personel, kendaraan, dan benda-benda terkontaminasi. Aktivitas seperti mencukur bulu, memberikan obat cacing, dan pengambilan sampel darah dapat meningkatkan risiko penyebaran virus secara tidak langsung dan melalui kulit yang terluka (Alexandersen dkk., 2003).

2.4.2 Periode Inkubasi

Periode inkubasi penyakit PMK bervariasi secara signifikan dan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis virus, jumlah virus yang masuk ke tubuh, cara penularan, jenis hewan yang terinfeksi, dan kondisi lingkungan pemeliharaan. Contohnya, periode inkubasi untuk penularan melalui udara dari satu peternakan ke peternakan lainnya berkisar antara 4 hingga 14 hari. Rentang waktu ini juga berlaku untuk penularan dari peternakan ke peternakan melalui kontak tidak langsung. Sementara itu, periode inkubasi untuk penularan langsung dari hewan yang terinfeksi ke hewan lainnya di peternakan yang sama bisa berada dalam rentang waktu 2 hingga 14 hari. Di dalam satu peternakan, periode inkubasi umumnya berkisar antara 2 hingga 14 hari, tetapi bisa sangat singkat, yakni hanya 24 jam, terutama pada kasus babi dan dalam kondisi tantangan yang sangat tinggi. Ketika penularan terjadi di dalam kawanan atau kandang hewan yang sama, periode inkubasi biasanya berada dalam rentang 2 hingga 6 hari, meskipun, seperti yang disebutkan sebelumnya, dalam situasi tertentu, periode ini bisa sependek 1 hari atau sepanjang 14 hari (Azeem dkk., 2020).

2.4.3 Pengeluaran Virus oleh Hewan Terinfeksi

Selama penyakit berlangsung, semua cairan tubuh dan ekskresi dapat menjadi tempat virus menular, bahkan sebelum tanda-tanda klinis muncul. Oleh karena itu, selama periode awal penyakit, cairan seperti saliva, cairan hidung, air mata, susu, dan napas yang dikeluarkan oleh hewan yang terinfeksi dapat mengandung virus. Urin dan tinja juga dapat mengandung virus, meskipun dalam jumlah yang lebih kecil. Meskipun tinja pada dasarnya hanya mengandung sejumlah kecil virus, setelah dikeluarkan, kemungkinan akan terkontaminasi lebih lanjut oleh campuran material lesi yang mengelupas, cairan getah vesikular, saliva, susu, dan urin (Grubman dan Barry, 2004).

2.4 Tanda Klinis

Penyakit Mulut dan Kuku pada sapi memiliki tanda klinis yang bervariasi tergantung pada faktor seperti tingkat keparahan, dosis paparan, usia, dan lainnya. Gejala umum termasuk demam, hipersalivasi (produksi air liur berlebihan), depresi, dan lesi vesikular di mulut dan kaki. Lesi di lidah sembuh dalam beberapa hari, tetapi jika di kaki atau hidung, bisa menyebabkan infeksi sekunder dan masalah seperti cairan mukopurulen dari hidung dan kepincangan. Kontak dengan hewan terinfeksi bisa menyebabkan gejala dalam 3-5 hari, sedangkan inkubasi alami bisa 2-14 hari (Alexandersen dkk., 2003).

Ketika hewan yang rentan bersentuhan dengan hewan yang terinfeksi, tanda-tanda klinis penyakit dapat muncul dalam rentang waktu 3 hingga 5 hari, walaupun dalam kasus infeksi alami, periode inkubasi bisa bervariasi dari 2 hingga 14 hari. Tingkat keparahan tanda-tanda

klinis penyakit ini bergantung pada sejumlah faktor, termasuk dosis paparan, usia dan jenis ras hewan, jenis virus, spesies inang, serta tingkat kekebalan hewan tersebut. Penyakit Mulut dan Kuku menyebabkan gejala seperti demam, produksi air liur yang berlebihan (hipersalivasi), stres, dan pembentukan lesi vesikuler pada selaput lendir di gusi, lidah, permukaan gigi, serta pada puting susu, hidung, kuku, dan ruang antar jari. Lesi yang terjadi di lidah memerlukan beberapa hari untuk sembuh, namun lesi yang ada pada kaki dan dalam rongga hidung dapat menyebabkan infeksi bakteri sekunder yang menghasilkan keluarnya lendir nanah dari rongga hidung dan menyebabkan kelumpuhan yang berlangsung lama. Pada hewan muda, terkadang kematian dapat terjadi sebelum vesikel muncul. Pada sapi yang sedang menyusui, produksi susu juga menurun akibat pembentukan vesikel pada kulit puting susu dan kelenjar susu, yang dapat menyebabkan mastitis (Azeem dkk., 2020).

Kasus PMK di Indonesia yaitu di Kabupaten Bangka Tengah menunjukkan bahwa sekitar 97% dari ternak sapi mengalami gejala *anoreksia*, di mana sapi tidak bersedia makan atau minum. Hal ini disebabkan oleh hipertermia pada tubuh sapi, yang berdampak negatif pada nafsu makan mereka. Selain itu, peradangan pada mulut dan esofagus juga menyulitkan proses menelan bagi sapi. Selama masa inkubasi penyakit, tubuh mengalami peningkatan suhu karena produksi prostaglandin. Dalam kondisi ini, selain peningkatan suhu tubuh, sapi juga merasa nyeri, sehingga mereka merasa tidak nyaman dan mengalami penurunan nafsu makan (Wulandani, 2022).

2.6 Diagnosis

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 (Adjid, 2020). Penyakit Mulut dan Kuku adalah penyakit yang sangat menular pada hewan domestik. Deteksi antigen dan antibodi virus PMK yang sensitif, spesifik, dan cepat sangat penting dalam strategi pengendalian. Tes diagnostik melibatkan isolasi virus, *Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction (RT-PCR)*, *Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)* antigen, dan strip imunokromatografi dari sisi virus. Dari sisi hewan, terdapat termogram inframerah, *ELISA* antibodi, dan uji netralisasi virus. Teknologi saat ini, seperti pengurutan *Deoxyribonucleic acid (DNA)*, *mikroarray*, ekspresi *luciferase*, dan proteomika kuantitatif juga relevan. Dengan demikian, tes diagnostik yang efektif sebaiknya digunakan dengan mengkombinasikan berbagai tes tersebut (Shimelis dkk., 2023).

2.7 Pencegahan dan Penanganan

Tidak ada obat antiviral spesifik yang tersedia untuk PMK pada praktek veteriner, sehingga penanganan utama adalah pengendalian penyebaran dan terapi suportif untuk meminimalkan morbiditas dan mortalitas. Perawatan suportif meliputi manajemen nyeri, koreksi dehidrasi dan gangguan elektrolit melalui cairan oral atau parenteral, nutrisi yang memadai, serta antibiotik hanya jika terdapat bukti infeksi bakteri sekunder pada lesi terbuka. (Purba dkk. 2024). Langkah dasar meliputi isolasi hewan sakit, pembatasan pergerakan ternak, desinfeksi lingkungan, serta pengelolaan limbah biologis untuk mencegah kontaminasi lebih lanjut. (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2022).

Strategi pencegahan jangka panjang melibatkan program vaksinasi, peningkatan biosekuriti, dan sistem surveilans aktif untuk deteksi dini penyakit (Rangga dkk. 2025). Kebijakan pengendalian nasional dapat mencakup pemusnahan terkontrol di area bebas dan kompensasi untuk peternak, atau strategi vaksinasi di daerah endemik; kombinasi tindakan ini harus disesuaikan dengan status epidemiologi lokal (Spickler, 2025).

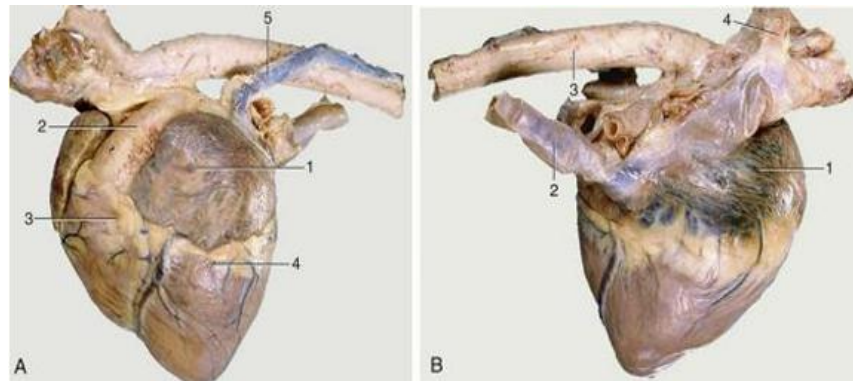
Beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk mencegah dan mengendalikan PMK antara lain menerapkan biosekuriti yang ketat, seperti melindungi zona bebas dengan membatasi pergerakan ternak atau hewan, pengendalian lalu lintas dan pemantauan, melarang masuknya ternak dari daerah terinfeksi, memusnahkan ternak yang terinfeksi atau yang bertindak sebagai pembawa penyakit, mendisinfeksi semua peralatan kandang yang terpapar, pemusnahan bangkai dan produk hewan di daerah terinfeksi, isolasi dan karantina ternak (Rohma dkk. 2022).

Selain itu, pencegahan dan pengendalian juga dapat dilakukan melalui vaksinasi. Namun, hal ini sulit dilakukan karena beberapa serotipe virus menyebabkan PMK, banyak spesies inang, dan tingkat penularan yang ekstrem (Paton dkk. 2018). Sementara itu, menurut Rohma dkk. (2022), vaksinasi efektif untuk memberantas PMK pada sapi. Vaksinasi PMK hanya dapat dilakukan pada sapi yang sehat dan sapi berusia minimal 2 minggu, dengan tujuan untuk menginduksi kekebalan terhadap penyakit PMK (Yuliana dkk. 2023).

2.8 Jantung

2.8.1 Anatomi Jantung

Jantung (*cor*) adalah organ pusat yang memompa darah secara terus menerus melalui pembuluh darah dengan cara kontraksi berirama. Jantung memiliki atrium kanan, atrium kiri, ventrikel kanan, dan ventrikel kiri. Atrium dan ventrikel masing masing sisi berkomunikasi melalui lubang besar (Singh, 2017). Jantung terletak di tengah rongga dada, tepatnya pada bagian ruang antara dua paru-paru. Jantung terdapat dalam kantung fibrosa yang disebut perikardium. Kantung perikardial memiliki sifat yang agak longgar sehingga menyebabkan jantung dapat berdetak di dalam tubuh, tetapi kantung ini tidak memiliki sifat elastis sehingga tidak bisa meregang jika jantung menjadi membesar secara tidak normal (Colville dan Bassert, 2016).



Gambar 1. Anatomi jantung (Singh, 2017).

Dinding jantung terdiri dari tiga lapisan *epicardium*, *myocardium*, dan *endocardium*. *Epicardium* adalah lapisan terluar, dan itu adalah lapisan pelindung dari perikardium. Lapisan tengah atau *myocardium*, adalah otot jantung dan membentuk sebagian besar jantung. *Endocardium* terdalam adalah lapisan tipis lapisan jaringan ikat yang memberikan lapisan halus untuk ruang jantung dan katup (Akers dan Denbow, 2013). Jantung kelinci relatif kecil 0,3% dari berat badan dan terletak di rongga dada antara tulang rusuk 3 dan 6. Atrium kanan hanya memiliki dua katup (Meredith dan Lord, 2014).

2.8.2 Fisiologi Jantung

Jantung memiliki fungsi memompa darah ke seluruh tubuh. Terdapat berbagai aktivitas di dalam jantung yang berkaitan dengan sistem peredaran darah dan disebut siklus jantung. Kontraksi antara atrium dan ventrikel menyebabkan *sistole* dan *diastole*. *Sistole* merupakan kontraksi dari kedua atrium atau kedua ventrikel yang bersamaan, sedangkan *diastole* adalah

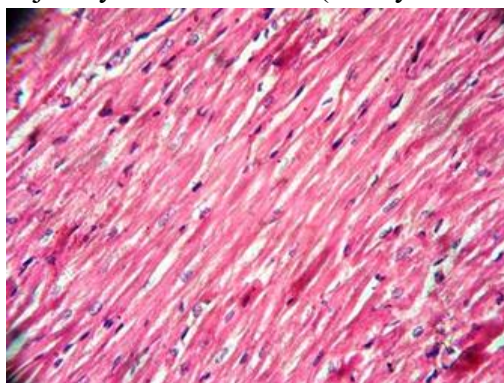
saat atrium maupun ventrikel relaksasi (Fikriani, 2018). Atrium dan ventrikel merupakan ruang jantung yang memiliki fungsi menerima dan memompa darah. Ukuran jantung saat *sistole* dan *diastole* akan berubah dikarenakan saat *sistole* jantung berkontraksi menyebabkan otot lebih tebal dan ventrikel kiri menjadi sempit. Saat *diastole*, otot menipis dan ventrikel kiri melebar (Siallagan dkk. 2014). Darah terdeoksigenasi akan memasuki atrium kanan dan dikeluarkan ke paru-paru melalui *truncus pulmonalis*. Pompa kiri menerima darah teroksigenasi dari paru-paru melalui vena pulmonalis dan mengeluarkannya ke aorta untuk didistribusikan ke seluruh tubuh (Singh, 2017).

2.8.3 Hubungan jantung dengan kasus PMK

Jantung merupakan salah satu organ target utama pada infeksi PMK, terutama akibat sifat virus yang memiliki tropisme terhadap sel miokardium yang aktif secara metabolik. Infeksi PMK pada jantung menyebabkan miokarditis akut hingga subakut, yang sering menjadi penyebab kematian mendadak pada hewan terinfeksi, khususnya pedet, namun lesi juga dapat ditemukan pada sapi dewasa dengan manifestasi klinis yang lebih ringan (Jubb dkk. 2012). Secara makroskopis, jantung sapi yang terinfeksi PMK dapat menunjukkan perubahan berupa pembesaran jantung, warna miokardium yang pucat hingga belang, serta munculnya pola khas yang dikenal sebagai *tiger heart* atau *tabby cat heart*. Gambaran ini disebabkan oleh adanya area nekrosis miokardium yang menyebar dan tersusun tidak merata, sehingga memberikan pola garis-garis putih kekuningan pada permukaan potongan miokardium. Selain itu, konsistensi otot jantung dapat melemah dan ditemukan perdarahan petechiae pada permukaan epikardium (McGavin dan Zachary 2006). Secara mikroskopis, lesi jantung pada PMK ditandai oleh degenerasi vakuolar dan nekrosis serabut otot jantung, disertai infiltrasi sel radang mononuklear, edema interstisial, serta fragmentasi miofibril. Kerusakan miokardium ini mengganggu fungsi kontraktile jantung dan sistem konduksi listrik, sehingga dapat menyebabkan aritmia, gagal jantung akut, dan kematian mendadak. Lesi miokarditis ini merupakan manifestasi sistemik dari replikasi virus selama fase viremia (Constable dkk. 2016).

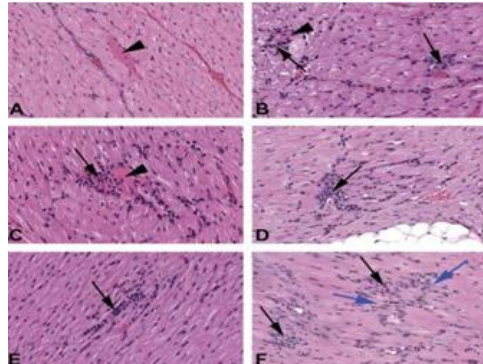
2.8.4 Histologi Jantung

Analisa histologi dapat dijadikan sebagai parameter yang sangat sensitif dan penting dalam penentuan perubahan struktur sel yang terjadi di organ dalam seperti jantung. Pengamatan histologi organ tertentu secara mikroskopik dapat dilakukan untuk mengetahui hubungan antara gejala yang terjadi dengan struktur organ yang mengalami paparan senyawa uji (Larasati dkk. 2020). Perubahan struktur histologi jantung dapat ditandai dengan perubahan inti sel *piknosis* yang berubah menjadi memadat dan lebih berwarna basa. Inti sel *piknosis* yang terlihat merupakan tahap awal terjadinya kerusakan sel (Rahayu dkk. 2021).



Gambar 2. Gambaran histologi jantung normal (Avais dkk. 2018).

Inflamasi adalah salah satu respons sistem imun akibat adanya sel-sel mati karena nekrosis sehingga sistem imun akan merespons benda asing yang kemudian akan dihancurkan dan sel-sel tubuh meregenerasinya dengan yang baru (Muhsni dkk. 2020). Nekrosis memiliki tingkatan seperti inti sel yang mati akan mengkerut, memadat, dan batas pinggirannya yang tidak teratur, kondisi ini disebut *piknosis*. Selanjutnya inti sel dapat hancur dan meninggalkan pecahan-pecahan kromatin yang tersebar didalam sel, proses ini disebut *karioreksis*. Akhirnya, pada beberapa keadaan kromatin inti sel menjadi lisis dan tampak memudar pada pewarnaan HE, kondisi ini disebut *kariolisis*. Akibat nekrosis yang paling nyata adalah hilangnya fungsi daerah yang mati tersebut (Larasati dkk. 2020).



Gambar 3. Gambaran histopatologi jantung yang mengalami kerusakan (Sellers dkk. 2017).

Pada gambar 3 terlihat Foto mikroskopik jantung dari kelinci yang menunjukkan perkembangan lesi. (A) Nekrosis kardiomyosit fokal tanpa peradangan yang tampak (ujung panah). (B) Nekrosis kardiomyosit fokal (ujung panah) dengan sedikit sel inflamasi yang berdekatan dengan agregat makrofag kecil fokal (panah hitam). (C) Nekrosis kardiomyosit fokal (ujung panah) yang terkait dengan jumlah sel inflamasi yang sedikit lebih banyak (panah hitam). (D) Infiltrasi sel inflamasi (panah hitam) dengan makrofag dan heterofil tanpa nekrosis kardiomyosit di dalam lesi. (E) Infiltrasi sel inflamasi kronis yang terdiri dari limfosit (panah hitam). (F) Fibrosis miokardium (panah biru) yang terkait dengan sejumlah kecil infiltrasi sel inflamasi campuran (panah hitam). *Hematoksilin* dan *eosin*. (A–E) Objektif asli 20× (Sellers dkk. 2017).