

**DETEKSI INFLUENZA A DENGAN TEKNIK MOLEKULER
PADA SATWA LIAR YANG DIKONSUMSI DI KABUPATEN
BOLAANG MONGONDOW DAN KABUPATEN MINAHASA
SULAWESI UTARA**



**DIVA YUNAVITA
NIM. 22032125/2022**

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

**DETEKSI INFLUENZA A DENGAN TEKNIK MOLEKULER
PADA SATWA LIAR YANG DIKONSUMSI DI KABUPATEN
BOLAANG MONGONDOW DAN KABUPATEN MINAHASA
SULAWESI UTARA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar

Sarjana Sains



**Oleh:
DIVA YUNAVITA
NIM. 22032125/2022**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2026

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Deteksi Influenza A dengan Teknik Molekuler pada Satwa Liar yang Dikonsumsi di Kabupaten Bolaang Mongondow dan Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara

Nama : Diva Yunavita

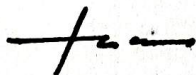
NIM/TM : 22032125/2022

Program Studi : Biologi

Departemen : Biologi

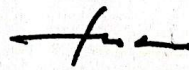
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Mengetahui,
Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed.
NIP. 197508152006042001

Padang, 19 Mei 2026
Disetujui oleh,
Dosen Pembimbing



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed
NIP. 197508152006042001

PENGESAHAN LULUSAN UJIAN SKRIPSI

Nama : Diva Yunavita
NIM : 22032125
ProGram Studi : Biologi
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

DETEKSI INFLUENZA A DENGAN TEKNIK MOLEKULER PADA SATWA LIAR YANG DIKONSUMSI DI KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW DAN KABUPATEN MINAHASA SULAWESI UTARA

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Sripsi
Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

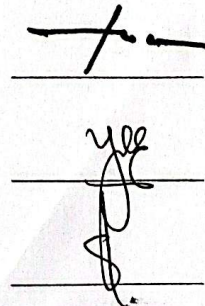
Padang, 19 Mei 2026

Tim Penguji

Nama

Tanda tangan

1. Ketua : Dr. Dwi Hilda Putri, S. Si., M. Biomed
2. Anggota : Prof. Dr. Yuni Ahda, S.Si., M.Si
3. Anggota : Rijal Satria, Ph.D



The image shows three handwritten signatures, each on a horizontal line. The first signature is a simple horizontal stroke with a crossbar. The second signature is a more complex, cursive-style signature. The third signature is also a complex, cursive-style signature.

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Diva Yunavita
NIM/TM : 22032125/2022
Program Studi : Biologi NK
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya yang berjudul **“Deteksi Influenza A dengan Teknik Molekuler pada Satwa Liar yang Dikonsumsi di Kabupaten Bolaang Mongondow dan Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara”** adalah benar hasil karya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang dituliskan dan diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti aturan penulisan karya ilmiah yang benar.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 19 mei 2026

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Biologi

Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed.
NIP. 197508152006042001

Saya yang menyatakan,



Diva Yunavita
NIM. 22032125

**Deteksi Influenza A dengan Teknik Molekuler pada Satwa Liar
yang Dikonsumsi di Kabupaten Bolaang Mongondow dan
Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara**

Diva Yunavita

ABSTRAK

Influenza A adalah patogen zoonosis yang dapat ditransmisikan dari hewan ke manusia. Perdagangan dan konsumsi Satwa Liar di Kabupaten Bolaang Mongondow dan Minahasa, Sulawesi Utara, merupakan faktor risiko yang memfasilitasi transmisi virus ini. Studi observasional laboratorium ini bertujuan untuk mendeteksi kehadiran material genetik virus Influenza A pada Satwa Liar yang dikonsumsi di wilayah tersebut, menggunakan koleksi sampel dari Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).

Pengujian molekuler dilakukan pada empat puluh tujuh sampel usapan (oral dan rektal) dari Satwa Liar antara Juli hingga Desember 2025 di Laboratorium Bakteriologi, Pusat Penelitian Mikrobiologi Terapan, Cibinong. Ekstraksi RNA dilakukan menggunakan ZymoBIOMICS™ RNA Miniprep Kit, diikuti dengan amplifikasi melalui Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) menggunakan MyTaq™ One-Step PCR Kit. Metode pengujian terdiri dari dua tahap: skrining dengan primer universal MB-Tuni 12/13 untuk mendeteksi secara umum genom virus Influenza, dan tahap konfirmasi dengan primer spesifik FluAV M-U44/L287 yang menargetkan gen matriks (M) dari Influenza A.

Hasil elektroforesis menunjukkan amplifikasi positif pada 3 sampel menggunakan primer MB-Tuni 12/13. Namun, pengujian konfirmasi menggunakan primer spesifik FluAV M-U44/L287 menghasilkan hasil negatif di seluruh sampel (n=47). Tidak adanya pita DNA pada tahap konfirmasi menyimpulkan bahwa sampel pada Satwa Liar yang dikonsumsi tidak mengandung material genetik virus Influenza A.

Kata Kunci: *Influenza A, Satwa Liar, Primer MB-Tuni, Primer FluAV, RT-PCR, Gen Matriks, Deteksi Molekuler, Sulawesi Utara*

Detection of Influenza A using Molecular Techniques in Wildlife Consumed in Bolaang Mongondow and Minahasa Regencies, North Sulawesi

Diva Yunavita

ABSTRACT

Influenza A is a zoonotic pathogen that can be transmitted from animals to humans. The trade and consumption of wildlife in Bolaang Mongondow Regency and Minahasa Regency, North Sulawesi, are risk factors that may facilitate the transmission of this virus. This laboratory observational study aimed to detect the presence of genetic material of Influenza A virus in consumed wildlife from these regions using sample collections from National Research and Innovation Agency (BRIN).

Molecular testing was performed on forty-seven swab samples (oral and rectal) collected from wildlife between July and December 2025 at the Bacteriology Laboratory, Applied Microbiology Research Center, Cibinong. RNA extraction was conducted using the ZymoBIOMICS™ RNA Miniprep Kit, followed by amplification using Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) with the MyTaq™ One-Step PCR Kit. The testing method consisted of two stages: screening using universal MB-Tuni 12/13 primers to generally detect the influenza virus genome, and a confirmation stage using specific FluAV M-U44/L287 primers targeting the matrix (M) gene of Influenza A.

Electrophoresis results showed positive amplification in three samples using MB-Tuni 12/13 primers. However, confirmation testing using the specific FluAV M-U44/L287 primers produced negative results in all samples (n=47). The absence of DNA bands during the confirmation stage indicated that the wildlife samples consumed in the study area did not contain genetic material of the Influenza A virus.

Keywords: *Influenza A, wildlife, MB-Tuni primers, FluAV primers, RT-PCR, matrix gene, molecular detection, North Sulawesi.*

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Deteksi Influenza A dengan teknik molekuler pada Satwa Liar yang dikonsumsi di Kabupaten Bolaang Mongondow dan Minahasa Sulawesi Utara”. Shalawat beriring salam untuk arwah Nabi Muhammad SAW sebagai junjungan umat seluruh alam.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed. sebagai kepala Departemen Biologi serta sebagai pembimbing I, yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dengan penuh kesabaran.
2. Ari Sulistyio Wulandari, M.Agr. sebagai pembimbing II yang telah memberikan dedikasi dan ilmunya dalam membimbing penulis selama proses penelitian ini.
3. Ibu Prof. Dr. Yuni Ahda, S.Si., M.Si dan Bapak Rijal Satria, Ph.D. sebagai tim penguji yang telah memberikan kritikan dan saran dalam penulisan skripsi ini.
4. Penelitian ini merupakan bagian dari Wildlife Interface Viromic Regional

Emerging Infectious Disease Surveillance (WIViREIDS) project, kolaborasi riset antara Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dengan Australian Centre for Disease Preparedness (ACDP), Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia.

5. Bapak/Ibu staf dosen Departemen Biologi yang telah membantu untuk kelancaran penulisan skripsi ini.
6. Orang tua dan adikku serta keluarga yang senantiasa memberikan doa serta dukungan.
7. Teman-teman satu tim riset yang telah membantu dan berbagi dukungan selama penelitian berlangsung.
8. Teman satu kamar Difa Tri Rahmadhani yang telah memberikan doa dan dukungan.
9. Teman - teman “*real time*” yang telah memberikan dukungan dan doanya dari awal perkuliahan hingga pembuatan skripsi ini.
10. Keluarga besar Biologi 2022 yang selalu memberikan dukungan serta doanya.

Semoga bantuan yang Bapak/Ibu serta rekan-rekan berikan bernilai ibadah dan mendapatkan pahala dari Allah SWT. Penulis berharap skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi semua orang yang membacanya.

Padang, 29 April 2026

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Struktur Influenza A	6
B. Siklus Hidup dan Mekanisme Penularan Influenza A	7
C. Resiko Zoonosis pada Konsumsi Satwa Liar di Sulawesi Utara.....	9
D. Deteksi Influenza A menggunakan RT-PCR	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	12
A. Jenis Penelitian.....	12
B. Waktu dan Tempat Penelitian	12
C. Alat dan Bahan	12
D. Prosedur Penelitian	13
E. Analisis Data	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Hasil Penelitian	19
B. Pembahasan	23
BAB V PENUTUP.....	27
A. Kesimpulan	27
B. Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. List Sampel Satwa Liar yang Digunakan pada Penelitian.....	13
2. Desain Primer MB-Tuni 12 dan MB-Tuni 13 dan FluAV M-U44 dan FluAV M-L287	16
3. Master Mix PCR.....	17
4. Hasil PCR dengan Primer MB-Tuni 12 dan MB-Tuni 13	20
5. Hasil PCR dengan Primer FluAV M-U44 dan FluAV M-L287	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Genom Virus Influenza A	6
2. Siklus Hidup Virus Influenza A	7
3. Reservoir Virus Influenza A	8
4. Lokasi Pengambilan Sampel (Panah Merah) di Bolaang Mongondow dan Minahasa Sulawesi Utara	14
5. Hasil Elektroforesis RT-PCR Menggunakan Primer MB-Tuni. L) Leadder 1 100 bp. H9) Kontrol Positif. K-) Kontrol Negatif.....	19
6. Hasil Visualisasi Elektroforesis RT-PCR Menggunakan Primer Spesifik FluAV M-U44 dan FluAV M-L287: A) Batch 1; B) Batch 1; C) Batch 1; D) Batch 2; E) Batch 2. H9) Kontrol Positif. K-) Kontrol Negatif.....	21

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Influenza A merupakan patogen yang menginfeksi sistem pernapasan pada manusia maupun hewan. Virus ini berpotensi menimbulkan pandemi melalui penularan antarhewan maupun dari hewan ke manusia. Influenza tipe A paling sering menyebabkan terjadinya pandemi global. Pandemi influenza pertama yang tercatat adalah “*Spanish Flu*” yang disebabkan oleh Influenza A subtype H1N1 pada tahun 1918 di Spanyol. Pandemi selanjutnya meliputi “*Asian Flu*” oleh virus H2N2 pada tahun 1957, dan “*Hong Kong Flu*” oleh virus H3N2 pada tahun 1968 (Rahma *et al.*, 2016).

Ancaman virus Influenza A terus berlanjut dengan munculnya subtype *Highly Pathogenic Avian Influenza* (HPAI) seperti H5N1. Pada tahun 1996, subtype ini ditemukan pada angsa di China dan memicu wabah mematikan. Di Indonesia selama periode 2005–2017, dilaporkan terdapat 200 kasus infeksi H5N1 pada manusia dengan angka kematian mencapai 168 kasus (84%) (Almutaali & Anugrah, 2023).

Kasus infeksi virus Influenza A merepresentasikan tingginya risiko ancaman kesehatan akibat transmisi patogen lintas spesies (zoonosis). Penularan virus Influenza A dari hewan ke manusia dapat terjadi melalui kontak langsung dengan inang reservoir yang sakit, percikan cairan tubuh (saliva, darah, feses), lingkungan yang terkontaminasi, maupun konsumsi produk hewani yang tidak terstandar (Badra, 2025).

Sulawesi Utara merupakan salah satu wilayah yang rentan terhadap zoonosis karena banyak perdagangan satwa liar. Praktik perdagangan dan konsumsi satwa ini, khususnya di Kabupaten Bolaang Mongondow dan Minahasa, sangat memperbesar risiko penularan virus. Salah satu pusat perdagangan satwa liar yang aktif setiap hari adalah Pasar Langowan. Pada puncak perdagangannya, pasar tradisional ini memperjualbelikan berbagai spesies liar seperti *Sus celebensis* (babi hutan Sulawesi), *Paruromys dominator* (tikus hutan), *Python reticulatus* (ular sanca), *Varanus salvator* (biawak air) dan *Dobsonia exoleta* serta *Rousettus amplexicaudatus* (kelelawar) (Taogan *et al.*, 2020).

Pemilihan kelelawar sebagai subjek utama dalam penelitian ini didasarkan pada perannya yang penting dalam epidemiologi virus. Secara ekologis, kelelawar dikenal sebagai reservoir alami utama bagi berbagai virus zoonotik mematikan (seperti Rabies, Hendra, Nipah, dan Coronavirus). Penemuan subtype baru Influenza A, yaitu H17N10 dan H18N11, pada populasi kelelawar dalam beberapa tahun terakhir memperluas pemahaman sebelumnya yang menyatakan bahwa burung air merupakan satu-satunya reservoir alami virus tersebut (Tong *et al.*, 2012).

Di pasar tradisional Sulawesi Utara, kelelawar diperdagangkan secara bebas untuk dijadikan hidangan khas bernama *Paniki*. Satwa ini kerap ditempatkan berdesakan dengan spesies unggas dan mamalia lainnya. Kondisi pasar yang bertindak sebagai *mixing vessel* (wadah pencampur) ini, ditambah dengan proses pengolahan daging kelelawar yang melibatkan kontak langsung dengan darah dan organ dalam hewan yang terinfeksi,

memungkin menjadi mekanisme penularan dan rekombinasi virus Influenza A (Biru *et al.*, 2019).

Surveilans molekuler merupakan salah satu pendekatan penting dalam mitigasi dan pengendalian penyakit infeksi zoonotik. Deteksi dini berbasis genetik memungkinkan pemetaan sebaran virus Influenza A, sehingga potensi penularan dapat diantisipasi. Studi identifikasi dan karakterisasi virus ini pada berbagai inang hewan reservoir telah banyak dilakukan. Penelitian Smith *et al.*, (2009) di China mendeteksi keragaman sub tipe Influenza A pada pasar hewan. Studi juga dilakukan oleh Indriani *et al.*, (2010) di Pulau Jawa yang memetakan virus Influenza A pada burung liar. Meskipun risiko penularan zoonosis di pasar tradisional Sulawesi Utara tergolong tinggi akibat intensitas perdagangan satwa liar, data surveilans molekuler khususnya pada kelelawar konsumsi di wilayah tersebut hingga saat ini masih sangat terbatas.

Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) merupakan teknik molekuler yang telah diaplikasikan secara luas karena memiliki tingkat sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi dalam mendeteksi virus (Alexander, 2012). Pengujian Influenza A menggunakan metode ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah penggunaan primer yang spesifik (Swayne, 2009). Primer MB-TUNI yang bersifat universal sering digunakan sebagai tahap deteksi awal (skrining) untuk mengidentifikasi keberadaan materi genetik virus Influenza dalam sampel secara umum (Fereidouni *et al.*, 2000). Selanjutnya, untuk memastikan spesifisitas tipe Influenza A, digunakan primer FluAV yang menargetkan gen

matriks (M). Penggunaan primer FluAV sangat krusial dalam identifikasi molekuler karena kemampuannya dalam mengenali daerah gen M yang sangat stabil, sehingga mampu mengonfirmasi keberadaan tipe Influenza A dengan akurasi tinggi. Selanjutnya, untuk memastikan spesifisitas tipe, digunakan primer yang menargetkan gen matriks (M).

Gen M dipilih sebagai target identifikasi Influenza A karena sifatnya yang sangat terkonservasi (*highly conserved*). Sebagai komponen struktural utama, protein matriks M1 berfungsi menstabilkan glikoprotein permukaan (HA dan NA) serta berperan dalam proses perakitan pada siklus hidup virus (Volz *et al.*, 2021). Stabilitas urutan gen M pada berbagai galur dan spesies inang yang berbeda menjadikannya target optimal untuk deteksi serotipe Influenza A, sekaligus meminimalkan risiko hasil negatif palsu akibat variasi mutasi (Biru *et al.*, 2019). Penggunaan primer FluAV yang dikembangkan oleh Spackman *et al.*, (2002) diterapkan sebagai instrumen deteksi standar yang lebih spesifik dalam mendeteksi Influenza A. Primer ini mengamplifikasi gen matriks (M gene) yang memiliki tingkat konservasi tinggi pada seluruh sub tipe Influenza A, sehingga memberikan tingkat spesifisitas yang tinggi dalam deteksi Influenza A (Spackman *et al.*, 2002; Anthony *et al.*, 2012).

Berdasarkan urgensi terkait resiko transmisi zoonosis serta keterbatasan data surveilans pada Satwa Liar, maka dilakukan penelitian dengan judul : Deteksi Influenza A dengan Teknik Molekuler pada Satwa Liar yang Dikonsumsi di Kabupaten Bolaang Mongondow dan Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara.

B. Rumusan Masalah

Bagaimana keberadaan materi genetik Virus Influenza A pada Satwa Liar yang dikonsumsi di Kabupaten Bolaang Mongondow dan Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara.

C. Tujuan Penelitian

Mendeteksi keberadaan materi genetik Influenza A pada Satwa Liar yang dikonsumsi di Kabupaten Bolaang Mongondow dan Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara melalui metode Reverse Transcripts (RT-PCR).

D. Manfaat Penelitian

1. Menyediakan *baseline data* epidemiologi molekuler mengenai keberadaan materi genetik virus Influenza A pada Satwa Liar di kabupaten Bolaang Mongondow dan Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara.
2. Menjadi rujukan bagi penelitian lanjutan, seperti studi filogenetik dan mutasi genetik
3. Memberikan informasi kepada masyarakat, khususnya di Kabupaten Bolaang Mongondow dan Kabupaten Minahasa, mengenai risiko kesehatan terkait praktik interaksi dan konsumsi daging satwa liar

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa tidak ditemukan (porposi = 0) keberadaan virus Influenza A pada sampel Satwa Liar yang dikonsumsi di Kabupaten Bolaang Mongondow dan Minahasa, Sulawesi Utara.

B. Saran

Disarankan dilakukannya penelitian lanjutan dengan penambahan jumlah sampel dan perluasan area pengambilan sampel di wilayah Sulawesi Utara. Hal ini bertujuan untuk memperoleh data yang lebih representatif mengenai distribusi dan dinamika penyebaran virus Influenza A pada populasi satwa liar yang diperdagangkan untuk konsumsi masyarakat. Selain itu, perlu melakukan tahapan sekuensing terhadap produk hasil amplifikasi RT-PCR yang menunjukkan hasil positif saat menggunakan primer MB-Tuni 12/13. Analisis sekuensing ini diperlukan untuk mengidentifikasi urutan genetik secara pasti, memberikan mengetahui jenis Influenza yang ditemukan serta bukti molekuler bahwa pita DNA yang teramplifikasi tersebut bukan merupakan materi genetik dari virus Influenza A.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, D. J. (2012). Gordon Memorial Lecture. Newcastle disease. *British Poultry Science*, 42(1), 5–22. <https://doi.org/10.1080/713655022>
- Almutaali, M., & Anugrah, E. (2023). Avian Influenza Virus A Subtype H5N1. *UMI Medical Journal*, 8(1), 26–34. <https://doi.org/10.33096/umj.v8i1.246>
- Altschul, S. F., Gish, W., Miller, W., Myers, E. W., & Lipman, D. J. (1990). Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology*, 215(3), 403–410.
- Anthony, S. J., Leger, J. A. S., Pugliares, K., Ip, H. S., Chan, J. M., Carpenter, Z. W., Navarrete-macias, I., & Sanchez-leon, M. (2012). *Emergence of Fatal Avian Influenza in New England Harbor Seals*. 3(4). <https://doi.org/10.1128/mBio.00166-12>. Editor
- Ashraf, M. A. (2025). *The peculiar characteristics and advancement in diagnostic methodologies of influenza A virus*. January, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1435384>
- Badra, R., Zhang, W., Tam, J. S. L., Webby, R., van der Werf, S., Nikisins, S., Cullinane, A., Gharaibeh, S., Njouom, R., Peiris, M., Kayali, G., & Heraud, J. M. (2025). Transmission pathways of zoonotic influenza viruses and influencing factors: A systematic review of recent findings. *Viruses*, 17(6), 857.
- Biru, D., Detha, A. I. R., & Wuri, D. A. (2019). Kajian Pemahaman Peternak Dan Pelaku Usaha Produk Pangan Asal Hewan Tentang Penyakit Zoonosis Dan Pencegahannya Di Kota Kupang. *Jurnal Kajian Veteriner*, 6(2), 85–111. <https://doi.org/10.35508/jkv.v6i2.934>
- Bustin, S. A., *et al.* (2009). The MIQE guidelines: Minimum information for publication of quantitative real-time PCR experiments. *Clinical Chemistry*, 55(4), 611–622
- Dadonaite, B., Gilbertson, B., Knight, M. L., Trifkovic, S., Laederach, A., Brown, L. E., Fodor, E., Bauer, D. L. V, Road, S. P., Hill, C., & Carolina, N. (2020). *HHS Public Access*. 4(11), 1781–1789. <https://doi.org/10.1038/s41564-019-0513-7>. The
- Du, R., Cui, Q., C, Z. C., A, X. Z., C, X. L., & Rong, L. (2023). *Virologica Sinica Meninjau kembali siklus hidup virus influenza A dari perspektif keseimbangan genom*. 38, 1–8.
- Espy, M. J., Uhl, J. R., Sloan, L. M., Buckwalter, S. P., Jones, M. F., Vetter, E. A., Yao, J. D. C., Wengenack, N. L., Rosenblatt, J. E., Cockerill, F. R., & Smith, T. F. (2006). Real-time PCR in clinical microbiology: Applications for

- routine laboratory testing. *Clinical Microbiology Reviews*, 19(1), 165–256.
- Fereidouni, S. R., Beer, M., Munster, V. J., & Brown, I. H. (2009). Universal primer set for the full-length amplification and sequencing of influenza A virus M and NS segments. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 21(5), 673–677. <https://doi.org/10.1177/104063870902100515>
- Fereidouni, S. R., Beer, M., Munster, V. J., & Brown, I. H. (2009). Universal primer set for the full-length amplification and sequencing of influenza A virus M and NS segments. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 21(5), 673–677. <https://doi.org/10.1177/104063870902100515>
- Fouchier, R. A. M., Bestebroer, T. M., Herfst, S., *et al.* (2000). Detection of influenza A viruses in swabs from wild birds. *Journal of Clinical Microbiology*, 38(12), 4977–4980.
- Götz, V., Magar, L., Dornfeld, D., Giese, S., Pieler, J., *et al.* (2013). Influenza A virus polymerase is stabilized by its nucleoprotein for efficient RNA synthesis and ribonuclear complex formation. *Nature Communications*, 4, 1447. <https://doi.org/10.1038/ncomms2450>
- Hoffmann, E., Stech, J., Guan, Y., Webster, R. G., & Perez, D. R. (2001). Universal primer set for the full-length amplification of all influenza A viruses. *Archives of Virology*, 146(12), 2275–2289.
- Johnson, R., *et al.* (2008). Primer design and validation for molecular diagnostics. *Methods in Molecular Biology*
- Latinne, A., Saputro, S., Kalengkongan, J., Livi, C., Gaghiwu, L., Andretha, T., Jacinta, M., Wahyuni, I., Kusumaningrum, T., Safari, D., Feferholtz, Y., Li, H., Hagan, E., Miller, M., Francisco, L., Daszak, P., Olival, K. J., & Pamungkas, J. (2020). Characterizing and quantifying the wildlife trade network in Sulawesi, Indonesia. *Global Ecology and Conservation*, 21, e00887. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00887>
- Li, X., Gu, M., Zheng, Q., & Gao, R. (2021). *Sinyal pengemasan virus influenza A*. 1–10.
- Manansang, V. Y., Tasirin, J. S., Dumoga, K., & Silvarum, B. (2024). *Pola Perburuan Satwa Liar di Desa Mekaruo Kecamatan Dumoga Barat*. 3(3), 146–153.
- Miah, M. (2023). Alur Kerja Independen Kultur untuk Nanopore Berbasis MinION Pengurutan Virus Influenza A. *Spektrum Mikrobiologi* 10.1128/Spektrum.04946-22, 1–9.
- Munster, V. J., Baas, C., Lexmond, P., Waldenstrom, J., Wallensten, A., Fransson, T., Rimmelzwaan, G. F., Beyer, W. E. P., Schutten, M., Olsen, B., Osterhaus, A. D. M. E., & Fouchier, R. A. M. (2007). Spatial, temporal, and

- species variation in prevalence of influenza A viruses in wild migratory birds. *PLOS Pathogens*, 3(5), e61.
- Palese, P., & Shaw, M. L. (2007). Orthomyxoviridae: The viruses and their replication. In D. M. Knipe & P. M. Howley (Eds.), *Fields Virology* (5th ed.). *Journal of General Virology*, 88(5), 1–20.
- Rahma, S. S., Mutiara, K., & Murad, C. (2016). Gambaran Pengetahuan Masyarakat mengenai Influenza pada Manusia di Kabupaten Indramayu dan Majalengka sebagai Wilayah Kejadian Luar Biasa H5N1 pada Unggas di Jawa
- Rozaliyani, A., Fakhrur Razi, A. T., Hasyim, A. A., Setianingrum, F., Agustin, R., Samudro, E., & Kosasih, A. (2025). Perkembangan terkini penyakit influenza dan peran favipiravir dalam tata laksana penyakit. *Medicinus*, 38(6), 8–19.
- Barat Tahun 2014. *Jurnal Sistem Kesehatan*, 1(3), 127–132. <https://doi.org/10.24198/jsk.v1i3.10357>
- Swayne, D. E. (2009). Avian Influenza. *Avian Influenza*, May, 1–605. <https://doi.org/10.1002/9780813818634>
- Suzuki, Y., Duc, N. T., Phuong, L. T., & Le, T. M. (2009). Full genomic amplification and subtyping of influenza A virus using a single set of universal primers. *Microbiology and Immunology*, 53(12), 664–671.
- Spackman, E., Senne, D. A., Myers, T. J., Bulaga, L. L., Garber, L. P., Perdue, M. L., Lohman, K., Daum, L. T., & Suarez, D. L. (2002). Development of a real-time reverse transcriptase PCR assay for type A influenza virus and the avian H5 and H7 hemagglutinin subtypes. *Journal of Clinical Microbiology*, 40(9), 3256–3260.
- Taogan, S., Kainde, R. P., & Tasirin, J. S. (2020). Perdagangan jenis satwa liar di Pasar Langowan, Sulawesi Utara. *Cocos*, 1(2).
- Volz, E., Mishra, S., Chand, M., Barrett, J. C., Johnson, R., Geidelberg, L., Hinsley, W. R., Laydon, D. J., Dabrera, G., O'Toole, Á., Amato, R., Ragonnet-Cronin, M., Harrison, I., Jackson, B., Ariani, C. V., Boyd, O., Loman, N. J., McCrone, J. T., Gonçalves, S., ... Johnson, R. (2021). Transmission of SARS-CoV-2 Lineage B.1.1.7 in England: Insights from linking epidemiological and genetic data. *MedRxiv*, 4(2), 47–49. <https://doi.org/10.1101/2020.12.30.20249034>
- Wahyuni, S., Wicaksono, A., & Suprayogi, A. (2022). *Insidensi dan Risiko Penularan Avian Influenza pada Peternakan Ayam Petelur di Kabupaten Pinrang (The Incidence and the Risk Transmission of Avian Influenza on Layer Chicken in Pinrang District)*. 27(3), 397–405. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.3.397>
- World Health Organization. (2017). *Cumulative number of confirmed human cases for avian influenza A(H5N1) reported to WHO, 2003-2017*.

[https://www.who.int/publications/m/item/cumulative-number-of-confirmed-human-cases-for-avian-influenza-a\(h5n1\)-reported-to-who-2003-2020](https://www.who.int/publications/m/item/cumulative-number-of-confirmed-human-cases-for-avian-influenza-a(h5n1)-reported-to-who-2003-2020)

- World Health Organization (WHO). (2024). WHO Information for the Molecular Detection of Influenza Viruses. Geneva: WHO Global Influenza Programme. Diakses dari https://cdn.who.int/media/docs/default-source/influenza/molecular-detection-of-influenza-viruses/protocols_influenza_virus_detection_2024.pdf
- Wu, Y., Wu, Y., Tefsen, B., Shi, Y., & Gao, G. F. (2014). Bat-derived influenza-like viruses H17N10 and H18N11. *Trends in Microbiology*, 22(4), 183–191.
- Zhu, Z., Fodor, E., & Keown, J. R. (2023). A structural understanding of influenza virus genome replication. *Trends in Microbiology*, 31(3), 308-319. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2022.09.015>
- Zou, S. (1997). A practical approach to genetic screening for influenza virus variants. *Journal of Clinical Microbiology*, 35(10), 2623–2627.