

EFEK LEVEL AFLATOXIN B1 DALAM PAKAN TERHADAP PERFORMA DAN KERUSAKAN ORGAN DALAM AYAM BROILER: KAJIAN META-ANALISIS

The Effect of Aflatoxin B1 Level in Feed on Performance and Internal Organs Defect of Broiler Chickens: A Meta-Analysis Study

Dwi Sudiwati Argarini¹, Indah Wijayanti², dan Sumiati²

¹*Sekolah Pascasarjana, Program Studi Ilmu Nutrisi dan Pakan, IPB University, Jl. Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia*

²*Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, IPB University, Jl. Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia*

ABSTRAK

KORESPONDENSI

Dwi Sudiwati Argarini

Sekolah Pascasarjana,
Program Studi Ilmu Nutrisi
dan Pakan, IPB University,
Jl. Agatis Kampus IPB
Dramaga, Bogor, Indonesia

email :

dwisudiwatiargarini@gmail.com

Studi ini melaporkan meta-analisis dari 56 data perlakuan dari 27 artikel ilmiah dari berbagai sumber, seperti *Scopus*, *ScienceDirect*, dan *Google Scholar*, yang mengevaluasi efek aflatoxin B1 (AFB1) dalam pakan ayam broiler terhadap performa dan organ internal. Data dianalisis menggunakan prosedur campuran dengan tingkat aflatoxin sebagai variabel kontinu dan performa serta organ internal sebagai variabel respons. Studi ini melibatkan populasi ayam broiler sebanyak 9.390 dan rata-rata populasi ayam broiler sebanyak 348 dari studi yang berbeda. Strain ayam broiler yang dievaluasi meliputi Ross 308, Cobb 500, Arbor Acres, Hybro, dan strain yang tidak ditentukan. Dosis AFB1 berkisar antara 20 µg/kg hingga 2.000 µg/kg. Meta-analisis ini menunjukkan bahwa AFB1 memiliki efek yang sangat signifikan ($P \leq 0,01$) terhadap konversi pakan dan efek signifikan ($P \leq 0,05$) terhadap pertambahan berat dan kematian sebagai parameter performa. Selain itu, AFB1 memiliki efek yang sangat signifikan ($P \leq 0,01$) terhadap hati, limpa, pankreas, ginjal, dan bursa fabricius, dan efek yang cukup signifikan ($P \leq 0,10$) terhadap gizzard sebagai parameter organ internal. Secara keseluruhan, studi ini menyimpulkan bahwa kontaminasi AFB1 menyebabkan penurunan performa dan cacat organ internal pada ayam broiler. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk menginvestigasi efek strain ayam broiler dan periode produksi.

Kata Kunci: AFB1, performans, organ internal, broiler, meta-analisis

ABSTRACT

This study reports a meta-analysis of 56 treatment data from 27 scientific articles from various sources, such as Scopus, ScienceDirect, and Google Scholar, evaluating the effect of aflatoxin B1 (AFB1) in broiler diets on performance and internal organs. The data were analyzed using a mixed procedure with aflatoxin level as the continuous variable and performance and internal organs as the response variables. The study involved a total broiler population of 9,390 and an average broiler population of 348 across the studies. The broiler strains evaluated included Ross 308, Cobb 500, Arbor Acres, Hybro, and unspecified strains. The AFB1 doses ranged from 20 µg/kg to 2,000 µg/kg. The meta-analysis demonstrated that AFB1 had a highly significant effect ($P \leq 0.01$) on feed conversion and a significant effect ($P \leq 0.05$) on weight gain and mortality as performance parameters. Additionally, AFB1 had a highly significant effect ($P \leq 0.01$) on the liver, lymph, pancreas, kidney, and bursa fabricius and a moderately significant effect ($P \leq 0.10$) on gizzard as internal organ parameters. Overall, this study concludes that AFB1 contamination causes reduced performance and internal organ defects in broilers. Further research is suggested to investigate the effect of broiler strains and production period.

Keywords: AFB1, performance, internal organs, broiler, meta-analysis

PENDAHULUAN

Pakan merupakan komponen biaya terbesar dalam industri perunggasan yaitu mencapai 77% (Tumion dkk., 2017). Pakan terdiri dari berbagai macam campuran bahan organik yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan dalam pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi (Thaha dkk., 2021). Maka dari itu, penting untuk menjamin mutu dan kualitas pakan dari berbagai macam ancaman baik secara fisik, biologi maupun kimia sehingga terhindar dari kerugian ekonomi yang ditimbulkan. Salah satu ancaman biologi yang dapat menurunkan mutu dan kualitas pakan adalah mikroorganisme berjenis jamur yang dapat menghasilkan toksin berbahaya, yaitu aflatoksin.

Aflatoksin (AF) adalah mikotoksin alami yang diproduksi sebagai metabolit sekunder oleh jamur *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, dan *Aspergillus nominus* (Schoental 1967; Rawal dkk., 2010). Pakan yang telah terkontaminasi oleh aflatoksin menyebabkan penurunan pada tingkat pertumbuhan, konsumsi pakan, rasio konversi pakan (FCR), menekan sistem kekebalan dan meningkatkan tingkat mortalitas pada

unggas (Hussain dkk., 2010). Hal ini dikarenakan aktivitas aflatoksikosis yang dilakukan oleh aflatoksin mengganggu metabolisme energi, protein, lipid, dan asam nukleat (Ellis dkk., 1991).

Badan Standardisasi Nasional (BSN) Indonesia telah mengeluarkan syarat mutu (dua tingkatan mutu) standar pakan ayam broiler dengan kandungan aflatoksin dalam pakan masing-masing tidak lebih dari 40 µg/kg (mutu I) dan 50 µg/kg (mutu II) untuk *pre-starter*, 50 µg/kg (mutu I dan II) untuk *starter*, dan 50 µg/kg (mutu I dan II) untuk *finisher* (Badan Standardisasi Nasional, 2022). AFB1 memerlukan proses bioaktivasi di hati untuk menjadi toksik. AFB1 pada awalnya masuk melalui pakan ke organ pencernaan unggas yang kemudian diserap di usus halus terutama duodenum (Gratz dkk., 2005). Selanjutnya AFB1 dikonversi oleh enzim *hepatic cytochromes P450* (CYP) di dalam hati menjadi *exo-AFB1-8,9-epoxide* (AFBO) yang reaktif dan elektrofilik. AFBO bereaksi dengan DNA atau RNA untuk membentuk adisi-adisi yang dapat mengganggu metabolisme energi, protein, lipid dan asam nukleat (Ellis dkk., 1991).

Selain itu, AFB1 dapat menyebabkan stres oksidatif di ginjal

yang menyebabkan kerusakan pada sel dan jaringan ginjal. Jantung juga dapat terpengaruh oleh toksisitas AFB1 dengan penurunan kinerja jantung dan sirkulasi yang mengakibatkan penurunan pengiriman oksigen ke jaringan tubuh dan mempengaruhi sistem kardiovaskular dengan mengganggu pembekuan darah (Gratz dkk., 2005). AFB1 juga dapat menekan fungsi kekebalan, meningkatkan kerentanan terhadap infeksi dan penyakit.

Marchioro dkk., (2013) melaporkan bahwa pakan yang terkontaminasi AFB1 sebanyak 1,7 mg/kg dan 2,8 mg/kg signifikan menurunkan bobot badan, konsumsi pakan, dan FCR ayam broiler di umur 21, 35, dan 42 hari. Penelitian lain yang dilakukan oleh Khadem dkk. (2012) yang menemukan peningkatan bobot organ dalam seperti proventrikulus, *gizzard*, *liver*, *spleen*, dan pankreas pada ayam broiler yang terkontaminasi AFB1 0,2 mg/kg dalam pakan. Di samping itu, pakan yang terkontaminasi 0,6 mg/kg AFB1 meningkatkan tingkat mortalitas ayam broiler dari umur 3 minggu sampai 6 minggu (Hedayati dkk., 2014).

Efek negatif aflatoksin terhadap performa dan organ dalam ayam broiler telah banyak dipublikasikan, namun belum ada studi yang merangkumnya secara kuantitatif. Data dari penelitian-penelitian sebelumnya dapat diintegrasikan dan dikuantifikasi menggunakan metode meta-analisis. Metode ini mampu mengintegrasikan dan mengukur hasil keseluruhan di penelitian-penelitian sebelumnya (Sauvant dkk., 2008). Penelitian ini bertujuan mengevaluasi level aflatoksin dalam pakan terhadap performa dan kerusakan organ dalam ayam broiler melalui pendekatan metode meta-analisis.

METODE PENELITIAN

Kajian dilaksanakan selama 3 bulan mulai dari November 2022–Januari 2023. Alat yang digunakan *hardware* berupa laptop dan *software* Microsoft Excel 2016, Microsoft Word 2016, program SAS 9.4. Bahan yang digunakan yaitu data dari beberapa artikel jurnal internasional yang telah dipublikasi yang melaporkan efek level aflatoksin dalam pakan terhadap performa dan organ dalam ayam broiler.

Database disusun dari beberapa artikel jurnal internasional yang telah dipublikasi seperti *Scopus*, *ScienceDirect*, dan *Google Scholar* dengan menggunakan kata kunci ‘broiler’ dan ‘aflatoxin’. Selanjutnya ditabulasi dalam suatu *database* berbasis Microsoft Excel. Tabulasi dilakukan dengan menyeragamkan satuan dan pembobotan data berupa level penggunaan aflatoksin dan peubah meliputi performa dan organ dalam. Sebanyak 111 data perlakuan dari 46 artikel yang meliputi parameter performa (konsumsi, PBB, FCR, dan mortalitas) dan parameter organ dalam (hati, empedu, limpa, *gizzard*, pankreas, proventrikulus, jantung, ginjal, bursa, timus dan seka). Meta-analisis dilakukan terhadap artikel yang menggunakan aflatoksin tanpa perlakuan atau bahan tambahan, seperti perlakuan panas (*heat stress*), penambahan asam amino, dan campuran *absorbent* dan *binder* tertentu. Level aflatoksin digunakan sebagai variabel kontinyu, sedangkan performa dan organ dalam sebagai variabel respon.

Data diolah statistika meta-analisis dengan taraf penggunaan level aflatoksin sebagai variabel kontinyu, serta performa dan organ dalam sebagai variabel respon. Selain itu, variabel eksperimen dinyatakan dalam pernyataan kelas karena tidak mengandung informasi kuantitatif. Model statistik menggunakan *The Akaike Information Criterion (AIC)*.

$$Y_{ij} = B_0 + B_1X_{ij} + B_2X_{ij}^2 + s_i + b_iX_{ij} + e_{ij}$$

Di mana Y_{ij} = Variabel respons; B_0 = Keseluruhan intersep dari semua eksperimen; B_1 = Koefisien regresi linier Y di X; B_2 = Koefisien regresi kuadratik Y di X; X_{ij} = Nilai variabel prediktor kontinu (level AFB1); s_i = Efek acak dari eksperimen ke-I; b_i = Efek acak dari eksperimen ke- i pada koefisien regresi Y di X di eksperimen ke-I; e_{ij} = Galat yang tidak dijelaskan. Selanjutnya, data tersebut dianalisis menggunakan prosedur campuran (PROC MIXED) di program SAS versi 9.4 dengan pendekatan statistik meta-analisis menurut St-Pierre (2001) dan Sauvart dkk. (2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskriptif Statistik Database

Dari 46 artikel yang terkumpul, memilih 27 artikel dengan menggunakan

aflatoksin tanpa perlakuan atau bahan tambahan (Tabel 1). Database artikel yang memuat studi pengaruh aflatoksin dengan perlakuan dan bahan tambahan tidak digunakan dalam meta-analisis untuk mengurangi keragaman antara masing-masing studi. Dari 27 artikel terpilih, jumlah populasi yang dilibatkan sebanyak 9.390 ekor ayam broiler dengan rata-rata per penelitian yaitu 348 ekor. Jenis ayam broiler yang paling banyak digunakan yaitu strain Ross 308 dalam 14 artikel (51,9%), Cobb 500 dalam 3 artikel (11,11%), Arbor Acres dalam 2 artikel (7,41%), Hybro dalam 1 artikel (3,7%) dan lainnya tidak disebutkan secara spesifik dalam 7 artikel (25,9%). Jenis kelamin yang digunakan meliputi jantan sebanyak 10 artikel (35,71%), betina 2 artikel (7,41%) dan sisanya tidak disebutkan sebanyak 15 artikel (55,55%). Semua penelitian menggunakan pakan berbahan dasar jagung dan bungkil kedelai.

Tabel 1. Deskripsi Database yang Digunakan dalam Meta-Analisis

No	Strain	Penulis	Populasi (ekor)	Periode (hari)	Jenis Kelamin		
					♂	♀	Unsex
1	Arbor Acres	Liu dkk. (2018)a	480	1-42	✓		
2		Liu dkk. (2018)b	480	1-21		✓	
3	Ross 308	Khadem dkk. (2012)	630	1-49			✓
4		Tsiouris dkk. (2021)	160	1-42			✓
5		Ortatatli dkk. (2005)	576	1-42			✓
6		Oğuz dkk. (2000)	576	1-42			✓
7		Malekinezhad dkk. (2021)	288	1-42	✓		
8		Sadeghi dkk. (2014)	300	1-42	✓		
9		Alharthi dkk. (2022)	360	1-30			✓
10		Fowler dkk. (2015)	336	1-21			✓
11		Arafat dkk. (2017)	200	1-42			✓
12		Khanian dkk. (2019)	360	1-42	✓		
13	Hybro	Chang dkk. (2020)	350	1-42			✓
14		Basmacioglu dkk. (2005)	240	1-21	✓		
15		Chen dkk. (2014)	384	1-21	✓		
16		Matur dkk. (2010)	48	1-21		✓	
17	Hybro	Maslić-Strizak dkk. (2013)	50	1-21			✓
18	Cobb 500	Raj dkk. (2021)	375	1-42	✓		
19		Manafi dkk. (2012)	168	1-35			✓
20		Galarza-Seeber dkk. (2016)	240	1-21	✓		
21	Tidak disebutkan	Modirsanei dkk. (2004)	600	1-35	✓		
22		Silambarasan dkk. (2013)	384	1-42			✓
23		Silambarasan dkk. (2015)	384	1-42			✓
24		Verma dkk. (2004)	200	1-35			✓
25		Raju and Devegowda (2000)	960	1-35			✓
26		Shi dkk. (2009)	240	1-42			✓
27		Tedesco dkk. (2004)	21	14-35	✓		

Kajian ini telah menghimpun secara kuantitatif efek kontaminasi AFB1 dari level 20–2.000 µg/kg terhadap performa maupun organ dalam pada ayam broiler (Tabel 2). Bervariasinya data yang dikoleksi dapat disebabkan oleh perbedaan lama pemeliharaan ayam

broiler pada masing-masing penelitian yang digunakan dalam *database*. Selain itu, perbedaan kondisi strain broiler, populasi, dan kondisi lingkungan yang berbeda antar studi juga menyebabkan adanya keragaman data.

Tabel 2. Deskriptif Statistik Data Level AFB1, Performa, dan Organ Dalam Broiler

Parameter	Unit	n	Mean	SD	Min	Maks
Aflatoksin						
Level AFB1	µg/kg	29	384,14	520,14	20	2000
Performa						
Konsumsi	g/ekor	39	1.953,73	673,32	864,97	3.786,00
Pertambahan Bobot	g/ekor	43	991,59	281,13	519,35	1.513,00
Badan (selama periode penelitian)						
Konversi Pakan	-	37	1,93	0,41	1,23	2,73
Mortalitas	%	22	3,95	3,39	0,00	11,46
Organ Dalam						
Hati	%	39	2,73	0,60	1,67	3,93
Limpa	%	23	0,17	0,08	0,08	0,33
Gizzard	%	7	2,52	0,53	1,74	3,48
Pankreas	%	8	0,27	0,06	0,22	0,39
Ginjal	%	17	0,70	0,23	0,27	1,09
Bursa Fabricius	%	16	0,19	0,08	0,05	0,33

Keterangan: n: jumlah data penelitian, Mean: rata-rata, SD: Standar Deviasi, Min: Minimal, Maks: Maksimal.

Meta-Analisis Efek Level Aflatoksin Terhadap Performa dan Organ Dalam Ayam Broiler

Hasil meta-analisis efek kontaminasi aflatoksin dalam pakan terhadap performa ayam broiler masing-masing disajikan pada Tabel 3. Pemberian AFB1 memberikan pengaruh sangat signifikan ($P \leq 0,01$) terhadap konversi pakan, signifikan ($P \leq 0,05$) terhadap pertambahan bobot badan dan mortalitas, sedangkan pada variabel konsumsi tidak ditemukan pengaruh. Hal ini menunjukkan bahwa AFB1 memberikan

pengaruh terhadap performa broiler dalam aspek PBB, konversi pakan, dan mortalitas. Meski demikian, bukan berarti bahwa AFB1 tidak memberikan pengaruh terhadap konsumsi pakan. Apabila dicermati secara independen terhadap studi tertentu, maka AFB1 juga dilaporkan memberikan pengaruh pada jumlah konsumsi. Selain itu, jumlah studi yang berbeda antara masing-masing parameter performa juga dapat mempengaruhi signifikansi masing-masing parameter performa terhadap perlakuan AFB1.

Tabel 3. Meta-Analisis Efek Aflatoksin terhadap Performa Ayam Broiler

Response variables	n	Model	Variable estimates				Model estimates	
			Intercept	SE Intercept	Slope	SE Slope	p-value	AIC
Konsumsi (g)	39	L	2.018,73	162,41	$-1,9 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-4}$	0,23	588,50
PBB (g)	43	L	1.056,43	56,94	$-3,1 \times 10^{-1}$	$1,3 \times 10^{-1}$	0,02**	592,90
Konversi Pakan	37	Q	1,92	0,10	$2,1 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-4}$	0,00***	51,90
Mortalitas (%)	22	L	3,08	1,03	$-5,5 \times 10^{-8}$	0,0	0,04**	133,90

Keterangan: n: Jumlah data, SE: Standard Error, AIC: Akaike Information Criterion, L: Linear, Q: Kuadratik, PBB: Pertambahan Bobot Badan, p-value; ***: sangat signifikan ($p \leq 0,01$), **: signifikan ($p \leq 0,05$), *: cenderung signifikan ($p \leq 0,10$), ns: tidak signifikan ($p > 0,10$).

Adapun hasil meta-analisis efek AFB1 terhadap organ dalam ayam broiler masing-masing disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan 27 artikel terpilih, parameter organ dalam yang digunakan dalam meta-analisis terdiri dari hati, limpa, gizzard, pankreas, ginjal, dan *bursa fabricius*.

Parameter organ dalam lainnya seperti, jantung, proventrikulus, dan timus, tidak dijadikan parameter dalam meta-analisis karena keterbatasan jumlah studi atau jumlah studi tidak cukup sebagai pembanding.

Tabel 4. Meta-Analisis Efek Pemberian Aflatoksin terhadap Organ Dalam Ayam Broiler

Response variables	n	Model	Variable estimates				Model estimates	
			Intercept	SE Intercept	Slope	SE Slope	p-value	AIC
Hati (%)	39	Q	2,57	0,12	$9,0 \times 10^{-4}$	$3,3 \times 10^{-4}$	0,00***	101,00
Limpa (%)	23	Q	0,17	0,02	$-2,9 \times 10^{-7}$	0	0,00***	-9,20
Gizzard (%)	7	L	2,34	0,27	$8,0 \times 10^{-5}$	$6,7 \times 10^{-5}$	0,090*	43,30
Pankreas (%)	8	Q	0,27	0,03	$-6,5 \times 10^{-8}$	0	0,00***	26,00
Ginjal (%)	17	Q	0,64	0,08	$4,6 \times 10^{-3}$	$6,5 \times 10^{-4}$	0,00***	26,50
Bursa F, (%)	16	Q	0,19	0,02	$6,0 \times 10^{-5}$	$2,7 \times 10^{-4}$	0,00***	8,20
					$-5,6 \times 10^{-8}$	0		
					$7,9 \times 10^{-4}$	$4,2 \times 10^{-4}$		
					$-6,8 \times 10^{-7}$	0		
					$-3,0 \times 10^{-5}$	$6,3 \times 10^{-5}$		
					$5,0 \times 10^{-8}$	0		

Keterangan: n: Jumlah data, SE: Standard Error, AIC: Akaike Information Criterion, L: Linier, Q: Kuadratik, p-value; ***: sangat signifikan ($p \leq 0,01$), **: signifikan ($p \leq 0,05$), *: cenderung signifikan ($p \leq 0,10$), ns: tidak signifikan ($p > 0,10$).

Dari hasil meta-analisis diketahui bahwa pemberian aflatoksin memberikan pengaruh sangat signifikan ($P \leq 0,05$) terhadap hati, limpa, pankreas, ginjal, dan bursa fabricius, sedangkan terhadap gizzard cenderung signifikan ($P \leq 0,10$). AFB1 merupakan mikotoksin alami yang diproduksi sebagai metabolit sekunder oleh jamur *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, dan *Aspergillus niger* yang

menghasilkan warna biru berdasarkan warna fluoresensi. AFB1 selama ini dikenal sebagai mikotoksin yang paling toksik dibandingkan dengan kelompok mikotoksin lainnya (Rawal dkk., 2010).

Aflatoksikosis menyebabkan kerusakan pada organ dalam unggas yang ditandai dengan hati yang membesar, pucat, dan gembur (Monson dkk., 2015). Peningkatan vakuolasi hepatosit yang

terpapar AFB1 memungkinkan terjadinya penumpukan lipid. Konsumsi AFB1 yang sudah akut dan kronis akan menyebabkan lesi hati dan pendarahan (Pandey and Chauhan 2007). Dilaporkan oleh Rawal dkk. (2010) bahwa paparan jangka pendek dengan level AFB1 sudah dapat menyebabkan morbiditas dan mortalitas. Adisi AFB1 dengan biomolekul menyebabkan kerusakan pada hepatosit yang mengganggu metabolisme hati selama paparan AFB1 (Chen dkk., 2014). Ginjal adalah organ yang paling rentan karena kemampuannya menyaring darah dan berkontribusi pada homeostasis tubuh (Yu dkk., 2015). AFB1 mengganggu fungsi ginjal melalui peningkatan bobot relatif ginjal dan menginduksi kongesti pada sinusoid ginjal (Quezada dkk., 2000; Hussain dkk., 2008).

Paparan AFB1 mendorong efek merusak pada jaringan limfoid primer dan sekunder unggas termasuk timus, *bursa fabricius*, limpa, dan sumsum tulang. Konsumsi pakan yang mengandung AFB1 menurunkan resistensi penyakit dan fungsi antibodi pada unggas (Grenier & Applegate, 2013). Pakan yang terkontaminasi aflatoxin menghasilkan serangkaian respon imun yang melibatkan efisiensi fagositik fagosit, reaksi hipersensitivitas yang tertunda bersama dengan involusi bursal, dan penipisan populasi sel timus (Bondy & Pestka, 2000). AFB1 secara negatif mempengaruhi bursa dan timus. Selanjutnya, 0,3 mg/kg AFB1 dalam pakan dapat menginduksi perubahan histopatologis, menurunkan limfosit matur, dan meningkatkan persentase apoptosis limfosit pada broiler (Peng dkk., 2015). Paparan AFB1 dapat menurunkan antibodi terhadap vaksin untuk *Newcastle disease*, *infectious bronchitis*, dan *infectious bursal disease* (Azzam & Gabal, 1998; Gabal & Azzam, 1998).

Efek level AFB1 baik terhadap organ pencernaan seperti *gizzard*,

pankreas, dan proventrikulus dalam penelitian ini berpengaruh sangat signifikan secara kuadrat ($P \leq 0,01$). Dijelaskan bahwa saluran pencernaan (*The gastrointestinal tract*=GIT) adalah rute masuk utama setelah mengonsumsi pakan yang terkontaminasi AFB1. Mikotoksin ini memengaruhi GIT dalam berbagai aspek seperti perubahan morfologi usus, kemampuan pencernaan, aktivitas enzim pencernaan, kekebalan bawaan usus, dan mikrobiota usus (Kana dkk., 2010; Yunus dkk., 2011). AFB1 dapat menurunkan kemampuan pencernaan dengan memengaruhi transpor aktif nutrisi melintasi membran usus, dan efeknya bergantung pada dosis dan waktu. Selain itu, AFB1 dilaporkan telah terbukti meningkatkan kedalaman *crypt* di jejunum dan menurunkan *villi* di duodenum (Applegate dkk., 2009; Yang dkk., 2012).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kajian meta analisis, dapat disimpulkan bahwa kontaminasi AFB1 dalam pakan mengakibatkan penurunan performa pada aspek PBB, konversi pakan, dan mortalitas, serta mengakibatkan kerusakan organ dalam ayam broiler. Berdasarkan efek negatif yang ditimbulkan oleh kontaminasi AFB1 dalam pakan terhadap performa dan organ dalam ayam broiler, pengaruh AFB1 tidak hanya tergantung pada level kontaminasi. Oleh karena itu, diperlukan kajian lanjutan dengan mempertimbangkan pengaruh strain dan umur pemeliharaan.

Untuk mencegah kontaminasi AFB1 dalam pakan diperlukan (i) manajemen pakan yang baik dalam pemilihan, penyimpanan, dan pengolahan pakan; (ii) pemantauan rutin terhadap tingkat kontaminasi AFB1 dalam pakan; (iii) pemberian suplemen atau pengobatan

yang dapat membantu melindungi hati dan organ lain; (iv) penerapan budidaya yang baik dalam hal kebersihan kandang, ventilasi, pengelolaan limbah, pengendalian kelembaban dan pemantauan kesehatan ayam secara teratur.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Waheeb M and Al-Shukri A. 2022. Effects of adding ginseng roots to diet on productive traits of Ross-308 broilers exposed to heat stress. *International Journal of Special Education*. 37: 15898–15906.
- Applegate TJ, Schatzmayr G, Prickett K, Troche C and Jiang Z. 2009. Effect of aflatoxin culture on intestinal function and nutrient loss in laying hens. *Poultry Science*. 88: 1235–1241.
- Arafat RY, Khan SH and Saima. 2017. Evaluation of humic acid as an aflatoxin binder in broiler chickens. *Annals of Animal Science*. 17: 241.
- Azzam AH and Gabal MA. 1998. Aflatoxin and immunity in layer hens. *Avian Pathology*. 27: 570–577.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. 2022. Pakan ayam ras pedaging (Broiler).
- Bahri S, Maryam R and Widiastuti R. 2005. Cemaran aflatoxin pada bahan pakan dan pakan di beberapa daerah Propinsi Lampung dan Jawa Timur. *Jitv*. 10: 236 – 241.
- Bailey RH, Kubena LF, Harvey RB, Buckley SA and Rottinghaus GE. 1998. Efficacy of various inorganic sorbents to reduce the toxicity of aflatoxin and T-2 toxin in broiler chickens. *Poultry Science*. 77: 1623–1630.
- Edrington TS, Kubena LF, Harvey RB and Rottinghaus GE. 1997. Influence of a superactivated charcoal on the toxic effects of aflatoxin or T-2 toxin in growing broilers. *Poultry Science*. 76: 1205–1211.
- Ellis WO, Smith JP, Simpson BK, Oldham JH, Scott PM. 1991. Aflatoxins in food: Occurrence, biosynthesis, effects on organisms, detection, and methods of control. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 30: 403–439.
- Fowler J, Li W and Bailey C. 2015. Effects of a calcium bentonite clay in diets containing aflatoxin when measuring liver residues of aflatoxin B1 in starter broiler chicks. *Toxins*. 7: 3455–3464.
- Gabal MA and Azzam AH. 1998. Interaction of aflatoxin in the feed and immunization against selected infectious diseases in poultry. II. Effect on one-day-old layer chicks simultaneously vaccinated against newcastle disease, infectious bronchitis and infectious bursal disease. *Avian Pathology*. 27: 290–295.
- Genevieve SB and James JP. 2000. Immunomodulation By Fungal Toxins. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews*, 12: 2004–2007.
- Gowda NKS, Swamy HVLN, Mahajan P. 2013. Recent advances for control, counteraction and amelioration of potential aflatoxins in animal feeds. In *Aflatoxins-Recent Advances and Future Prospects*. Rijeka-Croatia: In Tech Publishing, pp. 129–140.
- Grant D, Mendicino M and Levy G. 2001. Xenotransplantation: Just around the corner?. *Surgery*. 129: 0243–0247.
- Grenier B and Applegate TJ. 2013. Modulation of intestinal functions following mycotoxin ingestion: Meta-analysis of published experiments in animals. *Toxins*. 5: 396–430.

- Harvey RB, Kubena LF, Elissalde MH and Phillips TD. 1993. Efficacy of zeolitic ore compounds on the toxicity of aflatoxin to growing broiler chickens. *Avian diseases*. 37: 67–73.
- Hedayati M, Manafi M, Yari M, Mousavipour SV. 2014. Commercial broilers exposed to aflatoxin B1: efficacy of a commercial mycotoxin binder on internal organ weights, biochemical traits and mortality. *International Journal of Agriculture and Forestry*. 4: 351–358.
- Hussain Z, Khan MZ, Saleemi MK, Khan A and Rafique S. 2016. Clinicopathological effects of prolonged intoxication of Aflatoxin B1 in broiler chicken. *Pakistan Veterinary Journal*. 36: 477–481.
- Hussain Z, Zargham KM and Hassan Z. 2008. Production of aflatoxins from *aspergillus flavus* and acute aflatoxicosis in young broiler chicks. *Pakistan Journal Agriculture Science*. 45: 95–102.
- Kana JR, Teguia A and Tchoumboue J. 2010. Effect of dietary plant charcoal from *Canarium schweinfurthii* Engl. and maize cob on aflatoxin B1 toxicosis in broiler chickens. *Livestock Research for Rural Development*. 22: 462–463.
- Kececi T, Oguz H, Kurtoglu V, Demet O. 1998. Effects of polyvinylpyrrolidone, synthetic zeolite and bentonite on serum biochemical and haematological characters of broiler chickens during aflatoxicosis. *British Poultry Science*. 39: 452–458.
- Kubena LF, Harvey RB, Buckley SA, Edrington TS and Rottinghaus GE. 1997. Individual and combined effects of moniliformin present in *fusarium fujikuroi* culture material and aflatoxin in broiler chicks. *Poultry Science*. 76: 265–270.
- Kubena LF, Harvey RB, Bailey RH, Buckley SA and Rottinghaus GE. 1998. Effects of a hydrated sodium calcium aluminosilicate (T-bind™) on mycotoxicosis in young broiler chickens. *Poultry Science*. 77: 1502–1509.
- Ledoux DR, Rottinghaus GE, Bermudez AJ and Alonso-Debolt M. 1999. Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broiler chicks. *Poultry Science*. 78: 204–210.
- Manafi M. 2010. Effect of Aflatoxicosis in Hatching Eggs Quality and Immune Status in Broiler Breeders. *World's Poultry Science Journal (Spp.)*. 66: 704–705.
- Marchioro A, Mallmann AO, Diel A, Dilkin P, Rauber RH, Blazquez FJH, Oliveira MGA, Mallmann CA. 2013. Effects of aflatoxins on performance and exocrine pancreas of broiler chickens. *Avian Diseases*. 57: 280–284.
- Miazzo R, Rosa CAR, De Queiroz Carvalho EC, Magnoli C, Chiacchiera SM, Palacio G, Saenz M, Kikot A, Basaldella E and Dalcero A. 2000. Efficacy of synthetic zeolite to reduce the toxicity of aflatoxin in broiler chicks. *Poultry Science*. 79: 1–6.
- Nazarizadeh H and Pourreza J. 2019. Evaluation of three mycotoxin binders to prevent the adverse effects of aflatoxin B 1 in growing broilers. *Journal of Applied Animal Research*. 47: 135–139.
- Neeff DV, Ledoux DR, Rottinghaus GE, Bermudez AJ, Dakovic A, Murarolli RA and Oliveira CAF. 2013. In vitro and in vivo efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to bind and reduce aflatoxin residues in tissues of broiler chicks fed aflatoxin B1. *Poultry Science*. 92: 131–137.
- Ortatatli M and Oğuz H. 2001. Ameliorative effects of dietary

- clinoptilolite on pathological changes in broiler chickens during aflatoxins. *Research in Veterinary Science*. 71: 59–66.
- Pandey I and Chauhan SS. 2007. Studies on production performance and toxin residues in tissues and eggs of layer chickens fed on diets with various concentrations of aflatoxin AFB1. *British Poultry Science*. 48: 713–723.
- Peng X, Chen K, Chen J, Fang J, Cui H, Zuo Z, Deng J, Chen Z, Geng Y, and Lai W. 2015. Aflatoxin B1 Affects Apoptosis and Expression of Bax, Bcl-2, and Caspase-3 in Thymus and Bursa of Fabricius in Broiler Chickens. *Environment Toxicol.* 31: 1113–1120.
- Petri A, Bertuzzi T, Piva G, Binder EM, Schatzmayr D, Rodrigues I. 2009. Aflatoxin transfer from naturally contaminated feed to milk of dairy cows and the efficacy of a mycotoxin deactivating product. *International Journal of Dairy Science*. 4: 34–42.
- Purnamasari L, Agus A and Noviandi CT. 2019. Effects of methionine-cysteine amino acid supplementations in the aflatoxin b1 contaminated diet on broiler production performance. *Buletin Peternakan*. 43: 231–236.
- Purnamasari L, Agus A and Noviandi CT. 2020. Angka kebuntingan kerbau rawa (*Bubalus bubalis*) pada hormon sinkronisasi yang berbeda. *Jurnal Ilmu Ternak*. 20: 46–55.
- Quezada T, Cuéllar H, Jaramillo-Juárez F, Valdivia AG and Reyes JL. 2000. Effects of aflatoxin B1 on the liver and kidney of broiler chickens during development. *Comparative Biochemistry and Physiology - C Pharmacology Toxicology and Endocrinology*. 125: 265–272.
- Rawal S, Kim JE and Coulombe R. 2010. Aflatoxin B1 in poultry: Toxicology, metabolism and prevention. *Research in Veterinary Science*. 89: 325–331.
- Sauvant D, Schmidely P, Daudin JJ, St-Pierre NR. 2008. Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. *Anima*. 2: 1203–1214.
- Schoental R. 1967. Alatoxins. *Annual Review of Pharmacology*. 7: 343–356.
- Śliżewska K, Cukrowska B, Smulikowska S and Cielecka-Kuszyk J. 2019. The Effect of Probiotic Supplementation on Performance and the Histopathological Changes in Liver and Kidneys in Broiler Chickens Fed Diets with Aflatoxin B1. *Toxins*. 11: 1–15.
- Sova Z, Pohunkova H, Slamova A and Haisl K. 1991. Hematological and histological response to the diet containing aflatoxin b1 and zeolite in broilers of domestic fowl. *Acta Veterinaria Brno*. 60: 31–40.
- Sridhar M, Suganthi RU and Thammiah V. 2015. Effect of dietary resveratrol in ameliorating aflatoxin B1-induced changes in broiler birds. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 99: 1094–1104.
- St-Pierre NR. 2001. Invited Review : Integrating Quantitative Findings from Multiple Studies Using Mixed Model Methodology 1. *Journal of Dairy Science*. 84: 741–755.
- Sumantri I, Agus A, Irawan B, Habibah H, Faizah N, Wulandari KJ. 2017. Aflatoxins contamination in feed and products of alabio duck (*Anas platyrinchos borneo*) collected from South Kalimantan, Indonesia. *Buletin Peternakan*. 41: 163–168.
- Sumantri I, Purwanti F and Agus A. 2015. Survei cemaran Aflatoksin B1 pada pakan sapi perah dan residunya dalam susu di Daerah Istimewa Yogyakarta. In *Seminar Nasional Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia*. Fakultas Pertanian-Universitas Lambung Mangkurat. pp. 249–252.

- Thaha AH, Hidayat MN, Kiramang K, Mustopo A, Saputra A, Syamsiah, Yafi MV, Marmansari D, Purwanto E, Idris F. 2021. Aflatoxin contamination in broiler feed from small-scale farms in Sidenreng Rappang Regency, South Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 870: 012006.
- Tumion B, Panelewen VVJ, Makalew A, Rorimpandey B. 2017. Pengaruh biaya pakan dan tenaga kerja terhadap keuntungan usaha ayam ras petelur milik vony kanaga di kelurahan tawaan kota bitung (study kasus). *Zootec*. 37: 207–215.
- Yang J, Bai F, Zhang K, Lv X, Bai S, Zhao L, Peng X, Ding X, Li Y and Zhang J. 2012. Effects of feeding corn naturally contaminated with AFB1 and AFB2 on performance and aflatoxin residues in broilers. *Czech Journal of Animal Science*. 57: 506–515.
- Yu Z, Wang F, Liang N, Wang C, Peng X, Fang J, Cui H, Jameel M and Lai W. 2015. Effect of selenium supplementation on apoptosis and cell cycle blockage of renal cells in broilers fed a diet containing aflatoxin B1. *Biological Trace Element Research*. 168: 242–251.
- Yunus AW, Ghareeb K, Abd-El-Fattah AAM, Twaruzek M and Böhm J. 2011. Gross intestinal adaptations in relation to broiler performance during chronic aflatoxin exposure. *Poultry Science*. 90: 1683–1689.