

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Retensi Ca pada Ayam Broiler

Penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* (ELP) dan enkapsulat ekstrak ubi ungu (EEUU) pada ransum berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap retensi Ca pada ayam broiler (Tabel 4). Analisis Duncan menunjukkan bahwa retensi Ca pada T3 nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T0, T1 dan T2. Retensi Ca pada T1 tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan T2, tetapi nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T0. Retensi Ca pada T0 nyata ($p < 0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perhitungan retensi Ca tercantum pada Lampiran 1 dan analisis statistik tercantum pada Lampiran 2.

Tabel 4. Retensi Ca Ayam Broiler

Ulangan	Perlakuan			
	T0	T1	T2	T3
	------(%)-----			
1	49,65	56,72	50,11	56,28
2	44,24	53,43	47,91	57,69
3	36,19	49,64	45,21	64,54
4	39,57	44,11	47,41	59,56
5	42,04	48,02	46,34	57,07
Rata-rata	42,34 ^c	50,39 ^b	47,40 ^{bc}	59,03 ^a

^{a-c}Superskrip yang berbeda pada baris sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Retensi Ca pada T3 nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T0, T1 dan T2, hal ini disebabkan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* sebagai probiotik dan enkapsulat ekstrak ubi ungu sebagai fitobiotik. Kondisi ini didukung

total BAL pada T3, T2 dan T1 nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dengan T0 (Lampiran 9) dan diikuti pH usus halus pada T3 nyata ($p < 0,05$) lebih rendah dengan T0, T1 dan T2 (Lampiran 9). Peningkatan total BAL dapat mengubah perubahan pH dan aktivitas protease. Kondisi pH usus halus rendah dapat meningkatkan aktivitas protease untuk mencerna protein. Penyerapan Ca bersama protein membentuk ikatan *calcium binding protein* (CaBP). Maghfiroh *et al.* (2014) menyatakan bahwa CaBP berperan sebagai transporter intraseluler yang memfasilitasi masuknya Ca melintasi sitosol enterosit. Saluran pencernaan yang memiliki kondisi sehat karena adanya ELP dan EUU membuat Ca dan protein meningkat. Kondisi saluran pencernaan yang lebih sehat dapat meningkatkan sekresi enzim pencernaan yang pada akhirnya dapat meningkatkan pencernaan nutrisi (Fanani *et al.*, 2016), termasuk penyerapan Ca.

Retensi Ca pada T1 nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T0 dapat disebabkan adanya *Lactobacillus plantarum* yang bekerja sebagai probiotik, sehingga proses penyerapan nutrisi menjadi lebih maksimal. Pemberian ELP maupun EEUU secara tunggal dapat meningkatkan retensi Ca, meskipun hasil retensi Ca lebih rendah dibandingkan dengan kombinasi pada T3. Bakteri asam laktat yang meningkat dapat menciptakan kondisi lingkungan yang asam akibat hasil fermentasi. Produk fermentasi yang dihasilkan BAL dalam bentuk *short chain fatty acids* (SCFA). Fanani *et al.* (2016) menyatakan bahwa produksi SCFA menyebabkan suasana asam sehingga mendukung aktivitas BAL dan penyerapan nutrisi. Penyerapan nutrisi khususnya protein dan Ca diikat dalam bentuk CaBP.

Kondisi ini memberikan penyerapan Ca yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan T0.

Retensi Ca pada T1 tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan T2, hal ini disebabkan oleh pemberian enkapsulat *Lactobacillus plantarum* pada T1 yang mampu berperan sebagai probiotik yang mampu menghasilkan asam laktat dan asam asetat yang dimana asam ini berfungsi untuk menurunkan pH saluran pencernaan sehingga meningkatkan kelarutan Ca dan mempermudah proses absorpsi (Astuti, 2020). Hal ini didukung dengan hasil pH usus halus yang menunjukkan hasil pada T1 dan T2 nyata ($p<0,05$) lebih rendah dari T0 dan nyata ($p<0,05$) lebih tinggi dibandingkan T3, karena kedua perlakuan tersebut menghasilkan kondisi usus yang kondusif untuk absorpsi Ca melalui peningkatan aktivitas mikrobiota (Susanti, 2019).

Retensi Ca pada T0 nyata ($p<0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini dapat didukung total BAL pada T0 nyata ($p<0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan T1, T2 dan T3 yang diikuti pH usus halus pada T0 nyata ($p<0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Tanpa pemberian ELP dan EEUU pada T0 menyebabkan populasi BAL di dalam saluran pencernaan tidak terstimulasi secara optimal, sehingga produksi SCFA menjadi lebih rendah. Kondisi ini juga menyebabkan pH usus halus yang tinggi dan mengakibatkan rendahnya kelarutan mineral Ca dan penurunan aktivitas enzim protease Fanani *et al.*, (2016).

4.2. Pengaruh Perlakuan terhadap Massa Ca Tulang Ayam Broiler

Penambahan ELP dan EEUU pada ransum berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap massa Ca tulang ayam broiler (Tabel 5). Analisis Duncan menunjukkan bahwa massa Ca tulang pada T3 tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan T1 dan T2, tetapi nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T0. Massa Ca tulang pada T0 tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan T1 dan T2, tetapi nyata ($p < 0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan T3. Perhitungan massa Ca tulang ayam broiler tertera pada Lampiran 3 dan analisis statistik tertera pada Lampiran 4.

Tabel 5. Massa Ca Tulang Ayam Broiler

Ulangan	Perlakuan			
	T0	T1	T2	T3
	----- (g) -----			
1	94,84	101,14	113,14	98,55
2	102,03	113,48	103,22	113,06
3	104,38	101,24	105,46	116,73
4	92,78	100,53	100,87	109,15
5	98,70	106,51	98,29	116,93
Rata-rata	98,55 ^b	104,58 ^{ab}	104,20 ^{ab}	110,88 ^a

^{a,b}Superskrip yang berbeda pada baris sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Massa Ca tulang pada T3 tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan T1 dan T2, hal ini didukung oleh pernyataan Nabila (2018) bahwa adanya kesamaan efektivitas fungsional antara pemberian probiotik tunggal, fitobiotik tunggal, maupun kombinasinya dalam menciptakan kondisi lingkungan usus yang kondusif. Meskipun T3 merupakan kombinasi ELP + EEUU, namun stimulasi terhadap sekresi enzim dan transporter Ca pada ketiga perlakuan tersebut sudah maksimal untuk deposisi mineral ke dalam matriks tulang broiler. Pemberian prebiotik

difermentasikan oleh BAL menghasilkan SCFA yang berperan menurunkan pH di dalam usus, penurunan pH menyebabkan jumlah bakteri patogen menurun, sehingga kesehatan usus meningkat, serta mengaktifkan enzim protease untuk meningkatkan penyerapan nutrisi terutama Ca dan protein (Nagara *et al.*, 2019). Kecernaan protein yang meningkat berpengaruh pada data retensi Ca. Sel-sel tulang (osteoblas) membentuk kolagen, yaitu protein pengikat Ca (CaBP) yang berfungsi mengangkut Ca untuk dideposisikan dalam tulang.

Massa Ca tulang pada T3 nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T0, hal ini disebabkan kombinasi ELP dan EEUU yang bersinergis untuk meningkatkan penyerapan Ca. Peningkatan penyerapan Ca dan protein terjadi melalui ikatan CaBP yang bergantung pada ketersediaan asam amino. Protein berperan dalam membentuk matriks kolagen pada tulang, sementara CaBP berfungsi menjamin ketersediaan ion Ca yang dideposisikan ke dalam matriks tersebut (Sarangi *et al.*, 2016). Efisiensi absorpsi Ca yang tinggi pada perlakuan sinbiotik ini mendukung tercapainya retensi Ca yang optimal, di mana Ca dalam darah akan diikat oleh osteoblas untuk membentuk kristal hidroksiapatit. Semakin tinggi kadar Ca, maka semakin tinggi pula jumlah Ca yang diserap di dalam tubuh, yang selanjutnya diakumulasikan ke dalam tulang atau daging (Sholikhatin *et al.*, 2016).

Massa Ca tulang pada T0 tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan T1 dan T2, hal ini didukung BAL pada T0 berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan T1, T2 dan T3 (Lampiran 9). Meskipun populasi BAL pada T1 dan T2 lebih tinggi, namun pada parameter massa Ca tulang, kontribusi pemberian probiotik atau fitobiotik secara

tunggal belum memberikan stimulasi yang cukup signifikan untuk melampaui kemampuan deposisi Ca alami pada kelompok kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa laju mineralisasi tulang pada broiler umur tertentu memiliki titik jenuh (homeostasis) di mana ketersediaan Ca dari ransum basal pada T0 masih mampu mencukupi kebutuhan pembentukan massa tulang dasar, sehingga secara statistik kekuatannya setara dengan perlakuan tunggal. Nagara *et al.* (2019) menyatakan bahwa pencernaan protein berperan dalam meningkatkan stabilitas deposisi mineral pada tulang, di mana Ca yang diserap ke dalam darah akan dipindahkan ke jaringan tulang. Massa Ca tulang pada T0 nyata ($p < 0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan T3, dapat disebabkan tidak adanya ELP maupun EEUU. Ketiadaan kombinasi ini menyebabkan lingkungan bakteri usus pada T0 kurang berkembang, sehingga sintesis enzim dan protein CaBP berada pada level minimal. Wahyuni *et al.*, (2021) menyatakan rendahnya retensi Ca yang telah dibahas sebelumnya pada T0 secara langsung membatasi ketersediaan Ca dalam darah, yang berakibat pada terbatasnya suplai mineral bagi osteoblast untuk membentuk kristal hidroksiapatit, sehingga massa Ca tulangnya menjadi yang terendah di antara semua perlakuan.

4.3. Pengaruh Perlakuan terhadap Panjang dan Bobot Relatif Tulang Femur

Penambahan ELP dan EEUU pada ransum tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap panjang dan bobot relatif tulang femur ayam broiler (Tabel 6). Perhitungan statistik panjang relatif tulang femur tertera pada Lampiran 5 dan bobot relatif femur tertera pada Lampiran 6. Panjang dan bobot relatif tulang femur tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$), hal ini menunjukkan massa tulang berkaitan dengan

kandungan mineral pada tulang, seperti Ca dan P. Setiawati *et al.* (2016) menyatakan bahwa semakin padat tulang maka berat tulang juga tinggi. Kandungan Ca pada tulang femur dapat meningkat seiring dengan tingginya asupan Ca. Semakin banyak Ca yang dikonsumsi, semakin besar pula deposisi Ca di dalam femur. Harumdewi *et al.* (2018) menyatakan bahwa Ca diserap bersama protein dalam bentuk CaBP sebagai asupan substrat untuk pertumbuhan tulang. Kandungan Ca pada tulang femur dapat meningkat seiring dengan tingginya asupan Ca. Semakin banyak Ca yang dikonsumsi, semakin besar pula deposisi Ca di dalam femur.

Tabel 6. Panjang dan Bobot Relatif Femur Ayam Broiler

Ulangan	Perlakuan			
	T0	T1	T2	T3
Panjang	----- (cm/kg) -----			
1	3,77	4,01	4,38	4,25
2	4,63	4,48	4,39	4,47
3	4,64	4,36	4,23	4,22
4	3,96	4,52	4,31	4,31
5	4,42	4,17	4,31	4,29
Rata-rata	4,28	4,31	4,32	4,31
Bobot	----- (%) -----			
1	0,53	0,59	0,63	0,55
2	0,67	0,65	0,62	0,59
3	0,64	0,56	0,6	0,62
4	0,59	0,58	0,6	0,67
5	0,59	0,63	0,57	0,61
Rata-rata	0,604	0,602	0,604	0,608

Fase *finisher* pertumbuhan tulang ayam cenderung melambat, Ca disalurkan ke jaringan daging dengan jumlah yang banyak untuk mendukung pertumbuhan, sehingga berat tulang yang dihasilkan tidak menunjukkan perbedaan yang

signifikan. Tulang ayam broiler terus mengalami perubahan bentuk dan kepadatan seiring bertambahnya umur dan berat badan (Setiawati *et al.*, 2016). Berat tulang femur tidak berpengaruh karena lebih sensitif terhadap perubahan ransum. Funan *et al.* (2020) menyatakan bahwa tulang femur lebih responsif terhadap perubahan ransum dibandingkan dengan tulang tibia.

4.4. Pengaruh Perlakuan terhadap Panjang dan Bobot Relatif Tulang Tibia

Penambahan ELP dan EEUU dalam ransum tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap panjang relatif tulang tibia, tetapi berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap bobot relatif tulang tibia (Tabel 7). Perhitungan analisis statistik panjang dan bobot relatif tulang tibia tertera pada Lampiran 7 dan 8.

Tabel 7. Panjang dan Bobot Tibia Ayam Broiler

Ulangan	Perlakuan			
	T0	T1	T2	T3
Panjang	----- (cm/kg) -----			
1	5,42	5,56	5,6	5,5
2	5,57	6,05	6,14	6,14
3	6,04	5,38	5,9	5,9
4	4,98	5,78	5,98	5,98
5	5,93	5,78	5,9	5,9
Rata-rata	5,58	5,71	5,65	5,88
Bobot	----- (%) -----			
1	0,80	0,91	0,85	0,85
2	0,84	0,97	0,83	0,88
3	0,75	0,82	0,86	0,96
4	0,86	0,84	0,90	0,96
5	0,70	0,83	0,99	1,01
Rata-rata	0,79 ^b	0,87 ^{ab}	0,89 ^a	0,93 ^a

Keterangan : ^{a-c}Superskrip yang berbeda pada kolom sama menunjukkan perbedaan nyata ($p<0,05$)

Analisis Duncan menunjukkan bahwa bobot relatif tibia pada T2 dan T3 tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan T1, tetapi nyata ($p<0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T0. Bobot relatif tulang tibia pada T0 tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan T1, tetapi nyata ($p<0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan T2 dan T3. Perhitungan statistik bobot relatif tulang tibia tertera pada Lampiran 8. Panjang relatif tulang tibia tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$), hal ini dipengaruhi faktor genetik dan hormon pertumbuhan, sedangkan pada bobot tulang dapat berpengaruh karena berkaitan dengan deposisi mineral dan Ca. Astuti *et al.*, (2015) menyatakan bahwa hormon mempengaruhi panjang tulang karena untuk mempertahankan sifat variabelnya yang konservatif.

Penambahan ELP maupun EUU (T1-T3) pada ransum dapat meningkatkan bobot relatif tulang tibia ayam. Kondisi ini didukung pencernaan protein (Lampiran 9), retensi Ca (Tabel 4) dan massa Ca daging (Lampiran 9). Funan *et al.* (2020) menyatakan bahwa pencernaan protein dapat mempengaruhi pertumbuhan tulang tibia karena membantu proses penyerapan Ca, sehingga asupan Ca tulang terpenuhi. Sel tulang yang memproduksi kolagen, yaitu CaBP berperan dalam membawa Ca untuk dideposisikan ke dalam tulang (Maghfiroh *et al.*, 2014). Peningkatan penyerapan protein dan Ca melalui ikatan CaBP berperan dalam meningkatkan deposisi mineral ke dalam matriks tulang, sehingga menyebabkan peningkatan bobot tulang tibia. Protein berfungsi sebagai pembentuk matriks kolagen, sedangkan akan diendapkan pada matriks tersebut sehingga meningkatkan kepadatan tulang. Namun demikian, proses ini tidak berpengaruh terhadap pertambahan panjang tulang, karena pertumbuhan panjang tulang lebih dipengaruhi

oleh aktivitas lempeng epifisis yang dikontrol oleh faktor genetik dan hormonal (Astuti *et al.*, 2015). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian pada Tabel 7 yang menunjukkan bahwa bobot relatif tibia meningkat nyata, sedangkan panjang tibia tidak berpengaruh nyata.

Bobot relatif tulang tibia pada T0 tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan T1, hal ini menunjukkan perlakuan tanpa ELP dan EUU dapat memberikan hasil yang nyata pada bobot relatif tulang tibia. Perlakuan tanpa penambahan EUU mengakibatkan rendahnya retensi Ca, yang menunjukkan bahwa penyerapan Ca tidak berlangsung secara optimal. Kondisi ini didukung oleh rendahnya pencernaan protein (Lampiran 9), yang berbanding lurus dengan retensi Ca. Rizkuna *et al.* (2014) menyatakan bahwa kandungan mineral seperti Ca dan fosfor, serta jaringan tulang, berpengaruh terhadap panjang dan bobot tulang. Asupan mineral, terutama Ca, pada tulang tibia cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan tulang femur, karena tulang tibia berfungsi sebagai penopang utama tubuh dan lebih banyak terlibat dalam aktivitas gerak dibandingkan tulang femur (Saputro *et al.*, 2019).

Bobot relatif tulang tibia pada T0 nyata ($p<0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan T2 dan T3, hal ini menunjukkan bahwa tidak adanya penambahan aditif ELP dan EUU pada ransum tidak meningkatkan pencernaan protein dan retensi Ca yang berkorelasi terhadap panjang tulang. Hal ini didukung oleh retensi Ca (Tabel 4) dan pencernaan protein (Lampiran 9) yang rendah pada T0 dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sehingga proses CaBP juga menjadi rendah. Krismiyo *et al.* (2022) menyatakan bahwa rendahnya penyerapan protein dapat mempengaruhi pembentukan CaBP, karena protein yang berperan dalam mengikat Ca tidak dapat

berfungsi secara optimal. Kekurangan CaBP ini dapat menghambat pertumbuhan tulang, karena Ca yang dibawa oleh CaBP untuk mendukung pertumbuhan dan pembentukan tulang juga menjadi terbatas (Setiawati *et al.*, 2016). Kadar Ca memiliki hubungan erat dengan asupan protein, karena protein membantu mengikat Ca dan membentuk CaBP, yang kemudian membawa Ca dalam sel mukosa untuk diangkut oleh darah ke jaringan tulang (Salu *et al.*, 2021).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* 0,12% dan enkapsulat ekstrak ubi ungu 0,14% pada ransum dapat meningkatkan retensi kalsium, massa kalsium tulang dan bobot relatif tulang tibia, meskipun panjang dan bobot tulang femur serta panjang tibia sama.

5.2. Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai variasi pemberian level enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan enkapsulat ekstrak ubi ungu agar menghasilkan kombinasi yang lebih baik untuk pertumbuhan tulang ayam broiler.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, K., N. Suthama dan W. Sarengat. 2016. Massa kalsium dan phosphor tulang pada ayam lokal persilangan yang diberi ransum menggunakan kayambang (*Salvinia molesta*). Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian 13(24): 39-46.
- Agusetyaningsih, I., E. Widiastuti, H. I. Wahyuni, T. Yudiarti, R. Murwani, T. A. Sartono dan S. Sugiharto. 2022. Annual Animal Science. 22(2): 653-662.
- Ahmadu, S., A. A. H. Buhari and A. Auwal. 2016. An overview of vitamin C as an antistress in poultry. Malaysian Journal of Veterinary Research. 7(2): 9-22.
- Akbar, M dan S. Sutrismi. 2016. Persentase karkas dan lemak abdomen ayam broiler yang diberi perlakuan berbeda pada frekuensi pemberian pakan dan dosis penambahan dedak fermentasi. Jurnal Fillia Cendekia. 1(1): 11-16.
- Astuti, F. K dan R. F. Rinanti. 2020. Profil hematologi darah ayam pedaging yang diberi probiotik *Lactobacillus plantarum*. Jurnal Nutrisi Ternak Tropis. 3(2): 106-112.
- Astuti, F. K., W. Busono dan O. Sjojfan. 2015. Pengaruh penambahan probiotik cair dalam pakan terhadap penampilan produksi pada ayam pedaging. Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari. 6(2): 99-104.
- Aurora, N. E., L. D. Mahfudz dan T. A. Sarjana. 2020. Potensi bawang putih dan *Lactobacillus acidophilus* sebagai simbiotik terhadap karakteristik tulang ayam Broiler. Jurnal Sain Peternakan Indonesia. 15(4): 375-382.
- Azizah, N. K., Sarmanu, B. Utomo, E. K. Sabdoningrum, P. Lokapirnasari dan K. Supranianondo. 2020. Pengaruh probiotik bakteri asam laktat dalam air minum terhadap konversi pakan ayam broiler. Journal of Basic Medical Veterinary. 9(2): 86 -91.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. Standar Nasional Indonesia: Pakan Ayam Ras Pedaging. Standar Nasional Indonesia, Jakarta.
- Daniela T. G, Yunianta dan M. Maligan. 2016. Pemanfaatan ubi ungu (*Ipomoea batatas*) sebagai minuman berantosianin dengan proses hidrolisis enzimatis. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 4(1): 46–55.

- Divyashree, S., P. G. Anjali, R. Somashekaraiah and M. Y. Sreenivasa. 2021. Probiotic properties of *Lactobacillus casei*-MYSRD 108 and *Lactobacillus plantarum*-MYSRD 71 with potential antimicrobial activity against *Salmonella paratyphi*. *Biotechnology Repots*. 32(1): 1-13.
- Emily, L. G. and R. Katta. 2017. Diet and Hair Loss: Effects of Nutrient Deficiency and Supplement Use. *Dermatology Praktikal and Conceptual*, Houston, USA.
- Fanani, A. F., N. Suthama dan B. Sukamto. 2016. Efek penambahan umbi bunga dahlia sebagai sumber inulin terhadap pencernaan protein dan produktivitas ayam lokal persilangan. *Jurnal Kedokteran Hewan*. 10(1): 58-62.
- Funan, R., C. V. Lisnahan dan A. A. Dethan. 2020. Profil pengaruh suplementasi L-lysine HCl dalam pakan terhadap dimensi tubuh ayam Broiler. *Journal Animal Science*. 5(4): 61-63.
- Gaspersz, V. 2006. Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan 1. Tarsito, Bandung.
- Ginting, E., J. S. Utomo, R. Yulifianti, M. Jusuf. 2011. Potensi ubi jalar ungu sebagai pangan fungsional. *Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Tanaman Pangan*. 6(1): 116-138.
- Guoda, M., A. E. Bekhit, Y. Tang, Y. Huang, L. Huang, Y. He and X. Li. 2021. Recent innovations of ultrasound green technology in herbal phytochemistry: A review. *Ultrasonics Sonochemistry*. 73: 1-15.
- Harumdewi, E., N. Suthama dan I. Mangisah. 2018. Pengaruh pemberian pakan protein mikropartikel dan probiotik terhadap pencernaan lemak dan perlemakan daging pada ayam Broiler. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 13(3): 258-264.
- Hidayat, C., S. Rahayu, dan A. P. Sinurat. 2016. Optimalisasi pemanfaatan zat pemanis dan mineral dalam pakan unggas. *Jurnal Litbang Pertanian*. 35(1): 21-30.
- Irma, S., S. Purwanti, dan J. A. Syamsu. 2022. Pengaruh imbalanced energi dan protein terhadap performa ayam broiler. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*, 10(1): 18-24.
- Krismiyo, L., N. Suthama, I. Mangisah dan I. S. Lubis. 2022. Pertumbuhan tulang dan produksi karkas broiler yang diberi ransum menggunakan sumber protein mikropartikel dan tepung umbi dahlia. *Jurnal Peternakan*. 19(2): 123-133.

- Kusumayanti, H., L. F. Ahmad, F. N., Setiawati, dan S. B. Ginting, 2016. Pengolahan ubi jalar (*Ipomoea batatas L*) dengan sistem kering untuk meningkatkan komoditas pangan lokal. METANA, 12(2): 39-44.
- Maghfiroh, K., B. Sukanto dan L. D. Mahfudz. 2014. Penggunaan sorgum atau kulit pisang terhidrolisis terhadap retensi kalsium dan massa kalsium tulang pada ayam broiler. Jurnal Agromedia. 32(1): 54-62.
- Mairizal, M., F. Ellin dan R. Rahmayeni. 2018. Identifikasi dan karakterisasi bakteri asam laktat (BAL) dari saluran pencernaan ayam buru yang memiliki potensi sebagai probiotik. Jurnal Peternakan Indonesia, 20(3): 164-173.
- Mangisah, I., N. Suthama, V. D. Yunianto dan N. I. Afiqoh. 2022. Pengaruh level dan lama pemberian sinbiotik terhadap retensi nutrien dan produktivitas itik Tegal. Jurnal Peternakan Indonesia. 24(1): 28-35.
- Mega, O., B. Brata dan J. Setianto. 2016. Penggantian sebagian ransum komersil oleh jagung dan pengaruhnya terhadap kualitas fisik daging broiler. Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan. 19(1): 17-26.
- Muzaki, M. D. R., L. D. Mahfudz dan R. Muryani. 2017. Pengaruh penggunaan tepung limbah wortel (*Daucus carrota L*) dalam ransum terhadap performa ayam broiler. Jurnal Ilmu Ternak. 17(1): 14-20.
- Nabila, L dan P. R. Wikandari. 2018. Penentuan aktivitas ekstrak kasar enzim inulinase hasil purifikasi dari bakteri *Lactobacillus plantarum* B1765. Journal Chemistry. 7(2): 44-47.
- Nagara, R. L. K., S. Kismiati, S. Setyaningrum dan L. D. Mahfudz. 2019. Pengaruh penambahan sinbiotik inulin umbi gembili dengan *Lactobacillus plantarum* terhadap massa kalsium dan protein daging. Jurnal Peternakan Indonesia. 21(3): 198-204.
- Nurdiyanto, R., R. Sutrisna dan K. Nova. 2015. Pengaruh ransum dengan persentase serat kasar yang berbeda terhadap performa ayam Jantan tipe medium umur 3-8 minggu. Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu 3(2): 12-19.
- Nuryanti, T. 2019. Analisis performans ayam broiler pada kandang tertutup dan kandang terbuka. Jurnal Peternakan Nusantara 5(2): 77-86.
- Panjaitan, D.M., Suthama, N. dan Atmomarsono, U. 2016. Kombinasi pakan two phase protein dengan asam sitrat sebagai acidifier terhadap massa kalsium dan pertumbuhan tulang ayam broiler. Journal Litbang Provinsi Jawa Tengah 5(4): 171-179.

- Pesik, H. C., J. F. Umboh, C. A. Rahasia dan C. S. Pontoh. 2016. Pengaruh penggantian tepung ikan dengan tepung maggot (*Hermetia illucens*) dalam ransum ayam pedaging terhadap pencernaan kalsium dan fosfor. *Zootec* 36(2): 271-279.
- Praptiwi, I. I. dan W. Wahida. 2021. Kualitas tepung ikan di pesisir pantai Kabupaten Merauke sebagai bahan pakan. *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner Tropis* 11(2): 157-164.
- Rizkuna, A., U. Atmomarsono dan D. Sunarti. 2014. Evaluasi pertumbuhan tulang ayam kampung umur 0-6 minggu dengan taraf protein dan suplementasi lisin dalam ransum. *Jurnal Ilmu Teknologi dan Peternakan* 3(4): 121-125.
- Rosyada, A., H. I. Wahyuni, dan N. Suthama 2015. Penggunaan *Lactobacillus plantarum* terhadap massa kalsium dan protein daging pada ayam broiler yang diberi pakan dengan level protein berbeda. *Jurnal Agripet* 15(2), 76-82.
- Salu, M., C. V. Lisnahan dan O. R. Nahak. 2021. Pengaruh level kalsium dalam pakan terhadap profil darah ayam Broiler. *Journal Tropi. Animal Science and Tech.* 3(2): 67-75.
- Saputro, C., N. Suthama dan B. Sukamto. 2019. Pertumbuhan tulang ayam broiler diberi pakan dengan protein dan kalsium mikropartikel ditambah *Lactobacillus acidophillus* atau asam sitrat. *Prosiding: Seminar Nasional Sains dan Enterpreneurship* 6(1): 1-7.
- Sarangi, N. R., L. K. Babu, A. Kumar, C. R. Pradhan, P. K. Pati dan J. P. Mishara. 2016. Effect of dietary supplementation of prebiotic, probiotic, and symbiotic on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Veteriner World.* 9(16): 313-319.
- Sari, D. R., E. Suprijatna, S. Setyaningrum dan L. D. Mahfudz. 2019. Suplementasi inulin umbi gembili dengan *Lactobacillus plantarum* (sinbiotik) terhadap nisbah daging-tulang ayam broiler. *Jurnal Peternakan Indonesia.* 21(3): 284-293.
- Scholz-Ahrens, K.E., G. Deling, B. Stampa, A. Helfenstein, H. J. Hahne, Y. Acil, W. Timm, R. Barkmann, J. Hassenpflug, J. Schrezenmeir, C. C. Gluer, 2007. Glucocorticosteroid-induce osteoporosis in adult primiparous Gottingen miniature pigs: Effects on bone mineral and mineral metabolism. *American Journal of Physiology. Endocrinol Metab* 293: E385-E395.

- Sholikhatin, E., F. Poernama, N. D. Dono dan Zuprizal. 2016. Kebutuhan kalsium ayam broiler fase *starter* dengan penambahan enzim fitase. Buletin Peternakan. 40(3): 170-177.
- Setiawati, D., B. Sukamto, dan H. I. Wahyuni. 2016. Pengimbuhan enzim fitase dalam ransum ayam pedaging meningkatkan pemanfaatan kalsium untuk pertumbuhan tulang dan bobot badan. Jurnal Veteriner. 17(3):468–476.
- Siabandi, R., B. Bagau, M. R. Imbar dan M. N. Regar. 2018. Retensi nitrogen dan energi metabolis ransum Broiler yang mengandung tepung silase kulit pisang kapok (*Musa paradisiaca formatypica*). Jurnal Zootec. 38(1): 226-234.
- Siregar, Y. A., M. Montesqrit dan H. Harnentis. 2024. Pengaruh penambahan tepung daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L*) dan enkapsulasi belimbing wuluh sebagai *feed additive* terhadap performa Broiler. Jurnal Peternakan Terapan 6(1): 36-46.
- Song, X., Z. Lin, C. Yu, M. Qiu, H. Peng, X. Jiang, H. Du, Q. Li, Y. Liu, Z. Zhang, P. Ren and C. Yang. 2022. Effects of *Lactobacillus plantarum* on growth traits, slaughter performances, serum markers and intestinal bacterial community of Daheng broilers. Journal Animal Physiotherapy. and Animal Nutrition 106(3): 575-585.
- Sunarti, D dan B. Sukamto. 2015. Pengaruh penggunaan kulit pisang terfermentasi dalam ransum terhadap ketersediaan energi ayam Broiler. Berkala Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian 33(2): 1-9.
- Suryani, Y., I. Hernaman dan N. Ningsih. 2017. Pengaruh penambahan urea dan sulfur pada limbah padat bioethanol yang difermentasi EM4 terhadap kandungan protein dan serat kasar. Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu 5(1): 13-17.
- Susanti, F., M. Ichsan dan N. K. D. Haryani. 2019. Performans ayam Broiler yang diberikan ransum berbasis jagung fermentasi. Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia 5(1): 51-59.
- Susanto, A. 2023. Marketing strategy of broilers at CV Cikijing farm, Sidoarjo district. J. of Management, Accounting, General Finance and International Economic Issues, 2(3): 794-803.

- Syafitri, E. Yuniar, V. D. Y. Ismadi dan N. Suthama. 2015. Pemberian ekstrak daun ubi beluntas (*Pluchea indica less*) dan klorin terhadap massa kalsium dan massa protein daging pada ayam Broiler. *Journal Animal Agriculture*. 4(1): 155-164.
- Wahyuni, H. I., N. Suthama dan I. Mangisah. (2021). Peran probiotik dan fitobiotik dalam meningkatkan efisiensi metabolisme mineral pada unggas pedaging. *Prosiding Seminar Nasional Animal Science*, 45-52.
- Wardhana, A. W. 2017. Anatomi Unggas. UB Press, Malang.