

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 pH Sekum Ayam Broiler

Nilai rata-rata dari pH sekum ayam broiler yang diberi penambahan *feed additives* ekstrak daun sirih dan asam sitrat pada air minum ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Pengaruh Perlakuan terhadap pH Sekum Ayam Broiler

Perlakuan	pH Sekum					Rataan
	1	2	3	4	5	
T0	8,2	8,4	8,4	8,4	8,0	8,28±0,18
T1	8,3	7,6	8,2	8,1	8,1	8,06±0,27
T2	8,2	8,2	8,4	7,2	7,8	7,96±0,47
T3	8,4	7,8	7,8	8,2	8,0	8,04±0,26

Berdasarkan Tabel 1, pemberian kombinasi ekstrak daun sirih dan asam sitrat pada ayam broiler melalui air minum tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap pH sekum. Nilai pH sekum ayam broiler pada setiap perlakuan belum mampu untuk mendukung aktivitas mikroba sekum dan penyerapan nutrisi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Aini *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa kondisi pH usus yang normal berkisar antara 6 – 8 yang mendukung untuk pertumbuhan mikroorganisme baik. Hasil ini juga didukung oleh penelitian Anandasauri *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa penambahan fitobiotik berbahan herbal seperti daun sirih hanya akan berpengaruh nyata pada pH saluran jika dosis yang diberikan cukup tinggi (4 – 6%).

Tidak adanya pengaruh signifikan terhadap pH sekum kemungkinan disebabkan oleh kemampuan sistem pencernaan bagian bawah ayam dalam

menjaga keseimbangan asam-basa (homeostasis) secara alami (Wu *et al.*, 2018; Kim *et al.*, 2019). Hal ini diduga terjadi karena sekum memiliki sistem *buffer* fisiologis berupa sekresi mukosa, ion bikarbonat, dan amonia hasil metabolisme mikroba yang berperan dalam menetralkan perubahan pH akibat fermentasi (Zhou *et al.*, 2019). Selain itu, daun sirih memiliki senyawa aktif seperti eugenol, tanin, dan chavicol bersifat antimikroba selektif yang bekerja dengan cara menghambat pertumbuhan mikroba melalui kerusakan membran sel, bukan melalui mekanisme pengasaman lingkungan (Chakraborty dan Shah, 2018; Patel *et al.*, 2021). Sebagian besar komponen fitokimia tersebut juga diserap lebih dahulu di usus halus sehingga konsentrasinya di sekum menjadi rendah dan tidak cukup kuat untuk mempengaruhi mikrobiota fermentatif secara signifikan (Lin *et al.*, 2017; Zhou *et al.*, 2019).

Sekum merupakan bagian saluran pencernaan yang berfungsi sebagai Lokasi utama berlangsungnya fermentasi oleh mikroba anaerob, sehingga menghasilkan asam lemak volatile (*volatile fatty acids/VFA*) seperti asetat, propionate, dan butirat (Amir, 2022). Senyawa ini berpotensi menurunkan pH, namun efeknya sangat bergantung pada komposisi substrat yang difermentasi serta jumlah mikroba yang berperan (Apajalahti dan Vienola, 2016). Dengan demikian, meskipun ekstrak daun sirih mengandung senyawa fenol dan eugenol yang bersifat antibakteri, serta asam sitrat bersifat asam organik yang dapat menurunkan pH saluran cerna bagian atas, efek gabungan keduanya mungkin tidak cukup kuat untuk mengubah pH sekum secara signifikan.

Beberapa penelitian mendukung hasil ini Ma *et al.* (2021) melaporkan bahwa suplementasi campuran asam organik pada pakan broiler memang dapat menurunkan pH pada bagian duodenum dan ileum, namun tidak selalu berpengaruh nyata terhadap pH sekum. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Gao *et al.* (2021) bahwa pemberian *acidifier* hanya berdampak signifikan pada pH usus bagian atas, sedangkan bagian sekum tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan. Sementara itu, Li *et al.* (2022) menyatakan bahwa penurunan pH sekum dapat terjadi apabila jumlah asam organik yang ditambahkan cukup tinggi atau bila perlakuan tersebut secara nyata meningkatkan produksi VFA akibat perubahan mikroflora. Pada penelitian ini, kemungkinan dosis kombinasi ekstrak daun sirih dan asam sitrat belum cukup kuat memodulasi aktivitas mikroba di sekum sehingga tidak menimbulkan perubahan pH yang berarti.

Kandungan senyawa aktif daun sirih seperti *eugenol*, *chavicol*, dan *hidroksikavikol* cenderung lebih aktif menekan pertumbuhan bakteri patogen pada usus bagian atas, sedangkan efeknya pada mikrobiota fermentatif di sekum relatif lebih kecil (Chakraborty dan Shah, 2018). Oleh karena itu, meskipun kombinasi ekstrak daun sirih dan asam sitrat menunjukkan potensi antibakteri dan efek *acidifier*, secara fisiologis sistem fermentasi di sekum mampu menstabilkan perubahan pH. Untuk memastikan hal ini, diperlukan penelitian lanjutan yang melibatkan analisis profil VFA, amonia, serta komposisi mikrobiota sekum guna menilai efek fungsional dari kombinasi ekstrak daun sirih dan asam sitrat terhadap ekosistem mikroba sekum ayam broiler.

4.2 Bakteri Asam Laktat (BAL)

Nilai rata-rata jumlah bakteri asam laktat sekum ayam broiler yang diberi penambahan *feed additives* ekstrak daun sirih dan asam sitrat pada air minum dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Total Bakteri Asam Laktat Sekum Ayam Broiler

Perlakuan	Total Bakteri Asam Laktat					Rataan
	1	2	3	4	5	
	----- (log cfu/g) -----					
T0	5,29	4,54	4,09	5,00	5,02	4,79±0,47
T1	5,29	4,43	4,30	4,67	4,84	4,71±0,38
T2	4,06	6,06	3,69	5,60	4,40	4,76±1,08
T3	5,16	3,86	4,71	5,71	5,54	5,00±0,74

Berdasarkan tabel 2, pemberian kombinasi ekstrak daun sirih dan asam sitrat pada ayam broiler melalui air minum tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap total BAL. Jumlah bakteri asam laktat (BAL) pada sekum ayam broiler menunjukkan nilai yang bervariasi antar ulangan, namun secara umum tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Pada perlakuan kontrol (T0), rata-rata jumlah BAL tercatat sebesar 4,79 log cfu/g, sedangkan perlakuan T1, T2, dan T3 masing-masing menunjukkan rata-rata 4,71 log cfu/g, 4,76 log cfu/g, dan 5,00 log cfu/g. Hasil penelitian ini lebih rendah dibanding penelitian Sukmawati *et al.*, (2019) yang menunjukkan total bakteri asam laktat pada sekum ayam broiler sebesar $8,30 \pm 0,08$ pada perlakuan penambahan ekstrak tomat dan dipapar *E. coli*. Hasil penelitian ini relative sama dengan penelitian Hidayat *et al.*, (2018) yang menunjukkan total bakteri asam laktat pada sekum ayam broiler sebesar $4,94 \pm 0,33$ pada perlakuan pemberian perasan jeruk nipis pada air minum.

Hasil ini mengindikasikan bahwa pemberian kombinasi ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* L.) dan asam sitrat belum mampu secara nyata memodulasi populasi bakteri asam laktat di sekum ayam broiler. Ekstrak daun sirih mengandung senyawa fenolik seperti eugenol, chavicol, dan hidroksikavikol yang memiliki sifat antibakteri spektrum luas, sedangkan asam sitrat berfungsi sebagai acidifier yang dapat menurunkan pH di saluran pencernaan bagian atas (Chakraborty dan Shah, 2018). Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Gao *et al.* (2021) yang melaporkan bahwa suplementasi *acidifier* dapat meningkatkan performa pertumbuhan dan kesehatan usus, tetapi tidak selalu meningkatkan jumlah BAL secara signifikan di sekum. Sekum merupakan lokasi utama fermentasi anaerob, di mana BAL sudah membentuk komunitas yang relatif stabil. Menurut Borda-Molina *et al.* (2016), mikrobiota sekum ayam memiliki resistensi ekologis tinggi terhadap perubahan lingkungan, termasuk terhadap bahan aditif fitogenik maupun *acidifier*. Oleh karena itu, walaupun ekstrak daun sirih dan asam sitrat berpotensi memodifikasi mikrobiota, sistem keseimbangan alami sekum dapat mempertahankan populasi BAL dalam kisaran normal.

Bentuk pemberian bahan aktif juga menjadi faktor penting, asam sitrat dan ekstrak daun sirih dalam bentuk tidak terlindungi (non-enkapsulasi) mudah mengalami degradasi dan penyerapan dini di usus bagian atas (Khan dan Iqbal, 2016). Sehingga, tidak memberikan efek yang nyata pada mikroflora sekum. Oleh karena itu, tidak adanya perbedaan signifikan terhadap total BAL dalam penelitian ini dapat disebabkan oleh rendahnya ketersediaan senyawa aktif yang sampai ke sekum dan kondisi lingkungan usus yang sudah stabil.

4.3 Bakteri *Coliform*

Nilai rata-rata dari bakteri *coliform* sekum ayam broiler yang diberi penambahan *feed additives* ekstrak daun sirih dan asam sitrat pada air minum ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Total Bakteri *Coliform* Sekum Ayam Broiler

Perlakuan	Total Bakteri <i>Coliform</i>					Rataan
	1	2	3	4	5	
	------(log cfu/g)-----					
T0	2,37	2,85	2,15	2,61	2,42	2,48±0,26
T1	1,96	2,21	2,24	2,50	2,71	2,32±0,31
T2	2,47	2,16	1,86	2,13	2,28	2,18±0,22
T3	2,98	2,60	3,40	1,90	2,61	2,70±0,55

Berdasarkan tabel 3, pemberian ekstrak daun sirih hijau dan asam sitrat tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap jumlah bakteri *coliform* pada sekum ayam broiler. Rata-rata jumlah bakteri *coliform* pada perlakuan kontrol (T0) yaitu sebesar 2,48 log cfu/g, sedangkan perlakuan T1, T2, dan T3 masing-masing menunjukkan rata – rata sebesar 2,32 log cfu/g, 2,18 log cfu/g, dan 2,70 log cfu/g. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, nilai jumlah *coliform* pada penelitian ini tergolong lebih rendah. Sulfani *et al.* (2018) menunjukkan jumlah bakteri *coliform* pada sekum ayam broiler sebesar 6,45 log cfu/g. Bahkan pada kondisi terentu, jumlah *coliform* yang dilaporkan oleh Sukmawati *et al.* (2019) sebesar 9,81 log cfu/g. Hal tersebut menunjukkan bahwa kisaran jumlah *coliform* pada penelitian ini relatif lebih rendah dibandingkan dengan beberapa hasil penelitian lainnya.

Suplementasi ekstrak daun sirih hijau dan asam sitrat belum mampu menekan pertumbuhan bakteri *coliform* secara konsisten. Senyawa aktif daun sirih, seperti

eugenol dan chavicol, memiliki sifat antibakteri, namun efektivitasnya dalam saluran pencernaan ayam broiler masih dipengaruhi oleh dosis, ketersediaan biologis, serta kondisi lingkungan usus (Sari *et al.*, 2017). Sementara itu, asam sitrat berfungsi sebagai acidifier yang dapat menurunkan pH saluran pencernaan bagian atas, sehingga menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Kombinasi keduanya diharapkan memberikan efek sinergis, namun efektivitasnya sangat tergantung pada dosis dan pH lokal saluran pencernaan. Hasil yang menunjukkan tidak signifikannya jumlah bakteri *coliform* sejalan dengan hasil pada parameter pH sekum dan bakteri asam laktat (BAL) yang juga tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan. Nilai rata-rata pH sekum yang relatif stabil (antara 7,96–8,25) menunjukkan bahwa kondisi lingkungan sekum tetap netral hingga sedikit basa, sehingga tidak terjadi perubahan terhadap keseimbangan mikroba usus.

Kondisi pH yang relatif konstan tersebut belum mampu menciptakan lingkungan yang cukup asam untuk menekan pertumbuhan bakteri *coliform*. Bakteri *coliform* diketahui masih dapat tumbuh dengan baik pada rentang pH tersebut, sehingga meskipun terdapat penambahan *acidifier*, efek penghambatannya belum optimal (Gerzilov dan Hristakieva, 2025). Selain itu, tidak terjadinya peningkatan populasi bakteri asam laktat secara nyata menyebabkan produksi asam organik, seperti asam laktat, juga tidak meningkat secara signifikan. Akibatnya, penurunan pH usus yang diharapkan untuk menghambat pertumbuhan *coliform* tidak tercapai secara efektif. Hal ini didukung oleh pernyataan Apajalahti dan Vienola (2016) bahwa stabilitas pH sekum menentukan komposisi mikroba, dan perubahan kecil dalam pH tidak cukup kuat untuk menggeser populasi bakteri

dominan. Selain itu, Imam *et al.* (2018) menjelaskan bahwa *accidifier* baru dapat menurunkan populasi *coliform* bila mampu menurunkan pH secara signifikan. Faktor lain seperti keseimbangan mikroflora, kualitas pakan, dan kondisi individu ayam juga berkontribusi terhadap stabilitas populasi *coliform* (Herawati, 2010; Widowati *et al.*, 2021).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, pemberian *feed additive* berupa ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* L.) dan asam sitrat melalui air minum pada ayam broiler belum mampu menurunkan pH, meningkatkan jumlah bakteri asam laktat dan menurunkan jumlah *coliform* pada saluran pencernaan.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian selanjutnya adalah dengan meningkatkan dosis pemberian ekstrak daun sirih dan penerapan teknologi pembuatan ekstrak daun sirih seperti enkapsulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., A. Purnomoadi, dan D. A. Astuti. 2015. Pengaruh penambahan probiotik dalam pakan terhadap pH usus ayam broiler. *Jurnal Ilmu Ternak*. 15(2): 45–50.
- Apajalahti, J., dan K. Vienola. 2016. Interaction between chicken intestinal microbiota and protein digestion. *Animal Feed Science and Technology*. 221: 323–330.
- Ali, A., X. Y. Lim, C. H. Chong, S. H. Mah, dan B. L. Chua. 2018. Ultrasound-assisted extraction of natural antioxidants from betel leaves (*Piper betle*): Extraction kinetics and modeling. *Separation Science and Technology*. 53(14): 2192–2205.
- Aruwa, C. E., C. Pillay, N. M. Nyaga, dan S. Sabiu. 2021. Poultry gut health – microbiome functions, environmental impacts, microbiome engineering and advancements in characterization technologies. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 12: 119.
- Amir, S. 2022. Functions of Cecum in the Digestive System in Humans and Animals. *Journal of Clinical Gastroenterology and Hepatology*. 6(38):1-4.
- Abbas, B. A., dan R.R. Nurdianti. 2025. Feed additives used in nutrition and improve poultry performance and health: A review. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*. 49(1): 31–44.
- Angel, R., W. Saylor, S. L. Vieira, dan N. Ward. 2015. Effects of water quality on broiler performance. *Poultry Science*. 94(10): 2505–2512.
- Abdelli, N., D. Solà-Oriol, and J. F. Pérez. 2021. Phytogetic feed additives in poultry: Achievements, prospective and challenges. *Animals*. 11(12): 3471–3477.
- Aggrey, S. E., A. F. A. Ghareeb, M. C. Milfort, O. W. Ariyo, B. Aryal, and E. Hartono. 2023. Quantitative and molecular aspects of water intake in meat-type chickens. *Poultry Science*. 102(11): 102973–10304.
- Anandasuari, N. K. S., D. P. M. A. Candrawati, dan G. A. M. K. Dewi.. 2025. Performa broiler yang diberi ekstrak air daun sirih (*Piper betle* L.) melalui air minum. *Jurnal Peternakan Tropika*. 13(6): 120–130.
- Bachkar, B. N., D. B. Pagare, H. R. Bagal, H. R. Kolpe, and R. D. Ahire. 2025. A review on bioactive properties of *Piper betle* leaf and its application in cosmetology. *International Journal of Therapeutic Innovation*. 3(3): 23–30.

- Borda-Molina, D., J. Seifert, A. Camarinha-Silva, dan D. Feuerstein. 2016. Insights into broilers' gut microbiota fed with phosphorus, calcium and other dietary factors. *Frontiers in Microbiology*. 7: 18-25.
- Chakraborty, D., and B. Shah. 2018. Antimicrobial, anti-oxidative and anti-inflammatory potential of *Piper betle* leaf extract. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. 51(1): 1–6.
- Clavijo, V. M., dan J. V. Flórez. 2018. The gastrointestinal microbiome and its association with the control of pathogens in broiler chicken production: A review. *Poultry Science*. 97(3): 1006–1021.
- Carsono, N., S. G., D. Tumilaar, D. Kurnia, Latipudin, dan M. H. Satari. 2022. A review of bioactive compounds and antioxidant activity properties of *Piper* species. *Molecules*. 27(19): 67-74.
- Das, S., R. Parida, dan S. Sahoo. 2019. Effect of different extraction techniques on total phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity of *Piper betle* leaves. *Journal of Food Science and Technology*. 56(4): 2001–2009.
- Devadoss, S., dan J. Luckstead. 2026. Impacts of Deportation of Undocumented Workers on the Broiler Supply Chain. *Journal of Agricultural and Resource Economics*. 51(1): 125-133.
- Etikaningrum, E., dan S. Iwantoro. 2017. Study of antibiotics residue on poultry products in Indonesia. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 5(1): 29–33.
- Daud, M., M. A. Yaman, Z. Fuadi, dan Mulyadi. 2023. Populasi mikroba pada saluran cerna ayam pedaging yang diberi probiotik dan fitogenik sebagai feed additive dalam ransum. *Jurnal Sain Veteriner*. 41(3): 327-335.
- Fardiaz, S. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Fadhiila, M. R., E. Tugiyanti, dan Susant. 2022. Pengaruh pemberian feed additive sebagai pengganti antibiotik terhadap bobot relatif hati dan ginjal ayam broiler. *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman*, 10(2): 51-58.
- Foni, A., C. V. Lisnahan, dan O. R. Nahak. 2020. Pengaruh Suplementasi L-lysine HCl terhadap Pertambahan Bobot Badan, Konsumsi Pakan, dan Efisiensi Penggunaan Pakan Ayam Broiler. *Tropical Animal Science Technology*. 2(2): 8-16.

- Gao, C. Q., J. X. Yang, M. X. Chen, C. Y. Chen, and Y. Chen. 2021. Dietary supplementation with acidifiers improves the growth performance, meat quality, and intestinal health of broiler chickens. *Poultry Science*. 100(5): 101-110.
- George, N., C. K. Sr Anna, H. Fathima, and D. Adithya. 2024. Betel leaf: An integrative review of its phytoconstituents, traditional uses and modern therapeutic potential. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 13(6): 124–135.
- Gerzilow, V., and P. Hristakieva. 2025. Organic acids supplementation in poultry nutrition: A review. *Open Verenitary Journal*. 15(8): 34-45.
- Herawati, H. 2010. The effect of feeding garlic and citric acid on the performance and microbial population of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*. 9(3): 244–246.
- Haroen, U., dan A. Budiansyah. 2018. Penggunaan ekstrak fermentasi jahe (*Zingiber officinale*) dalam air minum terhadap kualitas karkas ayam broiler. *J. Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*. 21(2): 86-97.
- Hidayat, K., S. Wibowo, L.A. Sari, dan A. Darmawan. 2018. Acidifier alami air perasan jeruk nipis (*Citrus aurantium*) sebagai pengganti antibiotik growth promotor ayam broiler. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 16(2): 27-33.
- Hardiawan, N. D., I. G. Mahardika, dan I. Sudiastara. 2021. Productivity of broiler chickens given probiotic additives in drinking water. *Majalah Ilmiah Peternakan*. 24(2): 91-95.
- Hilma Halimatus Sadiah, A. I. Cahyadi, dan Sarasati Windria. 2022. *Kajian daun sirih hijau (Piper betle L.) sebagai antibakteri*. *Jurnal Sain Veteriner*. 40(2): 128–138.
- Hadiwiyanto, S. R., N. Supartini, dan M. Nurul. 2022. Penambahan Acidifier Dengan Level Yang Berbeda Terhadap Produksi Telur, Konsumsi dan Konversi Pakan Ayam Kampung Betina (Doctoral dissertation, Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Tungadewi).
- Iyasere, O. S., M. Bateson, A. P. Beard, and J. H. Guy. 2021. Provision of additional cup drinkers mildly alleviated moderate heat stress conditions in broiler chickens. *J. Applied Animal Welfare Science*. 24(2): 188-199.
- Imam, S., L. D. Mahfudz, dan N. Suthama. 2018. *Perkembangan mikrobial usus ayam broiler yang diberi pakan stepdown protein dengan penambahan asam sitrat sebagai acidifier*. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*. 16(2): 191–200.

- Junaidi, Imelda Siska, dan Jiyanto. 2022. Pengaruh Pemberian Air Rebusan Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dalam Air Minum Terhadap Bobot Hati, Jantung, dan Empedu Broiler. *Jurnal Green Swarnadwipa*. 11(3): 411-418.
- Kaneria, M., B. Kanani, dan S. Chanda. 2012. Penilaian pengaruh metode hidroalkohol dan dekoksi terhadap ekstraksi antioksidan dari tanaman obat India terpilih. *Jurnal Biomedisin Tropis Asia Pasifik*. 2(3): 195-202.
- Kurniawati, D., I. Rukmi, dan A. T. Lunggani. 2014. Aktivitas antimikroba kombinasi rebusan daun sirih hijau (*Piper betle*) dan daun sirih merah (*Piper crocatum*) terhadap *candida albicans*. *Jurnal Biologi*. 3(1): 55–61.
- Khan, S. H., and J. Iqbal. 2016. Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. *Journal of Applied Animal Research*. 44(1): 359–369.
- Kubade, K. B., B. D. Patil, V. B. Jaybhay, S. A. Shewale, and P. R. Nakhate. 2021. Biochemical analysis of betel vine (*Piper betel*) leaves. *The Pharma Innovation Journal*. 10(1): 353–355.
- Kim, D. W., J. H. Kim, and D. Y. Kil. 2019. Dietary modulation of cecal microbial composition and short-chain fatty acid concentrations in broiler chickens. *Poultry Science*. 98(7): 3198–3208.
- Kikusato, M. 2021. Phytobiotics to improve health and production of broiler chickens: Functions beyond the antioxidant activity. *Animal Bioscience*. 34(3): 345–353.
- Kumar, R., L. Methven, and J. M. Oruna-Concha. 2023. A comparative study of ethanol and citric acid solutions for extracting betalains and total phenolic content from freeze-dried beetroot powder. *Molecules*. 28(17): 6405-6413.
- Lin, J., A. A. Hunkapiller, C. A. Layton, Y. J. Chang, and K. R. Robbins. 2017. Cecal microbiota responses to dietary antimicrobial alternatives and their associations with broiler growth performance. *Applied and Environmental Microbiology*. 83(10): 338-345.
- Lebeer, S., J. Vanderleyden, and S. C. J. De Keersmaecker. 2018. Host interactions of probiotic bacterial surface molecules: comparison with commensals and pathogens. *Nature Reviews Microbiology*. 16(10): 603–619.
- Lin, H., H. C. J. Jiao, Buyse, and E. Decuypere,. 2020. Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*. 62(1): 71–86.
- Mubeen, A. Kalsoom, dan Bahawalpur. 2014. Impact of capital structure on firms financial performance and shareholders wealth: Textile Sector of Pakistan, *International Journal of Learning and Development*. 4(2): 27-33.

- Maughan, R. J., and S. M. Shirreffs. 2017. Effects of an active lifestyle on water balance. Springer. 281 – 294.
- Masti, H., S. Nabila, A. Lammin, J. Junaidi, dan T. D. Nova. 2020. Penambahan rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb*) dan mineral zink dalam pakan untuk menilai performans, organ fisiologi, dan gambaran darah ayam broiler dalam situasi stress panas. J. Peternakan Indonesia 22(2): 184-198.
- Maulia, R., dan N. Normila. 2024. Identifikasi logam berat pada ayam broiler. J. Surya Medika. 10(2): 159-163.
- Nkukwana, T. T., V. Muchenje, P. J. Masika, and B. Mushonga. 2015. Intestinal morphology, digestive organ size and digesta pH of broiler chickens fed diets supplemented with or without *Moringa oleifera* leaf meal. South African Journal of Animal Science. 45(4): 362–370.
- National Research Council (NRC). 2016. Nutrient Requirements of Poultry. Washington, DC: National Academies Press.
- Nayaka, N. M. D. M. W., M. M. V. Sasadara, D A. Sanjaya, P. E. S. K. Yuda, N. L. K. A. A. Dewi, dan E. Cahyaningsih. 2021. *Piper betle* (L.): Recent review of antibacterial and antifungal properties, safety profiles, and commercial applications. Molecules. 26(8): 2321-2328.
- Nagari, A. P., dan S. Sunarno. 2022. Efek dinamika faktor lingkungan terhadap perilaku ayam broiler di kandang close house. J. Peternakan Indonesia 24(1): 8-20.
- Nova, T. D., Y. Heryandi, dan P. Ilham. 2020. Manajemen Pengaturan Persentase Pemberian Pakan pada Jadwal Waktu Pemberian Makan terhadap Tingkat Laku Makan Ayam Petelur Jantan. Jurnal Peternakan. 17(2): 114-124.
- Nisyak, K., A. Y. Hisbiyah, dan A. Haqqo. 2022. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol dan minyak atsiri sirih hijau terhadap *methicillin resistant Staphylococcus aureus*. Journal of Pharmaceutical Care Anwar Medika (J-PhAM). 5(1): 1-14.
- Nova, T. D., Y. Heryandi, dan W. S. Surbakti. 2019. Pemberian pakan secara adlibitum dan jadwal persentase pakan siang dan malam terhadap bobot akhir, karkas, lemak abdomen serta ketebalan usus pada ayam petelur jantan. J. Peternakan Indonesia. 21(3): 205-219.
- Nainggolan, A. S., E. S. Tangkere, J. R. Leke, M. Sompie, dan F. N. Sompie. 2024. Penerapan biosekuriti pada peternakan ayam broiler di Desa Warisa Kampung Baru. Zootec. 44(2): 340-354.

- Oakley, B. B., R. J. Buhr, C. W. Ritz, B. H. Kiepper, M. E. Berrang, B. S. Seal, dan N. A. Cox. 2014. Successional changes in the chicken cecal microbiome during 42 days of growth are independent of organic acid feed additives. *BMC Veterinary Research*. 10: 1–10.
- Pratiwi, M., M. A. Pagala, dan A. Selamat. 2016. Produksi Karkas dan Lemak Abdominal Ayam Broiler Strain Cobb dan Strain Lohmann yang Diberi Pakan Berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*. 3(1): 1-6.
- Popkin, B. M., K. E. D'Anci, dan I. H. Rosenberg. 2016. Water, hydration and health. *Nutrition Reviews*. 68(8): 439–458.
- Pertiwi, D. D. R., R. Murwani, dan T. Yudiarti. 2017. Bobot relatif saluran pencernaan ayam broiler yang diberi tambahan air rebusan kunyit dalam air minum. *J. Peternakan Indonesia*. 19(2): 61-65.
- Plaza-Diaz, J., F. J. Ruiz-Ojeda, M. Gil-Campos, dan A. Gil. 2019. Mechanisms of action of probiotics. *Advances in Nutrition*. 10(1): S49–S66
- Pasaribu, T. 2019. Peluang zat bioaktif tanaman sebagai alternatif imbuhan pakan antibiotik pada ayam. *Jurnal Litbang Pertanian*. 38(2): 96-104.
- Permana, I. G. A., I. G. Mahardika, dan I. W. Suardana. 2020. Pengaruh penambahan fitobiotik pada pakan terhadap pH usus halus broiler. *Jurnal Peternakan Tropika*. 8(1): 23–28.
- Patel, R., P. Sharma, and N. Jain. 2021. Effect of *Piper betle* extract on gastric enzyme activity and mucosal protection in animal models. *Journal of Ethnopharmacology*. 271: 113-118.
- Putra, I. M. A., N. L. Kardini, dan N. W. A. Sudiartini. 2022. Analisis kelayakan kemitraan ayam broiler pada mertha nadi farm ditinjau dari segi aspek teknis dan aspek lingkungan di Desa Penyaringan. *J. Dharma Jnana*. 2(1): 59-72.
- Pradhan, D., K. A. Suri, D. K. Pradhan, dan P. Biswasroy. 2022. Betelvine (*Piper betle* L.): A comprehensive insight into its ethnopharmacology, phytochemistry, and pharmacological, biomedical and therapeutic attributes. *Journal of Ethnopharmacology*. 282: 114–134.
- Prastio, D. A., D. Konita, R. Anggriawan, R. Rifai, dan F. Y. Kadju. 2022. Studi kasus pertambahan berat badan dan feed conversion ratio (FCR) pada ayam broiler di Narti Farm Blitar. *JAS*. 7(2): 32-33.
- Parhusip, A.J.N., S. A. Putridimara, E. Kristianto, A. Alfredo, dan J. Fraulencia. 2023. Pemanfaatan Ekstrak Kasar Daun Sirih Hijau (*Piper betle*) dan Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) Sebagai Antimikroba Pada Daging Ayam Broiler Segar. *Jurnal Biologi Papua*. 14(2): 98–106.

- Perdinan, A., Y. N. Larasati, P. Lestari, dan S. A. Salsabila. 2024. Mikroflora saluran pencernaan, morfologi usus, dan penambahan bobot badan ayam broiler yang diberi ransum dengan penambahan asam humat. *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*. 22(1): 21-35.
- Qurniawan, A., I. I. Arief, dan R. Afnan. 2016. Performans produksi ayam pedaging pada lingkungan pemeliharaan dengan ketinggian yang berbeda di Sulawesi Selatan. *J. Veteriner*. 17(4): 622-633.
- Rukminimali, M., Mardewi, dan R. Rejeki. 2019. Kimia daging ayam broiler umur 5 minggu yang dipelihara pada kepadatan kandang yang berbeda. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*. 3(1): 31-37.
- Ranjitkar, S., B. Lawley, G. Tannock, dan R. M. Engberg. 2016. Bacterial succession in the broiler gastrointestinal tract. *Applied and Environmental Microbiology*. 82(8): 2399–2410.
- Rangkuti, M. 2023. Manfaat daun sirih hijau. Fakultas kedokteran dan Kesehatan. Medan
- Sugito, S., W. Manalu, D. A. Astuti, dan C. Chairul. 2005. Morfometrik usus dan performa ayam broiler yang diberi cekaman panas dan ekstrak n-heksana kulit batang "jaloh" (*Salix tetrasperma roxb*). *Media Peternakan*. 30(3): 198-206.
- Sari, K. A., B. Sukamto, dan B. Dwiloka. 2014. Efisiensi penggunaan protein pada ayam broiler dengan pemberian pakan mengandung tepung daun kayambang (*Salvinia molesta*). *J. Agripet*. 14(2): 76-83.
- Sudrajat, D., D. Kardaya, B. Malik, dan A. Abas. 2015. Pengaruh larutan daun sirih dalam air minum sebagai pengganti antibiotik terhadap retensi nitrogen dan energi metabolis ransum. *Jurnal Peternakan Nusantara*. 1(1): 33-38.
- Syamsuryadi, B., R. Afnan, I. I. Arief, dan D. R. Ekastuti. 2016. Ayam pedaging jantan yang dipelihara di dataran tinggi Sulawesi Selatan produktivitasnya lebih tinggi. *Jurnal Veteriner*. 18(1): 160-166.
- Sutrisno, S., V. D. Yuniarto, dan N. Suthama. 2016. Kecernaan protein kasar dan pertumbuhan broiler yang diberi pakan single step down dengan penambahan acidifier asam sitrat. *Animal Agriculture Journal*. 2(3): 49-60.
- Sari, K., R. Susanti, dan D. A. Astuti. 2017. Pengaruh pemberian ekstrak daun sirih terhadap kualitas mikroba saluran pencernaan ayam broiler. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 22(2): 115–121.
- Sulfani, M. I., S. Sugiharto, dan T. Yudiarti. 2018. Total bakteri asam laktat dan coliform pada ileum dan sekum ayam broiler yang diberi *Spirulina platensis* dengan lama pemberian berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. 28(1): 65–72

- Sukmawati, T. Y., dan H. I. Wahyuni. 2019. Total bakteri asam laktat dan coliform pada ileum dan sekum ayam broiler yang diberi level ekstrak tomat dan dipapar E. coli. *Jurnal ilmu-ilmu peternakan*, 29(2): 101-108.
- Savsani, H., A. Srivastava, S. Gupta, dan K. Patel. 2019. Strengthening antioxidant defense and cardioprotection by *Piper betle*: An in-vitro study. *Heliyon*. 6(1): 30-41.
- Svihus, B., dan K. Itani. 2019. Intestinal passage and its relation to digestive processes in poultry. *Animal Feed Science and Technology*. 250: 21–31.
- Sinurat, A. P., T. Pasaribu, T. Purwadaria, T. Haryati, E. Wina, dan T. Wardhani, 2020. Biological evaluation of some plant bioactives as feed additives to replace antibiotic growth promoters in broiler feeds. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 25(2): 81–90.
- Silitonga, L., S. Wibowo, dan M. Y. Sirait. 2022. Pengaruh pemberian ekstrak bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* Merr.) dalam air minum terhadap performa ayam broiler. *J. Ilmu Hewani Tropika*. 11(1): 27-32.
- Saputra, A. A., U. Ali, dan O. R. Puspitarini. 2023. Pengaruh penambahan campuran bakteri *nitrobacter* dan *lactobacillus fermentum* terenkapsulasi dalam pakan terhadap persentase karkas dan lemak abdominal pada broiler. *Jurnal Ilmiah peternakan*. 6(2): 338-344.
- Sitorus, T., dan K. Sibarani. 2024. Pengaruh pemberian probiotik EM4 dalam air minum terhadap laju digesta, pH digesta, panjang usus halus, dan persentase bobot usus halus ayam broiler. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. 6(2): 17-30.
- Sonphakdi, T., A. Tani, A. Payaka, dan P. Ungcharoenwiwat. 2024. Antibacterial and toxicity studies of phytochemicals from *Piper betle* leaf extract. *Journal of King Saud University – Science*. 36: 103-109.
- Theo. 1998. Nutritional Interventions Targeting The Airbone Merace Amonia. <http://mark.asei.ncsu.edu/swinenews.com>. Diakses tanggal 28 Oktober 2011.
- Usu, M. 2024. Utilization of local herbal plants as antibiotic alternatives in livestock feed. *Jurnal Ilmu Peternakan Indonesia*. 2(2): 85–93.
- Verawati, T. A., dan H. Nurcahyo. 2023. Pengaruh pemberian probiotik bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.) terhadap jumlah limfosit, heterofil, eosinofil dan monosit ayam broiler. *Kingdom (The Journal of Biological Studies)* 9(1): 56-62.

- Wahyu, J. 2004. Ilmu Nutrisi Unggas. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wang, Y., Q. Gu, dan G. Huo. 2017. Effects of *Lactobacillus plantarum* on growth performance, intestinal microbiota and immune response of broilers. Poultry Science. 96(3): 687–695.
- World Health Organization (WHO). 2017. Guidelines for Drinking-water Quality: Fourth Edition Incorporating the First Addendum. WHO, Geneva, Switzerland.
- Wu, Y., Y. Zhou, C. Lu and Y. Lin. 2018. The mucus barrier and its regulatory roles in gut microbiota and intestinal health of poultry. Frontiers in Veterinary Science. 5(124): 119-126.
- Wu, Q. J., X. C. Zheng, T. Wang, and T. Y. Zhang. 2018. Effect of dietary oridonin supplementation on growth performance, gut health, and immune response of broilers infected with *Salmonella pullorum*. Veterinary Journal. 71(16): 167-176.
- Wahyudi, A. T., Y. W. Hutama, M. Bakri, dan S. D. Rizkiono. 2020. Sistem otomatis pemberian air minum pada ayam pedaging menggunakan mikrokontroler arduino dan RTC DS1302. Jurnal Teknik dan Sistem Komputer. 1(1): 15-21.
- Widowati, L., A. Nuraini, dan R. H. Prasetyo. 2021. Penggunaan asam organik sebagai feed additive alami pada unggas. Jurnal Peternakan Indonesia. 23(1): 67–74.
- Wenda, Y., S. Sritiasni, dan B. L. Syaefullah. 2022. Penambahan berbagai dosis ekstrak buah merah (*Pandanus conoideus*) pada air minum terhadap produktivitas ayam kampung joper. J. Agroekoteknologi dan Agribisnis. 6(1): 28-36.
- Widyaningrum, B., dan E. M. Resi. 2023. Higiene sanitasi dan keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada kandang ayam broiler. J. Ners Community 13(1): 84-89.
- Wisser, Dominik, Grogan, S. Danielle, Lanzoni, Lydia, Tempio, Giuseppe, Cinardi, Giuseppina, Prusevich, Alex, Glidden and Stanley. 2024. Water Use in Livestock Agri-Food Systems and Its Contribution to Local Water Scarcity. Journal Water. 16(12) : 1681.
- Yoris, L., dan S. Fredriksz. 2019. Pemanfaatan gula merah dan air kelapa terhadap pertumbuhan ayam broiler. J. Hutan Pulau-Pulau Kecil. 3(1): 97-106.
- Yendy, S. A., I. Mangisah, dan B. Sukamto. 2014. Pengaruh penambahan asam sitrat dalam ransum sebagai acidifier terhadap retensi kalsium dan fosfor itik jantan lokal. Animal Agriculture Journal. 3(1): 70-78.

- Zhou, Y., Z. Jiang, and Y. Lin. 2019. Regulation of gastric acid secretion and mucosal protection in poultry: role of dietary additives. *Poultry Science*, 98(11): 5215–5224.
- Zhou, Y., M. Zhang, and X. Li. 2022. Effects of heat stress on immune organs and cytokine expression in broilers. *Journal Poultry Science*. 101(6): 102-123.