

Biosekuriti Pasar Unggas Hidup dan Risiko Avian Influenza di Bogor: Implikasi Surveilans One Health

Biosecurity of Live Bird Markets and Avian Influenza Risk in Bogor: Implications for One Health Surveillance

Dinda Nur Hidayah^{1,4}, Etih Sudarnika^{2,4*}, Herwin Pisestyan², Srihadi Agungpriyono^{3,4}

¹Animal Biomedical Sciences Study Program, School of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences, IPB University, Bogor, Indonesia

²Division of Veterinary Public Health and Epidemiology, School of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences, IPB University, Bogor, Indonesia

³Division of Anatomy, Histology, and Embryology, School of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences, IPB University, Bogor, Indonesia

⁴Global Health Agromaritime-One Health Collaborating Center (GHA-OHCC), IPB University, Bogor, Indonesia

*Corresponding author; Email: etih@apps.ipb.ac.id

Naskah diterima: 23 September 2025, direvisi: 21 Oktober 2025, disetujui: 17 November 2025

Abstract

Live bird markets (LBMs) are critical nodes in the poultry supply chain but also high-risk environments for avian influenza (AI) transmission. This study assessed biosecurity, sanitation, and environmental practices in LBMs in Bogor, Indonesia, and evaluated evidence of AI exposure in poultry through serological testing. A cross-sectional survey was conducted in nine LBMs using structured questionnaires and observations, alongside serological testing with the hemagglutination inhibition (HI) assay to detect antibodies against H5N1 clades 2.1.3.2 and 2.3.2. The significant biosecurity gaps were identified, including reliance on motorcycles for poultry transport, mixing of birds from multiple sources and species, absence of wastewater treatment facilities, and frequent presence of stray animals. Serological tests of 17 poultry sampel detected antibodies in layer chickens for both clades and broilers for clade 2.3.2, suggesting ongoing viral exposure potentially linked to vaccination and/or field circulation. The findings highlight LBMs as amplification points for AI, with implications for poultry health, human exposure, and environmental contamination. Strengthening biosecurity and method, market infrastructure, enforcing animal health certification, and implementing safe disposal of sick or dead birds are critical. Integrating these measures within a One Health framework is essential to reduce AI risks and enhance zoonotic disease preparedness in Indonesia.

Keywords: avian influenza; biosecurity; live bird market; one health; serology

Abstrak

Pasar unggas hidup (*Live Bird Markets/LBM*) merupakan simpul penting dalam rantai pasok unggas, namun juga menjadi lingkungan berisiko tinggi untuk penularan *Avian Influenza* (AI). Tujuan: Penelitian ini menilai biosekuriti, sanitasi, dan praktik lingkungan di LBM di Bogor, Indonesia, serta mengevaluasi bukti paparan AI pada unggas melalui uji serologi. Survei potong lintang dilakukan pada sembilan LBM menggunakan kuesioner terstruktur dan observasi, disertai uji serologi dengan *Hemagglutination Inhibition (HI)* assay untuk mendeteksi antibodi terhadap H5N1 klade 2.1.3.2 dan 2.3.2. Ditemukan kesenjangan biosekuriti yang signifikan, termasuk penggunaan sepeda motor untuk transportasi unggas, pencampuran unggas dari berbagai sumber dan spesies, ketiadaan fasilitas pengolahan limbah cair, serta keberadaan hewan

liar. Uji serologis terhadap 17 sampel unggas mendeteksi adanya antibodi di ayam layer pada kedua klade dan broiler pada klade 2.3.2, yang mengindikasikan paparan virus yang masih berlangsung dan kemungkinan berkaitan dengan vaksinasi dan/atau sirkulasi virus di lapangan. Temuan ini menegaskan bahwa LBM berperan sebagai titik amplifikasi AI, dengan implikasi bagi kesehatan unggas, paparan pada manusia, serta kontaminasi lingkungan. Penguatan biosecuriti dan infrastruktur pasar, penegakan sertifikasi kesehatan hewan, serta penerapan pembuangan aman untuk unggas sakit atau mati sangatlah penting. Integrasi langkah-langkah tersebut dalam kerangka *One Health* krusial untuk menurunkan risiko AI dan meningkatkan kesiapsiagaan penyakit zoonotik di Indonesia.

Kata kunci: Avian influenza; biosecuriti; One Health; pasar unggas hidup; serologi

Pendahuluan

Pasar unggas hidup (*live bird markets*/LBM) berperan penting dalam distribusi unggas dan akses konsumen terhadap produk segar di Indonesia. Disamping itu, LBM juga berfungsi sebagai lingkungan berisiko tinggi bagi sirkulasi virus *Avian Influenza* (AI). Populasi unggas yang padat, kontak langsung antarspesies, serta praktik sanitasi yang buruk menciptakan kondisi yang mendukung persistensi dan amplifikasi virus (Li *et al.*, 2025). Penelitian sebelumnya di Indonesia dan negara Asia lainnya secara konsisten melaporkan keberadaan virus H5N1 di LBM, baik pada unggas maupun sampel lingkungan, yang menegaskan peran pasar ini sebagai simpul kritis dalam transmisi AI (Dharmayanti *et al.*, 2020; Henning *et al.*, 2019).

Sejak pertama kali diperkenalkan pada tahun 2003, AI menjadi endemik di Indonesia meskipun upaya surveilans dan pengendalian telah dilakukan selama bertahun-tahun. Wabah berulang pada unggas serta infeksi sporadis pada manusia masih terus dilaporkan. Program vaksinasi telah banyak diterapkan, namun kesenjangan dalam biosecuriti dan praktik di tingkat pasar terus melemahkan strategi pengendalian (Indiani *et al.*, 2010). Lemahnya pengawasan pergerakan unggas, terbatasnya pengelolaan limbah, serta seringnya keberadaan hewan liar di LBM juga semakin memperburuk risiko kontaminasi silang dan potensi zoonosis.

Kebijakan vaksinasi AI di Indonesia diterapkan sejak 2004 sebagai strategi utama pengendalian *High Pathogenic Avian Influenza* (HPAI) subtipen H5N1, bersamaan dengan penerapan biosecuriti dan surveilans aktif. Berdasarkan rekomendasi FAO (2007) dan OIE (2007), vaksinasi menggunakan *seed* virus *Low Pathogenic Avian Influenza* (LPAI)

untuk menjamin keamanan. Tiga subtipen vaksin digunakan yaitu H5N1, H5N2, dan H5N9, dengan *seed* virus H5N1 berasal dari isolat lokal A/chicken/Legok/2003 dan A/chicken/West Java/Smi-Pat/2006 (klade 2.1.3) yang terbukti paling efektif, sedangkan H5N2 dan H5N9 berasal dari *seed* asing seperti A/chicken/Mex232/94 dan A/Turkey/Wisconsin/68 (Indriani *et al.*, 2011). Sejak 2017, kebijakan diperluas untuk mengendalikan LPAI H9N2, dengan pengembangan vaksin berbasis isolat lokal A/chicken/West Java/BBLitvet-RI/2017 dan A/chicken/East Java/BLi25Ut/2018 dari Y280 (*CVI lineage*) (Rehman *et al.*, 2022). Saat ini, H5N1 masih endemik, sehingga monitoring sirkulasi AI perlu dilakukan khususnya di daerah yang rentan seperti LBM.

Hingga kini, sebagian besar penelitian berfokus pada sirkulasi AI di LBM, namun hanya sedikit yang mengintegrasikan penilaian kondisi biosecuriti pasar dengan bukti serologis paparan virus. Pemahaman mengenai kerentanan struktural bersamaan dengan indikator biologis sangat penting untuk mengidentifikasi intervensi prioritas dan memperkuat strategi surveilans. Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan mengevaluasi praktik manajemen, sanitasi, dan lingkungan di LBM di Bogor, Indonesia, serta mendeteksi keberadaan antibodi AI pada unggas menggunakan uji *hemagglutination inhibition* (HI). Penilaian biosecuriti menggunakan acuan WHO (2006) yang bertujuan untuk mencegah dan mengendalikan penyebaran AI, serta mengurangi potensi penularan virus AI dari hewan ke manusia yang berfokus di LBM. Melalui penggabungan observasi lapangan dan bukti serologis, penelitian ini memberikan penilaian terintegrasi mengenai risiko AI di

tingkat pasar serta membahas implikasinya dalam kerangka *One Health*.

Materi dan Metode

Penelitian ini menggunakan desain *cross-sectional* melalui pengambilan sampel pada sembilan LBM di Bogor untuk menilai potensi penyebaran AI berdasarkan praktik biosekuriti. Penelitian ini dilakukan di LBM yang berada di wilayah Kota Bogor dibawah pengelolaan Perumda Pasar Pakuan Jaya dan Kabupaten Bogor dibawah pengelolaan Perumda Pasar Tohaga. Pemilihan pasar didasarkan pada kriteria adanya aktivitas perdagangan unggas hidup serta kesediaan pedagang untuk dijadikan responden. Pasar yang terpilih meliputi Pasar Bogor, Pasar Jambu Dua, Pasar Anyar, Pasar Gunung Batu, Pasar Ciampea, Pasar Parung, Pasar Citeureup, Pasar Leuwiliang, dan Pasar Cigudeg. Data lapangan dikumpulkan melalui kuesioner dan wawancara pada 17 pedagang unggas hidup dari 9 pasar unggas hidup, dimana setiap pasar dipilih 2 pedagang sebagai responden. Kuesioner mencakup tiga aspek, yaitu karakteristik pasar dan kios unggas hidup, pengadaan dan pengelolaan unggas hidup, serta higiene dan pengelolaan limbah LBM. Variabel yang diamati dari tiga aspek tersebut terlampir pada Tabel 1.

Pengujian serologis dilakukan dengan metode *Hemagglutination Inhibition* (HI) sesuai protokol World Organisation for Animal Health (WOAH) (WOAH, 2021) menggunakan antigen AI klade 2.1.3.2 dan klade 2.3.2 yang diperoleh dari Balai Besar Veteriner Farma Pusat Veteriner Farma (BBVF Pusvetma). Setiap pasar diambil dua sampel unggas dari dua pedagang berbeda

(kecuali pada Pasar Cigudeg hanya 1 sampel karena hanya ada 1 pedagang), sehingga total diperoleh 17 sampel. Jenis unggas yang diambil sampelnya adalah ayam lokal, ayam layer, ayam broiler, bebek dan entog, sesuai dengan yang unggas yang dijual pada masing-masing LBM. Sampel darah unggas dikoleksi melalui *vena brachialis*, kemudian dimasukkan ke dalam *microtube* 1,5 ml dan disentrifugasi untuk memperoleh serum yang akan digunakan untuk pengujian HI.

Data penelitian ini diolah dan dianalisis secara deskriptif menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Penelitian telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia – Rumah Sakit Umum Pusat Nasional Dr. Cipto Mangunkusumo dengan nomor persetujuan KET-604/UN2.F1/ETIK/PPM.00.02/2024, serta dari Komite Etik Hewan Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis IPB University dengan nomor persetujuan 318/KEH/SKE/IV/2025.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik dan Tata Letak Pasar

Sebanyak sembilan LBM di Bogor disurvei dan ditemukan sebagian besar kios unggas terletak terpisah dari bangunan utama pasar (88,8%). Jumlah pedagang unggas per pasar berkisar antara 1–6 kios, dengan mayoritas mengoperasikan 1–3 kios (77,8%). Kios permanen lebih banyak ditemukan (77,8%) dibandingkan kios non-permanen (22,2%). Pemotongan unggas sebagian besar dilakukan di

Tabel 1. Variabel Penilaian Biosekuriti untuk Pencegahan *Avian Influenza* pada Pasar Uggas Hidup di Bogor.

Variabel	Kuesioner
Transportasi yang aman	Jenis alat angkut unggas hidup
Pemisahan Zona	Tata letak pasar, tipe kios, tipe kandang, lokasi pemotongan unggas hidup, material meja display, fasilitas IPAL
Praktek Kebersihan	Pembersihan peralatan dan kandang
Pengelolaan Uggas	Dokumen dan pemeriksaan unggas saat tiba, asal unggas hidup, pengelompokan unggas hidup, waktu penyimpanan unggas hidup, riwayat unggas sakit dan mati, pengelolaan unggas sakit
Pengendalian Hama dan Vektor	Keberadaan hewan liar dan tikus
Higiene Personal	Ketersediaan fasilitas sanitasi (wastafel)
Pengelolaan Limbah	Fasilitas pengelolaan sampah, pengelolaan unggas mati
Data tambahan	Jenis unggas yang dijual, pemberian pakan dan minum unggas hidup, monitoring dan pembersihan rutin pasar oleh pengelola pasar

Tabel 2. Karakteristik Pasar Unggas Hidup Bogor (n = 9).

Variabel	Kategori	n (%)
Tata letak pasar	Terpisah dari gedung utama	8 (88,9)
	Tergabung dengan gedung utama	1 (11,1)
Jumlah pedagang	1–3 kios	7 (77,8)
	3–6 kios	2 (22,2)
Tipe kios	Permanen	7 (77,8)
	Non-permanen	2 (22,2)
Lokasi pemotongan unggas	Dalam kios	7 (77,8)
	Terpisah dari kios	2 (22,2)
Keberadaan hewan liar	Ya	6 (66,7)
	Tidak	3 (33,3)
Keberadaan tikus	Ya	3 (33,3)
	Tidak	6 (66,7)

dalam kios (77,8%), sedangkan sebagian kecil dilakukan di fasilitas terpisah (22,2%). Hewan liar seperti kucing, anjing, dan burung liar diamati di sekitar kios pada enam pasar (66,7%), sementara keberadaan rodensia dilaporkan di tiga pasar (33,3%). Rincian lengkap mengenai karakteristik dan tata letak pasar ditunjukkan pada Tabel 2.

Pengadaan dan Pengelolaan Unggas Hidup

Seluruh pedagang (100%) melaporkan menjual unggas tanpa Surat Keterangan Kesehatan Hewan (SKKH). Unggas berasal dari berbagai sumber, termasuk peternakan komersial (33,3%), peternakan rakyat (44,4%), dan pengepul (55,5%). Pada sebagian besar pasar (77,8%), unggas dari berbagai asal dicampur dan tidak dipisahkan. Kandang umumnya terbuat dari bambu/kayu (66,7%) dan/atau besi (66,7%). Unggas dipelihara dalam kandang satu tingkat (44,4%) atau kandang bertingkat (44,4%), dengan satu pasar melaporkan unggas tidak ditempatkan di dalam kandang. Kepadatan unggas berkisar antara 10–50 ekor per kandang (88,8%) hingga lebih dari 50 ekor per kandang (11,2%). Sebagian besar unggas berada di pasar selama 1–3 hari (77,8%), sementara sebagian lainnya dipelihara hingga 6 hari (22,2%).

Pemeriksaan kesehatan saat kedatangan tidak dilakukan di seluruh pasar (100%). Meskipun demikian, semua pedagang menyatakan bahwa unggas yang dijual dalam kondisi sehat pada saat penjualan. Sebagian besar pedagang pernah mengalami unggas sakit (88,8%) maupun kematian unggas (88,8%) di kios mereka. Unggas sakit biasanya disembelih (55,6%), dipisahkan (22,2%), atau dicampur

dengan unggas sehat (11,2%). Unggas mati umumnya dibuang (77,8%) atau dikubur (22,2%). Spesies unggas yang dijual meliputi ayam kampung (77,8%), ayam layer (88,8%),

Tabel 3. Pengadaan dan Pengelolaan Unggas Hidup pada Pasar Unggas Hidup Bogor (n = 9).

Variabel	Kategori	n (%)
Surat Keterangan Kesehatan Hewan (SKKH)	Ya	0 (0)
	Tidak	9 (100)
Asal unggas hidup	Peternakan komersial	3 (33,3)
	Peternakan rakyat	4 (44,4)
Pengelolaan unggas	Pengepul	5 (55,5)
	Dalam Bogor	6 (66,7)
Lokasi asal unggas	Di luar Bogor	3 (33,3)
	Digabung	7 (77,8)
Pengelolaan unggas dari lokasi berbeda	Dipisah	2 (22,2)
	Material kandang	6 (66,7)
Material kandang	Bambu/kayu	6 (66,7)
	Besi	6 (66,7)
Tipe kandang	Kandang biasa	4 (44,4)
	Kandang susun	4 (44,4)
Kepadatan kandang	None	1 (11,1)
	10–50 ekor	8 (88,9)
Waktu penyimpanan di pasar	>50 ekor	1 (11,1)
	1–3 hari	7 (77,8)
Pemeriksaan kesehatan unggas saat tiba	3–6 hari	2 (22,2)
	Ya	0 (0)
Riwayat unggas sakit	Tidak	9 (100)
	Ya	8 (88,9)
Pengelolaan unggas sakit	Tidak	1 (11,1)
	Dipotong	5 (55,6)
Riwayat unggas mati	Dipisah	2 (22,2)
	Digabung dengan ungg sehat	1 (11,1)
Pengelolaan unggas mati	Ya	8 (88,9)
	Tidak	1 (11,1)
Jenis unggas yang dijual	Dibuang	7 (77,8)
	Dikubur	2 (22,2)
Alat angkut unggas	Ayam lokal	7 (77,8)
	Ayam layer	8 (88,9)
Pemberian pakan dan minum	Ayam broiler	3 (33,3)
	Bebek	4 (44,4)
Pemberian pakan dan minum	Entog	1 (11,1)
	Sepeda motor	8 (88,9)
Pemberian pakan dan minum	Mobil terbuka	1 (11,1)
	Ya	8 (88,9)
Pemberian pakan dan minum	Tidak	1 (11,1)

Tabel 4. Manajemen Limbah dan Sanitasi pada Pasar Unggas Hidup Bogor (n = 9).

Variabel	Kategori	n (%)
Ketersediaan air mengalir	Ya	8 (88,9)
	Tidak	1 (11,1)
Sumber air	Air tanah/sumur	7 (77,8)
	PDAM	2 (22,2)
Fasilitas IPAL di pasar	Tersedia	0 (0)
	Tidak tersedia	9 (100)
Material meja <i>display</i>	Kayu	3 (33,3)
	Keramik	1 (11,1)
	Tidak ada	5 (55,6)
Pembersihan peralatan	Ya	9 (100)
Pembersihan kandang	Ya	6 (66,7)
	Tidak	3 (33,3)
Fasilitas sanitasi	Ya	1 (11,1)
	Tidak	8 (88,9)
Fasilitas pengelolaan sampah	Ya	6 (66,7)
	Tidak	3 (33,3)
Monitoring rutin pengelola pasar	Ya	3 (33,3)
	Tidak	6 (66,7)
Kegiatan bersih-bersih pasar	Ya	6 (66,7)
	Tidak	3 (33,3)

broiler (33,3%), itik (44,4%), dan entok (11,2%). Unggas sebagian besar diangkut menggunakan sepeda motor (88,8%) atau truk terbuka (11,2%). Sebagian besar pedagang (88,8%) memberikan pakan dan air minum bagi unggas selama berada di pasar. Rincian mengenai asal usul unggas, jenis kandang, kepadatan, lama pemeliharaan di pasar, serta penanganan unggas sakit dan mati ditunjukkan pada Tabel 3.

Sanitasi dan Pengelolaan Limbah

Sebagian besar pasar memiliki akses air bersih yang mengalir (88,8%), terutama berasal dari sumur atau air tanah (77,8%), sedangkan hanya dua pasar yang menggunakan air PDAM (22,2%). Tidak ada pasar yang memiliki fasilitas pengolahan air limbah (0%). Meja *display*, jika tersedia, umumnya terbuat dari kayu (33,2%) atau keramik (11,2%), sementara lebih dari separuh pedagang tidak menggunakan meja *display* (55,6%). Seluruh pedagang melaporkan membersihkan peralatan (100%), dan dua pertiga melakukan pembersihan kandang (66,7%). Fasilitas cuci tangan dan sanitasi hanya tersedia di satu pasar (11,2%). Fasilitas pembuangan sampah padat terdapat di enam pasar (66,7%), sedangkan tiga pasar tidak memiliki (33,3%). Pemeriksaan rutin kios unggas oleh pengelola pasar dilaporkan di tiga pasar (33,3%), dan kegiatan pembersihan pasar secara menyeluruh dilakukan di enam pasar (66,7%). Rincian mengenai sanitasi dan

pengelolaan limbah di LBM ditunjukkan pada Tabel 4.

Temuan serologis

Sebanyak 17 sampel darah unggas dikumpulkan dari sembilan LBM. Antibodi terhadap H5N1 terdeteksi di ayam layer pada kedua klade, sementara pada ayam broiler menunjukkan antibodi hanya terhadap klade 2.3.2. Tidak ditemukan antibodi pada ayam lokal, itik, maupun entok (Tabel 5).

Tabel 5. Deteksi Serologis Antibodi H5N1 pada Unggas di Pasar Unggas Hidup Bogor (n = 17).

Jenis Unggas (n)	Nilai Rataan	Nilai Rataan	Proporsi (%)
	Antibodi Klade 2.1.3.2 (² Log)	Antibodi Klade 2.1.3 (² Log)	
Ayam Lokal (4)	0	0	0
Ayam Layer (7)	6	7,71	100
Ayam Broiler (3)	0	2,67	33,3
Bebek (2)	0	0	0
Entog (1)	0	0	0

Pembahasan

Penelitian ini menyoroti kesenjangan biosecuriti yang krusial serta bukti serologis AI pada LBM di Bogor. Temuan ini menegaskan bahwa LBM tetap menjadi titik rawan sirkulasi virus dan transmisi lintas spesies, dengan implikasi terhadap kesehatan hewan, kesehatan masyarakat, serta keamanan lingkungan dalam kerangka *One Health*.

Kesenjangan Biosecuriti di LBM

Hasil survei menunjukkan kelemahan pada berbagai aspek operasional pasar, meliputi transportasi unggas, sanitasi pasar, pengelolaan limbah, serta penanganan unggas sakit atau mati. Penggunaan sepeda motor sebagai moda transportasi utama (88,8%) dan ketiadaan Surat Keterangan Kesehatan Hewan (SKKH) pada seluruh unggas menegaskan lemahnya penegakan regulasi dalam rantai pasok unggas. Pencampuran unggas dari berbagai sumber dan spesies dalam satu kandang meningkatkan risiko kontaminasi silang dan kemungkinan terjadinya *reassortment*. Rantai pasok yang melibatkan banyak sumber memperbesar kompleksitas pergerakan unggas sekaligus meningkatkan risiko penyebaran virus avian influenza, khususnya ketika manajemen pemisahan tidak diterapkan (Nguyen *et al.*, 2023). Pola ini konsisten dengan studi sebelumnya di Indonesia dan negara Asia lainnya, di mana LBM diidentifikasi sebagai penguat transmisi virus AI akibat lemahnya biosecuriti (Henning *et al.*, 2019; Islam *et al.*, 2023).

Pengelolaan lingkungan yang tidak memadai di LBM menimbulkan risiko signifikan bagi keberlangsungan transmisi AI. Ketidaaan fasilitas pengolahan limbah cair dan infrastruktur sanitasi yang buruk memungkinkan air tercemar serta *fomites* berfungsi sebagai reservoir potensial virus (Indriani *et al.*, 2010). Pembuangan sampah yang tidak layak menarik hewan liar dan rodensia, sehingga memfasilitasi penyebaran patogen melampaui lingkungan pasar (Walz *et al.*, 2018). Minimnya pemantauan rutin oleh otoritas pasar, yang hanya tercatat di 33,3% pasar, memperburuk situasi dengan menurunkan kepatuhan pedagang terhadap praktik higienis. Kondisi ini menegaskan perlunya intervensi berbasis pasar, sebagaimana ditekankan oleh Offeddu *et al.* (2016), untuk memutus jalur transmisi lingkungan sekaligus menekan risiko *spillover* pada manusia maupun hewan.

Temuan Serologis dari Paparan AI

Hasil serologi mengonfirmasi adanya antibodi terhadap AI H5N1 klade 2.1.3.2 dan 2.3.2 pada unggas, terutama pada ayam layer dan dalam proporsi lebih rendah pada broiler. Temuan

ini mengindikasikan dua kemungkinan skenario. Antibodi dapat mencerminkan vaksinasi di tingkat peternakan, mengingat ayam layer lebih umum divaksinasi AI di Indonesia dibandingkan dengan broiler (Sajjadi *et al.*, 2025). Antibodi juga dapat menunjukkan paparan terhadap virus yang beredar di lingkungan pasar, terutama dengan adanya praktik biosecuriti yang lemah dan pencampuran unggas yang ditemukan (Islam *et al.*, 2023; Rehman *et al.*, 2022). Virus AI mampu bertahan di lingkungan, dengan viabilitas hingga delapan minggu pada feses unggas pada suhu 4°C, sehingga meningkatkan kemungkinan kontaminasi di LBM (Kurmi *et al.*, 2013). Uggas yang terpapar secara alami mengembangkan antibodi terdeteksi dalam waktu 1–2 minggu setelah infeksi (Ellis *et al.*, 2021). Deteksi titer antibodi positif pada unggas di pasar, terutama pada ayam broiler yang jarang divaksinasi, menunjukkan adanya paparan virus sebelumnya sekaligus menegaskan peran pasar unggas hidup sebagai lokasi kritis sirkulasi dan amplifikasi AI. Pembedaan antara antibodi hasil vaksinasi dan antibodi akibat infeksi berada di luar cakupan penelitian ini, namun sangat penting untuk menafsirkan signifikansi epidemiologis dari hasil tersebut. Penelitian selanjutnya sebaiknya mengombinasikan serologi dengan deteksi virus (PCR dan sekruensing) untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap mengenai sirkulasi aktif.

Analisis Kesenjangan (*Gap Analysis*)

Perbandingan dengan pedoman *World Health Organization* (WHO) untuk LBM menunjukkan bahwa LBM di Bogor masih belum memenuhi standar pada hampir semua aspek: transportasi, zonasi, sanitasi, pengendalian hama, dan pengelolaan limbah. Kondisi ini mengonfirmasi bahwa praktik yang ada belum memadai untuk menekan risiko penularan AI. Kelemahan serupa telah dikaitkan dengan kejadian berulang wabah AI di negara-negara Asia Tenggara lainnya, yang menegaskan perlunya intervensi berbasis risiko di pasar (Offeddu *et al.*, 2016; Nguyen *et al.*, 2023). Rangkuman mengenai kesenjangan biosecuriti terhadap standar WHO ditunjukkan pada Tabel 6, yang menekankan perlunya intervensi prioritas seperti pembangunan instalasi

pengolahan limbah cair (IPAL), penerapan sertifikasi kesehatan hewan wajib, pemisahan spesies, serta penyediaan fasilitas sanitasi dasar yang efektif dan hemat biaya.

Analisis kesenjangan menunjukkan adanya kelemahan yang signifikan pada LBM di Bogor bila dibandingkan dengan standar WHO (2006). Kelemahan paling kritis terletak pada ketiadaan IPAL yang dapat memperpanjang keberlangsungan virus di lingkungan (Indriani *et al.*, 2010). Tidak adanya sertifikat kesehatan hewan serta pencampuran unggas dari berbagai sumber semakin meningkatkan risiko masuk dan beredarnya virus (Soares Magalhães *et al.*, 2012). Ketersediaan fasilitas cuci tangan bagi pedagang yang masih terbatas menjadi hambatan besar dalam pencegahan penyakit zoonotik (WHO, 2017).

Analisis kesenjangan menegaskan bahwa LBM di Bogor tidak hanya gagal memenuhi standar WHO, tetapi juga beroperasi dalam kondisi yang serupa dengan wilayah endemis AI di Asia Tenggara. Kondisi tersebut menekankan perlunya intervensi berbasis risiko yang terarah melalui penerapan sertifikat kesehatan hewan, perbaikan infrastruktur, dan pengawasan pasar yang aktif. Temuan ini sekaligus menjadi dasar untuk menghubungkan kelemahan di tingkat pasar dengan implikasi *One Health* yang lebih luas, di mana kerentanan pada aspek

kesehatan hewan, manusia, dan lingkungan saling berkaitan dalam mempertahankan serta memperkuat transmisi avian influenza.

Implikasi One Health

Penelitian ini menegaskan keterkaitan erat antara kesehatan hewan, manusia, dan lingkungan. Pada unggas, lemahnya praktik biosecuriti meningkatkan kemungkinan berlanjutnya sirkulasi AI dan terjadinya *reassortment* lintas spesies, sebagaimana terlihat pada rantai pasok ayam layer di Bogor dan Sukabumi yang menunjukkan rendahnya biosecuriti di kalangan pedagang serta praktik pemeliharaan non-FIFO (*first in first out*) yang berpotensi memfasilitasi keberlangsungan patogen (Kusumastuti *et al.*, 2018). Pada manusia, khususnya pedagang dan konsumen yang melakukan kontak langsung dengan unggas hidup, risiko penularan zoonotik tetap signifikan melalui lingkungan yang terkontaminasi maupun interaksi langsung dengan unggas. Pengetahuan dan sikap memengaruhi perilaku protektif, namun infrastruktur kebersihan sering kali tidak memadai (Rehman *et al.*, 2023). Pada lingkungan, limbah yang tidak dikelola serta kontaminasi air menyediakan ceruk ekologis bagi virus untuk bertahan dan menyebar ke luar pasar. Penelitian mengenai keberlangsungan virus pada air limbah dan perairan lingkungan

Tabel 6. Kesenjangan Biosecuriti pada Pasar Unggas Hidup Bogor (dibandingkan dengan WHO, 2006).

Variabel	Standar WHO	Kondisi LBM	Rekomendasi Perbaikan
Alat angkut unggas	Kendaraan tertutup, didisinfeksi	Sepeda motor (88,8%), tidak didisinfeksi	Kendaraan tertutup, disinfeksi rutin wajib
Tata letak, kandang, pemotongan, display, IPAL	Zona terpisah; kandang/meja non-pori; area pemotongan khusus; memiliki IPAL	Tipe kios campuran; kandang bambu; pemotongan di dalam kios; meja kayu; tidak ada IPAL	Relokasi kios, kandang/ meja logam, pisahkan area pemotongan, sediakan IPAL
Pembersihan peralatan dan kandang	Pembersihan dan disinfeksi rutin	Tidak rutin (33,3%)	Jadwal pembersihan rutin
SKKH, pemisahan, penyimpanan, unggas sakit	Sertifikat kesehatan; pemisahan; minimalkan waktu penyimpanan; pembuangan aman	Tidak ada SKKH; sumber/ spesies tercampur (77,8%); waktu penyimpanan lama; unggas sakit dipotong/dicampur	SKKH wajib, pemisahan spesies, batasi waktu penyimpanan, pemusnahan aman
Hewan liar dan tikus	Tidak ada hewan liar dan tikus	Kucing/anjing (66,7%), tikus (33,3%)	Kontrol hewan liar dan tikus
Fasilitas sanitasi	Fasilitas cuci tangan dengan sabun wajib	Hanya 11,3% pasar yang memiliki wastafel; tanpa sabun	Sediakan wastafel dengan sabun
Pengelolaan limbah dan bangkai	Pengelolaan limbah dan bangkai yang tepat	Tidak ada sistem pengelolaan limbah, bangkai ditangani secara tidak tepat	Sediakan tempat sampah, penguburan/insinerasi
Spesies yang dijual, pemberian pakan, monitoring pasar	Pemisahan spesies, minimalisasi waktu penyimpanan, inspeksi rutin	Berbagai spesies; unggas diberi pakan; pengawasan lemah	Batasi pemberian pakan, kurangi waktu penyimpanan, tingkatkan inspeksi

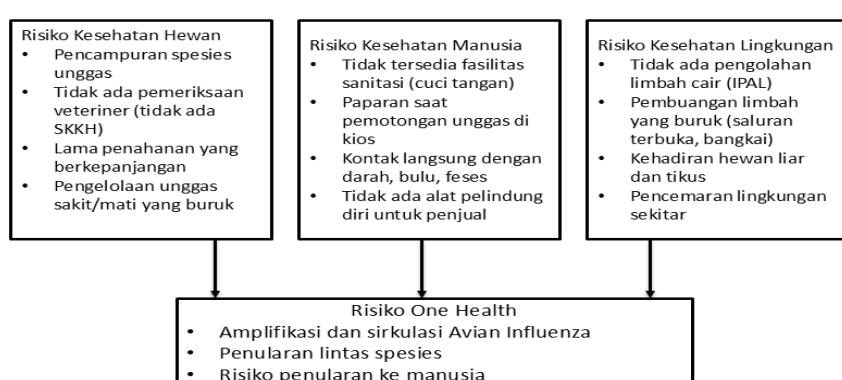
mengonfirmasi bahwa partikel virus dapat tetap ada bahkan setelah pengolahan parsial (Bleotu *et al.*, 2024). Keterhubungan risiko tersebut menegaskan perlunya pendekatan *One Health* dalam surveilans, pencegahan, dan pengendalian AI di pasar unggas hidup.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa kesenjangan biosecuriti di pasar unggas hidup tidak hanya berdampak pada kesehatan unggas, tetapi juga pada paparan manusia dan kontaminasi lingkungan. Dari perspektif *One Health*, risiko ini saling berkaitan melalui lemahnya manajemen kesehatan hewan, praktik higienis manusia yang tidak memadai, serta sanitasi lingkungan yang buruk, sehingga secara bersama-sama memperkuat ancaman avian influenza. Jalur risiko terintegrasi ini divisualisasikan pada Gambar 1 yang menampilkan skema bagaimana risiko kesehatan hewan, manusia, dan lingkungan berkontribusi terhadap ancaman *One Health* di pasar unggas hidup.

Implikasi *One Health* dari temuan ini sangat penting karena risiko di pasar unggas hidup meluas dari kesehatan unggas hingga secara langsung mengancam kesehatan manusia dan lingkungan. Ketiadaan sertifikasi kesehatan hewan, pencampuran spesies, dan pengelolaan unggas sakit yang tidak memadai meningkatkan kemungkinan terjadinya *reassortment* virus dan kemunculan strain baru dengan potensi zoonotik. Surveilans genomik di Jawa Timur mendeteksi 10,9% sampel lingkungan positif Influenza A, termasuk subtipen H9 dengan mutasi adaptasi mamalia, yang menegaskan peran lingkungan

pasar sebagai reservoir virus (Dharmayanti *et al.*, 2025). Di Guangdong, Tiongkok, sampel lingkungan dari area pemrosesan dan display unggas menunjukkan prevalensi tinggi Influenza A yang berkorelasi dengan deteksi pada unggas (Cheng *et al.*, 2020). Bukti dari Myanmar memperlihatkan bahwa H9N2 terdeteksi tidak hanya pada unggas dan lingkungan pasar, tetapi juga pada sampel manusia, yang menekankan pentingnya surveilans *One Health* (Borkenhagen *et al.*, 2023). Studi di Bangladesh melaporkan bahwa praktik biosecuriti yang buruk seperti pencampuran spesies, pembuangan limbah yang tidak layak, serta keberadaan hewan liar secara signifikan berkaitan dengan kontaminasi AI di pasar unggas hidup (Islam *et al.*, 2023). Temuan temuan ini secara keseluruhan menekankan urgensi penerapan surveilans *One Health* terpadu untuk deteksi dini dan pencegahan agar pasar unggas hidup tidak menjadi pusat amplifikasi patogen dengan potensi wabah lintas sektor.

Implikasi *One Health* yang dihasilkan bersifat mendalam karena risiko yang muncul tidak hanya terbatas pada unggas, melainkan juga meluas ke manusia dan lingkungan sekitarnya. Penanganan tantangan ini membutuhkan intervensi terpadu berbasis *One Health*. Rekomendasi kebijakan sebaiknya memprioritaskan penguatan sistem surveilans *One Health* yang terintegrasi, penegakan regulasi kesehatan hewan, peningkatan infrastruktur sanitasi pasar, serta program edukasi dan pemantauan berkelanjutan bagi pedagang serta pengelola pasar.



Gambar 1. Skema representasi risiko kesehatan hewan, manusia, dan lingkungan yang mengarah pada implikasi *One Health* di LBM. Ilustrasi skematis ini menunjukkan bagaimana risiko kesehatan hewan, manusia, dan lingkungan saling berhubungan dalam memperkuat AI dan menciptakan ancaman *One Health*.

Intervensi prioritas untuk menurunkan risiko AI di LBM dapat dikelompokkan ke dalam tiga tingkat. Prioritas utama mencakup pembangunan fasilitas pengolahan limbah cair (IPAL), penerapan wajib Surat Keterangan Kesehatan Hewan (SKKH), serta penataan ulang tata letak pasar dengan pemisahan zona unggas hidup, pemotongan, dan area *display*. Ketiga langkah ini bersifat mendesak karena berdampak langsung pada pencegahan penyebaran virus melalui limbah dan kontak antarspesies.

Prioritas menengah meliputi penguatan pengawasan dan kebersihan pasar secara rutin, pelatihan pedagang tentang praktik higienis dan penggunaan alat pelindung diri, serta penerapan pemisahan unggas berdasarkan spesies dan asal. Intervensi ini penting untuk memperbaiki perilaku dan sistem pengelolaan pasar dalam jangka menengah. Prioritas pendukung mencakup penyediaan fasilitas cuci tangan, pengendalian hewan liar di sekitar pasar, serta kampanye pasar sehat berbasis One Health. Meskipun bersifat tambahan, langkah-langkah ini memperkuat efektivitas intervensi utama dengan mendorong perilaku higienis dan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya biosekuriti di pasar unggas hidup.

Keterbatasan dan Pengembangan Penelitian

Temuan penelitian ini memberikan bukti bahwa LBM di Bogor masih menjadi titik rawan bagi sirkulasi virus AI akibat kelemahan sistemik dalam biosekuriti dan manajemen pasar. Bukti serologis memperkuat kemungkinan adanya paparan virus pada unggas, sehingga semakin menekankan urgensi intervensi. Penguatan biosekuriti dan surveilans LBM melalui pendekatan *One Health* tidak hanya akan menekan risiko AI, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kesiapsiagaan terhadap penyakit zoonotik di Indonesia.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada ukuran sampel serologis yang kecil (17 sampel dari sembilan pasar) sehingga membatasi generalisasi statistik. Ketidakmampuan membedakan antibodi yang diinduksi vaksinasi dengan infeksi alami juga mengurangi kejelasan interpretasi temuan serologis. Integrasi data biosekuriti lapangan dengan hasil serologi tetap memberikan wawasan berharga mengenai

kerentanan sistemik LBM di Bogor. Penelitian selanjutnya perlu memperluas jumlah sampel, memasukkan uji virologi, serta mengevaluasi efektivitas biaya intervensi di tingkat pasar.

Kesimpulan

Pasar unggas hidup / LBM di Bogor menunjukkan kelemahan besar dalam biosekuriti, sanitasi, dan manajemen unggas yang meningkatkan risiko sirkulasi AI. Deteksi antibodi terhadap H5N1 klade 2.1.3 dan 2.3.2 mengindikasikan adanya paparan berkelanjutan baik dari vaksinasi maupun infeksi lapangan. Praktik transportasi yang buruk, pencampuran sumber unggas, pengelolaan limbah yang tidak memadai, serta keberadaan hewan liar semakin menegaskan peran LBM sebagai titik penyebaran AI dengan risiko terhadap unggas, manusia, dan lingkungan.

Penanganan kesenjangan ini memerlukan pendekatan *One Health* melalui pengetatan sertifikasi kesehatan, perbaikan infrastruktur, penanganan aman unggas sakit maupun mati, serta pelatihan bagi pekerja pasar. LBM perlu ditempatkan sebagai pusat strategi surveilans dan pengendalian AI di Indonesia, dengan dukungan investasi berkelanjutan pada biosekuriti, kebijakan berbasis risiko, serta intervensi berorientasi *One Health* guna melindungi kesehatan masyarakat dan ketahanan pangan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi kepada Perumda Pasar Pakuan Jaya, Perumda Pasar Tohaga, Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Bogor, serta Dinas Perikanan dan Peternakan Kabupaten Bogor atas dukungan izin dan koordinasi yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Penelitian ini dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi sesuai dengan Kontrak Pelaksanaan Program Penelitian Tahun 2024 Nomor: 027/E5/PG.02.00.PL/2024 tanggal 11 Juni 2024.

Daftar Pustaka

Bleotu, C., Matei, L., Dragu, L. D., Necula, L. G., Pitica, I. M., Chivu-

- Economescu, M., & Diaconu, C. C. (2024). Viruses in Wastewater—A Concern for Public Health and the Environment. *Microorganisms*, 12(7), 1430. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12071430>
- Borkenhagen, L. K., Aung, P. P., Htay, T., Thein, Z. W., Tin, O. S., Mon, T. S., Myint, W., Bailey, E. S., Wanninger, T. G., Kandeil, A. M., Webby, R. J., & Gray, G. C. (2023). A cross-sectional study of avian influenza A virus in Myanmar live bird markets: Detection of a newly introduced H9N2?. *Influenza and other respiratory viruses*, 17(2), e13111. <https://doi.org/10.1111/irv.13111>
- Dharmayanti, N. L. P. I., Hewajuli, D. A., Ratnawati, A., & Hartawan, R. (2020). Genetic diversity of the H5N1 viruses in live bird markets, Indonesia. *Journal of veterinary science*, 21(4), e56. <https://doi.org/10.4142/jvs.2020.21.e56>
- Dharmayanti, N. L. P. I., Nurjanah, D., Indriani, R., Suyatno, T., & Nuradji, H. (2025). Genomic surveillance of influenza A virus in live bird markets during the COVID-19 pandemic. *Veterinary world*, 18(4), 955–968. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.955-968>
- Cheng, K. L., Wu, J., Shen, W. L., Wong, A. Y. L., Guo, Q., Yu, J., Zhuang, X., Su, W., Song, T., Peiris, M., Yen, H. L., & Lau, E. H. Y. (2020). Avian Influenza Virus Detection Rates in Poultry and Environment at Live Poultry Markets, Guangdong, China. *Emerging infectious diseases*, 26(3), 591–595. <https://doi.org/10.3201/eid2603.190888>
- Ellis, J. W., Root, J. J., McCurdy, L. M., Bentler, K. T., Barrett, N. L., VanDalen, K. K., Dirsmith, K. L., & Shriner, S. A. (2021). Avian influenza A virus susceptibility, infection, transmission, and antibody kinetics in European starlings. *PLoS pathogens*, 17(8), e1009879. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009879>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2007). *Programmes/Projects: FAO Independent External Evaluation – Livestock and Policy*. FAO.
- Henning, J., Hesterberg, U. W., Zenal, F., Schoonman, L., Brum, E., & McGrane, J. (2019). Risk factors for H5 avian influenza virus prevalence on urban live bird markets in Jakarta, Indonesia—Evaluation of long-term environmental surveillance data. *PLOS ONE*, 14(5), e0216984. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216984>
- Indriani, R., Samaan, G., Gultom, A., Loth, L., Irianti, S., Adjid, R., Dharmayanti, N. L., Weaver, J., Mumford, E., Lokuge, K., Kelly, P. M., & Darminto (2010). Environmental sampling for avian influenza virus A (H5N1) in live-bird markets, Indonesia. *Emerging infectious diseases*, 16(12), 1889–1895. <https://doi.org/10.3201/eid1612.100402>
- Indriani, R., Dharmayanti, N. L. P. I., & Adjid, R. M. A. (2011). Tingkat proteksi beberapa vaksin avian influenza unggas terhadap infeksi virus isolat lapang *A/chicken/West Java/Smi-Pat/2006* dan *A/chicken/West Java/Smi-Mae/2008*. *JITV*, 16(2), 153–161.
- Islam, A., Rahman, M. Z., Hassan, M. M., et al. (2023). Determinants for the presence of avian influenza virus in live bird markets in Bangladesh: Towards an easy fix of a looming One Health issue. *One Health*, 17, 100643. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2023.100643>
- Kurmi, B., Murugkar, H. V., Nagarajan, S., Tosh, C., Dubey, S. C., & Kumar, M. (2013). Survivability of Highly Pathogenic Avian Influenza H5N1 Virus in Poultry Faeces at Different Temperatures. *Indian journal of virology : an official organ of Indian Virological Society*, 24(2), 272–277. <https://doi.org/10.1007/s13337-013-0135-2>
- Kusumastuti, A., Cahyadi, E. R., Sarma, M., & Syamsidar, S. (2018). Assessing Biosecurity Management Practice Along Layer Chicken Chain in Bogor And Sukabumi. *Jurnal Manajemen Dan Agribisnis*, 15(3), 239. <https://doi.org/10.17358/jma.15.3.239>

- Li, H., Ren, R., Bai, W., Li, Z., Zhang, J., Liu, Y., Sun, R., Wang, F., Li, D., Li, C., Shi, G., & Zhou, L. (2025). A Review of Avian Influenza Virus Exposure Patterns and Risks Among Occupational Populations. *Veterinary sciences*, 12(8), 704. <https://doi.org/10.3390/vetsci12080704>
- Nguyen, D. T., Sumner, K. M., Nguyen, T. T. M., Phan, M. Q., Hoang, T. M., Vo, C. D., Nguyen, T. D., Nguyen, P. T., Yang, G., Jang, Y., Jones, J., Olsen, S. J., Gould, P. L., Nguyen, L. V., & Davis, C. T. (2023). Avian influenza A(H5) virus circulation in live bird markets in Vietnam, 2017–2022. *Influenza and Other Respiratory Viruses*, 17(12), e13245. <https://doi.org/10.1111/irv.13245>
- Offeddu, V., Cowling, B. J., & Malik Peiris, J. S. (2016). Interventions in live poultry markets for the control of avian influenza: A systematic review. *One Health*, 2, 55–64. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2016.03.002>
- Rehman, S., Effendi, M. H., Shehzad, A., Rahman, A., Rahmahani, J., Witaningrum, A. M., & Bilal, M. (2022). Prevalence and associated risk factors of avian influenza A virus subtypes H5N1 and H9N2 in live bird markets of East Java province, Indonesia: A cross-sectional study. *PeerJ*, 10, e14095. <https://doi.org/10.7717/peerj.14095>
- Rehman, S., Rantam, F. A., Batool, K., Wajid, A., Nisa, Q., & Bilal, M. (2022). Emerging threats and vaccination strategies of H9N2 viruses in poultry in Indonesia: A review. *F1000Research*, 11, 548. <https://doi.org/10.12688/f1000research.118669.2>
- Rehman, S., Shehzad, A., Andriyani, L. D., Effendi, M. H., Abadeen, Z. U., Ilyas Khan, M., & Bilal, M. (2023). A cross-sectional survey of avian influenza knowledge among poultry farmworkers in Indonesia. *PeerJ*, 11, e14600. <https://doi.org/10.7717/peerj.14600>
- Sajjadi, N. C., Abolnik, C., Baldinelli, F., Brown, I., Cameron, A., de Wit, S., Dhingra, M., Espeisse, O., Guérin, J. L., Harder, T., Ho, J., Chua, T. H., Hussein, K., Lyons, N., Monne, I., Okamuro, Y., Pacheco, D. T., Pavade, G., Poncon, N., Prajitno, T. Y., ... Stegeman, A. (2025). Vaccination and surveillance for high pathogenicity avian influenza in poultry-current situation and perspectives. *Biologicals*, 91, 101840. <https://doi.org/10.1016/j.biologicals.2025.101840>
- Soares Magalhães, R. J., Zhou, X., Jia, B., Guo, F., Pfeiffer, D. U., & Martin, V. (2012). Live poultry trade in Southern China provinces and HPAIV H5N1 infection in humans and poultry: the role of Chinese New Year festivities. *PloS one*, 7(11), e49712. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049712>
- Walz E, Linskens E, Umber J, Culhane MR, Halvorson D, Contadini F and Cardona C. (2018). Garbage Management: An Important Risk Factor for HPAI-Virus Infection in Commercial Poultry Flocks. *Front. Vet. Sci.* 5:5. doi: 10.3389/fvets.2018.00005
- World Health Organization. (2006). *Public health interventions for prevention and control of avian influenza: Manual for improving biosecurity in the food supply chain: Focusing on live animal markets*. Geneva: World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43513>
- World Health Organization. (2017). One Health. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/one-health>
- World Organization for Animal Health. (2021). *Avian influenza (including infection with high pathogenicity avian influenza viruses)*. In WOAH Terrestrial Manual 2021 (Chapter 3.3.4, pp. 1–28). World Organization for Animal Health.
- World Organisation for Animal Health (OIE). (2004). *Manual of standards for diagnostic tests and vaccines* (pp. 212–219). OIE.