

PENGARUH PROTEIN DAN LISIN TERHADAP MASSA KALSIUM DAN PANJANG TULANG FEMUR AYAM KAMPUNG FINISHER

Akhmat Rizkuna¹, Nurliani Erni¹, Amani Aldiyanti¹

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman

*Email Korespondensi : akhmatrizkuna@gmail.com

DOI : <https://doi.org/10.36841/agribios.v22i2.5050>

abstrak

Penelitian yang dilakukan ini memiliki tujuan yakni mengetahui pengaruh taraf protein dan lisin terhadap massa kalsium dan panjang tulang femur khususnya pada ayam kampung fase finisher (umur 7-12 minggu). Penelitian yang dilakukan menggunakan 240 ekor ayam kampung (unsex). Kandang untuk pemeliharaan terdiri dari 24 unit percobaan dan terdiri dari 10 ekor ayam pada setiap unit percobaannya, serta menggunakan bertipe multiple cage dengan dikelilingi wire. Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2 x 3 dengan 4 ulangan digunakan dalam penelitian ini. Faktornya meliputi taraf protein ransum yang terdiri atas 2 taraf (17% dan 14%) dan penambahan lisin yang terdiri atas 3 taraf (0,6%; 0,7%, dan 0,8%). Dalam penelitian ini mengamati parameter massa Ca tulang dan panjang tulang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa massa Ca tulang finisher pada taraf protein P-1 dan taraf lisin L-1, L-2 dan L-3 berturut-turut yaitu $0,08 \pm 0,023$, $0,10 \pm 0,027$, dan $0,09 \pm 0,017$ g/ekor, sedangkan massa Ca tulang finisher pada taraf protein P-2 dan taraf lisin L-1, L-2 dan L-3 berturut-turut yaitu $0,09 \pm 0,019$, $0,09 \pm 0,008$, dan $0,10 \pm 0,011$ g/ekor. Panjang tulang femur finisher pada taraf protein P-1 dan taraf lisin L-1, L-2 dan L-3 berturut-turut yaitu $5,68 \pm 0,54$, $5,85 \pm 0,30$, dan $6,52 \pm 0,31$ cm, sedangkan panjang tulang femur finisher pada taraf protein P-1 dan taraf lisin L-1, L-2 dan L-3 berturut-turut yaitu $5,93 \pm 0,54$, $5,84 \pm 0,33$, dan $5,75 \pm 0,40$ cm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa taraf protein dan lisin yang berbeda tidak memberikan pengaruh terhadap massa kalsium tulang dan panjang tulang femur ayam kampung finisher.

Kata kunci: Ayam Kampung, Protein, Lisin, Massa Kalsium

Abstract

This study aims to determine the impact of protein and lysine levels on calcium mass and femur length in finisher phase chickens (7-12 weeks). This study used 240 native chickens (unsex). The rearing cage consisted of 24 experimental units and each experimental unit consisted of 10 chickens using a double-type cage surrounded by wire. This study used a complete randomized design (CRD) 2 x 3 factorial pattern with 4 replications. The first factor was ration protein content consisting of two sides (17% and 14%). The second factor is the addition of lysine which consists of three sides (0.6%; 0.7%, and 0.8%). The parameters observed in this study were bone calcium mass and bone length. The results showed that finisher bone Ca mass at protein level P-1 and lysine levels L-1, L-2 and L-3 were 0.08 ± 0.023 , 0.10 ± 0.07 and 0.09 ± 0.017 g/head, respectively, while finisher bone Ca mass at protein level P-2 and lysine levels L-1 and L-3 were 0.09 ± 0.19 , 0.09 ± 0.008 , and 0.10 ± 0.011 g/head, respectively. The length of finisher femur at protein level P-1 and lysine level L-1, L-2, L-3 were 5.68 ± 0.54 , 5.85 ± 0.30 , and 6.52 ± 0.31 cm, respectively, while the longest finisher femur at protein level P-1, L-1, L-2, L-3 were 5.93 ± 0.54 , 5.84 ± 0.33 , and 5.75 ± 0.40 cm, respectively, showing no significant difference. Based on the results of the study, it can be concluded that different levels of protein and lysine have no effect on bone calcium mass and femur bone length of native finisher chickens.

Keywords: Kampung Chicken, Protein, Lysine, Calcium Mass

PENDAHULUAN

Ayam kampung dengan nama lain ayam buras (bukan ras) adalah ayam lokal Indonesia yang beragam dan berpotensi besar dalam aspek penghasil daging dan telur. Pemeliharaan ayam kampung membutuhkan perhatian khusus dalam pemberian pakan terlebih pada fase finisher. Pemeliharaan ayam kampung dengan pertumbuhan dan perkembangan yang optimal dapat dilihat dari pertumbuhan tulangnya. Salah satu faktor penting pada pertumbuhan tulang ayam kampung di fase finisher dipengaruhi oleh ketersediaan protein dan asam amino dalam ransum. Protein menjadi nutrien penting yang diperlukan untuk proses pembentukan dan pertumbuhan tulang. Menurut Dita et al. (2021), peningkatan kandungan protein dalam pakan dapat digunakan sebagai upaya dalam pemenuhan kekurangan nutrisi ayam kampung yang dinilai dari keseimbangan dan komposisi asam amino. Menurut Widodo (2002) yang disitasi dalam Dita et al. (2021), asam amino berupa lisin sangat sulit untuk dilengkapi dalam jumlah seimbang. Banyak ransum yang kekurang lisin karena berasal dari bahan pakan nabati, sehingga perlu ditambah lisin dalam bentuk sintesis.

Asam amino lisin sangat membantu dalam mineralisasi tulang dengan menentukan penyerapan dan deposisi kalsium. Kalsium adalah salah satu zat utama sebagai penyusun tulang dan menjadi mineral penting dalam perkembangan tulang ayam. Massa kalsium tulang dapat memberikan gambaran tentang kesehatan dan kualitas tulang ayam. Mengetahui pengaruh protein dan lisin pada massa kalsium dan tulang ayam kampung dianggap penting untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan produktivitas ayam kampung, salah satunya dengan perkembangan tulang femur merupakan indikator penting dalam pertumbuhan dan kesehatan ayam kampung finisher. Sehingga perlu adanya penelitian tentang pengaruh taraf protein dan lisin terhadap massa kalsium dan panjang tulang femur ayam kampung yang bertujuan untuk menentukan bagaimana taraf protein dan kadar lisin dalam pakan mempengaruhi massa kalsium tulang pada ayam kampung finisher berumur 7-12 minggu. Ada beberapa penelitian sebelumnya tentang pemberian pakan dengan komposisi mineral kalsium dan fosfor pada ayam broiler (Nubatonis dan Charles, 2021) dan pemberian ransum dengan protein dan kalsium pada ayam broiler (Saputro et al., 2019). Namun belum ada literatur yang menjelaskan mengenai pengaruh taraf protein dan lisin terhadap massa kalsium dan panjang tulang femur khusunya pada ayam kampung fase finisher.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan 240 ekor ayam kampung (*unsex*). Kandang untuk pemeliharaan terdiri dari 24 unit percobaan dan masing-masing unit percobaan terdiri dari 10 ekor ayam menggunakan bertipe *multiple cage* dengan dikelilingi *wire*. Tempat pakan berupa *tube feeder*. Tempat minum menggunakan bell drinker. Bahan penyusun ransum terdiri dari jagung giling, bekatul, tepung ikan, bungkil kedelai, minyak nabati, L-lisin HCl, CaCO₃, dan premix. Ransum yang digunakan adalah ransum tunggal berbentuk *crumble* dengan kandungan PK sebesar 17% dan 14% dengan EM 2800 kkal/kg.

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial 2 x 3 dengan 4 ulangan. Faktor pertama adalah taraf protein ransum yang terdiri atas 2 taraf (17% dan 14%). Faktor kedua adalah penambahan lisin yang terdiri atas 3 taraf (0,6%; 0,7%, dan 0,8%).

Kombinasi perlakuan adalah sebagai berikut :

P-1L-1: Pakan taraf protein 17% dan lisin 0,6% dari ransum

P-1L-2: Pakan taraf protein 17% dan lisin 0,7% dari ransum

P-1L-3: Pakan taraf protein 17% dan lisin 0,8% dari ransum

P-2L-1: Pakan taraf protein 14% dan lisin 0,6% dari ransum

P-2L-2: Pakan taraf protein 14% dan lisin 0,7% dari ransum

P-2L-3: Pakan taraf protein 14% dan lisin 0,8% dari ransum

Perlakuan penambahan L-lisin HCl sebanyak 0,6%, 0,7% dan 0,8% dari 1 kg ransum.

Massa Ca tulang diperoleh dengan cara tulang femur yang sudah dikeringkan dan ditimbang bobotnya, kemudian dihancurkan dan dihomogenkan untuk selanjutnya analisis kadar Ca sampel tulang dengan metode AAS diantaranya timbang sampel 2 gram, lalu Abukan dalam taur 550°C dalam 4 jam sampai abu jadi keputih-putihan, kemudian pembuatan indukan dengan penambahan 10 ml HCl 3N dan didihkan selama 10 menit, lalu saring dengan kertas whattman 41 di dalam labu ukur 250ml dan tambahkan aquades hingga batas, Ambil 25 ml indukan dalam beaker glass 250ml tambahkan aquades hingga batas 100 ml, tambahkan beberapa tetes methyl red 0,1% dan NH4OH (1+1 artinya 1 bagian NH4OH + 1 bagian H2O) sampai warna bening tambahkan HCl 3N periksa Ph sampai kisaran 2,5-3, tambahkan aquades hingga batas 150 ml, panaskan dan tambahkan Ammonium Oksalat 4,2% panas jenuh sebanyak 10 ml dan diamkan selama 1 malam, saring dengan whattman 42, dicuci dengan NH4OH (1+50 artinya 1 baian NH4OH + 20 baian H2O) sebanyak 80-100 ml, endapan dan kertas saring masukkan ke dalam beaker glass semula, tambahkan aquades 125 ml, tambahkan H2SO4 pekat 5 ml, panaskan pada suhu 70°C, kemudian titrasi dengan KMnO4 0,1N sampai berwarna merah muda dan tidak berubah dalam 30 detik.

Pengukuran panjang tulang dilakukan pada umur 12 minggu. Pengambilan tulang dilakukan dengan cara didekapitasi, dibersihkan dari bulu, organ dalam dan dipisahkan antara tulang dan daging. Tulang yang diambil sebagai indikator pertumbuhan tulang adalah tulang femur. Mengambil tulang femur yang sudah dibersihkan dari daging yang menempel. Mengukur panjang tulang femur menggunakan pita ukur.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah massa Ca tulang dan panjang tulang.

1) Massa Ca tulang adalah banyaknya kandungan Ca yang terdapat pada berat tulang tertentu. Massa Ca tulang dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Massa Ca tulang (g)} = \text{kadar Ca tulang} \times \text{bobot tulang}$$

2) Panjang tulang, adalah hasil pengukuran jarak antara ujung satu ke ujung satunya pada satu tulang.

Model linier aditif yang menjelaskan setiap nilai pengamatan pada rancangan faktorial yaitu:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} ; i = (1, 2); j = (1, 2, 3); k = (1, 2, 3, 4)$$

Keterangan :

- Y_{ij} = Nilai pengamatan pada kombinasi perlakuan taraf protein ke-i dan taraf penambahan lisin ke-j pada ulangan ke-k
 μ = Nilai rata-rata umum perlakuan
 α_i = Pengaruh aditif dari perlakuan taraf protein ke-i
 β_j = Pengaruh aditif dari perlakuan taraf penambahan lisin ke-j
 $(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh aditif dari kombinasi perlakuan taraf protein ke-i dan taraf penambahan lisin ke-j
 ε_{ijk} = Pengaruh galat kombinasi perlakuan taraf protein ke-i dan taraf penambahan lisin ke-j pada ulangan ke-k

Hipotesis statistika yang diuji dari penelitian ini yaitu:

- a. $H_0 = \alpha_1\beta_1 = \alpha_1\beta_2 = \alpha_1\beta_3 = \alpha_2\beta_1 = \alpha_2\beta_2 = \alpha_2\beta_3 = 0$: Tidak ada perbedaan pengaruh interaksi perlakuan taraf protein dan penambahan lisin terhadap variabel yang diamati.

$H_1 = (\alpha\beta)_{ij} \neq 0$: Paling sedikit ada satu interaksi perlakuan taraf protein dan penambahan lisin yang memberikan pengaruh terhadap variabel yang diamati.

- b. $H_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = 0$: Tidak ada perbedaan pengaruh perlakuan taraf protein ransum terhadap variabel yang diamati.

$H_1 = \alpha_i \neq 0$: Paling tidak ada satu perlakuan taraf protein ransum yang memberikan pengaruh terhadap variabel yang diamati.

- c. $H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$: Tidak ada perbedaan pengaruh perlakuan penambahan lisin terhadap variabel yang diamati.

$H_1 = \beta_j \neq 0$: Paling sedikit ada satu perlakuan penambahan lisin yang memberikan pengaruh terhadap variabel yang diamati.

Data dianalisis menggunakan uji F. Adapun kriteria pengujian adalah sebagai berikut :

Jika $F_{hit} < F_{tabel}$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

Jika $F_{hit} \geq F_{tabel}$, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak

Jika ada interaksi perlakuan dan pengaruh perlakuan ($P < 0,05$) maka pengujian dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Massa Ca Tulang ayam kampung finisher (7-12 minggu)

Pada Tabel 1. Menunjukkan bahwa massa Ca tulang finisher pada taraf protein P-1 (17%) dan taraf lisin L-1 (0,6%), L-2 (0,7%), dan L-3 (0,8%) berturut-turut yaitu $0,08 \pm 0,023$, $0,10 \pm 0,027$, dan $0,09 \pm 0,017$ g/ekor, sedangkan massa Ca tulang finisher pada taraf protein P-2 (14%) dan Taraf Lisin L-1 (0,6%), L-2 (0,7%), dan L-3 (0,8%) berturut-turut yaitu $0,09 \pm 0,019$, $0,09 \pm 0,008$, dan $0,10 \pm 0,011$ g/ekor. Hasil Penelitian tersebut memberikan angka yang lebih rendah dari hasil penelitian Saputro et al. (2019), dengan massa kalsium tulang yang diberi ransum dengan kandungan protein 18% sampai 21% berkisar dari 0,44 g sampai 2,83 g. Hal ini disebabkan semakin tinggi protein dalam ransum maka massa kalsium

dalam tulang femur juga akan semakin tinggi karena semakin banyak Ca dalam ransum maka Ca yang terserap juga semakin banyak.

Tabel 1. Pengaruh Taraf Protein dan Lisin terhadap Massa Ca Tulang

Parameter	Taraf Protein	Taraf Lisin			Rerata
		L-1 (0,6%)	L-2 (0,7%)	L-3 (0,8%)	
Massa Ca (17%)	P-1	0,08±0,023	0,10±0,027	0,09±0,017	0,09±0,021
	Tulang	0,09±0,019	0,09±0,008	0,10±0,011	0,09±0,013
	Finisher	0,09±0,020	0,09±0,018	0,10±0,013	

Superskrip yang berbeda menunjukkan berinteraksi nyata ($P<0,05$).

Perbandingan massa Ca tulang finisher pada taraf protein P-1 dan P-2 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, dengan taraf protein P-1 memiliki nilai yang lebih rendah daripada taraf protein P-2. Selain itu, terdapat peningkatan massa Ca tulang finisher seiring peningkatan kadar lisin pada semua taraf protein yang diamati.

Hal ini menunjukkan bahwa kadar lisin yang digunakan dalam pakan dapat memberikan pengaruh parameter dan efek positif terhadap kualitas tulang finisher pada ayam. Meskipun perbedaan massa Ca tidak terlalu signifikan antara taraf protein P-1 dan P-2, namun peningkatan kadar lisin ternyata memiliki kontribusi yang cukup besar terhadap peningkatan massa Ca tulang finisher. Oleh karena itu, pemilihan kandungan lisin yang tepat dalam ransum ayam dapat menjadi faktor penting dalam menunjang pertumbuhan dan kesehatan tulang ayam secara keseluruhan. Meskipun tidak ada perbedaan yang signifikan dalam massa Ca antara dua taraf protein, peningkatan kadar lisin dapat memberikan kontribusi besar terhadap pertumbuhan tulang ayam. Menurut Indrawan et al. (2021), penambahan lisin dalam ransum dapat melengkapi kebutuhan nutrisi berupa energi dan protein sehingga pertumbuhan ayam kampung dengan tambahan asam amino lisin pada ransum memberikan pertambahan berat badan dan mempercepat laju pertumbuhan.

Pemberian pakan dengan komposisi mineral yang seimbang, khususnya rasio kalsium dan fosfor, dapat mendukung kinerja pertumbuhan dan profil mineralisasi tulang pada ayam broiler (Nubatonis dan Charles, 2021). Menurut Riis (1983), massa Ca tulang dipengaruhi juga olehimbangan Ca dan fosfor ransum karena dalam deposisi Ca ke tulang perlu berikatan dengan fosfor, dalam deposisi Ca dibutuhkan fosfor sehingga di tulang dalam bentuk kalsium fosfat.

Panjang tulang femur ayam kampung finisher (7-12 minggu)

Pada Tabel 2. Menunjukkan bahwa Panjang tulang femur finisher pada Taraf Protein P-1 (17%) dan Taraf Lisin L-1 (0,6%), L-2 (0,7%), dan L-3 (0,8%) berturut-turut yaitu $5,68\pm0,54$, $5,85\pm0,30$, dan $6,52\pm0,31$ cm, sedangkan Panjang tulang femur finisher pada Taraf Protein P-2 (14%) dan Taraf Lisin L-1 (0,6%), L-2 (0,7%), dan L-3 (0,8%) berturut-turut yaitu $5,93\pm0,54$, $5,84\pm0,33$, dan $5,75\pm0,40$ cm. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa lebih rendah dari hasil penelitian Edowai et al. (2019), panjang tulang femur ayam kampung jantan dan

betina di Kabupaten Nabire $11,11 \pm 0,60$ cm dan $8,87 \pm 0,45$ cm. Begitu pula, dengan hasil penelitian Lestari et al. (2020) dimana panjang femur $8,21 \pm 1,25$ cm dan Lisnahan et al. (2020), panjang femur yang dihasilkan meliputi $10,50 \pm 0,70$; $10,93 \pm 1,20$; $10,95 \pm 0,10$; dan $11,73 \pm 0,73$ g/ekor.

Tabel 2. Pengaruh Taraf Protein dan Lisin terhadap Panjang Tulang

Parameter	Taraf Protein	Taraf Lisin			Rerata
		L-1 (0,6%)	L-2 (0,7%)	L-3 (0,8%)	
----- (cm) -----					
Panjang tulang femur finisher	P-1 (17%)	$5,68 \pm 0,54$	$5,85 \pm 0,30$	$6,52 \pm 0,31$	$6,02 \pm 0,53$
	P-2 (14%)	$5,93 \pm 0,54$	$5,84 \pm 0,33$	$5,75 \pm 0,40$	$5,84 \pm 0,40$
	Rerata	$5,80 \pm 0,52$	$5,85 \pm 0,29$	$6,14 \pm 0,53$	

Superskrip yang berbeda menunjukkan berinteraksi nyata ($P < 0,05$).

Perlakuan perbedaan protein dan lisin sintetis tersebut dalam pakan tidak menghasilkan pengaruh interaksi secara nyata ($P > 0,05$) terhadap panjang tulang femur ayam kampung pada fase finisher. Fase finisher ayam sudah mulai menurunnya pertumbuhan tulang sehingga kebutuhan Ca untuk pertumbuhan lebih sedikit. Sedikitnya Ca yang diserap mempengaruhi pertumbuhan tulang pada fase finisher. Agar pertumbuhan tulang ayam kampung fase finisher (7-12 minggu) mencapai hasil yang tinggi disarankan agar menggunakan pakan dengan kandungan protein 14% dan penambahan sebanyak lisin 0,6%. Berdasarkan hasil penelitian Han, et al., (2015) bahwa femur memiliki diameter terbesar dibandingkan tibia dan metatarsus. Berat, panjang, diameter, dan berat abu femur meningkat secara linier seiring bertambahnya usia. Pertumbuhan tulang dan mineralisasi antara femur dengan tulang tibia dan metatarsus ayam broiler berbeda. Menurut FAO (2012) dan Nishida et al. (1983) yang disitasi dalam Edowai et al. (2019), tulang femur dapat disebut sebagai tulang paha atas yang menjadi salah satu bagian dari tulang kaki. Adapun menurut Damaziak et al., (2019), pertumbuhan tulang femur pada ayam pedaging dipengaruhi oleh faktor antara lain laju pertumbuhan, berat tulang, kepadatan mineral tulang, kadar mineral tulang, kadar abu tulang, panjang tulang, diameter tulang, dan kekuatan patah tulang.

Dari hasil penelitian perlakuan pada taraf protein dan lisin tidak memberi pengaruh yang besar terhadap massa kalsium tulang panjang tulang femur ayam kampung finisher. Hal ini karena, kadar protein antara 14% dan 17% tidak terlalu jauh tarafnya dan kadar lisin antara 0,6%, 0,7%, dan 0,8% juga tidak terlalu ekstrim tarafnya yang digunakan, sehingga pengaruhnya tidak begitu nyata terlihat khususnya pada ayam kampung fase finisher. Menurut Setiawati et al., (2016) yang disitasi dalam Saputro et al. (2019), bahwa ayam pada fase finisher pertumbuhan tulangnya akan melambat dan kalsium lebih ditujukan pada pertumbuhan daging sehingga berat pada tulang tersebut tidak berbeda

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu penggunaan protein dan lisin pada pakan ayam kampung yang berbeda tidak memberikan pengaruh terhadap massa kalsium tulang panjang tulang femur ayam kampung finisher.

REFERENSI

- Damaziak, K., Anna C., Jan N., Marcin R.T, Witold K., Dariusz G., dan Brygida K. (2019). Femur and tibia development in meat-type chickens with different growth potential for 56 days of rearing period. *Poultry Science*. 98[12]:7063-7075.
- Dita, I N.A.B., Ni K. Sri R., dan Ni M. Yudistira. (2021). Pengaruh pemberian asam amino lisin dan metionin terhadap berat bagian-bagian karkas ayam kampung. *Gema Agro*. 26[2] : 78-82.
- Edowai, E., Estepanus L.S.T, Fransisco M.M. (2019). Penampilan sifat kualitatif dan kuantitatif ayam kampung di distrik nabire kabupaten nabire. *Jurnal Fapertanak*. 4[1] : 50-57.
- Funan, R., Charles V.L., dan Agustinus A.D. (2020). Pengaruh suplementasi l-lisin hcl dalam pakan terhadap dimensi tubuh ayam pedaging. *Journal of Animal Science*. 5[4] : 61-63.
- Han, JC., Qu HX, Wang JG, Chen GH, Yan YF, Zhang JL, Hu FM, You LY, dan Cheng YH. (2015). Comparison of the growth and mineralization of the femur, tibia, and metatarsus of broiler chicks. *Brazilian journal of poultry science*. 17[3] : 333-340.
- Indrawan, P.M., Ni Ketut E.S., L. Suariani. (2021). Pengaruh pemberian lisindan metionin dalam ransum terhadap penampilan ayam kampung. *Gema Agro*. 26[1]: 27-32.
- Lestari, Maskur, R. Jan, Tapaul R., Lalu M. K., M. Muhsinin. (2020). A study on characteristic of qualitative traits and morphometric of kampung chickens with various comb-types in lombok island. *Indonesian Journal of Animal Science and Technology*. 6(1): 24-32.
- Lisnahan, C.V., Oktovianus R. N., Aurelia A. (2020). Dimensi tubuh ayam kampung fase pullet yang disuplementasi l-threonine dan l-tryptophan dalam pakan. *Journal of Tropical Animal Science and Technology*. 2(1) : 12-22.
- Nubatonis, A. dan Charles V. L. (2021). The most balance composition of calcium phosphorus in the feed to support growth performance and tibia profile of broiler chicken strain CP 707. *Livestock and Animal Research*. 19(2): 139-148.
- Riis, P.M. (1983). *Dynamic Biochemistry of Animal Production*. Elsevier, Amsterdam.
- Saputro, C., N. Suthama, dan Bambang S. (2019). Pertumbuhan tulang ayam broiler diberi ransum dengan protein dan kalsium mikropartikel ditambah lactobacillus accidophilus atau asam sitrat. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Interpreneurship*. Semarang.