

Effect of Anti-Mycotoxin (Toxin Binder) Supplementation in Feed on Broiler Performance

Novi Anawati¹, Sri Sukaryani^{1*}, Catur Suci Purwati¹

¹Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Jln. Jombor, Kec Bendorari, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57521, Indonesia;

Article History

Received : January 26th, 2026

Revised : February 14th, 2026

Accepted : February 25th, 2026

Corresponding author: **Sri Sukaryani**, Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Jln. Jombor, Kec Bendorari, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57521, Indonesia;
Email: srisukaryani@gmail.com

Abstract: Mycotoxin contamination in poultry feed is a major concern in broiler production because it can reduce feed quality, impair nutrient absorption, and negatively affect growth performance. This study aimed to evaluate the effect of anti-mycotoxin (toxin binder) supplementation in the diet on broiler chicken performance, including feed intake, average daily gain (ADG), and feed conversion ratio (FCR). The study lasted for 28 days and involved day-old broiler chicks set up in a completely randomized design (CRD) with three treatments and three replications. The treatments were P0 (a control diet lacking a toxin binder), P1 (a diet with a toxin binder added), and P2 (a diet with the highest amount of toxin binder). Data analysis was carried out using analysis of variance (ANOVA), followed by the least significant difference (LSD) test at a 5% significance level. Findings indicated that adding a toxin binder had a significant impact ($P < 0.05$) on the feed intake, average daily gain (ADG), and feed conversion ratio (FCR) in broiler chickens. The P2 treatment achieved the best results, exhibiting the lowest FCR value, whereas the P1 treatment did not display any significant difference when compared to the control group.

Keywords: Anti-mycotoxin, broiler chickens, feed conversion ratio, feed intake, toxin binder.

Pendahuluan

Ayam broiler merupakan salah satu sumber utama protein hewani yang memiliki peran strategis dalam pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat secara global. Produktivitas unggas sangat ditentukan oleh efisiensi penggunaan pakan, karena pakan menyumbang sebagian besar biaya produksi. Secara ilmiah, kualitas pakan dan keseimbangan nutrisi dalam ransum menjadi faktor kunci yang mempengaruhi pertumbuhan, kesehatan, dan efisiensi produksi ayam broiler. Di wilayah tropis, kondisi suhu dan kelembapan yang tinggi mempercepat pertumbuhan kapang pada bahan baku pakan, sehingga meningkatkan risiko kontaminasi mikotoksin (Adegbeye *et al.*, 2020).

Mikotoksin merupakan metabolit sekunder kapang yang bersifat toksik dan dapat

menurunkan performa pertumbuhan, efisiensi pakan, serta status kesehatan ayam broiler. Paparan mikotoksin jangka panjang dapat menyebabkan penurunan konsumsi pakan, gangguan penyerapan nutrisi, serta immunosupresi pada unggas (Grenier & Applegate, 2013; Magnoli *et al.*, 2019). Salah satu strategi mitigasi yang banyak digunakan adalah suplementasi toxin binder dalam pakan. Toxin binder bekerja dengan mengadsorpsi mikotoksin di saluran pencernaan sehingga mencegah absorpsi racun ke dalam tubuh ternak (Kolosova & Stroka, 2018). Efektivitasnya dipengaruhi oleh jenis bahan aktif, dosis suplementasi, serta kondisi lingkungan pemeliharaan (Zhang *et al.*, 2021). Selain itu, penggunaan binder juga dilaporkan mendukung integritas saluran pencernaan dan kesehatan fisiologis broiler secara keseluruhan (Azghadi *et al.*, 2024).

Meskipun penggunaan toxin binder telah banyak dilaporkan, respons performa ayam broiler terhadap suplementasi ini tidak selalu konsisten. Variasi jenis bahan aktif, dosis yang diberikan, dan kondisi pemeliharaan dapat menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam konsumsi pakan, average daily gain (ADG), maupun feed conversion ratio (FCR). Selain itu, informasi mengenai level suplementasi optimal dalam kondisi tropis masih terbatas, sehingga diperlukan penelitian yang terkontrol untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan aplikatif bagi industri perunggasan. Dampak negatif ini tidak hanya terbatas pada performa pertumbuhan, tetapi juga menurunkan kesehatan usus dan fungsi imun broiler (Safitri *et al.*, 2025; Guo *et al.*, 2023).

Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi beberapa level suplementasi toxin binder dalam ransum ayam broiler yang dipelihara pada kondisi tropis dengan pendekatan rancangan percobaan terkontrol, serta pengukuran parameter performa utama secara kuantitatif, yaitu konsumsi pakan, ADG, dan FCR. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suplementasi toxin binder terhadap performa ayam broiler dan menentukan level yang paling efektif. Urgensi penelitian ini adalah menyediakan dasar ilmiah untuk strategi nutrisi yang tepat, meminimalkan dampak mikotoksin, meningkatkan efisiensi produksi, dan mendukung keberlanjutan industri perunggasan di wilayah tropis. Berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa suplementasi *toxin binder*, baik berbasis zeolit, smektit, atau senyawa multikomponen, dapat mengadsorpsi mikotoksin di saluran pencernaan sehingga mengurangi toksisitasnya, memperbaiki konsumsi pakan, meningkatkan ADG, dan menurunkan FCR (Zandi *et al.*, 2026; Ibrahim *et al.*, 2025; Cuccato *et al.*, 2025).

Bahan dan Metode

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 28 hari di kandang pemeliharaan ayam broiler yang berlokasi di wilayah kabupaten Sragen Jawa Tengah.

Alat dan Bahan

Peralatan penelitian yaitu kandang close house, perlengkapan tempat pakan dan minum, timbangan digital. Bahan penelitian antara lain ayam broiler umur sehari (DOC), pakan konsentrat komersial, toxin binder.

Rancangan Percobaan

Desain percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola searah dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan tersebut yaitu : P0 : pakan tanpa toxin binder; P1 : pakan + toxin binder 0,5 g/kg pakan dan P2 : pakan + toxin binder 1,0 g/kg pakan

Parameter Yang Diamati

Parameter meliputi konsumsi pakan (FI), pertambahan bobot badan harian (PBBH), dan feed conversion ratio (FCR).

Analisis Data

Analisis data menggunakan analisis ragam (ANOVA). Perbedaan yang terjadi diantara perlakuan, akan dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT/LSD) pada taraf kepercayaan 5%.

Hasil dan Pembahasan

Konsumsi Pakan

Konsumsi pakan digunakan sebagai indikator awal untuk menilai respon ayam broiler terhadap kualitas pakan dan kondisi fisiologis ternak selama penelitian berlangsung. Data selengkapnya disajikan dalam Tabel 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi toxin binder memberikan pengaruh nyata terhadap konsumsi pakan ayam broiler ($P < 0.05$). Perlakuan P2 menghasilkan konsumsi pakan tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Tabel 1. Konsumsi Pakan Harian Ayam Broiler Selama Penelitian (gram/ekor/hari)

Ulangan	Perlakuan		
	P0	P1	P2
1	73,44	74,52	83,77
2	70,49	73,05	78,51
3	71,79	72,09	80,48
Rerata	71,91 ^a	73,22 ^a	80,92 ^b

Keterangan ^{ab}: Angka dengan superskrip berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$).

Pertambahan Bobot Badan Harian (PBBH)

Pertambahan berat badan harian (PBBH) pada ayam broiler merupakan ukuran penting keberhasilan pertumbuhan. Faktor ini digunakan untuk menilai seberapa baik nutrisi pakan dimanfaatkan dan bagaimana ayam broiler tumbuh ketika pengikat toksin disertakan. Informasi lengkap mengenai pertambahan berat badan harian (PBBH) dapat ditemukan pada Tabel 2. Peningkatan berat badan harian (PBBH) pada ayam broiler meningkat seiring dengan peningkatan jumlah pengikat toksin yang diberikan. Perlakuan P2 memiliki nilai PBBH terbesar, dan ini berbeda secara signifikan dari kelompok kontrol.

Tabel 2. Data Pertambahan Bobot Badan Harian Ayam Broiler Selama Penelitian (gram/ekor/hari)

Ulangan	Perlakuan		
	P0	P1	P2
1	53,15	54,78	59,41
2	52,22	51,33	58,89
3	54,15	53,26	57,78
Rerata	53,17 ^a	53,12 ^a	58,69 ^b

Keterangan ^{ab}: Angka dengan superskrip berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P < 0,05$).

Konversi Pakan (FCR)

FCR pada ayam broiler merupakan indikator yang menunjukkan efektifitas dalam penggunaan pakan untuk membentuk produksi daging. Data lengkap konversi pakan ayam broiler selama penelitian tercantum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata *Feed Conversion Ratio* (FCR)

Ulangan	Perlakuan		
	P0	P1	P2
1	1,38	1,36	1,41
2	1,35	1,42	1,33
3	1,33	1,35	1,39
Rerata	1,35 ^{ns}	1,38 ^{ns}	1,38 ^{ns}

Ket : ns : menunjukkan berbeda tidak nyata ($P > 0,05$)

Pembahasan

Konsumsi Pakan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pengikat toksin pada pakan memiliki dampak yang signifikan terhadap asupan pakan ayam broiler. Rata-rata asupan pakan tertinggi tercatat pada perlakuan P2

sebesar 80,92, yang berbeda secara signifikan ($P < 0,05$) dari perlakuan P0 (71,91) dan P1 (73,22). Pada saat yang sama, perlakuan P0 dan P1 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan satu sama lain, seperti yang ditunjukkan oleh superskrip yang sama. Temuan ini menunjukkan bahwa ketidakseimbangan atau kekurangan asam amino esensial tertentu dapat membatasi penggunaan asam amino lainnya, yang pada gilirannya memengaruhi laju pertumbuhan dan menurunkan efisiensi pakan.

Selain itu, kekurangan asam amino tertentu dapat meningkatkan degradasi protein tubuh dan berdampak negatif terhadap performa produksi ayam broiler. Oleh karena itu, formulasi pakan dengan kualitas protein yang baik dan keseimbangan asam amino yang sesuai kebutuhan fisiologis ayam broiler sangat penting untuk mencapai pertumbuhan dan efisiensi pakan yang optimal (Wu, 2018; Ravindran, 2017). Ahmadabadi *et al.* (2025) meneliti efek *compound mycotoxin detoxifier* dan melaporkan perbaikan konsumsi pakan dan pertumbuhan pada broiler yang diberi pakan terkontaminasi aflatoxin, sekaligus menurunkan akumulasi residu toksin dalam jaringan.

Peningkatan konsumsi pakan pada perlakuan P2 menunjukkan bahwa penambahan toxin binder pada dosis 1,0 g/kg pakan mampu memperbaiki kondisi fisiologis saluran pencernaan ayam broiler. Mikotoksin diketahui dapat menurunkan palatabilitas pakan dan menyebabkan iritasi pada mukosa usus, sehingga menekan nafsu makan. Penggunaan toxin binder memungkinkan terjadinya pengikatan mikotoksin di dalam saluran pencernaan, sehingga efek toksik tersebut dapat diminimalkan dan ayam mampu mengonsumsi pakan dalam jumlah yang lebih tinggi. Hasil ini menegaskan peran toxin binder dalam mitigasi efek mikotoksin sekaligus mendukung performa produksi broiler yang lebih optimal (Safitri *et al.*, 2025). Lara dan Rostagno (2015) menunjukkan bahwa ketika ayam mengalami stres panas, mereka biasanya makan lebih sedikit tetapi minum lebih banyak air untuk membantu menurunkan suhu tubuh mereka, yang, jika tidak dikelola, dapat mengakibatkan penurunan berat badan yang signifikan.

Temuan ini konsisten dengan penelitian

oleh Magnoli *et al.*, (2019) yang menyebutkan bahwa penambahan zat anti-mikotoksin pada pakan unggas dapat meningkatkan asupan pakan dengan mengurangi masalah pencernaan yang disebabkan oleh mikotoksin. Demikian pula, Adegbeye *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa meminimalkan paparan mikotoksin menyebabkan peningkatan rasa lapar dan stabilitas metabolisme yang lebih baik pada ayam broiler. Dengan demikian, peningkatan asupan pakan yang diamati pada perlakuan P2 menunjukkan bahwa jumlah pengikat toksin yang lebih besar meningkatkan kinerja konsumsi pakan pada ayam broiler yang dipelihara di lingkungan tropis.

Pertambahan Bobot Badan Harian (PBBH)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pengikat toksin pada pakan memiliki dampak yang signifikan terhadap peningkatan berat badan harian ayam broiler. Rata-rata PBBH tertinggi tercatat pada perlakuan P2 sebesar 58,69, yang berbeda secara signifikan ($P < 0,05$) jika dibandingkan dengan perlakuan P0 (53,17) dan P1 (53,12). Pada saat yang sama, perlakuan P0 dan P1 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan satu sama lain, seperti yang ditunjukkan oleh superskrip yang sama.

Peningkatan PBBH pada perlakuan P2 menunjukkan bahwa penggunaan toxin binder pada dosis 1,0 g/kg pakan mampu mendukung proses pertumbuhan ayam broiler secara lebih optimal. Mikotoksin diketahui dapat mengganggu penyerapan nutrisi serta menurunkan efisiensi metabolisme protein dan energi, sehingga berdampak negatif terhadap pertumbuhan ternak. Dengan adanya toxin binder, efek toksik mikotoksin dapat ditekan sehingga nutrisi pakan dapat dimanfaatkan secara lebih efektif untuk pembentukan jaringan tubuh. Alfanindya & Al-Arif (2025) menemukan bahwa suplementasi binder tertentu dalam pakan yang terkontaminasi mikotoksin meningkatkan pertumbuhan harian rata-rata (ADG)

Hasil penelitian ini sejalan dengan Zhang *et al.*, (2021) bahwa penggunaan toxin binder dalam pakan ayam broiler mampu meningkatkan laju pertumbuhan melalui perbaikan kesehatan saluran pencernaan dan peningkatan ketersediaan nutrisi. Selain itu, Kolosova dan Stroka (2018) juga menjelaskan bahwa efektivitas toxin binder sangat dipengaruhi oleh

dosis yang digunakan, di mana dosis yang tepat dapat memberikan respon pertumbuhan yang optimal. Dengan demikian, peningkatan PBBH pada perlakuan P2 menunjukkan bahwa dosis toxin binder yang lebih tinggi memberikan manfaat yang lebih nyata terhadap performa pertumbuhan ayam broiler pada kondisi pemeliharaan tropis. Selain itu, manajemen pakan, penyimpanan yang baik, dan suplementasi nutrisi penting seperti vitamin, mineral, dan probiotik dapat membantu mengurangi dampak negatif mikotoksin terhadap PBBH (Agropustaka, 2021; NRC, 2016). Interaksi mikotoksin dengan faktor stres atau infeksi patogen juga dapat memperburuk penurunan PBBH, sehingga strategi mitigasi harus bersifat komprehensif (Battilani *et al.*, 2016; Gaillard & Dourmad, 2020).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa paparan mikotoksin dalam pakan dapat menurunkan konsumsi pakan, efisiensi pencernaan, dan pertumbuhan bobot badan. Aflatoksin, misalnya, menghambat sintesis protein dan menurunkan akumulasi bobot tubuh ayam. Deoksinivalenol (DON) menyebabkan gangguan absorpsi nutrisi akibat kerusakan epitel usus, sehingga mengurangi PBBH (Girish & Devegowda, 2016).

Feed Conversion Ratio (FCR)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pengikat toksin pada pakan tidak secara signifikan memengaruhi rasio konversi pakan (FCR) ayam broiler. Nilai FCR tipikal adalah 1,35 untuk perlakuan P0, dan baik P1 maupun P2 memiliki nilai 1,38, menunjukkan tidak ada variasi yang signifikan ($P > 0,05$) di antara perlakuan, seperti yang ditunjukkan oleh superskrip yang sama. Kurangnya perbedaan yang signifikan dalam angka FCR menunjukkan bahwa peningkatan asupan pakan dan penambahan berat badan untuk suplementasi pengikat toksin terjadi secara seimbang. Ini menyiratkan bahwa bahkan dengan peningkatan laju pertumbuhan, efisiensi pemanfaatan pakan tetap stabil. Sederhananya, penambahan pengikat toksin tidak mengganggu kemampuan ayam broiler untuk mengubah pakan menjadi massa tubuh.

Temuan penelitian ini sejalan dengan temuan Adegbeye *et al.*, (2020), yang menyebutkan penambahan antimikotoksin pada

pakan unggas biasanya tidak berdampak signifikan terhadap nilai FCR jika kebutuhan nutrisi pakan terpenuhi. Selain itu, Zhang *et al.*, (2021) juga melaporkan bahwa perbaikan kesehatan saluran pencernaan akibat pengurangan efek mikotoksin memungkinkan proses pencernaan dan penyerapan nutrisi berlangsung lebih stabil, sehingga efisiensi konversi pakan tidak mengalami penurunan. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suplementasi toxin binder dapat meningkatkan performa pertumbuhan ayam broiler tanpa mengorbankan efisiensi pakan.

Efisiensi penggunaan pakan yang diukur melalui *Feed Conversion Ratio* (FCR) menjadi indikator vital; semakin rendah nilai FCR, semakin efisien ayam dalam mengubah pakan menjadi daging (Pratamam 2022). Kebutuhan protein pada fase starter biasanya lebih tinggi (21-23%) untuk mendukung pertumbuhan jaringan, sedangkan pada fase finisher kebutuhan energi metabolis ditingkatkan untuk pembentukan lemak karkas (Swayne, 2020). Pakan dengan kualitas rendah, baik akibat ketidakseimbangan nutrisi maupun adanya kontaminan, dapat menyebabkan penurunan konsumsi pakan, menghambat pertumbuhan, serta menurunkan performa produksi unggas. Kondisi tersebut pada akhirnya berdampak pada meningkatnya nilai konversi pakan dan menurunnya efisiensi produksi. Oleh karena itu, pengendalian kualitas pakan menjadi aspek penting dalam sistem produksi unggas modern untuk menjamin kesehatan ternak dan pencapaian performa produksi yang optimal (Abd El-Hack *et al.*, 2017).

Keberadaan mikotoksin dan kontaminan lainnya dalam pakan dapat berdampak negatif terhadap kesehatan unggas, antara lain menurunkan daya tahan tubuh, mengganggu fungsi organ, serta menekan performa pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan. Selain itu, kontaminasi pakan juga berimplikasi pada keamanan produk ternak, karena residu kontaminan dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh unggas dan berpotensi membahayakan konsumen. Oleh karena itu, pengendalian mutu dan keamanan pakan, mulai dari pemilihan bahan baku, proses penyimpanan, hingga manajemen pemberian pakan, menjadi faktor krusial dalam menjamin kesehatan unggas dan keamanan

produk hasil ternak (Bryden, 2018). Nalle *et al.*, (2019) melaporkan bahwa suplementasi binder pada diet rendah aflatoksin B1 dan B2 mampu mempertahankan pertumbuhan dan FCR broiler, meskipun dampak toksin tidak terlalu tinggi, menegaskan peran pencegahan mikotoksin.

Kesimpulan

Penambahan antimikotoksin (pengikat toksin) pada pakan memberikan dampak yang nyata pada jumlah pakan yang dikonsumsi dan penambahan berat badan harian ayam broiler, tetapi tidak memberikan pengaruh signifikan pada rasio konversi pakan (FCR). Kelompok yang menerima pengikat toksin dengan dosis 1,0 g/kg pakan (P2) menunjukkan tingkat konsumsi pakan dan penambahan berat badan harian tertinggi dibandingkan dengan kelompok yang tidak menerima pengikat toksin dan kelompok yang menerima dosis 0,5 g/kg pakan. Nilai FCR relatif sama pada seluruh perlakuan, yang menunjukkan bahwa peningkatan performa pertumbuhan terjadi tanpa menurunkan efisiensi pemanfaatan pakan. Dengan demikian, penggunaan toxin binder pada dosis 1,0 g/kg pakan efektif dalam meningkatkan performa ayam broiler pada kondisi pemeliharaan tropis.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan arahan yang diberikan selama penelitian, serta kepada Fakultas Pertanian Universitas Veteran Bangun Nusantara atas dukungan dan fasilitas yang telah disediakan.

Referensi

- Abd El-Hack, M. E., Arif, M., Alagawany, M., Dhama, K., Farag, M. R., & Tiwari, R. (2017). Role of mycotoxin binders in poultry nutrition: Benefits, limitations, and applications. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(17), 14205–14218. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9183-0>
- Adegbeye, M. J., Reddy, P. R. K., Obaisi, A. I., Elghandour, M. M. M. Y., Oyebamiji, K. J., Salem, A. Z. M., & Beauchemin, K. A. (2020). Mycotoxin toxicity and residue in

- animal products: Prevalence, consumer exposure and reduction strategies. *Food Science and Nutrition*, 8(6), 1–16. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1488>
- Agropustaka. (2021). Panduan penggunaan toxin binder pada unggas. Agropustaka.
- Albarki, H. R., Susanto, I., Sholikin, M. M., & Jayanegara, A. (2024). *Efficacy of mycotoxin binders on broiler performance: A meta-analysis. Veterinary Integrative Sciences*, 22(1), 363–377.
- Alfanindya, E. A., & Al-Arif, M. A. (2025). The effect of using mycotoxin binder on daily body weight gain, protein consumption, and feed protein efficiency in broilers exposed to mycotoxins. *Jurnal Agro Veteriner (Agrovet)*, 8(2), 91-99.
- Azghadi, M. A., Sedghi, M., Sarrami, Z., Kimiaieitalab, M. V., Ghasemi, R., & Mohammadi, I. (2024). Effect of adding a toxin binder to the aflatoxin-infected diet on growth performance, intestinal morphology, immune responses, and liver pathological changes of broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 26, eRBCA-2024.
- Battilani, P., Rossi, V., Giorni, P., & Pietri, A. (2016). Mycotoxins in animal feed: Occurrence, effects, prevention and control. *Toxins*, 8(12), 1–18. <https://doi.org/10.3390/toxins8120352>
- Bryden, W. L. (2018). Mycotoxins in poultry feeds: Occurrence, effects, and management. *Animal Feed Science and Technology*, 245, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.07.005>
- Cuccato, M., et al. (2025). Innovative mycotoxin detoxifying agents decrease adverse effects of aflatoxin B₁ in broilers. *Toxins*, 17(2), 82. <https://doi.org/10.3390/toxins17020082>
- Gaillard, D., & Dourmad, J. Y. (2020). Feed additives to improve gut health and performance in poultry: Opportunities and challenges. *Animal Feed Science and Technology*, 267, 114554. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114554>
- Girish, C. K., & Devegowda, G. (2016). Role of toxin binders in mycotoxin management in poultry feed. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(4), 607–618. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0665>
- Grenier, B., & Applegate, T. J. (2013). Modulation of intestinal functions following mycotoxin ingestion: Meta-analysis of published experiments in animals. *Toxins*, 5(2), 396–430. <https://doi.org/10.3390/toxins5020396>
- Guo, H., Wang, P., Liu, C., Chang, J., Yin, Q., Wang, L., Jin, S., & Zhu, Q. (2023). Compound mycotoxin detoxifier alleviating aflatoxin B₁ toxic effects on broiler growth performance, organ damage, and gut microbiota. *Poultry Science*, 102(3), 102434. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102434>
- Ibrahim, I., Natsir, M. H., Sjojfan, O., Djunaidi, I. H., Susilo, A., Rifa'i, M., & Hafisah, H. (2025). Optimization of growth performance and intestinal characteristics of broiler through the use of zeolite and bioherbal-based mycotoxin binders as feed additives. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 12(1), 149–156. <https://doi.org/10.5455/javar.2025.1882>
- Kolossova, A., & Stroka, J. (2018). Substances for reduction of the contamination of feed by mycotoxins: A review. *World Mycotoxin Journal*, 11(2), 225–256. <https://doi.org/10.3920/WMJ2017.2288>
- Lara, L. J., & Rostagno, M. H. (2015). Impact of Heat Stress on Poultry Production. *Animals (Basel)*, 3(2), 356–369. (Catatan: Sering dikutip dalam studi terbaru 2015+).
- Magnoli, A. P., Poloni, V. L., Cavaglieri, L. R., Dalcero, A. M., & Chiacchiera, S. M. (2019). Impact of mycotoxin contamination in poultry feed on animal health and productivity. *World's Poultry Science Journal*, 75(2), 1–14. <https://doi.org/10.1017/S0043933919000025>
- Nalle, C. L., Angi, A. A., Supit, M. A., Ambarwati, S., & Yuliani, N. S. (2019). Response of broiler chickens fed on diets containing low level of aflatoxin (B₁ and B₂) and supplemented with mycotoxin binder. *Jurnal Kajian Veteriner*, 98-102.
- National Research Council (NRC). (2016). Nutrient requirements of poultry (13th rev. ed.). National Academies Press.

- <https://doi.org/10.17226/2114>
- Pratama, A. N. (2022). Strategi penurunan Feed Conversion Ratio (FCR) melalui manajemen pencahayaan pada ayam broiler fase finisher. *Media Peternakan Nusantara*, 4(2), 88-95.
- Ravindran, V. (2017). Poultry nutrition and feed formulation (2nd ed.). CABI Publishing. <https://www.cabi.org>
- Riahi, I., Ramos, A. J., Raj, J., Jakovčević, Z., Farkaš, H., Vasiljević, M., & Pérez-Vendrell, A. M. (2021). Effect of a mycotoxin binder (MMDA) on the growth performance, blood and carcass characteristics of broilers fed ochratoxin A and T-2 mycotoxin contaminated diets. *Animals*, 11(11), 3205. <https://doi.org/10.3390/ani11113205>
- Safitri, N., Wijayanti, R., & Hidayat, A. (2025). Effects of multicomponent toxin binder on performance of broiler chickens exposed to ochratoxin A and T-2 toxin. *Veterinary World*, 18(7), 412–420. <https://www.veterinaryworld.org/Vol.18/July-2025/6.php>
- Swayne, D. E. (2020). *Diseases of Poultry*. 14th Edition. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.
- Wu, Y., & al. (2018). Mycotoxin control in poultry: Effects of toxin binders on health and performance. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 9(1), 60. <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0285-7>
- Zabiulla, I. (2021). The efficacy of a smectite-based mycotoxin binder in broiler diets. *Animals*, 13(12), 856
- Zhang, J., Li, C., Tang, X., Wang, Q., & Yang, C. (2021). Effect of mycotoxin binders on growth performance and intestinal health of broiler chickens. *Animals*, 11(6), 1624. <https://doi.org/10.3390/ani11061624>