

Evaluasi Efektivitas Pemberian Kalsium dengan Metode *Split-Feeding* terhadap Produktivitas Puyuh Petelur

Evaluation of The Effectiveness of Calcium Administration with Split-Feeding Method on The Productivity of Laying Quail

S Binowo^{1*}, Sumiat², R Mutia²

Corresponding email:
serunibinowo@gmail.com,

¹)Program Studi Pascasarjana,
Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas
Peternakan, IPB University
Bogor, Kampus IPB Dramaga,
Jalan Agatis, Bogor 16144,
Indonesia

²)Departemen Ilmu Nutrisi dan
Teknologi Pakan, Fakultas
Peternakan, Kampus IPB
Dramaga, Jalan Agatis, Bogor
16144, Indonesia

ABSTRACT

High-productivity laying poultry during the production period may experience bone problems, as structural medullary bone is progressively absorbed to supply calcium for eggshell formation. This study aims to evaluate the usage of different particle sizes of limestone (fine (0,025mm), and coarse (1mm)), and split feeding system (morning (8 am) and afternoon (15 pm)) on laying quail productivity. This research used 160 quail aged 18 weeks, which is reared up to 23 weeks. A complete randomized design (CRD) with 4 treatments and 4 replicates was used in this study. Each replicate consisted of 10 quails. The cages used were multilevel colonies equipped with feed and drink containers. The diet treatments were: P0= diet contained fine (FL) and coarse (CL) limestone at a (25:25): (25:25) ratio fed in the morning and afternoon, P1= diet contained 75FL-(Morning): 25CL-(Afternoon), P2= diet contained 50FL-(Morning):50CL-(Afternoon) and P3= diet contained 25FL-(Morning):75CL-(Afternoon). Data were analyzed using ANOVA and further analyzed using the Duncan test. The results showed that the ration treatment with limestone divided into fine and coarse forms with split feeding in the morning and evening significantly increased ($p<0.05$) tibia bone Ca and P content but decreased ($p<0.05$) feed conversion. However, it increased ($p<0.05$) quail egg index value. Feeding calcium at a ratio of 25% (morning) and 75% (afternoon) resulted in the highest ration utilization efficiency, Ca and P deposits in the tibia bone, and increased egg index values.

Key words: Ca and P medullary bone, calcium effectivity, eggs quality, performance, quail laying

ABSTRAK

Unggas petelur dengan produktivitas tinggi pada masa produksi, dapat mengalami masalah pada tulang, karena struktural tulang meduler secara progresif diserap untuk memasok kalsium dalam pembentukan kerabang telur. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan ukuran partikel *limestone* berbeda (ukuran halus (0,025mm) dan kasar (1mm)), serta sistem pemberian pakan (pagi hari (08.00) dan sore (15.00)) terhadap produktivitas puyuh petelur. Penelitian ini menggunakan 160 ekor puyuh berumur 18 minggu dan dipelihara hingga 23 minggu. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Setiap ulangan terdiri dari 10 ekor puyuh. Kandang yang digunakan adalah koloni bertingkat yang dilengkapi dengan tempat pakan dan air minum. Pakan perlakuan yang digunakan adalah: P0 = pakan mengandung limestone halus (LH) dan kasar (LK) dengan rasio (25:25): (25:25) diberikan pagi dan sore, P1 = pakan mengandung 75LH-(Pagi):25LK-(Sore), P2= pakan mengandung 50LH-(Pagi):50LK-(Sore), dan P3 = pakan mengandung 25LH-(Pagi):75LK-(Sore). Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan pakan dengan pemberian limestone yang terbagi dalam bentuk halus dan kasar dengan metode *split feeding* pagi dan sore, nyata meningkatkan ($p<0,05$) kandungan Ca dan P tulang tibia, namun menurunkan meningkatkan ($p<0,05$) konversi pakan. Perlakuan tersebut meningkatkan ($p<0,05$) nilai indeks telur puyuh. Pemberian kalsium dengan rasio 25% (pagi) dan 75% (sore) menghasilkan efisiensi penggunaan ransum dan deposit mineral Ca dan P dalam tulang tibia tertinggi serta meningkatkan nilai indeks telur.

Kata kunci: Ca dan P tulang tibia, efektivitas kalsium, kualitas telur, performa, puyuh petelur

PENDAHULUAN

Unggas penghasil telur terbesar kedua setelah ayam ras petelur adalah burung puyuh. Puyuh petelur merupakan jenis ternak unggas yang dapat memberikan kontribusi bagi kepentingan masyarakat. Hal ini dikarenakan telur puyuh merupakan salah satu bahan makanan pokok sumber protein hewani yang banyak diminati oleh masyarakat Indonesia dalam lingkup kehidupan setiap hari. Secara umum, telur memiliki kandungan gizi yang lengkap seperti protein, karbohidrat, lemak, mineral dan vitamin. Telur puyuh mengandung protein yang cukup tinggi yang dibutuhkan dalam tubuh makhluk hidup untuk fungsi sel tubuh, otot, otak, peredaran darah. Selain itu, protein dalam telur juga membantu dalam proses metabolisme, produksi energi dan pembentukan hormon.

Puyuh petelur (*coturnix coturnix japonica*) adalah salah satu jenis unggas dengan tingkat produktivitas yang tinggi dan tahan terhadap penyakit serta memiliki beberapa keunggulan dibandingkan ternak unggas lainnya, yaitu dewasa kelamin dan pertumbuhan yang cepat, interval generasi yang cepat dan produksi telur yang relatif tinggi (Ali et al. 2022). Puyuh menghasilkan 200-300 butir telur per tahun, rata-rata umur pertama kali bertelur adalah 41 hari, dan berat telur sekitar 10 g atau 7% - 8% dari berat badan (Resmi et al. 2018). Menurut Dirjen Peternakan dan Kesehatan Hewan (2023), pada tahun 2022 produksi telur puyuh sebanyak 22,77 ribu ton dengan tingkat konsumsi telur sebanyak 0,176 butir kapita⁻¹ minggu⁻¹. Setiap saat peternak dituntut untuk mengembangkan teknologi agar efisiensi dan produktivitas terus meningkat. Kendala usaha unggas petelur, kerugian ekonomi secara langsung disebabkan oleh kualitas kerabang telur yang rendah dan tingkat telur retak yang tinggi. Hal ini berkaitan dengan fungsi kerabang telur yang bertanggung jawab dalam menjaga kualitas internal telur. Kerabang telur dapat diperbaiki melalui manajemen pemberian pakan yang tepat selama periode produksi.

Unggas petelur dengan produktivitas tinggi pada masa produksi, dapat mengalami masalah pada tulang, karena struktural tulang meduler secara progresif diserap untuk memasok kalsium selama pembentukan kerabang telur (Chen et al. 2020). Pentingnya pasokan dan kesetimbangan pemberian kalsium dalam ransum unggas terutama selama masa produksi adalah sebagai katalisator enzim dalam proses metabolisme. Metabolisme kalsium berkaitan erat dengan ketersediaan fosfor (P) dan vitamin D sebagai mediator kalsium yang dibutuhkan saat sintesis telur berlangsung, sehingga ketika terjadi defisiensi atau kelebihan kalsium dapat secara signifikan mempengaruhi metabolisme yang lain (Rushafarani et al. 2023). Sintesis kerabang telur terjadi selama kurang lebih 18-21 jam pada puyuh (*coturnix coturnix japonica*) (Bossolani et al. 2018). Saat telur memasuki saluran kerabang (*utheus*) dan terjadi pembentukan kerabang, maka saat itu kebutuhan kalsium meningkat, sehingga pakan yang kaya akan

kalsium dibutuhkan selama proses berlangsung agar tidak terjadi mobilisasi kalsium yang tinggi dari tulang (Molnar et al. 2018)

Mineral adalah salah satu zat yang tidak dapat disintesis oleh tubuh dan mempunyai peran penting dalam aspek fisiologis. Puyuh tidak dapat mensintesis mineral sehingga mineral harus diberikan dari pakan dengan jumlah yang cukup dan rasio yang tepat. Sekitar 70% - 80% jumlah mineral pada hewan ternak terdiri atas kalsium dan fosfor dan pada kerabang telur puyuh lebih dari 90% tersusun atas mineral tersebut (Aruan et al. 2015).

Kebutuhan kalsium pada burung puyuh periode *starter* dan *grower* sekitar 1% dan meningkat menjadi 3,5% - 3,9% pada masa *layer* (National Research Council 1994). Sebelum terjadi pembentukan kerabang telur, keberadaan kalsium tidak disimpan dalam uterus, akan tetapi terdapat dalam plasma darah dalam bentuk ion kalsium. Deposisi kalsium dari plasma darah ini terjadi sangat cepat terutama pada saat mineralisasi kerabang telur. Gejala kekurangan kalsium menyebabkan kerabang telur menipis, produksi telur menurun, kehilangan nafsu makan, kaki lemas, kelelahan, lumpuh dan pengeroposan tulang (Hervo et al. 2019). Kalsium biasanya tersedia dalam bentuk kalsium karbonat dari batu kapur seperti *limestone* di dalam ransum unggas, atau dari sumber lainnya seperti kerang laut, tepung tulang, dikalsium fosfat dan sebagainya. Kelebihan dari *limestone* adalah, selain mudah didapatkan, batu kapur *limestone* merupakan sumber kalsium yang sangat baik dan banyak digunakan dalam ransum unggas sejak dahulu. Berdasarkan hasil analisis, kandungan batu kapur *limestone* mengandung 97% sampai 99% mineral makro dan mikro yang dibutuhkan dalam tubuh unggas dan paling besar diantaranya ialah kandungan kalsium sekitar 39,8% (Rushafarani et al. 2023).

Selain sumber kalsium, ukuran partikel kalsium pada pakan unggas petelur merupakan faktor penting yang mempengaruhi bioavailabilitas kalsium (Rathnayaka et al. 2020). Berdasarkan studi sebelumnya melaporkan bahwa pemberian ukuran partikel *limestone* berbeda dalam ransum unggas mampu memperbaiki kualitas kerabang unggas petelur (Saki et al. 2019). Kualitas kerabang telur yang optimal dapat dicapai dengan pemberian CaCO₃ yang mengandung ukuran partikel 33% sampai 66% lebih besar dari total campuran kalsium (Hervo et al. 2019), pemberian kalsium dalam bentuk partikel kecil dan besar mampu memasok ketersediaan kebutuhan kalsium pada unggas petelur selama periode produksi. Ukuran partikel besar berkontribusi antara 60% dan 70% dari total campuran partikel *limestone*, untuk meningkatkan waktu retensi di gizzard (Rushafarani et al. 2023). Pemberian *limestone* dengan ukuran partikel sampai dengan 1,0 mm dapat memasok Ca²⁺ yang cukup untuk mempertahankan produksi dan kualitas kerabang telur pada usia produksi, dimana hal ini berkaitan dengan fungsi grit yaitu membantu meningkatkan proses pencernaan secara

mekanik yang terjadi di gizzard dan dapat meningkatkan kapasitas gizzard hingga 50% (Mercan 2022).

Sistem *split-feeding* merupakan salah satu metode yang bertujuan untuk memaksimalkan ketersediaan nutrisi untuk mendekati kebutuhannya. Sistem metabolisme unggas berbeda-beda sepanjang hari, dengan demikian setiap zat nutrisi yang diberikan pada unggas petelur harus disesuaikan dengan kebutuhannya, misalnya memaksimalkan pasokan kalsium selama proses pembentukan kerabang berlangsung yaitu selama malam hari (Galea 2015). Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan sistem *split feeding* pada ayam petelur, dimana pemberian kalsium dengan rasio dan ukuran berbeda yang terbagi dalam pakan pagi dan sore hari Molnár et al. (2018) telah menerapkan sistem tersebut pada ayam petelur yaitu, pemberian sumber kalsium dari *limestone* bentuk halus (0,25 mm) diberikan dalam pakan pagi dan *limestone* kasar (2 mm) di berikan sore hari, mampu menyediakan kebutuhan kalsium unggas setiap harinya dan juga dapat mempertahankan produktivitasnya pada masa tua unggas.

Pemberian kalsium (Ca) dengan metode *split-feeding* belum banyak dilakukan pada puyuh petelur. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pemberian kalsium dengan metode *split-feeding* terhadap produktivitas puyuh petelur.

METODE

Materi Penelitian

Penelitian ini menggunakan ternak puyuh sebanyak 160 ekor berumur 16 minggu dan dipelihara sampai umur 23 minggu dengan masa adaptasi selama 2 minggu. Didistribusikan kedalam rancangan acak lengkap yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 4 ulangan, dengan ukuran 30×50×30cm tiap ulangannya. Kandang yang digunakan adalah kandang koloni bertingkat dan setiap ulangan berisi 10 ekor puyuh.

Prosedur Penelitian

Pemberian pakan dan air minum dilakukan *ad libitum*. Perlakuan terdiri atas pemberian perbedaan ukuran partikel *limestone* halus (LH) 0,25 mm dan *limestone* kasar (LK) 1 mm dengan sistem *split feeding* yaitu dengan pembagian *limestone* halus dan kasar dalam pakan yang diberikan pada pagi (jam 08.00 WIB) dan sore hari (jam 15.00 WIB). Tabel 1. menunjukkan komposisi dan kandungan nutrisi ransum penelitian. Perlakuan pemberian kalsium adalah sebagai berikut:

P0 = Pagi (25% LH : 25% LK) : Sore (25% LH : 25% LK)

P1 = Pagi (75% LH) : Sore (25% LK)

P2 = Pagi (50% LH) : Sore (50% LK)

P3 = Pagi (25% LH) : Sore (75% LK)

Peubah yang Diukur

Konsumsi pakan (g) ekor⁻¹ hari⁻¹, diukur dari selisih pemberian dan sisa pakan. Konversi pakan dihitung dari perbandingan pakan yang dikonsumsi (g) dan produksi massa telur (g). Produksi telur harian (%) dihitung berdasarkan perbandingan jumlah telur dan jumlah puyuh dikali 100%. Bobot telur (g) butir⁻¹ hari⁻¹

diperoleh dengan penimbangan telur secara utuh setiap hari. Produksi massa telur (g) bobot telur⁻¹ekor⁻¹ diperoleh dengan mengalikan produksi telur dengan bobot telur.

Indeks telur dihitung dengan membagi panjang dan lebar telur. Persentase komponen telur (%) ditimbang setiap bobot komponen telur dan dikali 100. Warna kuning telur diukur menggunakan *roche yolk colour fan*. Tebal kerabang (mm) diperoleh dengan mengukur bagian tumpul, tengah dan lancip menggunakan jangka sorong. *Haugh Unit* dihitung dengan rumus (HU= 100 log [H + 7,57 - (1,7 × W0,37)]).

Analisis mineral tulang tibia menggunakan metode *asosiation of oficial analitical comunitities* (AOAC) (Principle dan Apparatus 2005), sampel tulang dihaluskan lalu ditimbang ± 2 – 10 g, dan dimasukkan ke dalam tanur selama 4 jam (550°C). Hasil pembakaran dari tanur ditambahkan HCL 3 M sebanyak 10 ml lalu dipanaskan di *hotplate* kurang lebih 10 menit. Larutan diukur pada *atomic absorption spectrophotometer* (AAS) untuk mineral Ca, sedangkan P diukur menggunakan spektrofotometer. Rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\frac{(\text{ppm sampel} - \text{ppm blanko}) \times \text{volume pengenceran} \times \text{faktor pengenceran}}{\text{bobot sampel (g)}}$$

Tabel 1 Komposisi dan kandungan ransum penelitian

Bahan pakan (%)	Komposisi
Jagung kuning	57,00
Dedak padi	1,50
Bungkil kedelai	21,41
Tepung ikan	7,04
CGM	2,80
Minyak kelapa sawit	1,00
DCP	0,20
CaCO ₃	8,00
NaCl	0,30
Premix 1)	0,50
L- lysine	0,10
DL- methionin	0,15
Jumlah	100
Kandungan nutrisi:	
Bahan kering (%)*	89,30
Gross energy (kkal kg ⁻¹)*	3034
Energi metabolis (kkal kg ⁻¹)**	2834
Protein (%)*	18,79
Serat kasar (%)*	1,75
Lemak (%)*	3,83
Calcium (%)*	2,84
Phospor (%)*	1,03
Lysin (%)**	1,31
Metionin (%)**	0,60
Metionin + sistin (%)**	0,93

*Hasil analisis laboratorium ITP IPB (2023), **Berdasarkan perhitungan formulasi menggunakan metode *trial and error* untuk kebutuhan puyuh fase *layer*. CGM = *corn gluten meal*, DCP = *Dicalcium Phosphate*, CaCO₃ = *Calcium Carbonate*, NaCl = *Sodium chloride*. 1) Tiap 10 kg premix mengandung Vitamin A 12.500 IU, vitamin D3 2.500 IU, vitamin E 10.00 mg, vitamin K3 2.000 mg, vitamin B1 2.000 mg, vitamin B2 4.000 mg, vitamin B6 1.000 mg, vitamin B12 12.000 mcg, vitamin C 40.000 mg, *niacin* 40.000 mg, *biotin* 200 mg, *l-arginine* 10.000 mg, *l-threonine* 15.000 mg, *DL-methionine* 50.000 mg, *l-lysine* 125.000 mg, *folic acid* 500 mg, *zinc* 70.000 mg, *ferros* 30.000 mg, Mn 60.000 mg, Cu 5.000 mg, *iodide* 200 mg, Se 200 mg, Co 200 mg.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri atas 4 perlakuan dan 4 ulangan dengan 10 ekor puyuh pada setiap ulangan. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA), hasil yang berbeda nyata diuji lanjut dengan uji Duncan (Steel dan Torrie 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Performa Puyuh

Data pengamatan hasil penelitian pengaruh pemberian ukuran partikel *limestone* berbeda dengan metode *split feeding* terhadap performa puyuh petelur disajikan pada Tabel 2.

Pemberian *limestone* menggunakan metode *split feeding* tidak berpengaruh nyata terhadap performa konsumsi pakan, produksi, bobot, massa telur dan mortalitas puyuh petelur, tetapi nyata ($p < 0,05$) mempengaruhi konversi pakan. Hal ini mengindikasikan bahwa selain sumber kalsium, performa unggas juga dipengaruhi oleh faktor nutrisi pakan lainnya seperti karbohidrat, protein lemak dan vitamin. Perlakuan ransum P3 [Pagi (25% LH): Sore (75% LK)] menghasilkan konversi paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah angka konversi pakan berarti kualitas pakan semakin baik. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel kasar memiliki kelarutan lebih lambat daripada partikel halus, sehingga dapat terus tersedia selama proses pembentukan telur berlangsung yang sebagian besar untuk kalsifikasi kerabang. Menurut Andrade *et al.* (2023), waktu retensi yang lebih lama dari partikel *limestone* yang lebih besar memungkinkan *limestone* untuk tetap berada dalam lingkungan asam untuk jangka waktu yang lebih lama, di mana keasaman akan meningkatkan peluang untuk memisahkan CaCO_3 menjadi Ca^{2+} , sehingga menghasilkan lebih banyak kalsium yang tersedia untuk diserap.

Konsumsi pakan yang tidak berbeda nyata dalam penelitian ini diduga dipengaruhi oleh kandungan nutrisi yang relatif sama pada setiap pakan yang diberikan. Menurut Nusi *et al.* (2021) bahwa konsumsi pakan puyuh normal berkisar 17,50 – 29,63g ekor⁻¹ hari⁻¹ pada masa periode produksi sampai afkir. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi pakan dalam penelitian ini masih berada dalam kisaran normal.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pakan P3 (25%LH dan 75%LK) tidak berbeda nyata terhadap produksi, bobot telur dan masa telur puyuh. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian *limestone* ukuran kasar sebanyak 75% pada ransum P3 belum mampu menyediakan kalsium yang tinggi selama proses pembentukan telur, kondisi ini tidak sejalan dengan kandungan kalsium (Ca) dan fosfor (P) pada tulang medula diakhir penelitian ini. Menurut Rathnayaka *et al.* (2020), ukuran partikel kalsium pada pakan unggas petelur merupakan faktor penting yang mempengaruhi bioavailabilitas kalsium. Hal ini berkaitan erat dengan fungsi ukuran partikel *limestone* kasar yang membantu proses pencernaan di *gizzard* dalam mencerna pakan sehingga termetabolisme lebih cepat saat proses pembentukan telur terjadi dan memasok ketersediaan kalsium yaitu sebagian besar terdeposit ke tulang medula unggas (Galea 2015). Kelarutan *limestone* juga diduga menurun karena peningkatan dramatis konsumsi air akibat suhu tinggi dalam penelitian ini, sehingga menghasilkan efek pengenceran pada sistem pencernaan unggas dan menyebabkan kondisi pH basa di saluran usus halus meningkat (Holloway dan Pritchard 2017). Bobot telur dalam penelitian ini berkisar antara 9,89 - 10,21g dan secara umum masih berada dalam kisaran normal. Hal ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya, menyatakan bahwa secara umum bobot telur puyuh berkisar 10g butir⁻¹ atau sekitar 7-8% dari bobot badan (Ali *et al.* 2022). Jenis ransum yang diberikan dan jumlah pakan yang dikonsumsi puyuh relatif sama dalam penelitian ini. Mortalitas dalam penelitian ini disebabkan oleh ternak yang terinjak-injak dan volume telur yang terlalu besar, karenanya saluran reproduksi terdorong keluar tubuh puyuh dan mengakibatkan kematian. Menurut Ray *et al.* (2013), prolapsus sering ditemukan pada unggas petelur dan merupakan penyakit serius yang memicu rendahnya produktivitas dan hal ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti gangguan hormonal, kanibalisme, manajemen lingkungan, nutrisi pakan, faktor patologis dan faktor lainnya.

Kualitas Fisik Telur

Data hasil penelitian pengaruh pemberian ukuran partikel *limestone* berbeda dengan metode *split feeding* terhadap nilai fisik telur puyuh disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2 Rata-rata performa puyuh selama penelitian (umur 18-23 minggu)

Peubah	Perlakuan				P- Value
	P0	P1	P2	P3	
Konsumsi pakan (g ekor ⁻¹ hari ⁻¹)	19,61 ± 0,95	19,60 ± 1,39	18,96 ± 1,91	19,08 ± 1,19	0,87
Produksi telur (%)	29,57 ± 7,55	27,34 ± 9,40	34,44 ± 9,84	40,04 ± 7,35	0,21
Bobot telur (g)	10,20 ± 0,36	9,94 ± 0,54	10,11 ± 0,33	9,97 ± 0,25	0,75
Massa telur (g ekor ⁻¹ hari ⁻¹)	3,04 ± 0,80	2,72 ± 0,80	3,48 ± 1,02	4,01 ± 0,73	0,21
Konversi pakan	7,69 ± 2,26 ^{ab}	9,41 ± 2,41 ^b	6,62 ± 1,88 ^{ab}	5,25 ± 1,14 ^a	0,06
Mortalitas (%)	0,00 ± 0,00	1,00 ± 0,82	1,25 ± 0,96	1,00 ± 1,41	0,30
Konsumsi pakan (g ekor ⁻¹ hari ⁻¹)	19,61 ± 0,95	19,60 ± 1,39	18,96 ± 1,91	19,08 ± 1,19	0,87

Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$), P0 = Pagi (25% LH : 25% LK) : Sore (25% LH : 25% LK), P1 = Pagi (75% LH) : Sore (25% LK), P2 = Pagi (50% LH) : Sore (50% LK), P3 = Pagi (25% LH) : Sore (75% LK).

Data pada Tabel 3, menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap persentase putih, kuning, kerabang, tebal kerabang, warna kuning telur dan haugh unit. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan nutrisi pakan yang diserap puyuh relatif sama dalam penelitian ini. Menurut Argo *et al.* (2013), bahwa berat telur, putih telur, kuning telur dan haugh unit dipengaruhi oleh protein, lemak dan asam amino esensial yang terkandung dalam ransum. Warna kuning telur dipengaruhi zat-zat yang terkandung dalam ransum, seperti xanthofil, beta caroten, klorofil dan cytosan.

Pemberian ransum P1 (Pagi (75% LH) : Sore (25% LK) nyata ($p < 0,05$) meningkatkan angka indeks telur dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0). Hal ini menunjukkan bahwa metode *split-feeding* mampu meningkatkan nilai indeks telur. Artinya, kolaborasi antara *limestone* halus dan kasar mampu menyediakan pasokan kalsium selama proses sintesis telur berlangsung pada masa produksi puyuh.

Indeks telur digunakan untuk mengetahui bentuk telur yang baik sebagai syarat telur tetas. Taşkin *et al.* (2015) menyatakan bahwa, berbeda dengan bobot telur, peningkatan indeks telur dapat berdampak buruk pada kinerja penetasan dan daya tetas, dimana telur dengan berat berkisar 9-11g memiliki indeks telur normal berkisar antara 70% - 85%. Indeks telur dalam penelitian ini berkisar antara 77,62% - 82,29%, dan masih bisa dikatakan berada dalam kisaran normal. Telur yang relatif panjang dan agak sempit (lonjong) pada berbagai ukuran memiliki indeks telur yang rendah dan telur yang relatif pendek dan lebar (hampir bulat) memiliki indeks telur yang tinggi dalam penelitian ini. Menurut Sudrajat *et al.* (2015), setiap puyuh menghasilkan bentuk telur yang khas karena bentuk telur merupakan sifat yang diwariskan.

Perlakuan tidak mempengaruhi tebal kerabang dalam penelitian ini, hal ini diduga karena adanya perubahan karakteristik penurunan kadar kalsium selama proses kalsifikasi kerabang yang dapat disebabkan oleh kondisi internal maupun eksternal selama pemeliharaan. Saraswati (2017), menyatakan bahwa kadar kalsium dalam ransum yang dikonsumsi unggas dipengaruhi oleh absorpsi kalsium pada saluran pencernaan, ekskresi urin dan feses serta resorpsi kalsium tulang, serta untuk menjaga keseimbangan proses-proses tersebut diperlukan peran hormon paratiroid, vitamin D dan

kalsitonin. Meskipun demikian, ternak yang diberi ransum P3 = Pagi (25% LH) : Sore (75% LK) lebih tebal kerabangnya dan secara umum masih bisa dikategorikan berada dalam kisaran normal, dilihat dari kekuatan dan ketahanan kerabangnya saat *packing* dan pengangkutan telur selama penelitian. Hervo *et al.* (2019) menyatakan bahwa selain ukuran partikel yang berpengaruh terhadap pencernaan Ca dan P, rasio campuran $CaCO_3$ harus mengandung partikel 33% - 66% lebih besar untuk kualitas kerabang telur yang lebih baik.

Ca dan P Tulang Tibia

Pada Tabel 4 terlihat pengaruh pemberian ukuran partikel *limestone* berbeda dengan metode *split feeding* terhadap kandungan kalsium (Ca) dan Phospor (P) tulang tibia puyuh. Tibia merupakan tulang yang paling sensitif untuk menentukan persentase mineral tulang. Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kandungan Ca dan P tulang tibia puyuh. Semakin tinggi proporsi pemberian *limestone* berukuran kasar (1mm) pada sore hari, maka deposit Ca dan P dalam tulang tibia semakin meningkat, artinya penyimpanan Ca dan P dalam tulang medula juga meningkat.

Menurut Andrade *et al.* (2023), tulang medula mewakili 10% - 12% total tulang dari kerangka unggas yang berfungsi sebagai *reservoir* kalsium untuk pembentukan kerabang telur, selama periode gelap saat pembentukan kerabang terjadi, kalsium disuplai oleh tulang medula. Nys *et al.* (2021), menyatakan bahwa sekitar 30% - 40% kalsium terdeposit ke cangkang telur disuplai oleh tulang medula, ketika kalsium dari pakan kadarnya kurang dari 2,0%.

Sejauh ini belum diketahui pasti kisaran dari kandungan Ca dan P tulang tibia normal puyuh petelur umur 23 minggu. Beberapa penelitian sebelumnya melaporkan bahwa kandungan Ca dan P puyuh petelur umur 17 minggu berkisar antara 10,46% - 12,06% dan 7,39% - 9,02% (Hermana *et al.* 2013). Hasil penelitian Ribeiro *et al.* (2016), menunjukkan bahwa kandungan Ca dan P tulang tibia puyuh petelur umur 48 minggu berkisar 37,6% - 39,1% dan 20,9% - 22,2%. Hal ini menunjukkan bahwa beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kandungan Ca dan P tulang tibia puyuh petelur antara lain, umur ternak, manajemen pakan dan

Tabel 3 Rata-rata nilai fisik telur puyuh penelitian (umur 18-23 minggu)

Peubah	Perlakuan				P- Value
	P0	P1	P2	P3	
Putih telur (%)	55,70 ± 1,61	56,31 ± 1,31	57,29 ± 1,80	57,49 ± 1,59	0,37
Kuning telur (%)	35,25 ± 1,84	34,04 ± 2,10	33,10 ± 3,10	32,94 ± 2,20	0,51
Kerabang (%)	9,06 ± 1,07	9,66 ± 1,01	9,61 ± 1,54	9,57 ± 1,24	0,89
Tebal kerabang (mm)	0,160 ± 0,02	0,150 ± 0,03	0,160 ± 0,03	0,170 ± 0,01	0,59
Skor warna kuning	8,50 ± 0,58	8,50 ± 0,58	8,75 ± 0,50	8,75 ± 0,50	0,84
Haugh unit	87,14 ± 1,43	87,95 ± 2,51	86,60 ± 2,32	88,46 ± 1,77	0,60
Indeks telur (%)	79,64 ± 1,61 ^b	82,29 ^a ± 2,27	77,62 ± 1,73 ^b	78,88 ± 0,73 ^b	0,01

Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$), P0 = Pagi (25% LH) : Sore (25% LH) : Sore (25% LH) : Sore (25% LK), P1 = Pagi (75% LH) : Sore (25% LK), P2 = Pagi (50% LH) : Sore (50% LK), P3 = Pagi (25% LH) : Sore (75% LK). *Rata-rata uji nilai fisik telur umur 20 dan 22 minggu.

Tabel 4 Rata-rata kandungan mineral kalsium (Ca) dan fosfor (P) pada tulang tibia puyuh akhir penelitian (umur 23 minggu)

Peubah	Perlakuan				P- Value
	P0	P1	P2	P3	
Kalsium (%)	29,20 ± 0,06 ^d	33,98 ± 0,56 ^c	40,01 ± 0,62 ^b	46,84 ± 0,49 ^a	0,00
Phospor (%)	6,49 ± 0,16 ^d	7,52 ± 0,13 ^c	8,62 ± 0,32 ^b	10,06 ± 0,36 ^a	0,00

Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$), P0 = Pagi (25% LH : 25% LK) : Sore (25% LH : 25% LK), P1 = Pagi (75% LH) : Sore (25% LK), P2 = Pagi (50% LH) : Sore (50% LK), P3 = Pagi (25% LH) : Sore (75% LK).

rasio pemberian kalsium. Menurut Waters *et al.* (2024), volume tulang serta akumulasi dari *medullary bone* lebih tinggi pada unggas yang mengonsumsi *limestone* partikulat daripada bentuk bubuk. Sementara Wistedt *et al.* (2019), melaporkan bahwa suplementasi kalsium dengan waktu retensi usus lebih lama menghasilkan peningkatan kekuatan tulang tibia dan persentase mineral tulang.

SIMPULAN

Pemberian kalsium dengan rasio 25% (pagi) dan 75% (sore) menghasilkan efisiensi penggunaan ransum dan deposit mineral Ca dan P dalam tulang tibia tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali D, Novieta ID, Fitriani F & Mubarak Z S. 2022. Produksi dan bobot telur puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) dengan penambahan tepung daun pepaya (*Carica Papaya L.*) sebagai pakan alternatif. *Anoa Journal of Animal Husbandry*. 1(2):58-63. doi:10.24252/anoa.v1i2.28270.
- Andrade KG, Cruz FK, Kaneko IN, Nascimento MC, Iwaki LCV & Santos TC. 2023. Daily egg-cycle in Japanese Quail: Serum biochemistry, bones, and oviduct Changes. *Revista Brasileira Ciencia Avicola/ Brazilian Journal Poultry Science*. 25(2). doi:10.1590/1806-9061-2021-1599.
- Aruan TM, Burhanuddin H & Rusmana D. 2015. Pengaruh penggunaan tepung buah mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) dalam ransum terhadap retensi kalsium dan fosfor pada puyuh petelur (*Coturnix Coturnix Japonica*). *Journal unpad*. 1(2):2-5
- Arum MSC, Suprijatna E & Sarjana TA. 2020. Pengaruh pemberian aditif pakan berupa kombinasi kulit singkong (*Manihot esculenta L.*) dengan bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*). *Bioma Journal Ilmiah Biologi* siap terbit. <http://103.98.176.9/index.php/bioma/article/view/6037/0>.
- Bossolani I, Lima LF, Alfonso KA, De MJ, De DS, Santos O. 2018. Feeding time under performance and eggs quality of quails in production. *Revista Brasileira. Saúde Production Animal Salvador*. 19(1):136-143
- Chen C, Turner B, Applegate TJ, Litta G, Kim WK. 2020. Role of long-term supplementation of 25-hydroxyvitamin D3 on laying hen bone 3-dimensional structural development. *Poultry Science Journal*. 99(11):5771-5782. doi:10.1016/j.psj.2020.06.080.
- Galea F. 2015. Split feeding – the concept and benefit for laying hens. *International Poultry Production*. 23(1):21-23.
- Hermana W, Toharmat T, Manalu W. 2013. Pemberian tepung daun katuk dan murbei dalam pakan terhadap ukuran dan kandungan mineral tulang tibia puyuh petelur. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 18(3): 227-232. DOI: 10.14334/jitv.v18i3.325.
- Hervo F, Narcy A & Nys Y. 2019. Effect of limestone particle size on performance, eggshell quality, bone strength, and in vitro / in vivo solubility in laying hens: a meta-analysis approach. *Poultry Sciences*. 101(4):101686. doi.org/10.1016/j.psj.2021.101686
- Holloway PH & Pritchard DG. 2017. Effects of ambient temperature and water vapor on chamber pressure and oxygen level during low atmospheric pressure stunning of poultry. *Poultry Science*. 96(8):2528-2539. doi:10.3382/ps/pex066.
- Lase HG, Sujana E & Indrijani H. 2016. Petelur betina silangan warna bulu coklat dan hitam di pusat pembibitan puyuh universitas Padjajaran growth performance (*Coturnix coturnix japonica*) laying quail brown crossing black feather quail. *Jurnal Peternakan Universitas Padjajaran*. 2(1):1-7.
- Latif S, Suprijatna E & Sunarti D. 2017. Performans produksi telur puyuh yang diberi ransum tepung limbah udang fermentasi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternak*. 27(3):44-53. doi:10.21776/ub.jiip.2017.027.03.06.
- Mercan C. 2022. The effects of rations containing *ad libitum* limestone grit with whole flaxseed on quails performance, egg quality, and blood parameters. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 46(2):201-208. doi:10.55730/1300-0128.4167.
- Molnár A, Maertens L, Ampe B, Buyse J, Zoons J & Delezie E. 2018. Effect of different split-feeding treatments on performance, egg quality, and bone quality of individually housed aged laying hens. *Poultry Science*. 97(1):88-101. doi:10.3382/ps/pex255.
- National Research Council. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th rev. ed. Washington DC (US): National Academy Press.
- Nusi A, Zainudin S & Datau F. 2021. Penggunaan tepung jeroan ikan cakalang. *Jambura Journal of Animal Science*. 4(1):53-59.
- Principle A & Apparatus B. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC international 18th Edition. *AOAC*
- Rathnayaka RMDB, Mutucumarana RK & Andrew MS. 2020. Free-choice feeding of three different dietary calcium sources and their influence on egg quality parameters of commercial layers. *Journal of Agricultural Sciences-Srilanka*. 15(1):50-62.
- Ray S, Swain PS, Amin RUL, Nahak AK, Sahoo SK, Rautray AK & Mishra A. 2013. Prolapse in laying hens: Its pathophysiology and management: a Review. *Indian Journal of Animal Production and Management*. 29(3-4):17-24.
- Resmi, Heru H, W. A S & Maksudi, W S. 2018. Pertumbuhan ternak puyuh (*Coturnix-coturnix japonica*) yang diberi bungkil kepayang (*Pangium edule reinw*). *Prosiding Seminar Nasional. Jambi (ID): Fakultas Pertanian Universitas Jambi*
- Ribeiro CLNI, Barreto SLTII, Reis RS, Muniz JCL, Viana GS, Ribeiro J VIII, Mendonça MO, Ferreira RC & DeGroot AA. 2016. The Effect of calcium and available phosphorus levels on performance, egg quality and bone characteristics of Japanese Quails at end of the egg-production phase. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 18: 33-39
- Rodríguez Navarro AB, Madero S, Greiner M, Rodríguez-Jimenez PA, Schmahl WW, & Jiménez-López C. 2023. Effect of heating on avian (Cortical and Medullary) bone chemistry, mineralogy and structural organization. *Crystal Growth and Design*. 23(11):7841-7852. doi:10.1021/acs.cgd.3c00648.
- Rushafarani Y, Sumiati & Nahrowi. 2023. Kecernaan kalsium dan fosfor, pH gizzard, kadar air ekskreta dan digesta pada ayam petelur yang diberi ukuran partikel batu kapur berbeda dan enzim fitase. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 21(2):130-136. doi:10.29244/jintp.21.2.130-136.
- Saki A, Rahmani A & Yousefi A. 2019. Calcium particle size and feeding time influence egg shell quality in laying hens. *Acta Scientiarum Animal Science*. 41(1):e42926. doi: 10.4025/actascianimsci.v41i1.42926

- Saraswati TR. 2017. Absorpsi dan metabolisme kalsium pada puyuh (*Coturnix-coturnix Japonica*) the calsium absorption and metabolism of quail (*Coturnix-coturnix Japonica*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 2:178-186. ejournal2.undip.ac.id/index.php/baf/index.
- Sudrajat D, Kardaya D, Dihansih E & Puteri S. 2015. Production performance of quails given chromium organic in ration. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 19(4). doi:10.14334/jitv.v19i4.1094.
- Taşkin A, Karadavut U, çayan H, Genç S & Coskun I. 2015. Determination of small Variation effects of egg weight and shape index on fertility and hatching rates in Japanese Quail (*Coturnix coturnix Japonica*). *Journal Selçuk University Natural and Applied Science*. 4 June:73-83.
- Wistedt A, Ridderstråle Y, Wall H & Holm L. 2019. Age-related changes in the shell gland and duodenum in relation to shell quality and bone strength in commercial laying hen hybrids. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 61(1):1-14. doi:10.1186/s13028-019-0449-1.