

GAMBARAN HISTOPATOLOGI HEPAR DENGAN PEMBERIAN DOSIS TINGGI ISOLAT *LACTOBACILLUS SP* PADA AYAM DOC BROILER

Ambrosius Giant Sanda Lembang^{1*}, Rondius Solfaine^{2*}, Olan Rahayu Puji A.N^{3*}

¹ Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Surabaya, Indonesia

² Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Surabaya, Indonesia

³ Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Surabaya, Indonesia

Corresponding email: ambrosiusgiant0412@gmail.com

Abstract

Broiler chickens grow rapidly and are an animal protein source. The Day-Old Chick (DOC) phase is sensitive because digestive, immune, and metabolic organs are still developing. *Lactobacillus sp* is widely used as a probiotic to support microbiota balance, but high-dose administration requires evaluation because it may affect detoxification organs such as the liver. This study described liver histopathology in broiler DOC after high-dose *Lactobacillus sp* isolate administration, focusing on inflammatory cell infiltration and fatty degeneration. A completely randomized design was used with 18 three-day-old broiler DOC divided into three groups with six replications. The control group received 0.5 mL distilled water, while P1 and P2 received *Lactobacillus sp* isolate orally at 0.5×10^{13} CFU/mL and 1×10^{13} CFU/mL. Liver samples were collected 24 hours after treatment, fixed in 10% Buffered Neutral Formalin, processed histologically, and stained with Hematoxylin-Eosin. Data were scored and analyzed using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests. Inflammatory cell infiltration scores increased from 0.50 ± 0.54 in control to 2.33 ± 1.03 and 3.17 ± 0.75 in P1 and P2. Fatty degeneration scores also increased from 0.50 ± 0.54 to 3.00 ± 0.89 and 3.33 ± 1.03 . High-dose *Lactobacillus sp* caused liver histopathological changes indicating acute toxicity.

Keywords: broiler chicken, fatty degeneration, inflammatory cell infiltration, *Lactobacillus sp*, liver

PENDAHULUAN

Ayam broiler merupakan unggas pedaging yang dipelihara untuk menghasilkan daging dalam waktu relatif singkat. Pertumbuhan cepat dan efisiensi produksi membuat broiler menjadi komoditas penting dalam pemenuhan protein hewani. Produktivitas broiler dipengaruhi oleh faktor genetik, kualitas pakan, suhu lingkungan, sistem pemeliharaan, dan status kesehatan. Pada fase DOC, ayam berada dalam kondisi fisiologis yang belum stabil. Sistem pencernaan dan imun masih berkembang sehingga ayam lebih peka terhadap bahan yang masuk secara oral (Holleman *et al*, 2018).

Hepar merupakan organ utama dalam metabolisme dan detoksifikasi. Pada unggas, hepar berperan dalam metabolisme karbohidrat, protein, lemak, sintesis empedu, penyimpanan nutrisi, dan eliminasi senyawa

toksik. Perubahan histopatologi hepar dapat menjadi indikator adanya gangguan metabolik atau paparan zat yang membebani fungsi organ. Dua bentuk perubahan yang sering diamati adalah infiltrasi sel radang dan degenerasi melemak. Infiltrasi sel radang menunjukkan respons imun jaringan, sedangkan degenerasi melemak menunjukkan gangguan metabolisme lipid pada hepatosit (Alshamy *et al*, 2019).

Lactobacillus sp termasuk bakteri asam laktat yang banyak digunakan sebagai kandidat probiotik. Bakteri ini mampu mendukung keseimbangan mikrobiota saluran pencernaan, menekan bakteri patogen, memperbaiki fungsi barrier usus, dan memodulasi respons imun. Meski manfaat probiotik telah banyak dilaporkan, keamanan pemberian dalam dosis tinggi tetap harus ditinjau. Dosis yang terlalu tinggi dapat mengganggu keseimbangan mikrobiota, meningkatkan paparan

metabolit bakteri, dan memengaruhi respons imun melalui hubungan saluran cerna dan hepar atau gut-liver axis (Jha *et al*, 2020).

Penelitian mengenai efek dosis tinggi isolat *Lactobacillus sp* terhadap hepar DOC broiler penting dilakukan karena fase awal kehidupan ayam memiliki kemampuan adaptasi organ yang masih terbatas. Kajian histopatologi dapat memberikan informasi awal tentang keamanan pemberian isolat dalam dosis tinggi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi gambaran histopatologi hepar ayam DOC broiler setelah pemberian dosis tinggi isolat *Lactobacillus sp* dengan parameter infiltrasi sel radang dan degenerasi melemak.

MATERI DAN METODE

Desain, tempat, dan waktu penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental laboratorik dengan rancangan acak lengkap. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Patologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Wijaya Kusuma Surabaya. Waktu penelitian berlangsung pada September 2025 sampai Januari 2026.

Hewan coba

Hewan coba yang digunakan adalah 18 ekor ayam DOC broiler umur 3 hari dengan bobot 50 sampai 80 gram. Ayam berasal dari hatchery yang sama untuk mengurangi variasi genetik dan perbedaan status kesehatan awal. Ayam ditempatkan pada kontainer plastik berukuran 40 x 60 cm, dilengkapi tempat pakan dan minum. Pakan dan minum diberikan secara *ad libitum*. Suhu pemeliharaan dijaga sekitar 32 sampai 35°C dengan kelembapan relatif 50 sampai 60%. Ayam diberi waktu adaptasi selama 24 jam sebelum perlakuan.

Bahan dan alat

Bahan penelitian meliputi isolat *Lactobacillus sp*, aquades, organ hepar, Buffered Neutral Formalin 10%, parafin, alkohol bertingkat, xylol, hematoksin, dan eosin. Alat yang digunakan meliputi kandang kelompok, tempat pakan, tempat

minum, timbangan digital, syringe 1 mL tanpa jarum, alat bedah, pot organ, kaset jaringan, mikrotom, object glass, dan mikroskop cahaya.

Kelompok perlakuan

Ayam dibagi secara acak menjadi tiga kelompok perlakuan. Kelompok K diberi aquades 0,5 mL per ekor sebagai kontrol. Kelompok P1 diberi isolat *Lactobacillus sp* sebanyak $0,5 \times 10^{13}$ CFU/mL. Kelompok P2 diberi isolat *Lactobacillus sp* sebanyak 1×10^{13} CFU/mL. Pemberian dilakukan secara peroral menggunakan syringe 1 mL tanpa jarum untuk menjaga ketepatan volume perlakuan.

Pengamatan kondisi klinis

Setelah perlakuan, ayam diamati selama 24 jam. Parameter pengamatan meliputi kondisi umum, tingkat aktivitas, nafsu makan, respons fisik, gangguan motorik, gangguan saraf, gangguan pencernaan, dan gangguan respirasi. Pengamatan ini digunakan sebagai kontrol klinis selama periode perlakuan akut.

Pengambilan sampel hepar dan pembuatan preparat

Pengambilan sampel dilakukan 24 jam setelah pemberian isolat. Ayam dieuthanasia dengan metode dislokasi servikalis secara cepat, lalu dilakukan nekropsi. Organ hepar dikoleksi dan dimasukkan ke dalam Buffered Neutral Formalin 10% untuk fiksasi. Jaringan hepar dipotong dengan ketebalan sekitar 0,3 sampai 0,5 mm, dimasukkan ke dalam tissue cassette, lalu diproses melalui dehidrasi alkohol bertingkat, clearing dengan xylol, infiltrasi parafin, embedding, dan pembedahan menggunakan mikrotom setebal 3 sampai 5 μ m. Irisan jaringan ditempelkan pada object glass dan diwarnai menggunakan Hematoksin-Eosin.

Penilaian histopatologi

Preparat diamati menggunakan mikroskop cahaya. Setiap preparat diamati

pada lima lapang pandang secara acak. Parameter yang dinilai adalah infiltrasi sel radang dan degenerasi melemak. Skor 0 menunjukkan tidak ditemukan lesi. Skor 1 menunjukkan lesi kurang dari 10 sel pada seluruh lapang pandang. Skor 2 menunjukkan 11 sampai 50 sel. Skor 3 menunjukkan 51 sampai 100 sel. Skor 4 menunjukkan lebih dari 100 sel pada seluruh lapang pandang. Sistem skoring mengikuti metode Solfaine *et al.* (2019).

Analisis data

Data hasil skoring merupakan data semi-kuantitatif. Uji normalitas digunakan sebagai dasar pemilihan uji nonparametrik. Analisis perbedaan antar kelompok dilakukan dengan uji Kruskal-Wallis. Jika terdapat perbedaan signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney untuk membandingkan dua kelompok. Taraf signifikansi yang digunakan adalah $P < 0,05$.

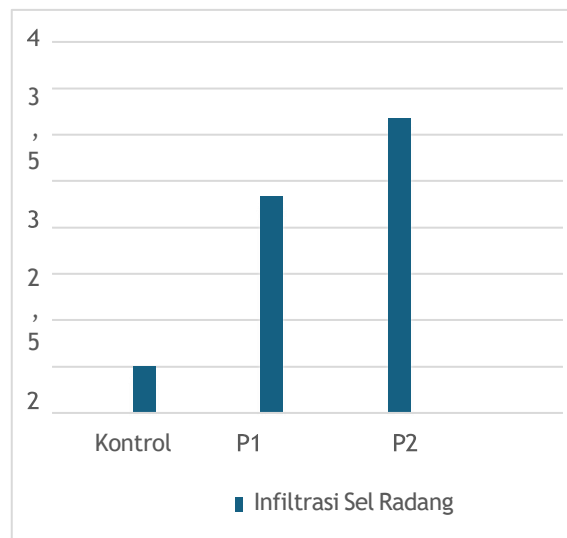
HASIL

Pemeriksaan histopatologi menunjukkan adanya peningkatan skor infiltrasi sel radang dan degenerasi melemak pada kelompok yang diberi isolat *Lactobacillus sp* dosis tinggi. Data skoring individu disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil rerata skoring pemeriksaan histopatologi infiltrasi sel radang

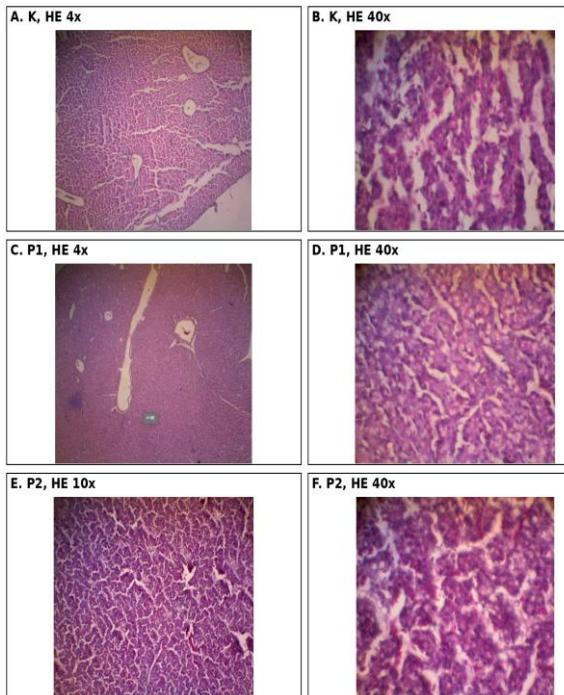
Perlakuan	Mean $\square$ Standar Deviasi Infiltrasi Sel Radang
K (Aquades)	0.50 ^a $\square$ 0.54
P1 (0,5 x 10 ¹³ CFU/ml)	2.33 ^b $\square$ 1.03
P2 (1 x 10 ¹³ CFU/ml)	3.17 ^c $\square$ 0.75

Gambar 1. Diagram rerata hasil skoring infiltrasi sel radang pada histopatologi organ hepar ayam DOC broiler



Kelompok kontrol menunjukkan skor infiltrasi sel radang dan degenerasi melemak yang rendah. Kelompok P1 menunjukkan peningkatan kedua parameter. Kelompok P2 menunjukkan skor tertinggi pada infiltrasi sel radang dan degenerasi melemak. Meski rerata P2 lebih tinggi dibanding P1, perbedaan P1 dan P2 tidak signifikan secara statistik berdasarkan uji Mann-Whitney.

Gambaran mikroskopis kelompok K menunjukkan vena sentralis, hepatosit, dan sinusoid yang relatif normal. Kelompok P1 menunjukkan pelebaran hepatosit, infiltrasi sel radang pada ruang portal, serta degenerasi melemak ringan. Kelompok P2 menunjukkan perubahan lebih jelas berupa nekrosis fokal, infiltrasi sel radang, karioreksis, degenerasi melemak ringan, dan pelebaran hepatosit.



Gambar 2. Gambaran histopatologi hepar ayam DOC broiler. A-B: kelompok K dengan struktur relatif normal. C-D: kelompok P1 menunjukkan pelebaran hepatosit, infiltrasi sel radang, dan degenerasi melemak ringan. E-F: kelompok P2 menunjukkan nekrosis fokal, infiltrasi sel radang, karioreksis, degenerasi melemak ringan, dan pelebaran hepatosit. Pewarnaan Hematoksinilin-Eosin.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian isolat *Lactobacillus sp* dosis tinggi memengaruhi gambaran histopatologi hepar ayam DOC broiler. Perubahan utama yang muncul adalah infiltrasi sel radang dan degenerasi melemak. Kedua parameter tersebut meningkat pada kelompok P1 dan P2 dibandingkan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa paparan isolat dalam dosis tinggi dapat memicu respons jaringan hepar dalam waktu akut 24 jam.

Infiltrasi sel radang merupakan tanda adanya respons inflamasi pada jaringan. Pada penelitian ini, rerata skor infiltrasi sel radang meningkat dari 0,50 pada kontrol menjadi 2,33 pada P1 dan 3,17 pada P2. Perbedaan signifikan antara kontrol dan kelompok perlakuan menunjukkan bahwa pemberian isolat *Lactobacillus sp* dosis

tinggi memicu respons inflamasi hepar. Pada DOC, sistem imun dan sistem pencernaan masih berkembang. Kondisi ini dapat membuat organ lebih peka terhadap beban mikroba atau metabolit yang masuk secara oral.

Secara fisiologis, *Lactobacillus sp* dapat berperan sebagai probiotik yang mendukung kesehatan usus. Bakteri ini dapat membantu menekan pertumbuhan bakteri patogen dan menjaga fungsi penghalang usus. Namun, efek probiotik tidak hanya ditentukan oleh jenis bakteri. Dosis, umur inang, status kesehatan, dan durasi pemberian juga memengaruhi respons tubuh. Dosis tinggi dapat mengubah keseimbangan mikrobiota usus dan meningkatkan paparan komponen bakteri seperti peptidoglikan. Komponen tersebut dapat merangsang sistem imun mukosa dan memengaruhi hepar melalui gut-liver axis (Krysiak *et al.* 2021).

Degenerasi melemak meningkat jelas pada kelompok perlakuan. Rerata skor degenerasi melemak naik dari 0,50 pada kontrol menjadi 3,00 pada P1 dan 3,33 pada P2. Degenerasi melemak terjadi ketika lemak netral, terutama trigliserida, menumpuk di sitoplasma hepatosit. Perubahan ini dapat muncul akibat gangguan oksidasi asam lemak, gangguan transport lipid, atau peningkatan beban metabolik hepatosit. Pada penelitian ini, dosis tinggi isolat *Lactobacillus sp* diduga memengaruhi keseimbangan metabolik melalui interaksi usus dan hepar.

Peningkatan skor degenerasi melemak pada P1 dan P2 menunjukkan bahwa kedua dosis sudah mampu menimbulkan perubahan jaringan. Temuan mikroskopis berupa pelebaran hepatosit dan degenerasi melemak ringan mendukung hasil skoring. Pada P2, ditemukannya nekrosis fokal dan karioreksis menunjukkan bahwa perubahan jaringan tidak hanya berupa gangguan metabolisme lipid, tetapi juga telah mengarah pada kerusakan sel. Meski begitu, uji Mann-Whitney menunjukkan P1 dan P2 tidak berbeda signifikan. Artinya, kenaikan dosis dari $0,5 \times 10^{13}$ CFU/mL menjadi 1×10^{13} CFU/mL belum menghasilkan peningkatan lesi yang bermakna secara statistik dalam waktu 24 jam.

Hasil ini perlu ditafsirkan dengan hati-hati. Secara deskriptif, skor P2 lebih tinggi daripada P1. Secara statistik, perbedaan P1 dan P2 tidak signifikan. Interpretasi yang paling kuat adalah bahwa kedua dosis perlakuan berbeda nyata dari kontrol dan sama-sama mengarah pada efek toksik akut terhadap hepar. Penelitian ini belum dapat menetapkan hubungan dosis-respons yang kuat antara P1 dan P2. Rentang dosis yang lebih lebar dan jumlah sampel yang lebih besar diperlukan untuk menilai pola dosis-respons secara lebih jelas.

Temuan penelitian ini memiliki implikasi praktis dalam penggunaan probiotik pada ayam broiler. Probiotik tidak boleh hanya dinilai dari manfaatnya, tetapi juga dari keamanan dosisnya. Pemberian dosis tinggi pada DOC perlu dipertimbangkan karena fase ini memiliki kemampuan adaptasi organ yang masih berkembang. Penentuan dosis aman perlu melibatkan pemeriksaan histopatologi, parameter biokimia darah, performa pertumbuhan, status mikrobiota usus, dan respons imun.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, waktu pengamatan hanya 24 jam sehingga hasil hanya menggambarkan respons akut. Kedua, penelitian hanya menilai dua parameter histopatologi. Ketiga, belum ada pemeriksaan kadar enzim hati seperti ALT, AST, dan bilirubin. Keempat, penelitian belum mengevaluasi mikrobiota usus dan mediator inflamasi. Kelima, jumlah sampel tiap kelompok masih terbatas. Keterbatasan ini perlu diperbaiki pada penelitian lanjutan agar keamanan dosis isolat *Lactobacillus sp* dapat ditetapkan lebih kuat.

KESIMPULAN

Pemberian dosis tinggi isolat *Lactobacillus sp* berpengaruh terhadap gambaran histopatologi hepar ayam DOC broiler. Dosis $0,5 \times 10^{13}$ CFU/mL dan 1×10^{13} CFU/mL meningkatkan skor infiltrasi sel radang dan degenerasi melemak dibandingkan kontrol. Kelompok P1 dan P2 berbeda signifikan dari kontrol, tetapi tidak berbeda signifikan satu sama lain. Hasil ini menunjukkan bahwa kedua dosis tersebut

mengarah pada efek toksik akut terhadap hepar ayam DOC broiler, terutama berupa respons inflamasi dan gangguan metabolisme lipid hepatosit.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, M., Rahayuni, S., Mardina, V., Quranayati, dan Asiah, N. 2021. *Bakteri Lactobacillus sp dan Perannya Bagi Kehidupan*. Jurnal Jeumpa, 8(2):614-624.
- Alshamy, Z., Richardson, K.C., Harash, G., Hunigen, H., Rohe, I., Hafez, H.M., Plendl, J., dan Masri, S.A. 2019. *Structure and Age-Dependent Growth of the Chicken Liver Together with Liver Fat Quantification: A Comparison Between a Dual-Purpose and a Broiler Chicken Line*. PLoS ONE, 14(12):1-18.
- Amevor, F.K., Uyanga, V.A., Wu, L., Xu, D., Shu, G., Wang, Y., dan Zhao, X. 2025. *Enhancing Poultry Health and Productivity Through the Liver-Gut Axis with Integrated Nutritional and Immunological Approaches: A Mini-Review*. Department of Agriculture, United States.
- Budiman, H., Ferasyi, T.R., Tapielaniari, Salim, M.N., Balqis, U., dan Hambal, M. 2015. *Pengamatan Lesi Mikroskopis pada Hati Ayam Broiler yang Dijual di Pasar Lambaro Aceh Besar dan Hubungannya dengan Keberadaan Mikroba*. Jurnal Medika Veterinaria, 9(1):51-53.
- Burrows, P.B., Santos, F.G., Lawther, K., Richmond, A., Corcionivoschi, N., dan Huws, S.A. 2025. *Decoding the Chicken Gastrointestinal Microbiome*. BMC Microbiology, 25(35):1-16.
- Chen, F., Katharina, S., dan Jan, S.T. 2023. *Distinct Hepatocyte Identities in Liver Homeostasis and Regeneration*. PubMed Central, 5(8).
- Clavijo, V., dan Florez, M.J.V. 2018. *The Gastrointestinal Microbiome and its Association with the Control of Pathogens in Broiler Chicken Production: A Review*. Poultry Science, 97:1006-1021.
- Daryatmo. 2021. *Performa Ayam Broiler pada Jarak Inlet yang Berbeda di Kandang Tipe Closed House*. Jurnal Aves, 15(1):25-30.
- Dwijastuti, N.M.S., Dewi, I.G.A.A.S., Sari, N.P.S., dan Wulandari, N.P. 2025. *Karakterisasi Isolat Bakteri Asam Laktat Asal Urutan sebagai Kandidat Probiotik dengan Ketahanan Asam dan Aktivitas Antibakteri*. Jurnal Media Analisis Kesehatan, 16(2):85-96.

- Febrian, M.B., Sani, I., Marlina, M., Solfaine, R., Isa, M., Kurniawan, A., Kurnia, F., Suyanto, L., dan Hermawan, I.S. 2025. Encapsulation of Multi-Strain Probiotic Using Nanochitosan as a Potential Immunomodulator in Broiler Chicken. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15:1-12.
- Gu, M., Hu, Q., Chen, J., Li, W., Zhang, J., Sun, Y., Jiang, J., dan He, Y. 2025. *Harnessing Lactobacillus: A Probiotic Revolution in Combating Metabolic Dysfunction-Associated Steatotic Liver Disease*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-18.
- Hollemans, M.S., de Vries, S., Lammers, A., dan Clouard, C. 2018. *Effects of Early Nutrition and Transport of 1-Day-Old Chickens on Production Performance and Fear Response*. *Poultry Science*, 97:2534-2542.
- Jha, R., Das, R., Oak, S., dan Mishra, P. 2020. *Probiotics in Poultry Nutrition and Their Effects on Nutrient Utilization, Growth and Laying Performance, and Gut Health*. *Animals*, 10(10).
- Kpomasse, C.C., Oke, O.E., Houndonougbo, F.M., dan Tona, K. 2021. *Broiler Production Challenges in the Tropics: A Review*. *Veterinary Medicine and Science*, 7:831-842.
- Kritiana, R., Fathya, N.A., Abbas, E.H., Juliastuti, H., Linasari, D., dan Rachmawati, R. 2024. *Gambaran Histopatologi Ginjal Mencit (Mus musculus) Galur DDY pada Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Daun Salam*. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 7(1):34-44.
- Krysiak, K., Konkol, D., dan Korczynski, M. 2021. *Overview of the Use of Probiotics in Poultry Production*. *Animals*, 11(6):1-24.
- Michalopoulos, G.K., dan Bhushan, B. 2020. *Liver Regeneration: Biological and Pathological Mechanisms and Implications*. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18:40-55.
- Mudiana, I.W., Setiasih, N.L.E., dan Sudira, I.W. 2023. *Gambaran Histopatologi Hati Tikus Putih (Rattus norvegicus) yang Diberikan Ekstrak Bunga Kecubung (Datura metel L.) sebagai Anestesi*. *Acta Veterinaria Indonesiana*, 11(2):102-108.
- Nussa, O.R.P.A., Kurniawan, A., dan Miarsono, S. 2024. *Histopathological Changes of the Liver in Male White Rats (Rattus norvegicus) Exposed to Conventional and Herbal Cigarette Smoke*. *Jurnal Medika Veterinaria*, 18(1):1-6.
- Qing, X., Zeng, D., Wang, H., Ni, X., Liu, J., Khan, A., Pan, K., dan Jing, B. 2018. *Analysis of Hepatic Transcriptome Demonstrates Altered Lipid Metabolism Following Lactobacillus johnsonii BS15 Prevention in Chickens with Subclinical Necrotic Enteritis*. *BMC Genomics*, 17:93.
- Ramos, A.G., Sanchez, D.R., Aranaz, P., et al. 2021. *The Hepatic Sinusoid in Chronic Liver Disease: The Optimal Milieu for Cancer*. *MDPI*, 13(22).
- Ravindran, V., dan Abdollahi, M.R. 2021. *Nutrition and Digestive Physiology of the Broiler Chick: State of the Art and Outlook*. *Animals*, 11:1-23.
- Sancho, J.G., Caparros, E., Fernandez-Iglesias, A., dan Francés, R. 2021. *Role of Liver Sinusoidal Endothelial Cells in Liver Diseases*. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18:411-431.
- Setiawan, A., dan Eko. 2022. *Aplikasi Budidaya Ayam DOC Berbasis Web Mobile*. *Jurnal Teknik Informatika Musirawas*, 7(2):137-145.
- Solfaine, R., Irlandi, Apritya, D., dan Putri, R. 2019. *Gambaran Histopatologi Hepar dengan Induksi Cisplatin dan Ekstrak Daun Bangun-Bangun (Coleus amboinicus) pada Tikus Wistar (Rattus norvegicus)*. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 1(70):1-6.
- Solfaine, R., Olan, R.P.A.M., Apritya, D., dan Wardhani, D. 2020. *Gambaran Histopatologi Paru pada Mencit (Mus musculus) yang Dipapar Asap Rokok Kretek Akibat Pengaruh Pemberian Infusa Teh Hijau (Camellia sinensis)*. *Jurnal Vitek Bidang Kedokteran Hewan*, 10:20-24.
- Sun, C., Lan, F., Zhang, Q., Guo, X., Jiang, J., Guo, Y., Hou, Z., dan Ning, N. 2024. *Mechanisms of Hepatic Steatosis in Chickens: Integrated Analysis of the Host Genome, Molecular Phenomics and Gut Microbiome*. *National Library of Medicine*.
- Susanti, A.A., dan Putera, R.K. 2023. *Buku Outlook Komoditas Peternakan Daging Ayam Ras Pedaging*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Taib, E.N., Hasrida, M., Raihan, S., dan Fadilah, R.S. 2023. *Isolasi dan Identifikasi Mikroba pada Tanah Bekas Pertumbuhan Bawang Merah (Allium cepa L.)*. *Jurnal Biologi Edukasi*, 15(2):96-104.
- Xu, X., Cheng, Z., Tang, G., Wang, N., dan Fan, Y. 2024. *Updated Insights into Probiotic and Hepatobiliary Diseases*. *Biomedicines*, 12:1-17.

Zhang, H., Prawira, H., Huang, Y., Moghaddam, M., dan Michiels, J. 2024. *Protective Effects of Lactobacillus on Heat Stress-Induced Intestinal Injury in Finisher Broilers by Regulating Gut Microbiota and Stimulating Epithelial Development*. Science of The Total Environment, 918.