

**WABAH PENYAKIT MULUT DAN KUKU PADA RUMINANSIA DI INDONESIA:  
TINJAUAN DARI ASPEK BIOKIMIA MOLEKULER**



**UNIVERSITAS GADJAH MADA**

**Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar  
Dalam Bidang Ilmu Biokimia  
Pada Fakultas Kedokteran Hewan  
Universitas Gadjah Mada  
Yogyakarta**

**Oleh:  
Prof. Dr. drh. Aris Haryanto, M.Si.**

*Bismillahirrahmaanirrahim*  
*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh*  
*Salam sejahtera bagi kita semua,*  
*Shalom,*  
*Om swastiastu,*  
*Namo buddaya,*  
*Salam kebajikan,*

Yang kami hormati,  
Ketua, Sekretaris dan Anggota Majelis Wali Amanah Universitas Gadjah Mada,  
Rektor dan para Wakil Rektor Universitas Gadjah Mada,  
Ketua, Sekretaris dan Anggota Dewan Guru Besar Universitas Gadjah Mada  
Ketua, Sekretaris dan Anggota Senat Akademik Universitas Gadjah Mada  
Ketua, Sekretaris dan Anggota Senat Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada  
Dekan dan para Wakil Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada,  
Dekan dan para Wakil Dekan di Lingkungan Universitas Gadjah Mada,  
Segenap sivitas Akademika Universitas Gadjah Mada,  
Para tamu undangan, kolega, teman sejawat, sanak keluarga yang saya cintai dan para hadirin  
sekalian yang berbahagia.

Pertama-tama, perkenankanlah pada kesempatan yang berbahagia ini, saya mengajak bapak, ibu, saudara dan hadirin sekalian untuk memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan yang Esa, yang atas segala berkah dan rahmat-Nya kita semua masih diberi kesehatan dan keselamatan sampai saat ini, sehingga pada siang hari ini kita dapat hadir pada acara Rapat Terbuka Dewan Guru Besar, UGM di Balai Senat Gedung Pusat UGM yang megah dan bersejarah ini. Sebelum membacakan pidato ini, perkenankanlah saya mengucapkan terimakasih kepada Ketua dan Sekretaris Dewan Guru Besar UGM yang telah memberikan kesempatan dan kepercayaan kepada saya untuk menyampaikan Pidato Pengukuhan sebagai Guru Besar dalam bidang Biokimia pada Fakultas Kedokteran Hewan UGM dengan judul:

**Wabah Penyakit Mulut dan Kuku pada Ruminansia di Indonesia: Tinjauan dari aspek Biokimia Molekuler**

Tema ini kami pilih karena wabah penyakit mulut dan kuku (PMK) pada ternak ruminansia masih terus terjadi hingga hari ini di berbagai daerah di Indonesia, meskipun kasusnya sudah cenderung melandai. Hal ini bertujuan agar kita dapat belajar dengan baik dari kejadian wabah terakhir PMK pada ternak ruminansia di Indonesia dari berbagai aspek, yaitu sejarah kasus masuknya PMK di Indonesia, kejadian terkini wabah PMK dan kajian dari aspek biokimia molekuler virus penyebab PMK. Ketiga aspek tersebut penting agar dapat menentukan kebijakan dan tindakan yang strategis dalam rangka pencegahan, penanganan dan pengendalian PMK dengan baik, serta untuk selalu meningkatkan kewaspadaan kita terhadap masuknya Penyakit Hewan Menular Strategis (PHMS) lainnya.

*Bapak dan Ibu hadirin yang kami muliakan,*

Negara kita Republik Indonesia terdiri dari kurang lebih 17.001 pulau dengan ratusan pelabuhan laut besar dan kecil. Kondisi ini menyebabkan kerawanan untuk tindakan penyelundupan ternak dan bahan asal ternak (daging, kulit, jeroan dan produk lain) dari beberapa negara endemis PMK, seperti India, Brasil, Malaysia, Thailand, Filipina dan lainnya. PMK menyebar dengan sangat cepat mengikuti proses transportasi ternak dan bahan asal ternak yang telah terinfeksi. Penularan PMK pada ternak dapat terjadi melalui (1) Kontak langsung antara hewan ternak yang rentan/peka; (2) Kontak tidak langsung antar hewan rentan dan peralatan kandang, kendaraan, limbah, manusia, pakaian, sepatu, yang tercemar oleh virus PMK (dari hewan yang terinfeksi), dan (3) Melalui udara/angin (*air borne*) dari aktivitas pernafasan ternak yang telah terinfeksi, dimana penyebaran PMK melalui angin ini mencapai 60 km di wilayah daratan dan 300 km di wilayah lautan (Kementan, 2022).

Dampak pada masyarakat yang disebabkan oleh munculnya kembali wabah PMK adalah timbulnya rasa panik dan khawatir yang berlebihan untuk mengkonsumsi daging, susu dan produk-produk asal ternak lainnya, yang dapat berimbas pada penurunan permintaan (*demand*) terhadap daging, susu dan produk ternak lainnya. Hal ini tentu saja akan merugikan peternak dan para pelaku usaha di bidang peternakan ruminansia. Ancaman nyata ke depan dari dalam negeri adalah keterbatasan dan bahkan penurunan ketersediaan pasokan (*supply*) hewan ternak hidup dan produk asal ternak. Dampak lebih luas adalah penghentian sementara importasi ternak dan komoditas peternakan yang berasal dari negara yang terkena wabah PMK, karena negara tujuan ekspor yang bebas PMK akan menolak importasi ternak hidup dan produk-produk asal ternak dari daerah yang terkena wabah PMK. Hal ini dapat diperparah dengan penghentian impor jenis-jenis komoditas pertanian lainnya oleh negara yang bebas PMK (Sutanto, 2022).

*Bapak dan Ibu hadirin yang kami muliakan*

### **Pendahuluan**

Penyakit mulut dan kuku (PMK) merupakan penyakit yang sangat menular yang bersifat akut pada hewan ternak domestik dan hewan liar yang berkuku belah. Tanda atau ciri spesifik hewan yang terinfeksi adalah adanya luka berupa lepuh dan/atau erosi di bagian mulut dan kuku pada hewan ruminansia berkuku belah seperti sapi, kerbau, kambing dan domba (Arzt *et al*, 2011). Rentang spesies inang yang luas, dosis infeksius virus yang rendah, kemampuan virus dalam bertahan di lingkungan, dan ekskresi virus oleh hewan terinfeksi sebelum munculnya tanda-tanda klinis merupakan faktor yang menyebabkan PMK mampu menyebar dengan cepat dan luas. Penyakit ini merupakan penyakit hewan lintas batas karena bersifat sangat menular dan memiliki dampak ekonomi yang besar dan signifikan pada negara-negara yang hewan ternaknya telah

terinfeksi, terutama karena pembatasan perdagangan internasional hewan ternak dan produk-produk asal hewan (Kasambula *et al.*, 2012).

PMK merupakan salah satu dari 25 Penyakit Hewan Menular Strategis (PHMS) yang ada di Indonesia. Istilah PHMS ini mengacu dalam peraturan perundang-undangan di Indonesia yang merujuk pada sejumlah penyakit hewan yang ditetapkan pemerintah dalam rangka pengendalian dan penanggulangannya. PHMS adalah penyakit hewan yang dapat menimbulkan angka kematian dan/atau angka kesakitan yang tinggi pada hewan, dampak kerugian ekonomi, keresahan masyarakat, dan/atau bersifat zoonosis (Anonim, 2014).

Penyakit mulut dan kuku disebabkan oleh virus PMK yang diklasifikasikan dalam genus *Aphthovirus* dalam famili *Picornaviridae* (Racaniello, 2001). Terdapat 7 serotipe virus PMK yang telah diidentifikasi yaitu serotipe *Oise* (O); *Allemagne* (A); *German Strain* (C); *South African Territories-1* (SAT-1); SAT-2; SAT-3; dan Asia 1. Ketujuh serotipe virus PMK tersebut secara imunologis berbeda satu dengan yang lain. Selain itu juga terdapat 60 sub serotipe tambahan (Admassu, 2015). Dilaporkan bahwa agen etiologis wabah PMK di Indonesia pada tahun 1983 adalah virus PMK serotipe O, sedangkan hasil penelitian terbaru menunjukkan bahwa agen etiologis wabah PMK di Indonesia pada tahun 2022 sampai saat ini adalah virus PMK dengan serotipe O/ME-SA/Ind-2001e (Susila *et al.*, 2023).

PMK telah menyebar ke seluruh penjuru dunia namun wilayah yang paling terkena dampaknya adalah di negara-negara Afrika, Timur Tengah, Asia, Asia Tenggara termasuk Indonesia. Sementara itu beberapa negara yang masih bebas PMK adalah Australia, Jepang dan Selandia Baru (Azeem *et al.*, 2020). Jalur utama penularan virus PMK pada ternak ruminansia adalah inhalasi melalui saluran pernafasan. Virus masuk di daerah faring dan bereplikasi di daerah paru-paru bagian dalam yang diikuti dengan penyebaran viremik ke jaringan dan organ lain sebelum munculnya gejala klinis. Virus PMK kemudian menyebar ke seluruh tubuh hewan dengan jangkauan yang berbeda-beda pada lokasi dalam tubuh yang mendukung replikasi virus, seperti rongga mulut, ambing, jantung, kaki, dan orofaring (Admasu, 2015). Setelah itu muncul gejala klinis, yaitu anoreksia, demam, hipersalivasi, lecet/lepuh pada selaput lendir khususnya pada mulut, teracak, kaki dan ambing (Knipe and Howely, 2001).

Di negara-negara endemik PMK, tindakan pencegahan berupa vaksinasi secara rutin dilakukan, sementara itu di negara-negara bebas PMK, tindakan vaksinasi tidak pernah dilakukan, namun mereka lebih memilih untuk membatasi pergerakan dan lalu lintas ternak serta melakukan pemotongan bersyarat pada ternak ruminansia yang dicurigai dan telah terinfeksi. Wabah PMK ini mempunyai dampak perekonomian yang besar karena kerugiannya tidak hanya penurunan dan kehilangan produksi ternak, tetapi juga membatasi lalu lintas perdagangan ternak dan produk asal ternak baik lokal maupun internasional (James and Rushton, 2002). Kematian karena kasus PMK pada ruminansia lebih banyak dilaporkan pada hewan muda, sedangkan pada hewan dewasa memiliki angka morbiditas yang tinggi namun angka mortalitas rendah (Mazengia, 2010).

### **Kejadian masuknya kembali PMK di Indonesia**

Setelah 32 tahun menyandang status bebas PMK tanpa vaksinasi, dilaporkan bahwa wabah PMK kembali masuk di Indonesia pada tanggal 28 April 2022 di Kabupaten Gresik Jawa Timur. Virus PMK awalnya menyerang 402 ekor sapi potong di Gresik, kemudian menyebar di beberapa wilayah lain di Indonesia. Berdasarkan pengalaman sebelumnya, bahwa pembebasan PMK dibutuhkan waktu panjang (sekitar 100 tahun) dan biaya yang tinggi. Kerugian ekonomi untuk penanganan wabah PMK selama 100 tahun (dari tahun 1887 sampai 1986) dilaporkan mencapai 1,66 miliar USD atau sekitar 29 triliun rupiah (Ditjen Peternakan, 2002).

Penyebab munculnya kembali PMK di Indonesia, setelah 32 tahun dinyatakan bebas PMK, adalah kebijakan yang mengakibatkan longgarnya peraturan impor ternak/hasil ternak dari luar negeri. Secara historis, pemberantasan dan pengendalian PMK tidak terlepas dari peraturan perundangan yang diberlakukan di Indonesia, yaitu Undang Undang No. 6 Tahun 1967 tentang “Ketentuan-ketentuan Pokok Peternakan dan Kesehatan Hewan”, dalam Undang-undang tersebut dinyatakan bahwa untuk perlindungan terhadap kemungkinan masuknya penyakit hewan ke wilayah Indonesia, menerapkan “*country based*”, artinya, jika suatu negara belum dinyatakan bebas PMK oleh *World Organization for Animal Health* (WOAH), tidak diijinkan masuk (impor) ke Indonesia.

Pada tahun 2009 dilakukan perubahan UU No.6 tahun 1967 menjadi UU No. 18 tahun 2009, dimana pada UU No.18 tahun 2009 ini merubah kebijakan “*country based*” menjadi “*zona based*” untuk perlindungan terhadap masuknya penyakit hewan ke wilayah Indonesia. Sehingga dengan semakin longgarnya aturan impor ternak ini, memicu reaksi dari berbagai pihak dan para pelaku peternakan rakyat. Perbedaan pendapat berakhir dengan keputusan Mahkamah Konstitusi (MK) No. 137/PUU-VII/2009 yang menetapkan bahwa impor ternak dan hasil ternak tetap berbasis negara “*country based*”, bukan berbasis wilayah “*zona based*”. Keputusan MK ini dapat menyelamatkan Indonesia dari masuknya penyakit hewan (termasuk PMK) dari negara lain.

Pada tahun 2014, UU No.18 tahun 2009 diubah oleh pemerintah dan DPR. Perubahan dari “*country based*” menjadi “*zona based*” untuk impor/masuknya ternak dan produk ternak dari luar negeri. Untuk kedua kalinya, kembali dilakukan gugatan ke MK. Namun putusan MK No. 129/PUU-XIII/2015 justru menjadikan produk hukum ini sebagai pintu masuknya penyakit hewan dari luar negeri, karena memperbolehkan impor ternak atau produk ternak berbasis “*zona*”. Dengan keputusan MK ini dibuatkan produk hukum turunannya berupa Peraturan Pemerintah No. 4 tahun 2016, Permentan No.17/Permentan/PK.450/5/2016 dan SK Mentan No.2556 tahun 2016 yang mengizinkan masuknya daging dari India. Atas terbitnya PP No. 4 tahun 2016, masyarakat peternak mengajukan peninjauan ke MA, karena India merupakan negara dengan status belum bebas PMK. Tetapi sangat disayangkan, keputusan MA No. 27/P/HUM/2018 tetap memberlakukan PP No. 4 tahun 2016 tersebut. Pemberlakuan kebijakan yang tertuang pada produk hukum (PP No. 4/2016 dan keputusan MA No. 27/P/HUM/2018) inilah sehingga pemasukan daging sapi asal India menjadi legal. Kebijakan inilah yang kemungkinan besar menjadi penyebab awal dari bencana wabah PMK di Indonesia.

Imbas dari pemberlakuan PP No.4 tahun 2016, impor daging sapi/kerbau dari India menjadi legal untuk memenuhi kebutuhan nasional daging di Indonesia. Kebutuhan daging sapi di Indonesia per tahun mencapai 700 ribu ton (setara dengan 4 juta ekor sapi), namun produksi dalam negeri hanya mampu memenuhi 500 ribu ton (setara dengan 3 juta ekor sapi). Untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri, Indonesia mengimpor daging sapi dari beberapa negara, antara lain dari India. Sementara itu negara India masih berstatus endemik PMK dengan serotipe virus yang mendominasi adalah A, O dan Asia 1. Sejak tahun 2016 hingga 2020 tercatat impor daging sapi dan kerbau beku mengalami peningkatan. Tahun 2016 Indonesia tercatat mengimpor daging sapi beku dari India sebesar 33,81% dari total impor daging beku sebanyak 116.761 ton, dan terus meningkat pada tahun 2020 dengan mengimpor sebesar 51,91% dari total impor daging beku sebanyak 170.305 ton. Selain dari India, Indonesia juga melakukan impor daging sapi dari Brazil yang tercatat masih berstatus belum bebas PMK (Anonim, 2022).

### **Sejarah wabah PMK pada ruminansia di Indonesia**

Kasus PMK di Indonesia dilaporkan pertama kali di Kota Malang, provinsi Jawa Timur pada tahun 1887. Masuknya PMK pada saat itu terjadi melalui proses importasi sapi perah hidup dari

negara Belanda. Selanjutnya PMK di Jawa Timur ini menjadi penyakit endemik dan dilaporkan telah menyebar ke seluruh daerah di pulau Jawa dan Sumatera pada tahun 1892, di pulau Madura yang dilaporkan pada tahun 1906 dan 1913, di Sulawesi tahun 1902, di Kalimantan 1906, di Nusa Tenggara Barat pada tahun 1911 dan di Bali pada tahun 1962 (Soehadji *et al.*, 1994).

Setelah hampir satu abad, pada tahun 1983 dilaporkan bahwa kasus PMK pada ruminansia meletup kembali di Kabupaten Blora, Jawa Tengah. Pemberantasan PMK kemudian dilakukan secara masif oleh pemerintah dengan melakukan tindakan vaksinasi massal yang berkelanjutan selama 3 tahun berturut-turut, hingga akhirnya Indonesia berhasil dibebaskan dari PMK. Selanjutnya pada tahun 1986 pemerintah RI mendeklarasi secara nasional terhadap status Indonesia bebas PMK dengan diterbitkannya Surat Keputusan Menteri Pertanian No.60/Kpts/TN.510/5/1986. Kemudian pada tahun 1990 mendapatkan pengakuan status bebas PMK di Indonesia oleh Badan Kesehatan Hewan Dunia atau *Office International des Epizooties* (OIE) yang tercantum dalam resolusi OIE No. XI Tahun 1990.

Pada tahun 2022, setelah 32 tahun dilaporkan bahwa PMK masuk kembali ke Indonesia dan menyerang ternak sapi. Kasus awal PMK pada sapi ini dilaporkan telah terjadi di kabupaten Gresik, Lamongan, Sidoarjo dan Mojokerto di provinsi Jawa Timur pada tanggal 12 April 2022 (WOAH, 2022). Organisasi kesehatan hewan dunia (WOAH) mengkonfirmasi sebanyak 3.496 kasus di Jawa Timur dengan angka kematian 1,5%. Selanjutnya Menteri Pertanian RI melalui Keputusan Menteri Pertanian No 403/KPTS/PK.300/M/O5/2022 menetapkan Daerah Wabah PMK pada 4 Kabupaten di Provinsi Jawa Timur. Pada kurun waktu yang hampir bersamaan kasus PMK pada ruminansia juga dilaporkan merebak di Kabupaten Tamiang, Propinsi Nangroe Aceh Darussalam. Penetapan sebagai daerah wabah PMK di Tamiang, Aceh berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian No 404/KPTS/PK.300/M/O5/2022 tertanggal 9 Mei 2022, dimana total kasus yang dilaporkan adalah sebanyak 2.226 kasus dengan 1 kasus kematian. Selanjutnya Kementerian Pertanian RI pada tahun 2023 ini, menambahkan PMK dalam daftar PHMS dengan menetapkan 18 penyakit yang telah ada (masuk) di wilayah Indonesia dan 3 penyakit yang belum ada (masuk) di wilayah Indonesia (Kementan, 2023).

Berdasarkan data dari Sistem Informasi Kesehatan Hewan Nasional (iSIKHNAS) kasus PMK pada hewan ternak ruminansia di Indonesia tercatat sebanyak 533.601 kasus pada tahun 2022, kemudian menurun pada tahun 2023 yaitu sebanyak 18.936 kasus, sehingga total kasus dari kejadian awal yang dilaporkan pada tanggal 12 April 2023 sampai awal bulan November 2023 adalah sebanyak 552.537 kasus, yang terdistribusi di 318 Kabupaten/Kota pada 27 dari 37 Provinsi di Indonesia (iSIKHNAS, 2023).

*Bapak dan Ibu hadirin yang kami muliakan*

### **Kajian virus PMK ditinjau dari Aspek Biokimia Molekuler**

Pemahaman tentang agen etiologis penyebab penyakit PMK pada hewan ruminansia di Indonesia yang ditinjau dari aspek Biokimia Molekuler sangat penting untuk dilakukan. Tinjauan ilmiah dari aspek Biokimia Molekuler ini meliputi: pengenalan virus PMK, karakteristik genom dan protein kapsid virus, siklus replikasi virus pada sel hospes, patogenesis dan infeksi virus PMK pada hewan ruminansia. Tinjauan tersebut dapat memberikan informasi yang memadai tentang situasi terkini wabah PMK, sifat dan karakter virus penyebab PMK pada ternak ruminansia di Indonesia, sehingga dapat memberikan kontribusi terhadap rekomendasi kebijakan yang tepat dalam upaya untuk melakukan tindakan pencegahan, pengendalian dan penanganan wabah PMK dengan selalu meningkatkan kewaspadaan wabah PMK yang sedang terjadi. Uraian tentang tinjauan ilmiah virus PMK dari aspek Biokimia Molekuler adalah sebagai berikut:

## Agen etiologis PMK di Indonesia

Virus PMK merupakan virus patogen yang menyebabkan penyakit mulut dan kuku pada hewan ruminansia. Virus ini mempunyai ukuran yang kecil dan tidak mempunyai amplop virus. Virus PMK termasuk dalam famili *Picornaviridae* yang mempunyai materi genetik berupa RNA beruntai tunggal dengan polaritas positif. Famili *Picornaviridae* terdiri dari tiga genus, yaitu genus *Enterovirus* (misalnya *poliovirus*, *human rhinovirus*, *enterovirus*, genus *Aphthovirus* (misalnya *FMDV* dan *Equine rhinitis A virus-ERAV*) dan genus *Cardiovirus* atau *Mengovirus* (Knipe and Howely, 2001). Infeksi virus PMK akan menyebabkan pembentukan vesikula (lepuh) di rongga mulut dan kaki sapi, babi, domba, kambing, dan hewan berkuku belah lainnya, yang bersifat sangat menular dan menjadi wabah utama pada industri peternakan ruminansia (Carrillo *et al.*, 2005).

Virus PMK dapat dibedakan menjadi 7 serotipe utama, yaitu: O, A, C, SAT-1, SAT-2, SAT-3, dan Asia-1. Serotipe O virus PMK merupakan serotipe yang paling umum dijumpai di lapangan. Lima dari tujuh serotipe virus ini, yaitu serotipe A, C, O, Asia 1 dan SAT-3 tampaknya merupakan garis keturunan yang berbeda, sedangkan serotipe SAT-1 dan SAT-2 adalah *clade* yang belum terselesaikan dan terus berkembang (Yoon, 2011). Laju mutasi urutan gen penyandi protein dari galur yang diisolasi antara tahun 1932 dan 2007 diperkirakan sebesar  $1,46 \times 10^{-3}$  substitusi/situs/tahun, laju mutase yang mirip dengan virus RNA lainnya. Leluhur (*ancestor*) virus awal tampaknya telah berevolusi sekitar 481 tahun yang lalu (awal abad ke-16). *Ancestor* virus ini kemudian berkembang menjadi dua *clade* yang memunculkan *clade Euro-Asiatic* dan *clade South African Territories* (SAT) yang masih ada sampai saat ini. Serotipe SAT-1 *divergen* pertama kali ditemukan sekitar 397 tahun lalu, diikuti *sequential divergence* serotipe SAT-2 (396 tahun lalu), serotipe A (147 tahun lalu), serotipe O (121 tahun lalu), serotipe Asia 1 (89 tahun lalu), serotipe C (86 tahun lalu), dan serotipe SAT-3 (83 tahun yang lalu). Dalam setiap serotipe virus PMK, tidak ada pengaruh periodik, geografis, atau spesies hospes yang jelas terhadap evolusi virus PMK secara global (Jamal *et al.*, 2011).

## Genom dan protein kapsid virus PMK

Genom virus PMK memiliki panjang sekitar 8,4 kb nukleotida yang berisi *open reading frame* (ORF) tunggal sepanjang 7,7 kb. ORF tunggal ini menyandi 4 *structural protein* (SP) dan 8 *non structural protein* (NSP). *Structural protein* virus PMK terdiri dari *Viral Protein* (VP), yaitu VP-1, VP-2, VP-3, dan VP-4 dan menyusun kapsid virus yang berbentuk ikosahedral, sedangkan NSP lainnya terutama terlibat dalam replikasi virus dan proses patogenesis (Mason *et al.*, 2003). VP-1 merupakan protein yang paling banyak ditemukan dan merupakan protein penting pada virus PMK. Protein ini terletak di sekitar sumbu lipat lima ikosahedral dan bertanggung jawab atas variasi virus (Domingo *et al.*, 2022). Beberapa NSP bersifat antagonis dengan respon antivirus dari sel hospes dengan memodulasi kekebalan (Rodriguez and Saiz, 2017). Protein VP-1, sebagai komponen imunogenik utama partikel virus PMK, juga diketahui memainkan peran tambahan dalam mengatur respon hospes (Li *et al.*, 2013).

Protein kapsid virus PMK berbentuk ikosahedral yang terdiri dari 60 kopi masing masing *viral protein* (VP). Protein VP-0, VP-1 dan VP-3 disusun dalam dua belas protein pentamer. Proses *cleavage* pada proses pematangan (maturasi) akhir protein VP-0 terbentuk dengan adanya RNA virus dan menghasilkan protein VP-4 (residu N-terminal 85 dari VP-0) dan protein VP-2. Protein VP-1, VP-2 dan VP-3 berada di permukaan kapsid secara terbuka, masing-masing mengadopsi konformasi 8-untai  $\beta$ -barrel dengan perpanjangan N dan C-terminal. Protein VP-1 mengelilingi sumbu simetri 5 kali lipat, sedangkan protein VP-2 dan VP-3 secara bergantian berada di sekitar

sumbu ikosahedral sebanyak 3 kali lipatan (Acharya, 1989; Lea, 1994, Jackson, 2003). Protein VP-4 berada di internal kapsid dengan memiliki struktur dan posisi bervariasi diantara *picornavirus* yang berbeda (Chow, 1987). Protein kapsid virus PMK sangat sensitif terhadap pH rendah dan suhu tinggi, sehingga struktur virus dapat rusak dalam kondisi tersebut (Doel and Baccharini, 1981).

### **Replikasi virus PMK pada sel hospes**

Virus PMK yang berhasil masuk ke dalam endosom, akan menyebabkan penurunan tingkat keasaman-basaan (pH), yang semula 6,0 - 6,5 menjadi 5,5 - 6,0. Hal ini akan menyebabkan perubahan kimiawi dan pelepasan genom virus, sehingga akan ditranslokasikan ke dalam sitoplasma melalui membran endosom (Gutiérrez and Lopez., 2010). *Genomic RNA* (gRNA) dengan polaritas positif bertindak sebagai *messenger RNA* (mRNA) yang akan ditranslasikan secara intrinsik. Area pada ujung 5' ekstrem memiliki protein yang disebut protein virus terkait genom (gVP) diikuti oleh area UTR 5' (panjang sekitar 834 nukleotida) yang memiliki area yang kaya akan *Cytosine (poli-C)* dan pengikatan situs masuk ribosom internal (IRES) langsung ke ribosom, diikuti oleh *open reading frame* (ORF) tunggal. Area pada ujung UTR 3' terletak di antara *stop kodon* dan ekor *poli-Adenine (poli-A)* dengan panjang bervariasi. Satu molekul RNA cukup untuk menginisiasi infeksi, menunjukkan bahwa molekul RNA tersebut dapat berfungsi sebagai cetakan (*template*) untuk proses translasi sehingga enzim *Polimerase* dapat diproduksi bersamaan dengan replikasi RNA (Smitsaart *et al.*, 1990; Liu *et al.*, 2015; Gao *et al.*, 2016).

Translasi RNA dapat dimulai dalam 2 kodon AUG yang terletak di terminal amino L proteinase (L-pro). Proses translasi ini menghasilkan 12 protein, yang terdiri dari: 4 *structural protein* yang membentuk kapsid virus dan 8 *nonstructural protein* yang diperlukan untuk replikasi virus PMK dan menghambat beberapa fungsi sel hospes (Taboga *et al.*, 2000; Grubman *et al.*, 2008; Agudo *et al.*, 2009).

Pembelahan proteolitik terjadi selama pemrosesan poliprotein virus, dimana prekursor protein determinan dilepaskan, yaitu L proteinase (L-pro) dan tiga polipeptida, yaitu P-1, P-2 dan P-3 (Gullberg *et al.*, 2017). Polipeptida P-1 menyandi *structural protein* VP-1, VP-2, VP-3 dan VP-4 yang tersusun sebagai kapsid virus, sedangkan P-2 menyandi 3 *nonstructural protein*, yaitu 2-A, 2-B, dan 2-C (Xie *et al.*, 2016; Gullberg *et al.*, 2017). Polipeptida P-3 menyandi 4 *nonstructural protein*, yaitu 3-A, 3-B, 3-C dan 3-D. Polipeptida P-3A merupakan membran yang terkait dengan replikasi kompleks, fungsinya terkait proses replikasi genom virus yang belum dijelaskan. Polipeptida P-3B berikatan dengan genom virus dan disebut VPg. Polipeptida P-3Cpro adalah enzim protease virus yang bertanggung jawab untuk memodifikasi protein virus post-translasi dan P-3Dpol berfungsi sebagai *RNA polimerase dependen-RNA* yang bertanggung jawab untuk proses replikasi RNA virus (Segundo *et al.*, 2016).

Replikasi virus PMK merupakan proses yang berjalan cepat dan efisien. Kondensasi kromatin dapat diamati pada sel hospes satu jam *post-infection* (pi), proliferasi membran dalam sel yang terinfeksi terjadi tiga jam pasca infeksi, diikuti dengan proses lisisnya sel hospes dan terbentuknya *progeny* virus baru setelah enam jam *post-infection* (Ruiz-Sáenz *et al.*, 2009; Patch *et al.*, 2014). Replikasi virus pertama terjadi setelah infeksi alami, terutama di sel orofaringeal, menyebabkan beberapa bentukan vesikel/lepuh yang disebut sariawan primer yang biasanya tidak diketahui (Briones *et al.*, 2001; Alexandersen *et al.*, 2003). Proses masuknya virus PMK ke dalam sel hospes memerlukan tempat menetap dan/atau tempat menyebarkan diri. Virus PMK memiliki tropisme pada sel epitel untuk bereplikasi dengan cepat dari titik masuk yang sama, (Segundo *et al.*, 2003).

Virus masuk ke aliran darah setelah replikasi pertama dan berkembang menjadi fase viremia yang ditandai dengan demam dan rasa sakit secara umum. Virus PMK kemudian mengalami



replikasi kedua pada sel retikuloendotelial dan parenkim organ target (hati, limpa, sumsum tulang, dan otot lurik) selama periode ini. Virus kembali ke sel epitel di mulut, kuku, dan kelenjar susu, mencari dengan munculnya vesikel sekunder. Mekanisme perpindahan partikel virus dari darah ke area epitel yang tidak terovaskularisasi belum banyak dijelaskan, kemungkinan hal ini terkait dengan migrasi makrofag yang terinfeksi atau migrasi jumlah partikel infeksius ke jaringan hospes (Arzt *et al.*, 2011; Arzt *et al.*, 2014; Robinson *et al.*, 2016).

### **Patogenesis virus PMK**

Proses infeksi virus PMK dimulai dari masuknya virus PMK ke dalam sel hospes, replikasi genom virus, peningkatan konsentrasi virus, proses masuk dan penyebaran virus ke dalam jaringan atau organ target, infeksi dan perkembangan virus yang merusak sel dan organ target, proses eliminasi, kontaminasi dan penyebaran virus ke lingkungan. Virus kemudian bertahan di lingkungan dan dapat menular ke hospes yang baru melalui siklus patogenesis virus baru (Finlay and Mc Fadde, 2006).

Replikasi terjadi ketika virus PMK kontak dengan membran sel hospes, virus akan berikatan dengan sisi reseptor pada sel hospes dan memicu pelipatan membran sel. Ketika virus PMK sudah berada di dalam sel hospes, kapsid virus akan larut dan RNA akan ditranslasi menjadi protein-protein virus di dalam organela sel, yaitu ribosom dengan menggunakan mekanisme Cap-independen yang diinduksi oleh elemen situs masuk ribosom internal. Sintesis protein virus termasuk proses *cleavage* protein 2-A terjadi selama proses translasi, termasuk enzim protease yang menghambat sintesis protein pada sel normal dan protein lain yang berinteraksi dengan berbagai komponen sel hospes. Sel yang terinfeksi akhirnya menghasilkan RNA virus dan protein kapsid dalam jumlah besar, yang kemudian dirakit untuk membentuk *progeny* virus baru. Setelah perakitan protein virus, sel inang mengalami lisis dan melepaskan *progeny* virus baru (Martinez-Salas *et al.*, 2008).

### **Infeksi virus PMK pada ruminansia**

Secara umum jalur masuknya virus PMK ke dalam tubuh hewan ruminansia melalui udara (*air borne*) atau secara aerosol, dimana saluran pernafasan menjadi jalur utama infeksi virus PMK. Ketika virus masuk secara aerosol, indek infektifitas tertinggi terjadi pada aerosol yang berasal dari susu dan faeses (Barlow, 2016). Virus PMK juga dapat masuk melalui rongga mulut secara mekanis setelah adanya kontak langsung dengan selaput lendir dari hidung atau saliva ketika ternak menjilati peralatan kandang yang sudah tercemar, misalnya tempat pakan dan tempat minum. Jalur masuk virus PMK melalui kulit dapat terjadi karena adanya kelukaan, misalnya kelukaan pada daerah interdigital, meskipun sebenarnya kulit memiliki sistem pertahanan yang aktif dengan kondisi keasaman pada kulit yang dilengkapi asam lemak antibakterial dan flora normal di dalamnya, membuat kulit mampu bertahan dari infeksi agen patogen (Madero, 2007).

Mekanisme penularan virus PMK melalui jalur aerosol pada saluran pernafasan pada tiap-tiap ternak berbeda-beda. Babi memiliki daya tahan yang lebih baik terhadap infeksi PMK secara aerosol dibandingkan sapi dan domba, namun babi lebih rentan terhadap infeksi virus PMK melalui oral. Sapi dapat terinfeksi oleh sekitar 5 - 10 partikel virus PMK, sedangkan domba memerlukan sekitar 15 - 20 partikel virus, sementara pada babi diperlukan jumlah partikel virus yang lebih banyak lagi untuk dapat terinfeksi secara aerosol melalui rute pernafasan (Briones *et al.*, 2001). Volume penyebaran partikel virus PMK pada babi dilaporkan lebih besar, sehingga dapat menyebarkan  $10^8$  partikel virus, atau sebanding dengan 3000 kali lebih banyak partikel virus PMK

jika dibandingkan dengan sapi dan domba selama periode waktu yang sama (Alexandersen *et al.*, 2002a; Alexandersen *et al.*, 2002b).

### **Protein reseptor virus PMK**

Virus PMK masuk ke dalam sel melalui reseptor sebagai mediator untuk proses endositosis, yang dimulai dari proses interaksi antara protein virus yang berikatan dengan protein reseptor pada permukaan sel hospes (Ruiz-Saenz *et al.*, 2009). Virus PMK dapat menggunakan empat macam protein Integrin ( $\alpha\beta 1$ ,  $\alpha\beta 3$ ,  $\alpha\beta 6$ , dan  $\alpha\beta 8$ ) sebagai mediator infeksi virus (Wang *et al.*, 2015). Integrins  $\alpha 5\beta$  dan  $\alpha\beta 5$  juga terlibat dalam kerentanan sel terhadap infeksi virus PMK (Ruiz-Saenz *et al.*, 2009). Peran integrin  $\alpha\beta 6$  sebagai reseptor sel menunjukkan bahwa ekspresi integrin ini terbatas pada sel epitel (sebagai target infeksi virus PMK) yang terletak di epitel saluran pernapasan bagian atas, rongga mulut, saluran pencernaan, dan/atau pita koronaria pada kuku kaki. Virus PMK diekspresikan pada level yang tinggi pada sel epitel saluran pernafasan pada domba dan sapi, sekaligus sebagai tempat utama untuk proses replikasi virus (O'Donnell *et al.*, 2009; Ruiz-Sáenz *et al.*, 2009).

Wang *et al.* (2015) melaporkan bahwa virus PMK dapat juga menggunakan *heparan sulphate* (HS) sebagai protein reseptor secara *in vitro*. Protein reseptor HS ini merupakan *co-receptor* yang mencari pada virus PMK serotipe O. Penelitian-penelitian berikut ini melaporkan bahwa virus PMK serotipe A, C, Asia-1, and SAT-1 juga dapat berikatan dengan protein reseptor HS untuk memfasilitasi masuknya virus ke dalam sel, meskipun peptida dan/atau residunya yang berinteraksi dengan protein reseptor HS terletak di berbagai bagian protein kapsid VP-1 atau VP-3 (Jackson *et al.*, 1996; Fry *et al.*, 1999; Baranowski *et al.*, 2000).

Protein Integrin meningkat ke dalam sel membran, virus PMK menginfeksi sel target melalui endositosis yang dimediasi *clathrin* dan dimobilisasi melalui endosom awal. Jika pengikatan terjadi melalui protein reseptor HS, virus PMK akan memasuki sel melalui proses endositosis yang dimediasi *caveolin*, diikuti oleh penggunaan endosom awal. Proses endositosis yang dimediasi *caveolin* berkembang lebih lambat daripada endositosis yang umumnya dimediasi *clathrin* (Fry *et al.*, 1999; Baranowski *et al.*, 2000; Han *et al.*, 2014).

*Bapak dan Ibu hadirin yang kami muliakan*

### **Situasi terkini wabah PMK dan dampak ekonomi**

PMK merupakan penyakit hewan lintas batas yang penting karena memiliki dampak ekonomi yang signifikan dan bersifat sangat menular. Penyakit ini juga mempunyai rentang spesies inang yang luas, dosis infeksius virus yang rendah, kemampuan virus bertahan di lingkungan, dan ekskresi virus oleh hewan yang sudah terinfeksi sebelum munculnya gejala klinis merupakan beberapa faktor yang menyebabkan PMK mempunyai tingkat penyebaran yang cepat dan luas. PMK menimbulkan kerugian ekonomi secara langsung berupa kematian ternak, berkurangnya produksi susu dan daging serta dapat menurunkan tingkat pertumbuhan ternak (Bayissa *et al.*, 2011).

Wabah PMK juga memengaruhi perekonomian secara tidak langsung karena pengendalian penyakit juga memerlukan biaya yang tinggi. PMK mudah menyebar, sehingga suatu negara yang dinyatakan tertular PMK akan mengalami hambatan dalam perdagangan internasional, terutama dalam perdagangan hewan dan produk hewan yang dapat membawa virus PMK. Wabah PMK juga memengaruhi kondisi sosio-ekonomi orang-orang yang terdampak oleh pembatasan lalu lintas hewan dan produk hewan. Ketika PMK mewabah di Britania Raya pada tahun 2001, sekitar 6,2 juta ternak dipotong untuk mencegah penularan virus. Wabah PMK di Jepang pada 2010 mengakibatkan 290 ribu ternak terpaksa dipotong, sementara itu pada kasus PMK di Korea Selatan

sebanyak 3,47 juta ternak dipotong selama kurun waktu 2010 hingga 2011. Sebuah studi yang diterbitkan pada tahun 2013 menyatakan bahwa secara global, kerugian ekonomi akibat penurunan produksi dan biaya vaksinasi PMK yaitu sebesar 6,5 hingga 21 miliar dolar setiap tahun (Knight-Jones and Rushton 2013).

Dampak ekonominya dapat dibagi menjadi dua, yaitu dampak langsung dan tidak langsung. Dampak langsung meliputi melambatnya pertumbuhan ternak, penurunan produksi susu, permasalahan terkait kesuburan, kematian pada ternak ruminansia muda. Sedangkan dampak tidak langsung meliputi: biaya tambahan untuk vaksinasi dan pengendalian lalu lintas ternak (Paton *et al.*, 2018; Chang *et al.*, 2013).

Wabah PMK menyebabkan kerugian ekonomi yang tinggi terkait dengan pelarangan perdagangan ekspor dan tingginya angka morbiditas. Di negara maju dengan pendapatan perkapita yang tinggi tinggi, dilakukan eradikasi massal pada ternak ruminansia yang terinfeksi virus PMK, namun hal ini tidak dapat dilakukan di negara berkembang dengan pendapatan perkapita kecil dan menengah (Robinson *et al.*, 2011). Meskipun angka mortalitas PMK tergolong rendah tetapi menimbulkan penurunan produksi yang signifikan dan menimbulkan kerugian ekonomi yang sangat besar (Di Nardo *et al.*, 2011). Beberapa studi telah dilakukan untuk menghitung dan mengetahui dampak dari PMK (Lyons *et al.*, 2015; Duchatel, 2019). Penelitian tersebut melaporkan bahwa dengan masuknya virus PMK ke suatu negara yang bebas PMK menimbulkan dampak ekonomi parah secara nasional (Sissay *et al.*, 2017).

Beberapa negara bahkan beranggapan bahwa penyakit PMK masuk dalam kategori bioterorisme dan menimbulkan kerugian ekonomi yang sangat signifikan di negara yang pada awalnya bebas PMK (Farsang *et al.*, 2013; Knight-Jones *et al.*, 2016). Di sebagian besar Africa, PMK menjadi penyakit enzootika dan beberapa negara lainnya melakukan program ketat untuk menangani penyakit tersebut (Vosloo *et al.*, 2002; Sahle *et al.*, 2004; Naranjo and Cosivi, 2013). Kerugian ekonomi akibat Wabah PMK di Indonesia diperkirakan sebanyak Rp. 9,9 triliun, karena virus PMK dapat menyerang hampir semua hewan berkuku belah atau *cloven hoof*, 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 (Adjid, 2020).

*Bapak dan Ibu hadirin yang kami muliakan*

### **Pencegahan, pengendalian dan penanganan wabah PMK di Indonesia**

Pencegahan penyakit PMK pada zona bebas dapat dilakukan berbagai upaya, yaitu 1) perlindungan dengan membatasi gerakan hewan ternak, pengawasan lalu lintas dan pelaksanaan surveilans, 2) pemotongan pada hewan ternak terinfeksi, ternak yang baru sembuh, dan ternak-ternak yang kemungkinan kontak dengan agen PMK, 3) melakukan biosekuriti yang ketat dan desinfeksi asset serta semua material yang terinfeksi (perlengkapan kandang, mobil, baju, dll.), 4) pemusnahan bangkai, sampah, dan semua produk hewan pada area yang terinfeksi, dan 5) tindakan karantina (Kardaya dan Rahmi, 2022).

Pada daerah tertular PMK, tindakan pencegahan dapat dilakukan dengan cara: 1) melakukan vaksinasi menggunakan vaksin virus aktif untuk memberikan kekebalan yang cukup selama 6 bulan kedepan setelah dua kali pemberian vaksin, sebagian tergantung pada antigen yang berhubungan antara vaksin dan *strain* virus yang sedang mewabah, 2) meningkatkan pengawasan lalu lintas ternak di wilayah darat dan laut, dan 3) pelarangan pemasukan ternak dari daerah tertular (Kardaya dan Rahmi, 2022).

Pengobatan dan pengendalian penyakit PMK dapat dilakukan melalui kegiatan: 1) pemotongan dan pembuangan jaringan tubuh hewan yang terinfeksi, 2) pada kaki yang terinfeksi

dilakukan terapi dengan antibiotika *chloramphenicol* atau larutan *cuprisulfate* 5% 3) dilakukan injeksi secara intravena (IV) dengan preparat *sulfadimidine* yang efektif terhadap virus PMK, 4) selama dilakukan pengobatan, hewan yang terserang penyakit harus dipisahkan dari hewan yang sehat (dikandang karantina terpisah dari kandang hewan sehat), 5) pada ternak yang tidak terinfeksi harus ditempatkan pada lokasi yang kering dan dibiarkan bebas berjalan-jalan serta diberi pakan cukup untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuhnya, 6) pada kaki hewan ternak yang sehat diolesi larutan *cuprisulfate* 5% setiap hari selama satu minggu, setelah itu terapi dilakukan seminggu sekali sebagai cara yang efektif untuk pencegahan PMK pada ternak sapi (Amiruddin *et al.*, 2022).

Kebijakan umum yang diterapkan saat terjadi wabah adalah dengan menghentikan sementara lalu lintas hewan hidup (keluar dan masuk daerah wabah) dan pengendalian ketat produk hewan (berbasis risiko). Tujuannya adalah agar virus tidak menyebar ke daerah lain melalui lalu lintas ternak dan produk hewan yang berisiko tinggi. Selain itu, dengan cara mengisolasi hewan yang terinfeksi dan pemberian terapi suportif, vaksinasi dan peningkatan biosekuriti. Biosekuriti ini mencakup biosekuriti barang, kandang, karyawan peternakan, tamu kunjungan, kendaraan, dan ternak (Zali *et al.*, 2022).

Dampak yang ditimbulkan oleh adanya PMK di masyarakat adalah munculnya kepanikan dan kekhawatiran mengkonsumsi hewan. Kekhawatiran masyarakat dalam mengkonsumsi daging dan susu akan berimbas pada penurunan kebutuhan (*demand*) terhadap daging dan susu, yang tentunya akan merugikan peternak dan usaha peternakan. Ancaman jangka Panjang ke depan dari wabah PMK di dalam negeri adalah keterbatasan, bahkan penurunan ketersediaan pasokan (*supply*) hewan hidup dan produk asal hewan (daging dan susu). Dampak global adalah penghentian sementara impor komoditas peternakan yang berasal dari negara wabah, karena negara tujuan ekspor yang bebas PMK akan menolak pemasukan produk peternakan dari daerah wabah, bahkan dapat lebih parah lagi jika terjadi penghentian impor jenis komoditas pertanian lainnya oleh negara bebas PMK (Sutanto, 2022).

### **Kewaspadaan terhadap wabah PMK**

Sampai saat ini PMK masih merupakan penyakit yang paling penting pada hewan berkuku belah, seperti sapi, kerbau, babi, domba, kambing, dan sekitar 70 spesies satwa liar (Jamal and Belsham, 2013). Hampir sebagian besar negara-negara maju berhasil memberantas penyakit ini, terutama di negara-negara yang memiliki industri sapi potong yang signifikan dengan potensi ekspor. Namun demikian serangan PMK ini ke negara-negara yang bebas PMK dapat terjadi dan menyebabkan kerugian ekonomi yang luar biasa besarnya (Yeoman *et al.*, 2005).

Kejadian berulang adalah fakta nyata tentang wabah PMK, hal ini disebabkan oleh adanya beragam strain (*multiple strain*) dan perbedaan alamiah dari setiap kejadian wabah (Yeoman *et al.*, 2005). Sampai akhir tahun 1990-an, negara negara di Asia Timur, seperti Taiwan, Jepang dan Korea Selatan sebenarnya sudah dianggap bebas PMK selama beberapa dekade, namun wabah PMK dilaporkan tetap kembali terjadi (Sakamoto and Yoshida 2002).

### **Penutup**

Pemerintah Indonesia telah berupaya menekan secara maksimal penyebaran PMK di seluruh wilayah di Indonesia. Upaya tersebut dilakukan dengan menerapkan 5 strategi utama dengan kebijakan yang bersifat multilevel, dengan tujuan untuk membatasi penyebaran virus PMK dan

melindungi perbatasan antar wilayah di Kabupaten dan Kota pada wilayah terinfeksi PMK di dalam negeri, maupun wilayah perbatasan dengan negara tetangga (Muhari, 2022).

Adapun lima strategi utama yang diterapkan adalah, pertama penerapan biosekuriti yang ketat, yang merupakan pertahanan pertama dalam penanganan PMK. Upaya ini dilakukan dengan tindakan desinfeksi atau dekontaminasi hewan, area, peralatan, dan manusia di, dari dan keluar lokasi peternakan, serta pengawasan akses pada kawasan rawan PMK. Langkah kedua adalah pengobatan bagi hewan ternak ruminansia yang telah terinfeksi PMK dan menimbulkan gejala-gejala klinis yang nyata. Pada proses pemulihan menggunakan obat-obatan dan vitamin untuk mengobati gejala klinis yang muncul, serta meningkatkan kekebalan, stamina dan kondisi tubuh ternak ruminansia yang terinfeksi. Langkah ketiga adalah pengujian rutin sampel lapangan di laboratorium untuk mengkonfirmasi agen penyebab PMK. Langkah ini memerlukan alat deteksi dan uji secara molekuler menggunakan metode RT-PCR. Strategi keempat adalah dengan melakukan vaksinasi masal terhadap hewan ternak yang masih sehat. Upaya ini dilakukan untuk pencegahan infeksi virus PMK melalui upaya memberi kekebalan humoral pada ternak ruminansia yang peka. Tindakan vaksinasi diprioritaskan untuk ternak ruminansia yang sehat dalam zona merah dan zona kuning. Pada wilayah zona hijau, diberlakukan strategi *biosecurity* agar kawasan tersebut dapat dipertahankan bebas PMK tanpa tindakan vaksinasi. Langkah kelima adalah melakukan pemotongan bersyarat pada ternak ruminansia yang telah terpapar virus PMK. Tindakan pemotongan ini dilakukan sesuai persyaratan penanganan PMK dengan tujuan untuk mencegah meluasnya penyebaran PMK ke wilayah lain yang bebas atau morbiditasnya masih rendah (Muhari, 2022).

*Bapak dan Ibu hadirin yang kami muliakan*

### **Ucapan Terimakasih**

Sampailah kita pada penghujung akhir dari pidato pengukuhan ini, pada bagian akhir pidato ini perkenalkanlah kami untuk menyampaikan ucapan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah berjasa dalam membantu, mendukung, mendoakan dan mendampingi selama ini. Tentu saja banyak sekali berbagai pihak yang telah berkontribusi kepada kami dalam meniti karier sampai saat ini, sehingga sulit bagi kami untuk dapat menyebutkan satu persatu, oleh karena itu kami mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila ada yang terlewat dan tidak disebutkan tanpa sengaja.

Ucapan terimakasih yang pertama kami sampaikan kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, bapak Nadiem Anwar Makarim, BA., MBA., atas penetapan saya sebagai Guru Besar Tetap di Fakultas Kedokteran Hewan, UGM per 1 November 2019. Kepada Prof. Ir. Panut Mulyono, M.Eng, Ph.D., IPU., ASEAN Eng, Rektor UGM Periode 2016-2021 dan Prof. dr. Ova Emilia, M.Med.Ed., Sp.OG(K)., Ph.D. Rektor UGM periode 2022-2027 dan para Wakil Rektor, Direktur SDM dan segenap jajarannya, Ketua dan Anggota Majelis Wali Amanah, Ketua dan Anggota Senat Akademik UGM, Ketua dan Anggota Dewan Guru Besar UGM, Ketua dan Anggota Senat Fakultas Kedokteran Hewan UGM, Prof. Dr. drh. Siti Isrina Oktavia Salasia dekan FKH-UGM periode 2016-2021, Prof. drh. Teguh Budipitojo, MP., Ph.D. dekan FKH-UGM Periode 2021-2026 dan para Wakil Dekan, serta ketua Departemen Biokimia FKH-UGM.

Ucapan terimakasih dan rasa hormat kami sampaikan kepada bapak dan ibu guru di SDN Baciro II, bapak dan ibu Guru di SMPN 8 Yogyakarta beserta teman-teman Alumni Guweg'86, bapak dan ibu Guru SMAN 8 Yogyakarta beserta teman-teman Alumni Delayota'89. Para guru yang telah mendidik saya di sekolah dasar dan menengah dengan tulus dan ikhlas, dan kepada teman-teman sekolah atas kebersamaan kekompakan selama menempuh pendidikan dasar dan

menengah. Semoga Allah SWT membalas amal, budi baik, jerih payah dan ketulusan mereka semua. Rasa terimakasih juga kami sampaikan kepada para sahabat dan kolega Dokter Hewan satu angkatan Gamavet '89 FKH-UGM (drh. Sugiyono, drh. Suyud, drh. Zahrul Anam, drh. Joko Suseno, drh. Joko Suranto, drh. Aris Sudiana, drh. Ika Tidar, drh. Imung, drh. Sri Mulyani, drh. Imam Budi dan lain-lain) atas segala dukungan, kebersamaan dan kekompakan selama ini. Juga kepada teman-teman Alumni Voli Gadjah Mada (Avogama) atas dukungan, kerjasama dan kebersamaannya selama ini.

Perkenankan kami mengucapkan rasa hormat dan terimakasih kepada Drs. Harsojo (alm) selaku dosen pembimbing akademik dan Prof. drh. Bambang Hariono, Ph.D. (alm) selaku dosen pembimbing Skripsi di FKH-UGM. Ucapan rasa hormat dan terimakasih kasih juga kami sampaikan kepada Prof. dr. Sofia Mubarika, M.Med.Sc., Ph.D. dan Prof. Dr. Soekarti Moeljopawiro, M.App.Sc., sebagai dosen pembimbing Thesis Magister, beserta para dosen dan tenaga kependidikan di Prodi Bioteknologi, Sekolah Pascasarjana UGM, Yogyakarta.

Rasa terimakasih juga kami sampaikan kepada drh. Djoko Pranowo M.Sc. sebagai dekan pada saat itu, yang telah menerima dan membimbing kami sebagai dosen di Departemen Biokimia FKH-UGM. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada Prof. Dr. drh. Wayan Tunas Artama yang telah banyak membimbing dalam meniti karier sebagai dosen dan memberi jalan untuk mendapatkan *Stipendium* dari DAAD untuk menempuh studi program Doktorat di Jerman. Salam hormat dan terimakasih juga kami sampaikan kepada bapak ibu dosen dan tenaga kependidikan di Departemen Biokimia FKH-UGM, yaitu Prof. Dr. drh. Rini Widayanti, MP., Dr. drh. Trini Susmiati, MP., Dr. drh. Aris Purwantoro, M.Si., drh. Medania Purwaningrum, M.Sc., Ph.D., mbak Eli Supriyani, mas Supangat, mas Wendro Nurhadi atas kebersamaannya dan kekompakannya selama ini. Ucapan terimakasih juga kami ucapkan kepada Prof. Dr. Dra. Sunarti, M.Kes. selaku Ketua Perhimpunan Biokimia dan Biologi Molekuler (PBBMI) Cabang Yogyakarta periode 2019-2024 beserta para pengurus dan seluruh anggota. Kami mengucapkan terimakasih kepada Dr. drh. Muhammad Munawaroh, MM. selaku ketua Pengurus Besar-Perhimpunan Dokter Hewan Indonesia (PB-PDHI) beserta para pengurus, dan kepada Dr. drh. Teuku Sahir Syahali, M. Ak. selaku ketua umum Gamavet (Alumni FKH-UGM) beserta para pengurus, serta kepada drh. Aniq Syihabuddin selaku ketua PDHI Cabang Yogyakarta beserta para pengurus atas kerjasama dan kebersamaannya selama ini.

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada *Deutsche Akademische Austauschdienst* (DAAD) yang telah memberikan *Stipendium* periode 2001-2005 kepada kami untuk menyelesaikan studi doktoral di Fachbereich Veterinärmedizin, Justus-Liebig-Universität (JLU), Giessen, Jerman dibawah bimbingan Prof. Dr. Michael Kann, MD dan Prof. Dr. Jürgen Heinz-Thiel sebagai *Doktorvater* saya, ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Prof. Dr. Wolfram Hubert Gerlich selaku Kepala Institut, juga kepada semua *Wissenschaftliche Kollege und Kolleginen* di JLU-Giessen Prof. Dr. Christoph Lämmler, Prof. Dr. Christian Bauer, Prof. Dr. Sentot Santoso, Prof. Dr. Stephan Immenschuh, Prof. Dr. Dieter Glebe, Dr. Andre Schmiz, Dr. Birgit Rabe, Katja Schmidt, Dip. Biol und laboran kami Siggie Bröhle dan Ulrike Wend, juga kepada Dekan *Fachbereich Veterinärmedizin* pada saat itu, Prof. Dr. Manfred Reinacher, DVM.

Kami mendedikasikan jabatan Guru besar ini kepada kedua orang tua kami, bapak AKBP (Purn) Suwarso Dwidjosasmito dan ibunda tercinta almarhumah Suwarsi, juga kepada Bapak dan ibu mertua Ir. H. Koekoeh Soesanto Dewobroto (alm) dan Hj. Sri Wahyu Widati (almh). Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada adik-adikku Ari Damayanti, Hermoyo Widyantoro, Himawan Setiaji, Aditya Riyadi Wirawan atas kebersamaan dan dukungan selama ini. Kepada

kakak ipar saya Nur Anggriana, alm. Revo Anggoro dan kepada adik ipar saya Indira Asteriana dan Rahendra Kuseribowo.

Terimakasih yang tidak terhingga saya sampaikan kepada istri, belahan hati tercinta Dr.biol.hom. Nastiti Wijayanti, S.Si., M.Si. yang selalu setia mensupport dan menyemangati dalam situasi apapun, dalam suasana suka dan duka, juga kepada anakku semata wayang, yang lahir dan menjadi kado terindah di ulang tahun pernikahan kami yang ke-10, Naura Naristaputri Haryanto, semoga kelak kau menjadi anak yang sholekah yang berbakti pada orang tua, nusa, bangsa, agama dan negara.

Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada seluruh panitia Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar UGM ini yang diketuai oleh drh. Medania Purwaningrum, M.Sc., Ph.D. atas dukungan dan kinerjanya sehingga acara pengukuhan ini dapat berjalan dengan baik dan lancar. Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Prof. drh. Teguh Budipitojo, MP., Ph.D dan Prof. Dr. drh. Siti Isrina Oktavia Salasia atas waktu dan upayanya untuk mereview draft naskah pidato pengukuhan Guru Besar ini.

Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada kita dan senantiasa mengampuni semua kesalahan, kekhilafan dan dosa kita, serta menjadikan kita sebagai manusia yang selalu bersyukur atas segala nikmat dan karunianya yang dilimpahkan kepada kita. Kami selalu berharap bahwa kampus UGM dan khususnya Fakultas Kedokteran Hewan menjadi kampus yang unggul dan terpercaya dengan mengakar kuat, menjulang tinggi dalam memajukan dunia pendidikan di negara Republik Indonesia tercinta.

*Akhirul kata Wabillahi Taufik Wal Hidayah, Wassalamualaikum warrahmatullahi wabarakatuh*

## DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, R., Fry, E., Stuart, D., Fox, G., Rowlands, D. and Brown, F. 1989. The three-dimensional structure of foot-and-mouth disease virus at 2.9 Å resolution. *Nature*. 337: 709–716. DOI 10.1038/337709a0.
- Adjid, R. 2020. Penyakit Mulut dan Kuku: Penyakit hewan eksotik yang harus diwaspadai masuknya ke Indonesia. *WARTAZOA*. 30(2): 61-70.
- Admassu, 2015. Review on foot and mouth disease: Distribution and economic significance. *Academic Journal of Animal Disease* 4: 160 - 169.
- Alexandersen, S., Zhang, Z., Reid, S. M., Hutchings, G. H. and Donaldson, A. I. 2002a. Quantities of infectious virus and viral RNA recovered from sheep and cattle experimentally infected with foot-and-mouth disease virus O UK 2001. *J. Gen. Virol.* 83, 1915–1923.
- Alexandersen, S., Zhang, Z., Donaldson, A.I. and Garland, A.J.M. 2023. The pathogenesis and diagnosis of Foot-and-Mouth Disease. *Journal of Comparative Pathology*. Vol. 129(1): 1-36.
- Alexandersen, S., Brotherhood, I., Donaldson, A.I. 2002b. Natural aerosol transmission of foot-and-mouth disease virus to pigs: Minimal infectious dose for strain O 1 Lausanne. *Epidemiol. Infect.* 128, 301–312.
- Agudo Torres, R. 2009. Caracterización de las Proteínas del Virus de la fiebre aftosa implicadas en respuesta a mutagénesis letal por análogos de nucleótido. Ph.D. Thesis, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain.
- Amiruddin, Mujiburrahman dan Amalia, R. 2022. Penyuluhan penyakit mulut dan kuku pada ternak di UD. HM Jaya Pangkalan Bun Kalimantan Tengah. Semnas Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ. E-ISSN: 2714-6286.
- Anonim. 2014. Pemerintah Republik Indonesia, Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2009 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan, Lembaran Negara RI Tahun 2014 Nomor 338, Tambahan Lembaran Negara RI Nomor 5619, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Anonim, 2022. Outlook komoditas daging sapi dan kerbau. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, Republik Indonesia.
- Arzt, J., Juleff, N., Zhang, Z., Rodriguez, L.L. 2011. The pathogenesis of foot-and-mouth disease I: Viral pathways in cattle. *Transbound. Emerg. Dis.* 58, 291–304.
- Arzt, J., Pacheco, J.M., Smoliga, G., Tucker, M.T., Bishop, E., Pauszek, S., Hartwig, E., Santos, T.D.L., Rodriguez, L.L. 2014. Foot-and-mouth disease virus virulence in cattle



- is co-determined by viral replication dynamics and route of infection. *Virology*; 452–453, 12–22.
- Azeem, A., Rashid, I., Hassan, M.M., Asad, M., Kaukab, G., Tehseen A. and Aamir, S. 2020. A review on foot and mouth disease in dairy animals, etiology, pathogenesis and clinical findings. *Pure Applied Biology*. 9(1): 821-832.
- Baranowski, E., Ruiz-jarabo, C.M., Sevilla, N., Andreu, D., Beck, E., Domingo, E. 2000. Cell recognition by foot-and-mouth disease virus that lacks the RGD Integrin-binding motif: Flexibility in Aphthovirus receptor usage. *J. Virol*: 74, 1641–1647.
- Barlow, D.F. 2016. The aerosol stability of a strain of Foot-and-Mouth disease virus and the effects on stability of recirculation with Ammonium sulphate, Methanol or Polyethylene glycol. *J. Gen. Virol*: 15, 17–24.
- Bayissa, B., Ayelet, G., Kyule, M., Jibril, Y. and Gelaye, E. 2011. Study on seroprevalence, risk factors, and economic impact of foot-and-mouth disease in Borena pastoral and agro-pastoral system, southern Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*. 43 (4): 759–766. [doi:10.1007/s11250-010-9728-6](https://doi.org/10.1007/s11250-010-9728-6).
- Briones, V. 2001. Algunas características del virus de la fiebre aftosa. *Mundo Veterinary*., 133. 72–74.
- Burrows, R., Mann, J. A., Garland, A. J., Greig, A. and Goodridge, D. 1981: The pathogenesis of natural and simulated natural foot-and-mouth disease infection in cattle. *J. Comp. Pathol*. 91, 599–609
- Carrillo, C., Tulman, E.R., Delhon, G., Lu, Z., Carreno, A., Vagnozzi, A., Kutish, G.F., and Rock, D.I. 2005. Comparative genomics of foot-and-mouth disease virus. *Journal of Virology*. 79(10): 6487-6504. doi: 10.1128/JVI.79.10.6487-6504.2005.
- Chang, H., Ma. Y., Lin, T., Cong, G., Du, J. and Ma, J. 2013. Foot-and-mouth disease virus carrier status in Bos grunniens yaks. *Virol J* 10(1): 81.
- Chow, M., Newman, J.F., Filman, D., Hogle, J.M., Rowlands, D.J. and Brown. F. 1987. Myristylation of picornavirus capsid protein VP-4 and its structural significance. *Nature*, 327: 482-486.
- Di Nardo, A., Knowles, N.J. and Paton, D.J. 2011. Combining livestock trade patterns with phylogenetics to help understand the spread of foot and mouth disease in sub-Saharan Africa, the Middle East and Southeast Asia. *Rev. Off. Int. Epizoot.* 30(1): 63.
- Ditjen Peternakan. 2002. Direktorat Jenderal Peternakan. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Pedoman Teknis Bantuan Pinjaman Langsung Masyarakat (BPLM) Berbasis Pemberdayaan Kelompok Peternak. Direktorat Jendral Bina Produksi Peternakan. Departemen Pertanian: Jakarta.

- Doel, T.R. and Baccharini, P.J. 1981. Thermal stability of foot-and-mouth disease virus. *Archive of Virology*. 70: 21-32.
- Domingo, E., Baranowski, E., Escarmis, C., Sobrino, F. 2022. Foot and mouth disease virus. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis*; 25 (5-6): 297-308.
- Duchatel, F., Bronsvort, B.M.D.C. and Lycett, S.J. 2019. Phylogeographic analysis and identification of factors impacting the diffusion of Foot-and-Mouth disease virus in Africa. *Front Ecol Evol* 7: 371.
- Farsang, A., Frenzel, H., Kulcsár, G. and Soós, T. 2013. Control of the deliberate spread of foot-and-mouth disease virus. *Biosecur. Bioterror*. 11(S1): S115-S122.
- Finlay, B.B. and Mc fadden, G. 2006. Review Anti-Immunology: Evasion of the host immune system by bacterial and viral pathogens. *Cell*. 124: 767–782.
- Fry, E.E., Lea, S.M., Jackson, T., Newman, J.W., Ellard, F.M., Blakemore, W.E., Abu-Ghazaleh, R., Samuel, A., King, A.M. and Stuart, D.I. 1999. The structure and function of a foot-and-mouth disease virus–oligosaccharide receptor complex. *EMBO J.*: 18, 543–554.
- Gao, Y., Sun, S.-Q. and Guo, H.-C. 2016. Biological function of Foot-and-mouth disease virus non-structural proteins and non-coding elements. *Virol. J.*; 13, 107.
- Grubman, M.J., Moraes, M.P., Diaz-San Segundo, F., Pena, L. and De Los Santos, T. 2008. Evading the host immune response: How foot-and-mouth disease virus has become an effective pathogen. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 53, 8–17.
- Gullberg, M., Muszynski, B., Organtini, L.J., Ashley, R.E., Hafenstein, S.L., Belsham, G.J. and Polacek, C. 2017. Assembly and characterization of foot-and-mouth disease virus empty capsid particles expressed within mammalian cells. *J. Gen. Virol.*: 1769–1779.
- Gutiérrez, M. and López, S. 2010. Mechanisms of virus entry: A way to learn about the host cell. *Rev. Espec. Cienc. Quím*: 13, 26–34.
- Han, S.C., Guo, H. C. and Sun, S. 2014. Three-dimensional structure of foot-and-mouth disease virus and its biological functions. *Arch. Virol.*: 160, 1–16.
- iSIKHNAS, 2023. Sistem Informasi Kesehatan Hewan Nasional. Situasi penyakit hewan nasional 2023. Penyakit Mulut dan Kuku.
- Jackson, T., Ellard, F.M., Ghazaleh, R.A., Brookes, S.M., Blakemore, W.E., Corteyn, A.H., Stuart, D. I., Newman, J. W. and King. A. M. 1996. Efficient infection of cells in culture by type O foot-and-mouth disease virus requires binding to cell surface heparan sulfate. *Journal of Virology*. 70:5282-5287.

- Jackson, T., King, A.M., Stuart, D.I. and Fry, E. 2003. Structure and receptor binding. *Virus Research*. 91: 33-46.
- Jamal, S.M., Ferrari, G., Ahmed, S., Normann, P. and Belsham, GJ. 2011. Molecular characterization of serotype Asia-1 foot-and-mouth disease viruses in Pakistan and Afghanistan; emergence of a new genetic Group and evidence for a novel recombinant virus. *Infect Genet Evol*. 31 (5): 413–21. doi:[10.1007/s10059-011-0249-6](https://doi.org/10.1007/s10059-011-0249-6).
- Jamal, S.M. and Belsham, G.J. 2013. Foot-and-mouth disease: past, present and future. *Veterinary Research*. 44:116.
- James, A.D. and Rushton, J. 2002. The economics of foot and mouth disease. *Revue Scientif Et Tech-Off Inter Des Epizooties*. 21: 637-641.
- Kardaya, D. dan Rahmi, A. 2022. Meningkatkan kewaspadaan terhadap penyakit mulut dan kuku (PMK) pada ternak. Fakultas Pertanian Universitas Djuanda, Bogor.
- Kasambula L, Belsham GJ, Siegismund HR, Muwanika VB, Ademun-Okurut AR, et al. (2012) Serotype identification and VP1 coding sequence analysis of foot-and-mouth disease viruses from outbreaks in eastern and northern Uganda in 2008/9. *Transbound Emerg Dis* 59: 323–330.
- Kementan, 2022. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Pedoman Kesiagaan Darurat Veteriner Indonesia. Seri: Penyakit Mulut dan Kuku (KIAT VETINDO). Edisi. 3.1.
- Kementan, 2023. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Keputusan Menteri Pertanian Nomor 121/Kpts/PK.230/M/03/2023 tentang Penetapan jenis penyakit hewan menular strategis, Jakarta: Kementerian Pertanian RI. diakses tanggal 12-10-2023.
- Knight-Jones, T.J.D. and 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. doi:[10.1016/j.prevetmed.2013.07.013](https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.07.013).
- Knight-Jones, T.J.D., Robinson, L., Charleston, B., Rodriguez, L.L., Gay, C.G., Sumption, K.J. and Vosloo, W. 2016. Global Foot-and-Mouth Disease Research Update and Gap Analysis: 2–Epidemiology, Wildlife and Economics. *Transbound Emerg Dis* 63: 14-29.
- Knipe, D.A. and Howely, D.M. 2001. *Fields Virology*. 4<sup>th</sup> ed. Welter Kluwer Health; London, pp 521-527.
- Lea, S., Hernandez, J., Blakemore, W., Brocchi, E., Curry, S., Domingo, E., Fry, E., Abuhazaleh, R., King, A., Newman, J., Stuart, D. and Mateu, M.G. 1994. The structure and antigenicity of a type C foot-and-mouth disease virus. *Structure* 2:123–139 DOI 10.1016/S0969-2126(00)00014-9.

- Li, X., Wang, J., Liu, J., Li, Z., Wang, Y., Xue, Y., Li, X., Cao, H. and Zheng SJ. 2013. Engagement of soluble resistance-related calcium binding protein (sorcin) with foot-and-mouth disease virus (FMDV) VP1 inhibits type I interferon response in cells. *Veterinary Microbiology* 166: 35-46. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2013.04.028>.
- Liu, Y., Zhu, Z., Zhang, M. and Zheng, H. 2015. Multifunctional roles of leader protein of foot and mouth disease viruses in suppressing host antiviral responses. *Vet. Res.*: 1–13.
- Lyons, N.A., Alexander, N., Stärk, K.D., Dulu, T.D., Sumption, K.J., James, A.D., Rushton, J. and Fine, P.E. 2015. Impact of foot-and-mouth disease on milk production on a large-scale dairy farm in Kenya. *Prev Vet Med* 120(2): 177-186.
- Madero, M.M.J. 2007. El Sistema Inmunológico Cutáneo. Available: [http://www.medicosecuador.com/librodermatologia/capitulos/capitulo\\_3.htm](http://www.medicosecuador.com/librodermatologia/capitulos/capitulo_3.htm).
- Martínez-Salas, E.M., Sáiz, M. and Sobrino, F. 2008. Foot-and-mouth disease virus. In T. C. Mettenleiter and F. Sobrino (ed.), *Animal viruses. Molecular biology*. Caister Academic Press, Norfolk, United Kingdom.
- Mason P,W., Grubman, M.J. and Baxt, B. 2003. Molecular basis of pathogenesis of FMDV. *Virus Res* 91:9–32. [https://doi.org/10.1016/s0168-1702\(02\)00257-5](https://doi.org/10.1016/s0168-1702(02)00257-5).
- Mazengia. 2010. Incidence of foot and mouth disease and its effect on milk yield in dairy cattle at and assa dairy farm, Northwest Ethiopia. *Agric Biol JN Am* 1: 969-973.
- Muhari, A. 2022. Strategi utama Indonesia dalam penanganan PMK. Badan Nasional Penganggulangan Bencana, Republik Indonesia. <https://bnpb.go.id/sebaran-virus-pmk>.
- Naranjo, J. and Cosivi, O. 2013. Elimination of foot-and-mouth disease in South America: lessons and challenges. *Pahilos T R Soc B* 368 (1623): 20120381.
- Nason, J. 2022. *Foot and Mouth Disease reported in Indonesia: Beef Central*; Available from: <https://www.beefcentral.com/news/foot-and-mouth-disease-outbreak-reported-in-indonesia/>.
- O'Donnell, V., Pacheco, J.M., Gregg, D. and Baxt, B. 2009. Analysis of Foot-and-Mouth Disease Virus Integrin Receptor Expression in Tissues from Naïve and Infected Cattle. *J. Comp. Pathol.*: 141, 98–112.
- Patch, J.R., Dar, P.A., Waters, R., Toka, F.N., Barrera, J., Schutta, C., Kondabattula, G. and Golde, W.T. 2014. Infection with foot-and-mouth disease virus (FMDV) induces a natural killer (NK) cell response in cattle that is lacking following vaccination. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.*, 37, 249–257.
- Paton, D.J., Gubbins, S. and King, D.P. 2018. Understanding the transmission of foot-and-mouth disease virus at different scales. *Curr Opin Virol* 28: 85-91.

- Racaniello, V. R., 2001. Picornaviridae: the viruses and their replication, fourth ed., in: (H.P.M. Knipe, D.M., Griffin D.E., Lamb, R.A., Martin, M.A., Roizman, B., Straus, S.E., Eds.). *Fields Virology*. Lippincott Williams and Wilkins, Baltimore.
- Robinson, T.P., Thornton, P.K., Franceschini, G., Kruska, R.L., Chiozza, F., Notenbaert, A.M.O., Cecchi, G., Herrero, M.T., Epprecht, M., Fritz, S. and You, L. 2011. *Global livestock production systems*. FAO and ILRI.
- Robinson, L., Charleston, B., Rodriguez, L.L., Gay, C.G., Sumption, K.J. 2016. Global Foot-and-mouth disease research update and gap analysis: 6–Immunology. *Transbound. Emerg. Dis.*, 63, 56–62.
- Rodriguez, P.M. and Saiz, M. 2017. Molecular mechanisms of foot-and-mouth disease virus targeting the host antiviral response. *Front. Cell Infect. Microbiol.* 7:252. 10.3389/fcimb.2017.00252.
- Ruiz-Saenz, J., Goetz, Y. and Tabares, W. 2009. Cellular receptors for Foot and mouth disease virus. *Intervirology*, 52, 201–212.
- Sahle, M. 2004. An epidemiological study on the genetic relationships of foot and mouth disease viruses in east Africa. Doctoral Dissertation, University of Pretoria.
- Sakamoto, K. and Yoshida K. 2002. Recent outbreaks of foot and mouth disease in countries of East Asia. *Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz.*, 21(3): 459-463.
- Segundo, F.D., Medina, G.N., Grubman, M.J. and Santos, T.D.L. 2003. *Animal Health: Foot-and-Mouth disease*. Elsevier Ltd.: Amsterdam, The Netherlands, Volume 1, pp. 327–345.
- Segundo, F.D., Medina, G.N., Stenfeldt, C., Arzt, J. and Santos, T.D.L. 2016. Foot-and-mouth disease vaccines. *Vet. Microbiol.* Volume 206: 102-112.
- Sissay, M., Delesa, D. and Getachew, M.D. 2017. Serotyping and molecular characterization of Foot and Mouth disease of cattle in Central Ethiopia (Doctoral dissertation, Harmaya University).
- Smitsaart, E.N., Saiz, J.C., Yedloutschnig, R.J., and Morgan, D.O. 1990. Detection of foot-and-mouth disease virus by competitive ELISA using a monoclonal antibody specific for the 12S protein subunit from six of the seven serotypes. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 26, 251–265.
- Soehadji, Madole, M. and Setyaningsih, H. 1994. The experience of Indonesia in the control and eradication of foot-and-mouth disease. In: (eds. Copland, J.W., Gleeson, L.J. and Chamnanpood, C.), *diagnosis and epidemiology of foot and-mouth disease in Southeast Asia: Australian Centre for International Agricultural Research proceedings, No. 51*, pp. 64–69.

- Susila, E.B., Daulay, R.S.D., Hidayati, D.N., Prasetyowati, S.R.B., Wringatia, Andesfha, E., Irianingsih, S.H., Dibia, I.N., Faisal, Supriyadi, A., Yupiana, Y., Hidayat, M.M., Zainuddin, N. and Wibawa. H. 2023. Detection and identification of foot-and-mouth disease O/ME-SA/Ind-2001 virus lineage, Indonesia, 2022. *Journal of Applied Animal Research*. Vol. 51. 1: 487–494. <https://doi.org/10.1080/09712119.2023.2229414>.
- Sutanto, I.A. 2022. Budidaya ternak di tengah wabah penyakit mulut dan kuku (PMK) pada ternak. Balai Besar Pelatihan Peternakan Batu, Malang, Jawa Timur.
- Taboga, O.A. 2000. Expresión de antígenos derivados del virus de la fiebre aftosa en diferentes sistemas eucarióticos. Ph.D. Thesis, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina
- Wang, G., Wang, Y., Shang, Y., Zhang, Z., Liu, X. 2015. How foot-and-mouth disease virus receptor mediates foot-and-mouth disease virus infection. *Viol. J.*, 12, 1–7.
- WOAH, 2022. World Organisation for Animal Health. Intermediate notification. World Organisation of Animal Health. Foot and mouth disease. (Available from : <https://www.woah.org/en/disease/foot-and-mouth-disease/>).
- Vosloo, W., Bastos, A.D.S., Sangare, O., Hargreaves, S.K. and Thomson, G.R. 2002. Review of the status and control of foot and mouth disease in sub-Saharan Africa. *Rev Sci Tech* 21(3): 437-445.
- Xie, Y., Gao, P., Li, Z. 2016. A Recombinant Adenovirus Expressing P12A and 3C Protein of the type O Foot-and-Mouth disease virus stimulates systemic and mucosal immune responses in mice. *BioMed Res. Int.*, 2016, 7849203.
- Yeoman, I., Lennon, I.J., and Black, L. 2005. Practitioner paper. Foot-and-mouth disease: A scenario of reoccurrence for Scotland's tourism industry. *Journal of Vacation Marketing*. Vol. 11 No. 2, pp. 179–190.
- Yoon, S.H. 2011. Phylogenomics and molecular evolution of foot-and-mouth disease virus. *Mol Cells*. 31 (5): 413–421. [doi:10.1007/s10059-011-0249-6](https://doi.org/10.1007/s10059-011-0249-6).
- Zali, M., Marheni, D.A., Nurlaila, S. dan Purdiyan, J. 2022. Desa tangguh penyakit mulut dan kuku (PMK) berbasis peternakan rakyat. *Jurnal ABM-Mengabdi*. Vol.09, No.02: 114 – 126. [Doi: https://doi.org/10.31966.jam.v712](https://doi.org/10.31966.jam.v712).

## BIODATA



Nama Lengkap : Prof. Dr. drh. Aris Haryanto, M.Si.  
Tempat, Tgl. Lahir : Yogyakarta, 25 Januari 1971  
N I P : 19710125 199512 1001  
NIDN : 0025017104  
Pangkat/Golongan : Pembina Tk. I/IV-b  
Jabatan : Guru Besar, TMT 1 November 2019  
Alamat Kantor : Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran Hewan, UGM. Jl. Fauna 2, Karangmalang, Yogyakarta 55281.  
Alamat Rumah : Blunyah Gede 79, Sinduadi, Mlati, Sleman, Yogyakarta 55284  
No. Telp dan HP : 0274-586469 dan 085969216070  
Email : [arisharyanto@ugm.ac.id](mailto:arisharyanto@ugm.ac.id); [arisharyanto@yahoo.com](mailto:arisharyanto@yahoo.com)

### Data Keluarga

Istri : Dr.biol.hom. Nastiti Wijayanti, S.Si., M.Si.  
Anak : Naura Naristaputri Haryanto (15 tahun).

### Riwayat Pendidikan

SD : SD Negeri Baciro II, Yogyakarta (1977 – 1983)  
SMP : SMP Negeri 8 Yogyakarta (1983 – 1986)  
SMA : SMA Negeri 8 Yogyakarta (1986 – 1989)  
Sarjana : Sarjana Kedokteran Hewan (SKH) FKH-UGM Yogyakarta (1989-1993).  
dibawah bimbingan Prof. drh. Bambang Hariono, Ph.D.  
Profesi : Program Profesi Dokter Hewan FKH-UGM Yogyakarta, (1993-1994).  
Magister : Prodi Bioteknologi, Sekolah Pascasarjana UGM, (1996-1999).  
dibawah bimbingan Prof. dr. Sofia Mubarika, M.Med.Sc., Ph.D. dan Prof. Soekarti Moeljopawiro, M.Appl. Sc., Ph.D.  
Doktor : Fachbereich Veterinärmedizin, Justus-Liebig-Universität, Giessen, Jerman. (2001-2005). dibawah bimbingan Prof. Dr. Michael Kann, MD dan Prof. Dr. Jurgen Heinz-Thiel  
Post-doktoral : Institut für Medizinische Virologie, Justus-Liebig, Universität, Giessen, Jerman, tahun 2009. dibawah bimbingan Prof. Dr. Wolfram Hubert Gerlich.

### Riwayat Pekerjaan

1994-1995 : *Veterinary Technical Service Representative (VTSR)* Animal Health Division, PT. Kalbe Farma, Bandung.  
1995-sekarang : Dosen pada Departemen Biokimia FKH-UGM  
2006-2016 : Sekretaris Departemen Biokimia FKH-UGM  
2008-2015 : Wakil Ketua Pusat Studi Jerman (Pusman) UGM  
2015-2019 : Reviewer Beasiswa Pendidikan LPDP

2016-2020 : Ketua Departemen Biokimia FKH-UGM  
 2019-sekarang: Reviewer Penelitian UGM  
 2019-sekarang: Wakil Ketua Perhimpunan Biokimia dan Biologi Molekuler (PBBMI) Cabang Yogyakarta.  
 2019-sekarang: Ketua Alumni Bola Voli UGM (Avogama)  
 2020-2021 : Ketua Program Studi S-3 Doktor Ilmu Sains Veteriner FKH-UGM  
 2021-sekarang: Wakil Dekan Bidang Penelitian, Pengabdian Masyarakat, Kerjasama dan Alumni.  
 2022-sekarang: Ketua Satuan Tugas (Satgas) Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) FKH-UGM  
 2023 : Reviewer beasiswa DAAD Jerman.

### Publikasi Ilmiah International (Scopus) dalam 5 tahun terakhir

- Selan, Y.N., Wihadmadyatami, H., **Haryanto, A.**, Kusindarta, D.L. **2023**. The tongue morphology of *Pteropus vampyrus* from Timor Island, Indonesia: New insights from scanning electron and light microscopic studies. *Biodiversitas*. 24(6): 3512-3518. DOI: 10.13057/biodiv/d240649.
- Andrian, K.N., Aisy, N.R., Novindasari, B.B.M., Nurrahmi, I.A. Santi, M.D. and **Haryanto, A.** **2023**. Random amplified polymorphic DNA-polymerase chain reaction analysis of four koi fish (*Cyprinus carpio var. koi*) variants from Yogyakarta, Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1174 (2023) 012007. DOI: 10.1088/1755-1315/1174/1/012007.
- Fitriana, F., Setyorini, D.R., Artdita, C.A., Ummami, R., **Haryanto, Aziz, F.** **2023**. Comparison of four types molecular sexing primers in different bird families. *Journal of Tropical Animal and Veterinary Science*. 13(1): 51 – 57. DOI:10.46549/jipvet.v13i1. 359
- Jawad, J., Astuti, R.W., **Haryanto, A.**, Wijayanti, N. **2023**. Antibody response to Newcastle disease virus recombinant fusion protein in post-vaccinated laying hens. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture.*, 48(1): 20–27. DOI: <http://doi.org/10.14710/jitaa.48.1.20-27>.
- Ratri, I.N.D., Rahmawati, I.P., Nugrahani, W.P., **Haryanto, A.** **2022**. Molecular bird sexing of Small Yellow-crested Cockatoo (*Cacatua sulphurea, Gmelin 1788*) using polymerase chain reaction method. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*. 7(3): 1-12. DOI: 10.22146/jtbb.76463.
- Wijayanti, A.D., Ardiansyah, R.D., Pratama, A.M., **Haryanto, A.**, Fitriana, I. **2022**. Validation method for determining enrofloxacin and tylosin levels in broiler liver, kidney, and muscle using high-performance liquid chromatography. *Veterinary World*. 15(2), pp. 268–274. DOI: [www.doi.org/10.14202/vetworld.2022.268-274](http://www.doi.org/10.14202/vetworld.2022.268-274).
- Khan, S.U., Aslam, R., Ashraf, M., Ali, S., Saqib, M., Khattak, M.A., Khattak, U.S., Amanullah, H., Wuryastuty, H., Wasito, R., **Haryanto, A.**, Ullah, F., Ma, M., Ali. S. **2022**. Prevalence of antibiotic resistance pattern in shigella isolates procured from pediatric patients at Faisalabad-Pakistan. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 35(1): 41-48. DOI: [doi.org/10.36721/PJPS.2022.35.1.REG.041-048.1](http://doi.org/10.36721/PJPS.2022.35.1.REG.041-048.1).
- Witasari, L.D., Wahyu, K.W., Anugrahani, B.J., Kurniawan, D.C., **Haryanto, A.**, Nandika, D., Karlinasari, L., Arinana, A., Batubara, I., Santoso, D., Rachmayanti, Y, Firmansyah, D., Sudiana, I.K., Hertanto. D.M. **2022**. Antimicrobial activities of fungus comb extracts isolates from



Indomalayan termite (*Macrotermes gilvus Hagen*) mound. *AMB Express*. 12(14): 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13568-022-01359-0>.

- Aysi, N.R., Santi, M.D., Andrian, K.N., Haryanto, A. 2022. Molecular fish sexing on Kohaku Koi (*Cyprinus carpio*) based on ArS.9-15 gene amplification by PCR method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 976(1), 012015. DOI: 10.1088/1755-1315/976/1/012015.
- Indraswari, A., Suardana, I.W., **Haryanto, A.**, Widiasih, D.A. 2021. Molecular analysis of pathogenic *Escherichia coli* isolated from cow meat in Yogyakarta, Indonesia using 16S rRNA gene. *Biodiversitas*. 22(10): 4566–4573. DOI. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d221050>
- Indraswari, A., **Haryanto, A.**, Suardana, I.W. 2021. Isolation and detection of four major virulence genes in O-157:H-7 and non-O-157 E. coli from beef at Yogyakarta Special Province, Indonesia. *Journal of Animal Health and Production*, 2021, 9(4): 371–379. DOI: <http://dx.doi.org/10.17582/journal.jahp/2021/9.4.371.379>.
- Wulanjati, M.P., Witasari, L.D., Wijayanti, N., **Haryanto, A.** 2021. Recombinant Fusion protein expression of Indonesian isolate Newcastle disease virus in *Escherichia coli* BL-21 (DE3). *Biodiversitas*. 22(6); 3249-3255. DOI: 10.13057/biodiv/d220629.
- Hidayat, R.F.K., Savitri, D., Putri, I., Nugrahani, W.P., **Haryanto, A.** 2021. Molecular bird sexing of tanimbar cockatoos (*Cacatua goffiniana*) by using polymerase chain reaction method. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*. 6(2): 1-8. DOI: 10.22146/jtbb.59997.
- Savitri, D., Putri, I., Nugrahani, W.P., Purwaningrum, M. and **Haryanto, A.** 2021. Molecular bird sexing of sulphur-crested cockatoo (*Cacatua galerita*) by polymerase chain reaction method. *Indonesian Journal of Biotechnology*. 26(1): 1-6. DOI: 10.22146/ijbiotech.54611.
- Pamulang, Y.V. and **Haryanto, A.** 2021. Molecular bird sexing on Kutilang (*Pycnonotus* sp.) based on amplification of CHD-Z and CHD-W genes by using polymerase chain reaction method. *Biodiversitas*. 22(1): 449-452. DOI.10.13057/biodiv/d220155.
- **Haryanto, A.** Wihadmadyatami, H. and Wijayanti, N. 2020. In vitro expression of the recombinant fusion protein of Newcastle disease virus from local Indonesian isolates by using a cell-free protein expression system. *Indonesian Journal of Biotechnology*. Vol. 25(2): 69-75. DOI 10.22146/ijbiotech.54703.
- Wiratama, A.P.S. and **Haryanto, A.** 2020. Expression of recombinant Fusion protein of Newcastle Disease virus from *Escherichia coli* plasmid clone C-2a by *In-vitro* cell-free protein expression system. *BIO Web of Conference* 20, 04004. ICWEB 2019. DOI. 10.1051/bioconf/20202004004.
- Argarini, A.D., Nugroho, H.A., Purwaningrum, M. and **Haryanto, A.** 2020. Molecular bird sexing on Fischeri Lovebird (*Agapornis fischeri*) by using Polymerase Chain Reaction Method. *BIO Web of Conference* 20, 04003 ICWEB 2019. DOI. 10.1051/bioconf/20202004003.
- Wuhan, Y.O.P., **Haryanto, A.** and Tjahajati, I. 2020. Molecular characterization and blood hematology profile of dogs infected by *Ehrlichia canis* in Yogyakarta, Indonesia. *Biodiversitas*. 21(7): 3242-3248. DOI: 10.13057/biodiv/d210746.
- Astuti, R.W., Wijayanti, N. and **Haryanto, A.** 2020. Expression of recombinant Fusion protein from local isolate of Newcastle Disease Virus and antibody response to recombinant Fusion protein in broiler chickens post-vaccination. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 45(2): 78-90. DOI: 10.14710/jitaa.45.2. 78-90.
- Putri, C.N. and **Haryanto, A.** 2019. Fusion recombinant protein expression of Newcastle Disease Virus from *Escherichia coli*-Cloned C-1a using Accurapid™ protein expression kit. *IOP*

Conference Series: Earth and Environmental Science: 355(1), 012026. DOI: 10.1088/1755-1315/355/1/012026.

- Nugraheni, P., Purwaningrum, M., Widayanti, R., **Haryanto, A.** 2019. Sex determination of peach-faced lovebird (*Agapornis roseicollis*) using polymerase chain reaction (PCR) techniques. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 355(1), 012111. DOI: 10.1088/1755-1315/355/1/012111.
- Goma, M.K.E., Indraswari, A., **Haryanto, A.** and Widiasih, D.A. 2019. Detection of *Escherichia coli* O157:H7 and Shiga toxin 2a gene in pork, pig feces, and clean water at Jagalan slaughterhouse in Surakarta, Central Java Province, Indonesia. *Veterinary World*. 12(10): 1584-1590. DOI: 10.14202/vetworld.2019.1584-1590.
- Purwaningrum, M., Nugroho, H. A., Asvan, M., Karyanti, K., Alviyanto, B., Kusuma, R. and **Haryanto, A.** 2019. Molecular techniques for sex identification of captive bird. *Veterinary World*, 12(9): 1506-1513. DOI: 10.14202/vetworld. 2019.1506-1513.
- Faizal, M.D., **Haryanto, A.** and Tjahajati, I. 2019. Diagnosis and molecular characterization of *Anaplasma platys* in dog patients in Yogyakarta area, Indonesia. *Indonesian Journal of Biotechnology*. 24(1): 43-50. DOI:10.22146/ijbiotech.42750.
- Widayanti, R., **Haryanto, A.**, Artama, W.T. and Pakpahan, S. 2019. Genetic variation and phylogenetic analysis of Indonesian indigenous catfish based on mitochondrial cytochrome oxidase subunit III gene. *Veterinary World*, 12 (6): 896-900. DOI: 10.14202/vetworld.2019.896-900.
- Yusuf, B., Satria, G.D., Pangestiningih, T.W., **Haryanto, A.**, Wijayanto, H., Wijayanti, A.D. and Kawamura, O. 2019. Development of a novel validated method for Aflatoxin analysis on edible bird.nest. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 343 (1), 012039. DOI: 10.1088/1755-1315/343/1/012039.
- Hamid, P.H., Ninditya, V.I., Prastowo, J., **Haryanto, A.**, Taubert, A. And Hermosilla, C. 2018. Current status of *Aedes aegypti* insecticide resistance development from Banjarmasin, Kalimantan, Indonesia. *BioMed Research International*. Vol. 2018: 1-7. Article ID: 1735358. DOI: 10.1155/2018/1735358.
- Wulanjati, M.P., Wijayanti, N. and **Haryanto, A.** 2018. Phylogenetic analysis of Newcastle Disease Virus from Indonesian isolates based on DNA-sequence of Fusion protein-encoding gene. *Biotechnology*. Vol. 17(2): 69-74.
- Kusindarta, D.L., Wihadmadyatami, H., Jadi, A.R., Karnati, S., Lochnit, G., Hening, P., **Haryanto, A.**, Auriva, M.B. and Purwaningrum, M. 2018. Ethanolic extract *Ocimum sanctum*. Enhances cognitive ability from young adulthood to middle aged mediated by increasing choline acetyl transferase activity in rat model. *Research in Veterinary Science*. Vol. 118: 431-438.
- Kusindarta, D.L., Wihadmadyatami, H. and **Haryanto, A.** 2018. The analysis of hippocampus neural density (CA-1 and CA-3) after *Ocimum sanctum* ethanolic extract treatment on the young adulthood and middle age rat model. *Veterinary World*. Vol. 11(2): 135-140.

### **Judul Penelitian dalam 5 tahun terakhir**

- Anggota Tim Peneliti “Peningkatan Kapasitas Tenaga Teknis Garis Depan untuk Prevensi, Mitigasi, dan Penanganan Wabah Penyakit Ternak pada Industri Peternakan Indonesia” Kerjasama antara Asosiasi Fakultas Kedokteran Hewan Indonesia (AFKHI) dengan Indonesia Australia Red Meat and Cattle Partnership (IARMCP). Tahun **2023-2024**.
- Peneliti Utama ”Formulasi Pakan untuk Memacu Pertumbuhan dan Meningkatkan *Average Daily Gain* (ADG) Sapi Potong Unggul Menuju Swasembada Daging di Indonesia”. Matching Fund (MF) Kedaireka, Tahun **2023**.
- Peneliti Utama ”Penanganan Wabah dan Vaksinasi PMK serta Penanganan Gangguan Reproduksi pada Ternak Sapi Perah Mitra PT. Sarihusada Generasi Mahardhika (SGM), Yogyakarta. Penelitian Kerjasama FKH-UGM dengan PT SGM, Yogyakarta. Tahun **2022**.
- Peneliti Utama ”Pendampingan Surveilans Penyakit Hewan pada Domba Sakub di Lokasi *Village Breeding Centre*”. Penelitian Swakelola Kerjasama Antara FKH-UGM Yogyakarta dengan Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Tahun **2022**.
- Peneliti Utama “Kajian Biokimiawi Molekuler dan Genetika berbagai Jenis Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Lokal, Indonesia”. PMDSU Batch VI. Tahun **2022-2024**.
- Peneliti Utama ”Kajian Molekuler Parasit Darah Babesia sp., Theileria sp., Anaplasma sp. pada Ternak Sapi di Propinsi Gorontalo”. Penelitian Disertasi Doktor (PDD). Tahun **2022**.
- Peneliti Utama “*Rapid Molecular Sexing* pada Berbagai Jenis Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Menggunakan Metode Amplifikasi PCR”. Hibah Penelitian Dasar, Kemendikbud RI. Tahun **2021-2022**.
- Peneliti Utama ”*Molecular Fish Sexing pada Ikan Koi (Cyprinus carpio) Lokal Indonesia berbasis Metode PCR*”. Program Recognisi Tugas Akhir (RTA). Dana Masyarakat UGM. Tahun **2021**.
- Peneliti Utama “*Molecular Fish Sexing* pada ikan Koi (*Cyprinus carpio*) jenis Kohaku berdasarkan Amplifikasi Gen ArS.9 dengan Metode PCR”. Penelitian Hibah Pengembangan Bagian. Fakultas Kedokteran Hewan, UGM. Tahun **2021**.
- Peneliti Utama”*Molecular Bird Sexing* pada Tiga Spesies Burung Kakaktua (*Cacattua sp*) dengan Metode PCR sebagai Upaya Pelestarian Burung Langka di Indonesia”. Program Recognisi Tugas Akhir (RTA). Dana Masyarakat UGM. Tahun **2020**.
- Peneliti Utama “*Molecular Bird Sexing* Burung Kutilang (*Pycnonatus sp*) Berdasarkan gen CHD-Z dan CHD-W dengan Metode PCR“. Penelitian Hibah Pengembangan Bagian. Fakultas Kedokteran Hewan, UGM. Tahun **2020**.
- Peneliti Utama ”*Rapid Molecular Sexing* berbagai Spesies *Lovebird (Agapornis sp)* Berbasis *Polymerase Chain Reaction*”. Program Recognisi Tugas Akhir (RTA). Dana Masyarakat UGM. Tahun **2019**.
- Peneliti Utama ”Ekspresi Protein Fusion (F) Rekombinan Virus *Newcastle Disease* (ND) secara *In Vitro* Berbasis Metode *Cell-free Protein Expression System*”. Program Recognisi Tugas Akhir (RTA). Dana Masyarakat UGM. Tahun **2019**.
- Peneliti Utama ”Molekular kloning, ekspresi dan purifikasi protein fusion (F) virus *Newcastle Disease* isolat lokal untuk pengembangan kandidat vaksin rekombinan”. Hibah Penelitian Berbasis Kompetensi, Kemenristekdikti RI. Tahun **2017-2019**.