

Aspergilosis Unggas di Indonesia: Ancaman Tersembunyi pada Industri Perunggasan

Istovia Salma^{1*} dan Ni Putu Vidia Tiara Timur^{2,3}

¹Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada

²Program Studi Doktor Sains Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

³Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari, Papua Barat

³Jl. Fauna No. 2, Karangmalang, Yogyakarta, 55281

Email: istoviasalma01@gmail.com

ABSTRAK

Aspergilosis merupakan penyakit mikosis penting pada unggas yang umumnya disebabkan oleh *Aspergillus fumigatus*, meskipun spesies lain seperti *A. flavus*, *A. niger*, *A. glaucus*, dan *A. terreus* juga berperan. Penyakit ini terjadi ketika konidia terhirup dan mencapai saluran pernapasan, kemudian berkecambah menjadi hifa yang menginvasi jaringan dan memicu pembentukan granuloma. Faktor risiko aspergilosis sangat berkaitan dengan manajemen pemeliharaan, termasuk kontaminasi litter, ventilasi buruk, kelembapan tinggi, inkubator tercemar, serta konsumsi pakan yang mengandung mikotoksin seperti aflatoksin dan okratoksin. Gejalanya bervariasi dari bentuk akut pada anak ayam yang ditandai dengan dispnea, hiperpnea, leher menjulur, dan mortalitas tinggi. Sedangkan untuk bentuk kronis pada unggas dewasa, aspergilosis menyebabkan gangguan pernapasan berkepanjangan dan penurunan performa produksi. Lesi khas berupa nodul dan plak kaseosa pada paru-paru serta kantung udara, disertai risiko penyebaran sistemik ke organ lain. Diagnosis ditegakkan melalui riwayat, temuan nekropsis, isolasi jamur, pemeriksaan mikroskopis dan histopatologi, serta uji serologis atau deteksi antigen. Di lapangan, aspergilosis masih menjadi tantangan karena minimnya data prevalensi nasional, kondisi iklim tropis yang mendukung pertumbuhan jamur, serta sifatnya sebagai zoonosis okupasional bagi pekerja peternakan. Pencegahan sangat bergantung pada sanitasi dan manajemen lingkungan, sedangkan terapi utama menggunakan antijamur sistemik seperti itraconazole. Kajian ini memberikan gambaran komprehensif mengenai agen penyebab, faktor risiko, patogenesis, temuan klinis dan patologi, diagnosis, serta strategi pencegahan dan pengobatan aspergilosis pada unggas.

PENDAHULUAN

Aspergilosis, dikenal juga sebagai brooder pneumonia atau mycotic pneumonia, merupakan penyakit mikosis penting yang disebabkan oleh jamur dari genus *Aspergillus*. *Aspergillus fumigatus* adalah agen utama penyebab aspergilosis pada unggas karena spora-spora tersebut sangat kecil dan mudah terhirup. Isolasi *Aspergillus flavus* kurang umum, tetapi tidak jarang ditemukan di lingkungan yang sangat terkontaminasi dengan spora yang tinggi (Swayne *et al.*, 2020). *Aspergillus* masuk ke tubuh unggas, terutama melalui inhalasi spora yang berasal dari lingkungan yang terkontaminasi.

Setelah terhirup, spora ini mencapai saluran pernapasan (paru-paru dan kantung udara) dan mulai berkecambah menjadi hifa. *Aspergillus* menginfeksi dengan cara menginvasi dan merusak jaringan pernapasan, menghasilkan toksin yang menurunkan sistem imun, serta memicu infeksi sekunder yang memperberat penyakit (Swayne *et al.*, 2020). Infeksi *Aspergillus* dapat berpotensi menyerang secara sistemik di organ visceral dan otak (Hauck *et al.*, 2020).

Aspergilosis merupakan penyakit jamur yang paling umum dilaporkan di unggas. Kajian mengenai aspergilosis pada unggas di Indonesia masih relatif terbatas, meskipun kasus yang dilaporkan

oleh peternak cukup tinggi setiap tahunnya. Evaluasi terhadap tanda-tanda klinis dapat digunakan sebagai pendekatan awal yang rasional dalam mendukung penegakan diagnosis serta penentuan terapi aspergilosis. Namun demikian, keterlambatan dalam diagnosis serta ketidakefektifan pengobatan kerap berujung pada prognosis yang kurang baik (Nururrozi *et al.*, 2020). Meskipun faktor risiko aspergilosis belum diketahui secara spesifik, perubahan iklim, fragmentasi lanskap, keterbatasan pakan, kepadatan populasi, koinfeksi, dan kedekatannya dengan aktivitas manusia diduga berperan dalam perkembangan penyakit tersebut (Stilz *et al.*, 2025). Berdasarkan hal

tersebut, aspergilosis perlu menjadi perhatian, mengingat iklim tropis yang lembap sangat mendukung pertumbuhan dan penyebaran spora jamur di lingkungan peternakan. Oleh karena itu, kajian mengenai aspergilosis diperlukan untuk memberikan gambaran umum yang komprehensif terkait karakteristik penyakit, faktor-faktor yang mempengaruhi kejadiannya, serta dampaknya terhadap kesehatan dan produktivitas unggas.

PEMBAHASAN

Agen Penyebab

Penyakit aspergilosis pada unggas merupakan salah satu penyakit mikosis terpenting yang disebabkan oleh *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*, *A. glaucus*, dan *A. terreus*, dengan *A. fumigatus* sebagai agen penyebab yang paling sering ditemukan (Shoukat *et al.*, 2018; El-Ghany, 2021). *Aspergillus* merupakan organisme saprofit yang tumbuh optimal pada suhu hangat (>25 °C) dan kondisi lingkungan yang lembap. Kasus aspergilosis ditemukan pada unggas domestik seperti ayam ternak, bebek, puyuh, dan burung liar (Shoukat *et al.*, 2018).

Patogenesis

Patogenesis aspergilosis dimulai ketika spora hidrofobik (konidia) *Aspergillus* terhirup dan masuk ke saluran pernapasan. Konidia tersebut menginvasi epitel mukosa nasal, trakea, bronkus, dan kantung udara. Setelah melekat, spora mengalami perkecambahan, menembus jaringan, dan berkembang biak sehingga menginisiasi pembentukan lesi granulomatosa pada lokasi infeksi (Shoukat *et al.*, 2018). Infeksi *Aspergillus fumigatus* ditandai dengan infiltrasi sel-sel inflamasi, terutama heterofil dan makrofag,

yang berkontribusi terhadap pembentukan serta progresi lesi (Shoukat *et al.*, 2018; Cheng *et al.*, 2020).

Perkembangan infeksi dapat bersifat lokal maupun sistemik, dan melalui penyebaran hematogen, jamur dapat mencapai organ lain seperti perikardium, sumsum tulang, ginjal, hati, usus, dan otak (Shoukat *et al.*, 2018; Chung *et al.*, 2020). Secara makroskopis, infeksi ini ditandai dengan terbentuknya nodul dan plak kaseosa berwarna putih hingga kekuningan atau lesi granulomatosa pada jaringan yang terinfeksi, serta pertumbuhan kapang berwarna hijau keabu-abuan pada kantung udara (Hauck *et al.*, 2020; Cheng *et al.*, 2020). Selain itu, mikotoksin yang merupakan metabolit sekunder dari *Aspergillus sp.* dapat menyebabkan imunosupresi dan kerusakan organ internal, memperparah dampak penyakit.

Gejala Klinis

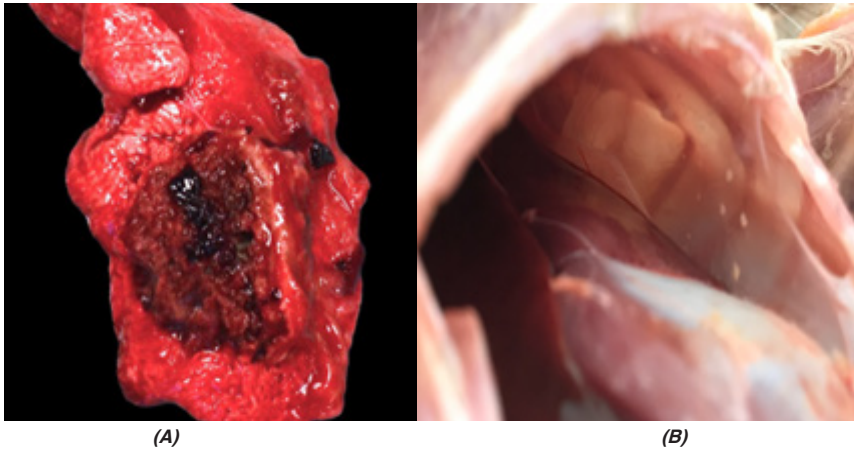
Keparahan gejala klinis aspergilosis pada unggas terutama dipengaruhi oleh dosis spora *Aspergillus* yang terhirup, umur, serta status imun unggas (El-Ghany, 2021). Aspergilosis pada unggas sering dianggap sebagai penyakit yang berkaitan dengan pemeliharaan dalam lingkungan terbatas (*captivity*), khususnya pada unggas muda, dan dikenal sebagai brooder pneumonia pada anak ayam. Gejala klinis aspergilosis dapat bersifat akut maupun kronis. Bentuk akut umumnya menyerang pada unggas muda biasa dikenal sebagai brooder pneumonia (Stilz *et al.*, 2025). Bentuk akut pada anak ayam atau *Day Old Chicks* (DOC) ditandai oleh gangguan pernapasan seperti dispnea, hiperpnea, pernapasan dengan mulut terbuka disertai leher menjulur, lesu, anoreksia, serta kematian yang cepat (Shoukat *et al.*, 2018; El-Ghany, 2021).

Tingkat kematian yang tinggi dapat terjadi apabila unggas menghirup spora dalam jumlah besar, terutama selama proses penetasan pada inkubator yang terkontaminasi (Shoukat *et al.*, 2018). Selain itu, dapat dijumpai depresi, bulu kusut, gangguan sistem saraf, dan peningkatan rasa haus (Shoukat *et al.*, 2018; Cheng *et al.*, 2020).

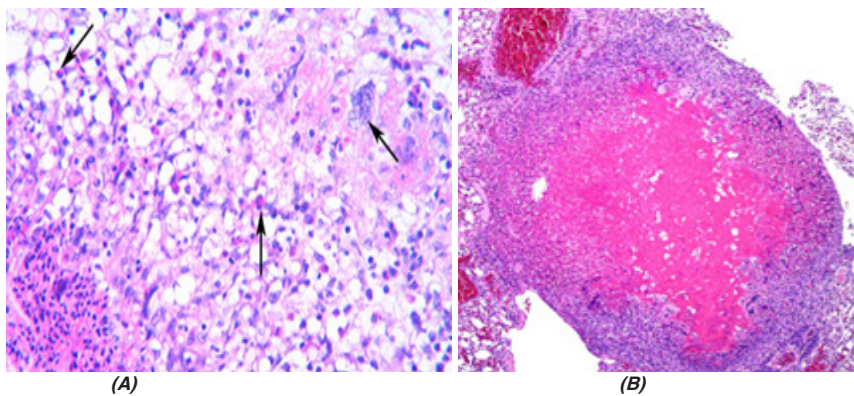
Pada unggas yang lebih tua, aspergilosis kronis lebih sering terjadi dan ditandai dengan penurunan nafsu makan, kekurusan, gangguan pernapasan yang berlangsung lama, serta penurunan performa produksi (Fischer *et al.*, 2018). Dalam beberapa kasus, keterlibatan organ lain dapat terjadi, termasuk bentuk okular berupa keratitis mikotik yang dilaporkan pada ayam dan kalkun (Shoukat *et al.*, 2018).

Prevalensi dan Tantangan di Lapangan

Kasus pada unggas sebelumnya telah dilaporkan di Banyuwangi dan Banda Aceh (Praja & Yudhana, 2017). Akan tetapi, data prevalensi aspergilosis unggas secara nasional di Indonesia masih terbatas karena laporan yang tersedia umumnya berasal dari studi kasus lokal dan survei berskala kecil. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh keterbatasan metode diagnostik di lapangan, sementara gejala klinis aspergilosis cenderung tidak spesifik dan sering menyerupai penyakit pernapasan lainnya. Penyakit lain dengan gejala pernapasan juga ditemukan pada kasus seperti ND dan IB, dimana menunjukkan manifestasi gangguan respirasi yang serupa (Swayne *et al.*, 2020), sehingga kemungkinan terjadinya kesalahan diagnosis apabila hanya berdasarkan gejala klinis menjadi cukup tinggi. Selain itu, kondisi iklim tropis Indonesia dengan suhu hangat dan tingkat kelembapan yang tinggi turut mendukung pertumbuhan jamur



Gambar 1. (A) Paru-paru Black vulture (*Coragyps atratus*) Tampak Terdestruksi oleh Nodul Berwarna Merah Gelap, Berbatas Tegas, dan Bertekstur Firm (Stilz *et al.*, 2025). (B) Nodul Berwarna Putih pada Kantung Udara *Anas platyrhynchos Domesticus* (Dokumentasi Pribadi, 2024)



Gambar 2. (A) Lesi Granulomatosa dengan Area Nekrosis Sentral yang Dikelilingi Heterofil dan Sel Raksasa Multinukleus (Cheng *et al.*, 2020). (B) Koalesensi Granuloma di Parenkim Paru; Tampak Perluasan Area Nekrosis dengan Infiltrasi Heterofil, Makrofag, dan Sel Raksasa Multinukleus (Stilz *et al.*, 2025).

Aspergillus, sehingga menjadi faktor predisposisi terjadinya aspergilosis pada unggas (Arné *et al.*, 2011).

Temuan Patologi

Traktus respiratorius merupakan jalur utama infeksi *Aspergillus fumigatus*. Secara makroskopis, lesi khas aspergilosis berupa nodul atau plak berisi eksudat kaseosa putih kekuningan yang terutama ditemukan pada paru-paru dan kantung udara (Cheng *et al.*, 2020). Pada beberapa kasus, massa miselium juga terlihat di saluran pernapasan, sedangkan bentuk okular (mycotic keratitis) ditandai dengan plak besar yang menonjol pada medial canthus (Shoukat *et al.*, 2018). Selain sistem pernapasan, lesi dapat menyebar secara sistemik ke organ lain seperti usus halus, hati, limpa, mata, dan otak (Fischer *et al.*,

2018; Cheng *et al.*, 2020).

Secara mikroskopis, perkembangan lesi mencari pada aspergilosis teramati pembentukan granuloma. Pada hari pertama pascainfeksi, parabronchi menunjukkan infiltrasi sel radang, terutama heterofil dan makrofag. Memasuki hari ketiga, mulai terbentuk granuloma yang ditandai oleh pusat nekrosis berisi elemen jamur, dikelilingi oleh heterofil, sel epiteloid, makrofag, limfosit, dan sel raksasa multinukleus. Pada hari kelima, beberapa granuloma bergabung (*coalescence*) sehingga menimbulkan obstruksi parabronkial yang dipenuhi oleh debris nekrotik dan sel epitel yang terlepas. Pola perkembangan lesi ini konsisten kasus aspergilosis akibat *A. fumigatus* yang terjadi di merpati, anak angsa, dan burung puyuh (Cheng *et al.*, 2020).

Diagnosa

Diagnosis aspergilosis ditegakkan berdasarkan riwayat, gejala klinis, temuan lesi, dan dikonfirmasi melalui pemeriksaan laboratorium. Riwayat manajemen kandang yang buruk (sekam kotor, ventilasi tidak memadai, dan kondisi lembap) bersama gejala pernapasan dan ditemukannya plak atau nodul kaseosa pada nekropsis merupakan dasar diagnosis awal (Swayne *et al.*, 2020; El-Ghany, 2021). Diagnosis definitif dilakukan melalui isolasi dan kultur jamur dari jaringan berlesi atau eksudat, serta identifikasi hifa *Aspergillus* melalui pemeriksaan mikroskopis dan histopatologi. Pemeriksaan mikroskopis langsung dapat menggunakan preparat basah dengan KOH 20% atau pewarnaan lactophenol cotton blue untuk mendeteksi hifa secara cepat. Sementara itu, pemeriksaan histopatologi jaringan menggunakan pewarnaan khusus seperti PAS, Grocott's methenamine silver, atau Gridley untuk menampilkan lesi granuloma dan struktur hifa septat yang bercabang dikotomus (Swayne *et al.*, 2020; El-Ghany, 2021).

Tes serologis, seperti agar gel precipitin (AGP) dan enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), dapat digunakan untuk mendeteksi antibodi, meskipun spesifisitasnya terbatas. Identifikasi spesies lebih lanjut dapat dilakukan menggunakan MALDI-TOF MS atau sekuensing internal transcribed spacer (ITS) DNA (Swayne *et al.*, 2020). Deteksi antigen galactomannan dan beta-glucan dari serum, cairan bronchoalveolar lavage (BAL), atau cairan tubuh lain juga dapat membantu diagnosis (Hauck *et al.*, 2020; Swayne *et al.*, 2020).

Diagnosa Banding

Diagnosa banding aspergilosis mencakup berbagai penyakit

respiratori yang menghasilkan lesi serupa, termasuk pneumonia bakterial (*Pasteurella Multocida*, Enterobacteriaceae, Mycoplasma), klamidofilosis, mikobakteriosis, penyakit viral seperti *Infectious Bronchitis* (IB), *Newcastle Disease* (ND) serta kondisi non-infeksi seperti defisiensi vitamin A (Swayne *et al.*, 2020).

Pencegahan dan Pengobatan

Pencegahan aspergilosis pada unggas terutama bergantung pada pengelolaan lingkungan yang baik, dengan menghindari *litter* atau pakan berjamur (El-Ghany, 2021). Kontaminasi jamur pada pakan dan bahan alas kandang dapat menjadi sumber utama penyebaran spora *Aspergillus* di lingkungan pemeliharaan. Langkah efektif meliputi pergantian litter secara rutin, ventilasi yang memadai untuk menurunkan kelembapan dan konsentrasi spora, serta pembersihan sistem ventilasi dan peralatan secara berkala. Pakan perlu disimpan di tempat yang kering dan sejuk, menerapkan sistem FIFO, dan memastikan air minum tetap bersih untuk mencegah pertumbuhan jamur serta kontaminasi mikroorganisme lainnya. Pada *hatchery*, desinfeksi rutin inkubator dan pengaturan kepadatan populasi sangat penting guna mengurangi akumulasi spora *Aspergillus* di lingkungan pemeliharaan. Faktor predisposisi seperti stres, kelembapan tinggi, ventilasi yang buruk, dan kebersihan kandang yang tidak terjaga dapat meningkatkan risiko ayam menghirup spora jamur, sehingga sanitasi lingkungan menjadi aspek kunci dalam pencegahan (Arné *et al.*, 2011).

Pengobatan aspergilosis umumnya menggunakan antijamur sistemik, antara lain itraconazole, ketoconazole, clotrimazole, miconazole, fluconazole,

voriconazole, dan amphotericin B, dengan itraconazole sebagai pilihan utama (Shoukat *et al.*, 2018; Kshetrimayum, 2025). Beberapa terapi alternatif seperti ekstrak *Loxostylis alata* (Suleiman *et al.*, 2012) serta minyak atsiri cengkeh dan geranium (Allizond *et al.*, 2023) menunjukkan potensi antifungal, namun masih terbatas pada uji praklinik di laboratorium.

Faktor Risiko

Kejadian aspergilosis umumnya berkaitan dengan praktik manajemen pemeliharaan yang kurang baik, baik pada peternakan unggas skala *backyard* maupun komersial (Shaapan & Girh, 2024). Kondisi sanitasi kandang yang tidak optimal dapat meningkatkan keberadaan spora jamur dan memperbesar risiko infeksi pada unggas. Kontaminasi lingkungan peternakan seperti alas kandang, inkubator, dan debu yang mengandung spora berperan signifikan dalam penularan aspergilosis (Shoukat *et al.*, 2018). Selain itu, ventilasi yang buruk serta akumulasi bahan organik seperti telur, sekam, dan pakan menjadi faktor predisposisi utama bagi pertumbuhan jamur dan penyebaran spora, khususnya di ruang tetas dan kandang unggas (Kshetrimayum, 2025). *Aspergillus* juga memproduksi metabolit sekunder berupa mikotoksin, seperti aflatoksin yang dihasilkan oleh *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus*, serta okratoksin yang dihasilkan oleh *Aspergillus ochraceus*, yang dapat berdampak buruk pada unggas melalui konsumsi pakan yang terkontaminasi (Shoukat *et al.*, 2018). Keberadaan mikotoksin dalam pakan tidak hanya menurunkan kualitas nutrisi, tetapi juga mengganggu fungsi fisiologis dan kesehatan unggas secara menyeluruh. Mikotoksin utama seperti aflatoksin, trichothecenes, dan

okratoksin diketahui menyebabkan hepatotoksitas, penurunan efisiensi pakan, serta immunosupresi yang meningkatkan kerentanan unggas terhadap penyakit (Gomes *et al.*, 2025).

Dampak Kesehatan dan Produktivitas Unggas

Aspergilosis merupakan infeksi oportunistik penting yang dapat menyebabkan gangguan respirasi berat dan dapat menjangkiti hewan maupun manusia (Krel *et al.*, 2014; Shoukat *et al.*, 2018). Spesies yang paling sering menginfeksi manusia meliputi *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*, dan *A. terreus* (Oliveira *et al.*, 2015). Penyakit ini dikategorikan sebagai zoonosis okupasional, terutama pada pekerja peternakan unggas yang berisiko tinggi terpapar spora melalui debu dan material kandang yang terkontaminasi (Sabino *et al.*, 2012; Mubarak & Mohamed, 2017).

Dampak aspergilosis pada sektor perunggasan terhadap kesehatan masyarakat merupakan perhatian serius dalam kerangka *One Health*, terutama terkait risiko kesehatan kerja dan keamanan pangan. Paparan okupasi terhadap bioaerosol yang mengandung spora *Aspergillus sp.* di lingkungan kandang dan rumah potong hewan dapat memicu berbagai gangguan pernapasan pada pekerja di lingkungan tersebut. Pekerja di peternakan dan rumah potong hewan memiliki risiko tinggi karena aktivitas pembersihan alas kandang atau penanganan karkas yang terkontaminasi dapat melepaskan jutaan spora ke udara.

Dampak kesehatan pada manusia yang dapat ditimbulkan dari penyakit ini dipicu oleh respons alergi setelah menghirup konidia (Tell, 2005). *Aspergillus fumigatus* merupakan patogen oportunistik yang paling berbahaya dibandingkan dengan berbagai jenis jamur lainnya karena

penyebarannya melalui udara, terutama bagi individu dengan sistem imunitas rendah (Seyedmousavi *et al.*, 2015). Jenis penyakit yang muncul dapat berupa aspergilosis paru invasif, aspergilloma, hingga reaksi hipersensitivitas seperti pneumonitis, asma, dan alergi bronkopulmoner aspergilosis. Data terbaru menunjukkan bahwa aspergilosis paru juga dapat menyerang pasien dengan sistem imun normal (imunokompeten), walaupun mayoritas kasus ditemukan pada individu yang memiliki riwayat penyakit paru kronis atau dalam kondisi kritis (Stevens & Melikian, 2011; Seyedmousavi *et al.*, 2015).

Faktor risiko lain penyakit ini dapat disebabkan kondisi medis lain seperti pneumonia non-jamur, influenza, penyakit paru obstruktif kronis, sepsis, serta kegagalan fungsi hati. Ketidakmatangan usia, konsumsi alkohol kronis, penyakit granulomatosa, dan tindakan pembedahan juga turut berpengaruh sebagai faktor risiko. Pada kasus infeksi fokal, seperti di area sinus yang berisiko menyebar ke otak atau ruang rhinoorbital, terdapat faktor risiko spesifik tambahan yang perlu diperhatikan (Stevens & Melikian, 2011; Seyedmousavi *et al.*, 2015).

Aspergilosis menyebabkan dampak ekonomi yang signifikan terhadap industri perunggasan akibat penurunan produktivitas. Pada fase akut, penyakit ini memicu mortalitas tinggi pada anak ayam yang baru menetas (brooder pneumonia), dengan angka bervariasi secara luas, mulai dari 4,5% hingga 90% (Arné *et al.*, 2011). Unggas yang bertahan hidup akan mengalami gangguan pertumbuhan yang kronis akibat kerusakan permanen pada jaringan paru-paru dan kantung udara, yang secara klinis menyebabkan penurunan bobot badan dan FCR yang buruk. Aspergilosis yang bersifat kronis sering kali bersifat

tersembunyi dengan gejala klinis yang tidak terlihat menonjol secara individual, namun terlihat jelas pada statistik performa *flock* (Beernaert *et al.*, 2010).

Dampak ini meluas pada ayam petelur dan pembibit, infeksi ini tentunya menyebabkan penurunan produksi telur yang drastis serta penurunan daya tetas akibat kontaminasi spora pada kerabang telur. Sifat immunosupresif dari gliotoksin yang dihasilkan oleh *Aspergillus sp.* meningkatkan kerentanan inang terhadap infeksi sekunder, seperti infeksi *Escherichia coli*, yang memperparah tingkat penolakan karkas (*condemnation*) di rumah potong hewan (Seyedmousavi *et al.*, 2015).

Selain risiko infeksi langsung, penggunaan fungisida secara luas di lingkungan pertanian dan peternakan diidentifikasi sebagai faktor pendorong munculnya galur *Aspergillus* yang resisten terhadap obat antifungi (Verweij *et al.*, 2009). Hal ini menjadi ancaman kesehatan global karena mampu membatasi opsi pengobatan pada pasien manusia yang terinfeksi. Kontaminasi produk dari unggas oleh spesies *Aspergillus* tertentu berisiko menimbulkan mikotoksikosis pada konsumen akibat residu aflatoxin yang dapat bersifat karsinogenik dan immunosupresif (Oliveira *et al.*, 2000).

Aspergilosis pada unggas merupakan ancaman penting bagi industri perunggasan di Indonesia, terutama karena kaitannya dengan manajemen lingkungan dan kondisi iklim tropis yang mendukung pertumbuhan jamur. Selain menyerang produktivitas unggas, penyakit ini juga berpotensi menjadi risiko bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu, upaya pencegahan melalui peningkatan biosekuriti, sanitasi kandang, serta pengelolaan pakan dan lingkungan yang baik menjadi langkah utama yang harus diperhatikan oleh para peternak.

PENUTUP

Aspergilosis pada unggas merupakan tantangan besar bagi industri perunggasan di Indonesia, sekaligus berpotensi mempengaruhi kesehatan manusia. Pemahaman mengenai faktor risiko, patogenesis, gejala klinis, dan temuan patologi sangat diperlukan untuk mendukung diagnosis serta pencegahan yang efektif. Peningkatan biosekuriti, sanitasi, dan pengelolaan lingkungan maupun pakan merupakan langkah utama dalam menekan kejadian penyakit. Penelitian lebih lanjut tetap diperlukan untuk memperkuat strategi pengendalian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allizond, V., Cavallo, L., Roana, J., Mandras, N., Cuffini, A. M., Tullio, V., Banche, G.(2023). In Vitro Antifungal Activity of Selected Essential Oils against Drug-Resistant Clinical *Aspergillus* spp. *Strains. Molecules*, 28(21), 7259.
- Arné, P., Thierry, S., Wang, D., Deville, M., Le Loc'h, G., Desoutter, A., Féménia, F., Nieguitsila, A., Huang, W., Chermette, R., Guillot, J.(2011). *Aspergillus fumigatus* in Poultry. *International Journal of Microbiology*, 2017, 46356.
- Beernaert, L.A., Pasmans, F., Van Waeyenberghe, L., Haesebrouck, F., Martel, A.(2010). *Aspergillus* infections in birds: a review. *Avian Pathology*, 39(5),325-31.
- Cheng, Z., Li, M., Wang, Y., Chai, T., Cai, Y., Li, N.(2020). Pathogenicity and Immune Responses of *Aspergillus fumigatus* Infection in Chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 7.
- Chung, E.L.T., Reduan, M.F.H., Nordin, M.L., Abdullah, F.F.J., Zairi, N.H.M.,

- Rajdi N.Z.I.M., Kamaruzaman, I.N.A., Shaharulnizam, N.(2020). A case of aspergillosis outbreak in a broiler duck farm in Kelantan, Malaysia. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 7(4), 692–697.
- El-Ghany, W.A.A.(2021). Avian Aspergillosis: A Potential Occupational Zoonotic Mycosis Especially in Egypt. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 9(10), 1564–1575.
- Fischer, D., van Waeyenberghe, L., Failing, K., Martel, A., Lierz, M.(2018). Single tracheal inoculation of *Aspergillus fumigatus* conidia induced aspergillosis in juvenile falcons (*Falco* spp.). *Avian Pathology*, 47(1), 33–46.
- Gomes, B., Dias, M., Cervantes, R., Pena, P., Twaruek, M., Kosicki, R., Grajewski, J., Carolino, E., Viegas, S., Viegas, C.(2025). Toxicogenic fungi and mycotoxins seasonality in poultry farms: Implications for animal health and food safety. *Journal of Agriculture and Food Research*, 24.
- Hauck, R., Cray, C., França, M.(2020). Spotlight on avian pathology: aspergillosis. *Avian Pathology*, 49(2), 115–118.
- Krel, M., Petraitis, V., Petraitiene, R., Jain, M.R., Zhao, Y., Li, H., Walsh, T.J., Perlin, D.S.(2014). Host biomarkers of invasive pulmonary aspergillosis to monitor therapeutic response. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 58, 3373–3378.
- Kshetrimayum, B.S.(2025). Aspergillosis: A neglected broiler nightmare: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 13(3), 119–125.
- Mubarak, A.G., Mohamed, H.M.A.(2017). Detection of *aspHS* gene in *Aspergillus fumigatus* during Aspergillus infection in poultry and human contact. *International Journal of Agricultural Science and Veterinary Medicine*, 5(4), 1–10.
- Nururrozi, A., Yanuartono, Y., Widayarni, S., Ramandani, D., Indarjulianto, S. 2020. Clinical and pathological features of aspergillosis due to *Aspergillus fumigatus* in broilers. *Veterinary World*, 13(12), 2787-2792.
- Oliveira, C.A.F., Kobashigawa, E., Reis, T., Mestieri, L., Albuquerque, R., Corrêa, B.(2000). Aflatoxin B1 Residues in Eggs of Laying Hens Fed a Diet Containing Different Levels of the Mycotoxin. *Food additives and contaminants*, 17, 459-62.
- Oliveira, M., Pereira, C., Bessa, C., Araujo, R., Saraiva, L.(2015). Chronological aging in conidia of pathogenic *Aspergillus*: Comparison between species. *Journal of Microbiological Methods*, 118(3), 57–63.
- Praja, R.P., Yudhana, A.(2017). Isolasi dan Identifikasi *Aspergillus* spp pada Paru-Paru Ayam Kampung yang Dijual di Pasar Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*, 1(1), 6–11.
- Sabino, R., Faisca, V.M., Carolino, E., Verissimo, C., Viegas, C.(2012). Occupational Exposure to *Aspergillus* by swine and poultry farm workers in Portugal. *Toxicology and Environmental Health*, 75, 1381–1391.
- Seyedmousavi, S., Guillot, J., Arné, P., de Hoog, G.S., Mouton, J.W., Melchers, W.J., Verweij, P.E.(2015). *Aspergillus* and aspergilloses in wild and domestic animals: a global health concern with parallels to human disease. *Medical Mycology*, 53(8), 765-97.
- Shaapan, R.M., Girh, Z.M.(2024). Overview of Aspergillosis in Poultry – A Review. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 55(2), 407–419.
- Shoukat, S., Wani, H., Jeelani, R., Ali, U., Ali, M.(2018). An overview of avian aspergillosis. *International Journal of Avian & Wildlife Biology*, 3(3).
- Stevens, D.A., Melikian, G.L.(2011). Aspergillosis in the 'nonimmunocompromised' host. *Immunological Investigations*, 40(7-8):751-66.
- Stilz, C.R., Kunkel, M.R., Keel, M.K., Fenton, H., Weyna, A.A.W., Niedringhaus, K.D., Andreasen, V.A., McKinney, A.S., Maboni, G., Nemeth, N.M.(2025). Aspergillosis in 41 wild bird species in the eastern United States: a 22-year retrospective review. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 37(2), 305–316.
- Suleiman, M.M., Duncan, N., Eloff, J.N., Naidoo, V. (2012). A controlled study to determine the efficacy of *Loxostylis alata* (Anacardiaceae) in the treatment of aspergillus in a chicken (*Gallus domesticus*) model in comparison to ketoconazole. *BMC Veterinary Research*, 8, 210.
- Swayne, D.E., Boulianne, M., Logue, C.M., McDougald, L.R., Nair, V., Suarez, D.L.(2020). *Diseases of Poultry* (14th ed.). John Wiley & Sons. pp. 774–775.
- Tell, L.A. (2005). Aspergillosis in mammals and birds: impact on veterinary medicine. *Medical Mycology*, 43(Suppl 1): S71–S73.
- Verweij, P.E., Snelders, E., Kema, G.H., Mellado, E., Melchers, W.J.(2009). Azole resistance in *Aspergillus fumigatus*: a side-effect of environmental fungicide use? *The Lancet Infectious Diseases*, 9(12):789-95.