

Penambahan Mikroenkapsulasi Ekstrak Buah Parijoto-*Lactobacillus plantarum* Pada Ransum Terhadap Konsumsi Kalsium Dan Ukuran Tulang Tibia Broiler Dengan Kepadatan Tinggi

Faisal Sepani¹, Lilik Krismiyanto^{2*} dan Vitus Dwi Yuniyanto²

¹Program Studi S1 Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian,
Universitas Diponegoro, Semarang

²Departemen Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian,
Universitas Diponegoro, Semarang

*Corresponding author: lilikkrismiyanto@lecturer.undip.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan konsumsi daging ayam broiler nasional sebesar 5,4% pada 2023–2024 (BPS, 2024) mendorong industri perunggasan menerapkan kepadatan pemeliharaan tinggi untuk meningkatkan efisiensi ruang dan produktivitas. Namun, kepadatan tinggi terbukti menurunkan performa melalui peningkatan stres oksidatif, gangguan mikroflora usus, penurunan konsumsi ransum, dan hambatan pertumbuhan tulang. Upaya perbaikan dapat dilakukan melalui manipulasi ransum menggunakan bahan alami kaya antioksidan seperti buah parijoto (*Medinilla speciosa*), yang mengandung flavonoid, antosianin, tanin, dan saponin dengan total flavonoid mencapai 76,48–81,60 mg QE/g. Selain itu, probiotik *Lactobacillus plantarum* memiliki kemampuan meningkatkan keseimbangan mikroflora, memperkuat sistem imun, dan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan seperti SOD dan GSH-Px sehingga efektif menekan stres oksidatif pada ayam broiler. Teknologi mikroenkapsulasi diperlukan untuk melindungi senyawa bioaktif dan probiotik dari degradasi selama proses pencernaan sehingga ketersediaannya di usus tetap optimal. Maltodekstrin sebagai bahan pelapis dan metode *freeze drying* terbukti menghasilkan produk berkualitas dengan kadar air rendah serta viabilitas probiotik tinggi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh suplementasi mikroenkapsulasi ekstrak buah parijoto-*Lactobacillus plantarum* (MEBP-Lp) terhadap konsumsi kalsium dan pertumbuhan tulang tibia ayam broiler pada kepadatan tinggi. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dalam menyediakan alternatif bahan aditif alami yang efektif menekan dampak stres oksidatif, memperbaiki penyerapan mineral, serta mendukung kesehatan tulang dan performa produksi ayam broiler.

Kata kunci: ayam broiler, ekstrak buah parijoto, mikroenkapsulasi, kepadatan tinggi, tibia.

Pendahuluan

Ayam broiler merupakan komoditas unggas utama penyedia protein hewani di Indonesia, dengan konsumsi daging ayam ras pedaging meningkat 5,4% pada 2023–2024 (BPS, 2024). Peningkatan ini mendorong industri menerapkan kepadatan tinggi yang memberi keuntungan efisiensi kandang, peningkatan populasi dan hasil penjualan lebih besar. Namun, kepadatan tinggi juga berdampak negatif berupa stres panas, gangguan fisiologis, penyerapan nutrisi kurang optimal akibat mikroflora usus terganggu serta hambatan pembentukan tulang akibat menurunnya konsumsi ransum (Leniar dkk., 2020).

Untuk menekan stres oksidatif, manipulasi ransum dengan penambahan *feed additive* alami dapat dilakukan dengan ekstrak buah parijoto (*Medinilla speciosa*) sebagai antioksidan dan probiotik *Lactobacillus plantarum* yang menjaga mikroflora usus serta merangsang sistem imun pada ayam broiler.

Buah Parijoto (*Medinilla speciosa*) memiliki senyawa bioaktif didalamnya antara lain yaitu flavonoid, saponin, tanin, dan antosianin (Nafi'ah, 2022) serta total flavonoid 76,48–81,60 mg QE/g yang berperan sebagai antioksidan penghambat radikal bebas (Lutfiani dan Da'I, 2022). Mustafiroh (2022) melaporkan bahwa enkapsulasi ekstrak buah parijoto optimal pada level 0,06% dalam menurunkan asupan lemak, lemak abdominal dan kadar lemak daging. Astuti dan Riananti (2020) juga menemukan bahwa suplementasi *Lactobacillus plantarum* paling efektif pada dosis 0,06% untuk meningkatkan kesehatan ayam pedaging. Keunggulan *Lactobacillus plantarum* yaitu mampu meningkatkan populasi *lactic acid bacteria*, memperbaiki keseimbangan mikroflora usus, meningkatkan aktivitas antioksidan, serta memperkuat imunitas. Temuan ini diperkuat Chang dkk., (2022) yang menunjukkan bahwa suplementasi *Lactobacillus plantarum* meningkatkan aktivitas enzim antioksidan seperti *superoxide dismutase* (SOD) dan *superoxide dismutase* (GSH-Px) sehingga melindungi ayam dari stres oksidatif.

Enkapsulasi merupakan teknik pelapisan bahan aktif seperti ekstrak buah parijoto dan *Lactobacillus plantarum* untuk melindungi dari kerusakan lingkungan, oksidasi, dan kontaminasi, serta memastikan ketersediaannya di usus (Agustin dan Wibowo, 2021). Maltodekstrin dipilih sebagai pelapis karena ekonomis, mampu membentuk matriks pelindung, dan mudah larut air sehingga mendukung penyerapan. Proses enkapsulasi dilakukan dengan mencampurkan hasil evaporasi buah parijoto dengan larutan maltodekstrin, kemudian dikeringkan menggunakan metode *freeze drying* (Agusetyaningsih dkk., 2022). Metode ini unggul karena menghasilkan produk dengan kadar air rendah (3,93%) dan viabilitas sel tinggi (97,76%) (Sumanti dkk., 2016).

Penambahan mikroenkapsulasi ekstrak buah parijoto-*Lactobacillus plantarum* terhadap konsumsi kalsium dan panjang tulang tibia ayam broiler umur 35 hari. Perlakuan T0 (kepadatan normal 10 ekor/m²) digunakan sebagai kontrol, T1 (kepadatan tinggi 17 ekor/m²) untuk melihat dampak stres kepadatan terhadap penurunan konsumsi Ca dan pertumbuhan tulang tibia, sedangkan T2 (kepadatan tinggi + mikroenkapsulasi 0,06%) bertujuan mengevaluasi efektivitas suplemen dalam memperbaiki kedua parameter tersebut. Dengan demikian, hubungan antar perlakuan diharapkan menunjukkan bahwa kepadatan tinggi menurunkan efisiensi konsumsi mineral dan pertumbuhan tulang, sedangkan suplementasi mikroenkapsulasi berpotensi berperan protektif dalam mempertahankan atau meningkatkan parameter tersebut.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2025 sampai 31 Agustus 2025 di kandang diigesti, Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro. Materi yang digunakan saat penelitian ini yaitu menggunakan ayam broiler *strain* Ross *unsexed* berumur 8 hari sebanyak 308 ekor. Aditif yang diberikan berupa mikroenkapsulasi ekstrak buah parijoto-*Lactobacillus plantarum* yang berfungsi sebagai fitobiotik dan probiotik. Ransum penelitian disusun berdasarkan fasenya, yaitu fase *starter* dan *finisher* sebagaimana tercantum pada Tabel 1. Peralatan yang digunakan untuk proses ekstraksi dan enkapsulasi meliputi *beaker glass* 2000 ml, gelas ukur 1000 ml, batang pengaduk, corong kaca, magnetic stirrer, sonikator, evaporator, dan *freeze dryer*. Sementara itu, alat-alat yang digunakan saat pemeliharaan ayam meliputi kandang utama, tempat pakan dan minum, timbangan digital dengan ketelitian 1 g, instalasi listrik, alat tulis, serta peralatan laboratorium penunjang.

Bahan yang digunakan untuk pembuatan mikroenkapsulasi dan ekstraksi meliputi tepung buah parijoto-*Lactobacillus plantarum*, etanol 96%, akuades, aluminium foil, pita ukur, kertas saring halus, susu skim dan maltodekstrin. Adapun bahan yang digunakan dalam pemeliharaan ayam meliputi ransum komersial B11S dari PT Charoen Pokphand, ransum penelitian (ransum basal), akuades, formalin, KMnO_4 , air minum, vitamin, serta vaksin.

Tabel 1. Komposisi dan Kadar Nutrien Ransum Penelitian

Bahan Pakan	Komposisi (%)	
	<i>Starter</i> (Umur 8-21 hari)	<i>Finisher</i> (Umur 22-35 hari)
Jagung Kuning	50,32	53,42
Bekatul	14,40	17,85
Bungkil Kedelai	24,43	17,88
Tepung ikan	10,00	10,00
Limestone	0,30	0,30
Premix	0,25	0,25
Lisin	0,10	0,10
Metionin	0,20	0,20
Total	100,00	100,00
Kandungan Nutrien:		
Energi Metabolis (kkal/kg) ²⁾	2.998,09	3.036,35
Protein Kasar (%) ¹⁾	21,48	19,67
Lemak Kasar (%) ¹⁾	4,36	4,87
Serat Kasar (%) ¹⁾	4,82	5,30
Kalsium (%) ¹⁾	1,04	1,02
Fosfor (%) ¹⁾	0,72	0,70

Keterangan: ¹⁾ Ransum dianalisis proksimat dan mineral di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang (2025).

²⁾ Kadar EM dihitung berdasarkan rumus Bolton (1967).

Pembuatan Ekstrak dan Enkapsulasi

Metode penelitian meliputi persiapan penelitian, pemeliharaan, pengambilan data, dan analisis statistik. Tahap persiapan dilakukan melalui proses ekstraksi dan enkapsulasi buah parijoto-*Lactobacillus plantarum*. Proses ekstraksi buah parijoto mengacu pada metode Gouda dkk. (2021). Prosedur dimulai dengan pengeringan buah parijoto menggunakan sinar matahari tidak langsung dan oven bersuhu 50°C, kemudian dihaluskan hingga berbentuk tepung. Tepung buah parijoto dilarutkan menggunakan etanol 96% dengan perbandingan 1:10 (b/v), kemudian dihomogenkan. Selanjutnya, larutan disonifikasi menggunakan sonifikator pada suhu 37°C dengan frekuensi 50 Hz selama 60 menit. Hasil larutan yang telah disonifikasi kemudian diendapkan selama 24 jam dan dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring. sampel dievaporasi hingga etanol menguap sehingga didapatkan hasil ekstrak.

Proses enkapsulasi mengacu pada Agusetyaningsih dkk. (2022), yaitu hasil ekstraksi dilarutkan dengan menggunakan larutan maltodekstrin sebagai bahan penyalut. Tahapan proses meliputi hasil evaporasi ekstrak buah parijoto yang dicampur larutan maltodekstrin yang dilarutkan dalam aquades dengan perbandingan 1:3 (b/v) hingga homogen. Susu skim dan aquades dilarutkan dengan perbandingan 1:2 (b/v), kemudian larutan susu skim dan *Lactobacillus plantarum* dicampur pada perbandingan 2:1 (v/v) dan ekstrak buah parijoto hasil evaporasi kemudian dicampurkan dengan larutan maltodekstrin dengan perbandingan 1:5, selanjutnya dilakukan pengeringan menggunakan *freeze drying*. Hasil dari *freeze drying* kemudian dihaluskan dan di saring menggunakan saringan mikro untuk dilakukan uji *particle size analysis* untuk menentukan ukuran mikro dari hasil penyaringan.

Rancangan Penelitian

Data diolah dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 3 perlakuan dan 7 ulangan, sehingga terdapat 21 unit percobaan. Perlakuan yang diterapkan sebagai berikut:

T0 = ayam dipelihara dengan kepadatan normal 10 ekor/m² tanpa MEBP-Lp 0,6%

T1 = ayam dipelihara dengan kepadatan tinggi 17 ekor/m² tanpa MEBP-Lp 0,6%

T2 = ayam dipelihara dengan kepadatan tinggi 17 ekor/m² + MEBP-Lp 0,6%

Pemeliharaan Ayam

Persiapan kandang diawali dengan pembersihan area kandang, pengapuran, penyemprotan desinfektan, pemasangan rangkaian listrik dan pemasangan tempat pakan dan minum. Pembersihan kandang dengan mencuci kandang, sekat kandang, tempat pakan dan

minum menggunakan air dan detergen serta menyapu kandang. Pengapuran lantai dan dinding kandang serta kandang broiler untuk membunuh bakteri. Pemeliharaan ayam dilakukan selama 35 hari di kandang digesti sebanyak 21 flock. Pembuatan larutan air gula bertujuan untuk mengembalikan energi DOC yang hilang selama perjalanan. Pemberian ransum pada ayam umur 1 – 7 hari diberikan ransum komersial, umur 8 hari sampai panen 100% diberikan ransum basal dan ditambahkan mikroenkapsulasi ekstrak buah Parijoto-*Lactobacillus plantarum* sesuai standar kebutuhan dan air minum diberikan secara *ad libitum*. Kemudian dilakukan total koleksi untuk pengambilan data.

Pengambilan Data

Data yang diambil termasuk pengukuran panjang, bobot tulang tibia dilakukan pada saat karkasing ayam umur 35 hari. Ayam broiler dipisahkan bagian karkas dan non karkas. Karkas yang diperoleh dilakukan pemisahan antara daging dan tulang kemudian tulang tibia diukur panjangnya menggunakan pita ukur (cm). Kemudian konsumsi Ca juga dihitung pada umur 30 hari, pengukuran konsumsi Ca dengan menggunakan rumus berikut (Nagara dkk., 2019):

$$\text{Konsumsi Ca} = \frac{\text{kadar Ca ransum}}{100} \times \text{konsumsi ransum}$$

Analisis Data

Data diolah menggunakan sidik ragam pada taraf signifikan 5%. Jika berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan nilai tengah antar perlakuan (Nurhidayat dkk., 2020).

Hasil dan Pembahasan

Hasil konsumsi kalsium, panjang dan bobot tulang tibia tertera pada Tabel 2. Penambahan Mikroenkapsulasi ekstrak buah parijoto-*Lactobacillus plantarum* (MEBP-Lp) pada ransum berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap konsumsi Ca, panjang, dan tulang tibia ayam broiler yang dipelihara pada kepadatan tinggi.

Tabel 2. Rata-rata konsumsi kalsium, Panjang dan Bobot Tulang Tibia Ayam Broiler

Parameter	Perlakuan			P-value
	T0	T1	T2	
Konsumsi kalsium (g)	1,59 ^a	1,49 ^b	1,61 ^a	0,002
Panjang tibia (cm)	10,7 ^a	9,3 ^b	10,7 ^a	0,001
Bobot tibia (g)	21,6 ^a	17,6 ^b	20,7 ^a	0,001

Keterangan: Superskrips pada baris sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Konsumsi Kalsium

Hasil uji Duncan dapat ditarik bahwa konsumsi kalsium pada T0 tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan T2. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan MEBP-Lp sebesar 0,6% (T2) mampu mempertahankan tingkat konsumsi kalsium setara dengan kontrol (T0). MEBP-Lp memiliki senyawa bioaktif (flavonoid, saponin, tanin, dan antosianin) dan berfungsi sebagai antioksidan anti radikal bebas (Nafi'ah, 2022). Senyawa ini berperan penting dalam menjaga kesehatan broiler yang dipelihara pada kondisi kepadatan tinggi karena stres oksidatif yang dapat menurunkan nafsu makan dan konsumsi pakan (Kaho dkk., 2023). Dengan demikian, keberadaan antioksidan dalam MEBP-Lp membantu mempertahankan kestabilan fisiologis, sehingga ayam tetap mampu mengonsumsi ransum dalam jumlah optimal. Selain itu *Lactobacillus plantarum* yang terkandung dalam MEBP-Lp berkontribusi dalam memperbanyak populasi *lactic acid bacteria* (BAL) di saluran pencernaan terutama di usus. BAL berperan dalam meningkatkan kesehatan mikroflora usus, memperbaiki integritas mukosa dan memfasilitasi penyerapan nutrisi, termasuk kalsium (Lokapinasari dan Yulianto, 2025). Kombinasi efek antioksidan dari ekstrak buah parijoto dan probiotik *L. plantarum* berkontribusi menjaga kondisi saluran pencernaan tetap sehat, sehingga mendukung konsumsi ransum dan kalsium yang optimal.

Panjang dan Bobot Tulang Tibia

Hasil penelitian didapatkan bahwa MEBP-Lp diberikan dengan level 0,6% (T2) tidak memberikan perbedaan nyata ($p>0,05$) dibandingkan kontrol (T0), namun keduanya berbeda nyata dengan T1. Kondisi tersebut dapat dijelaskan karena pada T1 ayam dipelihara dengan kepadatan tinggi tanpa penambahan MEBP-Lp, sehingga lebih rentan mengalami stres lingkungan. Stres tersebut berdampak pada penurunan konsumsi ransum dan memicu stres oksidatif yang menghambat aktivitas osteoblas, sehingga pertumbuhan tulang tidak berlangsung optimal. Panjang dan bobot tulang tibia mencerminkan akumulasi mineral terutama kalsium (Ca) dan fosfor (P), yang dibawa ke dalam matriks kolagen tulang (pembentuk tulang) melalui mekanisme *calcium binding protein* (CaBP) (Wu dkk., 2022). CaBP berfungsi mengikat kalsium di mukosa usus, kemudian mengangkutnya menuju sirkulasi darah untuk selanjutnya didistribusikan ke jaringan tulang (Krismiyo dkk., 2022). Semakin optimal fungsi CaBP, semakin tinggi akumulasi kalsium dalam jaringan tulang, sehingga panjang dan bobot tulang tibia meningkat. Pritchard dkk., (2020) melaporkan bahwa kekuatan dan berat tulang berbanding lurus dengan jumlah mineral yang tersimpan di dalamnya. Artinya, peningkatan deposisi mineral tidak hanya memengaruhi bobot, tetapi juga berkontribusi pada pertambahan panjang tulang tibia.

Pada penelitian ini, panjang tulang tibia T2 berbeda nyata ($p < 0,05$) dibandingkan T1, yang menandakan bahwa penambahan MEBP-Lp dengan level 0,6% mampu mendukung proses mineralisasi tulang setara dengan kontrol (T0). Efek ini diduga disebabkan oleh keberadaan senyawa bioaktif dalam ekstrak buah parijoto yang berfungsi sebagai antioksidan, sehingga dapat melindungi osteoblas dari kerusakan akibat radikal bebas serta mendukung aktivitas pembentukan tulang (Hasbullah dkk., 2021). Selain itu, keberadaan *Lactobacillus plantarum* dalam MEBP-Lp berperan sebagai probiotik yang meningkatkan kesehatan saluran pencernaan melalui perbaikan mikroflora usus, menurunkan pH usus, dan meningkatkan kelarutan mineral (Winarti dkk., 2019). Kombinasi peran antioksidan dan probiotik tersebut memberikan kontribusi terhadap peningkatan penyerapan kalsium serta deposisinya dalam tulang, sehingga panjang dan bobot tibia pada T2 lebih optimal dibandingkan T1.

Kesimpulan

Penambahan 0,6% mikroenkapsulasi ekstrak buah parijoto-*Lactobacillus plantarum* pada ransum (T2) mampu meningkatkan konsumsi kalsium, panjang dan bobot tulang tibia.

Daftar Pustaka

- Agusetyaningsih, I., E. Widiastuti., H. I. Wahyuni., T. Yudiarti., R. Murwani., T. A. Sartono, dan S. Sugiharto. 2022. Effect of encapsulated leaf extract on the physiological conditions, immune competency, and antioxidative status of broilers at high stocking density. *Ann. Anim Sci.* 22(2): 653-662.
- Agustin, D. A., dan Wibowo, A. A. 2021. Teknologi enkapsulasi: teknik dan aplikasinya. *DISTILAT. J. Teknologi Separasi.* 7(2): 202-209.
- Astuti, F. K., dan Rinanti, R. F. 2020. Profil hematologi darah ayam pedaging yang diberi probiotik *Lactobacillus plantarum*. *J. nutrisi ternak tropis.* 3 (2): 106-112.
- Chang, H, M., Teck, C, L., Hooi L, F., dan Erick T, C, L. 2022. *Lactobacillus plantarum* : alternative of antibiotik growth promotor to ameliorate gut health in broiler chickens. *Animal Nutrition and metabolism.* (9): 3-14.
- Gouda, M., A. E. Bekhit, Y. Tang, Y. Huang, L. Huang, Y. He, dan X. Li. 2021. Recent innovations of ultrasound green technology in herbal phytochemistry. *Ultrasonics Sonochemistry.* (73):1-15.
- Hasbullah, U. H. A. A., Pertiwi, R. B., Khikmah, N., dan Novita, D. 2021. Parijoto, Kandungan, Manfaat, dan Pengolahannya (Vol. 1). PT. Nasya Expanding Management. Pematang.
- Kaho, A. T. P., Dillak, S. Y., dan Sinlae, M. 2024. Pengaruh Pemberian Larutan Kulit Kayu Faloak (*Sterculia quadrifida*) Dalam Air Minum Terhadap Performa Ayam Broiler. *Animal Agricultura.* 1(3): 125-132.
- Krismiyo, L., Suthama, N., Mangisah, I., dan Lubis, I. S. 2022. Pertumbuhan tulang dan produksi karkas broiler yang diberi ransum menggunakan sumber protein mikropartikel dan tepung umbi dahlia. *J. Peternakan.* 19(2): 123-133.
- Lalisuk, M., O. R. Nahak dan C. V. Lisnahan. 2022. Suplementasi tepung daun kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) dalam pakan terhadap bobot hidup dan profil karkas ayam broiler. *J. Ilmu Hewan.* 7(4): 55-58.
- Leniar, L., Fuadi, Z., dan Fawwarahly, F. 2020. Pengaruh Kepadatan Kandang Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Ternak Puyuh. *Kandidat: J. Riset dan Inovasi Pendidikan.* 2(2): 78-85.
- Lokapirnasari, W. P., dan Yulianto, A. B. (2025). Probiotik Dan Acidifiers Untuk Unggas. Surabaya. Airlangga University Press.

- Lutfiani, A. Q. D., dan Da'i, M. 2022. Penetapan Kadar Flavonoid Dan Fenolik Ekstrak Etanol Tanaman Parijoto (*Medinilla Speciosa*) Serta Aktivitas Sitotoksiknya Terhadap Sel Kanker Serviks Hela. *Usadha Journal of Pharmacy*. 505-520.
- Mustarofah. S.F., Mulyono., L. krismiyanto. 2022. Penambahan Enkapsulasi Buah Parijoto Pada Ransum Terhadap Deposisi Lemak Pada Ayam Broiler. pp 53. Pagala. A. M., deki. Z. Muhammad. R., Widhi. K., Malesi. L., Puraning. D. I., Rachmita. D., Subaedi. T., Fitriarningsih., Restu. L., Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi Peternakan 2022. Kendari. UHO Press.
- Nafi'ah, L. N. 2022. Aktivitas Farmakologi Tanaman Parijoto (*Medinilla speciosa*). *J. Riset Rumpun Ilmu Kesehatan*. 1(1): 09-18.
- Nagara, R. L. K., Kismiati, S., Setyaningrum, S., dan Mahfudz, L. D. 2019. Massa protein dan kalsium daging ayam broiler akibat penambahan sinbiotik dalam ransum. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*. 21(3): 198-204.
- Nurhidayat, F. A. U. Z. A. N., L. D. Mahfudz dan D. Sunarti. 2020. Efek perbedaan dataran terhadap produksi karkas ayam broiler yang dipelihara di kandang closed house. *J. Sain Peternakan Indonesia*. 15(4): 406-413.
- Pritchard, A., Robison, C., and Nielsen, B. D. 2020. Bone ash from immature broilers correlates to bone mineral content calculated from quantitative computed tomography scans. *Poultry Science*. 99(9): 4162-4165
- Putra, A., T. G. Pradana, dan A. F. Putra. 2021. Pengaruh pemberian tepung daun pepaya jepang (*Cnidioscolus aconitifolius*) terhadap performa ayam kampung. *J. Ilmu-Ilmu Pertanian dan Peternakan*. 9(1): 12-17.
- Saputra, Y. A., Mangisah, I., dan Sukamto, B. 2016. Pengaruh penambahan tepung kulit bawang terhadap pencernaan protein kasar pakan, pertambahan bobot badan dan persentase karkas itik Mojosari. *J. Ilmu-Ilmu Peternakan*. 26(1), 29-36.
- Sumanti, D., Kayaputri, I. L., Hanidah, I. I., Sukarminah, E., dan Giovanni, A. 2016. Pengaruh konsentrasi susu skim dan maltodekstrin sebagai penyalut terhadap viabilitas dan karakteristik mikroenkapsulasi suspensi bakteri *Lactobacillus plantarum* menggunakan metode freeze drying. *Jurnal Penelitian Pangan (Indonesian Journal of Food Research)*. 1(2): 8-12
- Winarti, W., Mahfudz, M., Sunarti, S., & Setyaningrum, S. 2019. Bobot proventrikulus, gizzard, sekum, rektum serta panjang sekum dan rektum ayam broiler akibat penambahan sinbiotik dari inulin ekstrak umbi gembili dan *Lactobacillus plantarum* dalam pakan. *Surya Agritama: Jurnal Ilmu Pertanian dan Peternakan*. 8(2): 301-314.
- Wu, L., Wang, X., Lv, X., He, L., Qu, H., Shi, C., Zhang, L., Zhang, J., Wang, Z., and Han, J. (2022). 1,25-Dihydroxycholecalciferol improved the growth performance and upregulated the calcium transporter gene expression levels in the small intestine of broiler chickens. *Journal of Poultry Science*. 59(2): 129-136.