

Pertumbuhan dan Somatometri Puyuh (*Coturnix Coturnix Japonica*) Setelah Pemberian Imbuhan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dalam Pakan

Growth and Somatometric Characteristics of Quail (*Coturnix coturnix japonica*) Following Dietary Supplementation with Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) Leaf Powder

Rofiqoh, Kasiyati, Sunarno*, Muhammad Anwar Djaelani

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Jacob Rais, UNDIP Tembalang, Semarang 50275

*Email: sunarno@lecturer.undip.ac.id

Diterima 4 Januari 2026 / Disetujui 10 Juni 2026

ABSTRAK

Daun kelor mengandung nutrisi yang berperan dalam mendukung pertumbuhan serta penampilan produksi unggas. Perbedaan ukuran dan bentuk tubuh unggas mencerminkan variasi fisiologis yang dapat diukur melalui parameter somatometri. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan tepung daun kelor dalam pakan terhadap pertumbuhan dan somatometri puyuh, dengan variabel pengamatan meliputi bobot badan, panjang tubuh, panjang sayap, tibia, tarsometatarsus, dan paruh. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan: P0 (100% pakan standar), P1 (97,5% pakan standar + 2,5% tepung daun kelor), P2 (95% + 5%), P3 (92,5% + 7,5%), dan P4 (90% + 10%). Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Pemberian pakan dilakukan secara *ad libitum* pada pagi dan sore hari. Analisis data menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan tepung daun kelor tidak menghasilkan perbedaan signifikan ($P > 0,05$) terhadap seluruh variabel yang diamati. Simpulan dari penelitian ini menyatakan bahwa penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dalam pakan puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) pada fase grower hingga awal produksi telur tidak menimbulkan dampak negatif terhadap pertumbuhan maupun parameter somatometri.

Kata kunci: nutrisi, unggas, fase grower, telur, ad libitum

ABSTRACT

Moringa leaves contain nutrients that support poultry growth and production performance. Differences in body size and shape among poultry reflect physiological variations that can be measured through somatometric parameters. This study aimed to evaluate the effects of dietary supplementation with Moringa leaf powder on the growth and somatometric characteristics of quail. Observed variables included body weight, body length, wing length, tibia length, tarsometatarsus length, and beak length. The experiment used a Completely Randomized Design (CRD) with five treatments: P0 (100% standard feed), P1 (97.5% standard feed + 2.5% Moringa leaf powder), P2 (95% + 5%), P3 (92.5% + 7.5%), and P4 (90% + 10%). Each treatment was replicated three times. Feed was provided *ad libitum* in the morning and afternoon. Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) at a 5% significance level. Results showed that Moringa leaf powder supplementation did not significantly affect ($P > 0.05$) any observed variable. It was concluded that dietary inclusion of Moringa leaf powder in quail during the grower to early egg-production phase did not adversely affect growth or somatometric parameters.

Keywords: nutrient, poultry, grower phase, egg, ad libitum

PENDAHULUAN

Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) merupakan unggas yang banyak dibudidayakan, baik secara komersial maupun sebagai usaha sampingan. Budidaya puyuh di Indonesia telah dimulai sejak 1979, dan pada tahun 2021 populasinya mencapai lebih dari 15 juta ekor dengan produksi telur sebesar 25,28 ton (Dirjennakeswan, 2021). Puyuh diminati karena produktivitas telur yang tinggi, perawatannya mudah, ukuran tubuh kecil (135–145 g), serta tidak memerlukan lahan luas (Subekti, 2012). Sebagai unggas *dual purpose*, puyuh menghasilkan telur dan daging, dengan jumlah telur mencapai 250-300 butir setiap tahun dan konsumsi pakan sekitar 25 g/ekor/hari (Widodo, 2018).

Pertumbuhan puyuh membutuhkan energi untuk pemeliharaan tubuh, aktivitas fisik, dan pembentukan jaringan baru (Widyastuti *et al.*, 2014). Pertumbuhan ditentukan oleh ketersediaan protein yang cukup untuk mendukung perkembangan otot, hormon, dan darah. Asupan protein yang mencukupi menjaga proses metabolisme tetap optimal (Panjaitan *et al.*, 2012), sementara kekurangan energi dalam pakan dapat menurunkan berat badan akibat terganggunya fungsi dasar tubuh (Khoir dkk., 2021). Kualitas pakan yang seragam cenderung memberikan efek pertumbuhan yang serupa antar individu (Utomo *et al.*, 2014).

Perbedaan ukuran dan bentuk tubuh unggas dapat diukur melalui somatometri, yaitu teknik pengukuran morfologi tubuh pada hewan berukuran kecil hingga sedang (Suryawan *et al.*, 2017). Parameter somatometri yang diamati pada puyuh meliputi berat tubuh, panjang tubuh, panjang sayap, serta ukuran tulang tibia, tarsometatarsus, dan paruh. Somatometri sendiri merupakan cabang dari morfometri yang mempelajari perbedaan bentuk dan ukuran tubuh melalui pengukuran struktur kerangka maupun organ tubuh lainnya (Sembiring *et al.*, 2012). Efisiensi pakan sangat bergantung pada fungsi saluran pencernaan yang optimal. Upaya peningkatan efisiensi pakan dapat dilakukan tanpa mengganggu produktivitas ternak, salah satunya melalui penambahan feed additive (Lokapirnasari, 2017). *Feed additive* adalah

zat tambahan dalam ransum yang diberikan dalam jumlah kecil untuk meningkatkan nilai nutrisi dan menunjang kebutuhan fisiologis tertentu (Saputra *et al.*, 2016).

Seiring meningkatnya kebutuhan akan *feed additive* yang aman bagi kesehatan ternak dan lingkungan, penggunaan bahan tambahan alami seperti produk herbal mulai dikembangkan. Tanaman herbal dan ekstraknya diketahui memiliki berbagai aktivitas biologis yang bermanfaat bagi unggas, termasuk sebagai antibakteri, antiparasit, antivirus, dan antioksidan (Lokapirnasari, 2017). Tanaman rempah dan obat termasuk komoditas pertanian yang berpotensi tinggi untuk dikembangkan. Masih banyak spesies tumbuhan yang memiliki manfaat herbal namun belum dimanfaatkan secara optimal (Purba *et al.*, 2018), seperti kelor (*Moringa oleifera* Lam.) yang berpotensi menjadi bahan tambahan pakan alami (Melo *et al.*, 2013).

Daun kelor mengandung nutrisi penting seperti protein, vitamin, dan mineral dalam jumlah tinggi, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai aditif pakan ternak (Aminah *et al.*, 2015). Kandungan tersebut mendukung kualitas pakan, pertumbuhan, daya cerna, kekebalan tubuh, dan kualitas karkas. Selain itu, daun kelor mudah diperoleh sehingga layak dijadikan sumber pakan alternatif. Burung puyuh seperti unggas lainnya membutuhkan mineral makro (Ca, P, Na, K, Cl) dan mikro (Fe, Zn, Mn, dll.) dalam ransumnya (Slamet, 2014). Mineral kalsium (Ca) dan fosfor (P), penting untuk pertumbuhan tulang dan pembentukan kulit telur, sementara mineral mikro mendukung metabolisme (Ridla, 2014). Kalsium juga berperan dalam proses osifikasi melalui kerja osteoblas dan osteoklas untuk membentuk dan menjaga keseimbangan tulang (Wulandari *et al.*, 2015).

Kandungan senyawa antioksidan dan zat esensial dalam daun kelor menjadikannya sebagai pilihan potensial dalam formulasi pakan alternatif guna menunjang produktivitas ternak. Suplementasi air minum dengan larutan daun kelor konsentrasi 10% terbukti dapat mempercepat pertambahan berat badan, meningkatkan efisiensi penggunaan ransum, serta menjaga kelangsungan hidup puyuh (Rohman *et al.*,

2018). Pada broiler, penggunaan tepung daun kelor terfermentasi 5% juga menunjukkan peningkatan bobot karkas secara signifikan (Manihuruk *et al.*, 2018). Kandungan nutrisi dan antioksidan pada daun kelor berkontribusi dalam mendukung pertumbuhan, perbaikan jaringan, dan peningkatan biomassa tubuh (Alifah dkk., 2020). Evaluasi lebih lanjut terkait penambahan tepung daun kelor pada pakan dibutuhkan untuk memahami pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan karakteristik somatometri puyuh, seperti bobot badan, panjang tubuh, sayap, tibia, tarsometatarsus, dan paruh.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Studi ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga ulangan. Setiap ulangan terdiri atas tiga ekor puyuh. Desain perlakuan disajikan pada Tabel 1. Perlakuan meliputi: P0 sebagai kontrol dengan pemberian 100% pakan standar; P1 terdiri dari 97,5% pakan standar dan 2,5% tepung daun kelor; P2 mengandung 95% pakan

standar serta 5% tepung daun kelor; P3 memadukan 92,5% pakan standar dengan 7,5% tepung daun kelor; dan P4 berupa kombinasi 90% pakan standar dengan 10% tepung daun kelor.

Persiapan Penelitian

Kandang *battery* berukuran 100 × 80 × 30 cm dibersihkan dengan air mengalir, disikat, dikeringkan di bawah sinar matahari, lalu disemprot desinfektan. Sebanyak 45 ekor puyuh betina umur 4 minggu digunakan sebagai hewan uji dan diaklimatisasi selama 7 hari sebelum perlakuan. Tiap kandang diisi tiga ekor puyuh, masing-masing diberi penanda kaki menggunakan kabel ties berwarna. Pemeliharaan dilakukan di lingkungan terbuka dengan akses pakan dan air minum diberikan secara *ad libitum*. Pakan memiliki bentuk *crumble* yang diformulasikan dari pakan standar dengan tambahan tepung daun kelor sesuai perlakuan, dan diberikan sebanyak dua kali sehari pada pagi dan sore. Komposisi bahan pakan serta kandungan nutrisinya ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi bahan pakan puyuh

Bahan Pakan	Konsentrasi Tepung Daun Kelor (%)				
	0	2,5	5	7,5	10
Pakan standar (%)	100	97,5	95	92,5	90
Tepung daun kelor (%)	0	2,5	5	7,5	10
Total	100	100	100	100	100

Tabel 2. Kandungan nutrisi pakan setelah penambahan tepung daun kelor hasil analisis laboratorium

Bahan Pakan	Konsentrasi Tepung Daun Kelor (%)				
	0	2,5	5	7,5	10
Energi metabolis (Kkal)	2831,2	2851,3	2866,7	2872,4	2887,2
Karbohidrat (%)	49,76	48,63	48,76	48,89	48,92
Protein (%)	17,64	18,16	18,44	18,56	18,87
Lemak (%)	7,12	7,66	7,78	7,88	7,95
Kalsium (%)	1,97	2,32	2,43	2,67	2,88
Fosfat (%)	1,36	1,45	1,62	1,77	1,89
Serat Kasar (%)	4,13	4,35	4,65	4,78	4,92

Pengukuran variabel penelitian

Parameter yang diamati meliputi berat badan, panjang tubuh, panjang sayap, panjang tulang tibia, tarsometatarsus, serta panjang paruh puyuh. Pengukuran dilakukan pada hari ke-41, 55, dan 76 masa pemeliharaan. Penimbangan berat badan menggunakan timbangan digital, sedangkan panjang tubuh diukur dari pangkal leher hingga ujung tulang ekor, sedangkan panjang sayap dilakukan pengukuran dari pangkal hingga ujung bulu terluar dalam posisi terbentang. Panjang tibia dan tarsometatarsus masing-masing diukur dari pangkal hingga ujung tulang kaki menggunakan pita ukur. Panjang paruh diukur menggunakan kaliper dalam kondisi tertutup.

Analisis Data

Proses analisis diawali dengan pengujian normalitas dan homogenitas data. Berdasarkan hasil pengujian, data menunjukkan sebaran normal dan bersifat homogen, sehingga dapat dilanjutkan ke tahap analisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada tingkat signifikansi 5% untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) tidak dilakukan apabila ANOVA tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Seluruh analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) versi 25.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji ANOVA terhadap parameter somatometri menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$) pada seluruh variabel yang diamati, meliputi rata-rata bobot badan, panjang tubuh, panjang sayap, tulang tibia, tarsometatarsus, dan panjang paruh (Tabel 3 dan Tabel 4). Penambahan tepung daun kelor ke dalam pakan diberbagai tingkat konsentrasi tidak memberikan efek peningkatan terhadap ukuran somatometri dari masing-masing variabel penelitian tersebut.

Rerata bobot badan puyuh tidak menunjukkan perbedaan signifikan antara kelompok kontrol dan

perlakuan. Temuan ini mengindikasikan bahwa penambahan tepung daun kelor dalam kisaran 2,5% hingga 10% tidak memberikan efek peningkatan terhadap bobot badan puyuh. Puyuh mengalami tiga fase pertumbuhan, *starter* (1-21 hari), *grower* (22-42 hari), dan *layer* (43 hari ke atas) (Kaselung *et al.*, 2014). Hewan uji dalam penelitian ini berada di akhir fase *grower* dan awal fase produksi telur. Bobot badan puyuh umur 41-76 hari berkisar 125-186 g, sesuai dengan Wheindrata (2014) yang menyebutkan bahwa bobot puyuh umur 42 hari sekitar 120 g/ekor, dan pada fase dewasa kelamin sekitar 150–160 g/ekor. Pakan dengan kadar nutrisi normal cenderung tidak memengaruhi kinerja pencernaan dan penyerapan secara signifikan. Menurut Rossida *et al.* (2019), kadar nutrisi dan serat kasar normal hanya memengaruhi aktivitas enzim seperti amilasi, lipase, dan tripsin, namun tidak meningkatkan ketersediaan hasil pencernaan. Dampaknya, zat esensial, seperti asam amino, asam lemak, karbohidrat reduksi, dan gliserol hanya mencukupi kebutuhan metabolik dasar dan tidak mendukung pembentukan jaringan lebih lanjut.

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa penambahan tepung daun kelor dalam pakan tidak memberikan pengaruh yang signifikan ($P > 0,05$) terhadap peningkatan bobot badan, panjang badan, panjang sayap, tibia, tarsometatarsus, dan paruh puyuh usia 41-76 hari. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian imbuhan tepung daun kelor tidak mengganggu proses fisiologis seperti absorpsi pakan, pemanfaatan energi, maupun fungsi tubuh secara normal. Selama masa pertumbuhan, pakan digunakan untuk pembelahan dan pembesaran sel, serta deposisi material organik pada jaringan tubuh. Namun, pada penelitian ini, proses tersebut berlangsung seragam pada seluruh kelompok, sehingga tidak berdampak signifikan pada pertambahan bobot maupun ukuran somatometri puyuh.

Pertambahan bobot badan merupakan indikator pertumbuhan puyuh yang dipengaruhi oleh konsumsi pakan, lingkungan, dan genetik yang relatif seragam. Nutrisi dan serat dalam pakan berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan produktivitas unggas

(Has *et al.*, 2014). Namun, nutrisi yang seimbang saja belum tentu berdampak nyata pada peningkatan biomassa tubuh. Pada masa produksi, penambahan

bobot badan puyuh melambat karena energi pakan lebih banyak dialirkan untuk sintesis telur, bukan pertumbuhan jaringan tubuh.

Tabel 3. Rata-rata bobot badan, panjang badan, dan sayap puyuh umur 41, 55, dan 76 hari setelah penambahan tepung daun kelor ke dalam pakan.

Variabel Somatometri	Perlakuan	Hasil Pengukuran ($\bar{X} \pm SD$)		
		41 hari	55 hari	76 hari
Bobot Badan (g)	P0	145±5,09	159±6,35	169±8,14
	P1	148±9,16	168±7,03	174±7,36
	P2	140±6,75	159±8,98	166±10,23
	P3	145±13,5	154±14,1	169±16,19
	P4	145±10,86	162±9,56	168±8,55
Panjang Badan (cm)	P0	11,48±0,37	12,32±0,60	13,20±0,65
	P1	11,42±0,37	12,27±0,45	12,83±0,29
	P2	11,80±0,49	12,40±0,32	12,77±0,47
	P3	11,87±0,41	12,27±0,40	12,80±0,35
	P4	11,63±0,34	12,15±0,12	12,80±0,26
Panjang Sayap (cm)	P0	4,73±0,63	5,90±0,28	6,60±0,73
	P1	4,88±0,63	6,03±0,24	6,28±0,26
	P2	5,27±0,41	5,92±0,10	6,33±0,29
	P3	5,45±0,18	5,68±0,29	6,33±0,12
	P4	5,25±0,26	6,03±0,15	6,35±0,21

Keterangan: Tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antar perlakuan ($P>0,05$). P0: pakan kontrol; P1–P4: pakan dengan tambahan tepung daun kelor sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Data disajikan sebagai rata-rata \pm standar deviasi (SD).

Temuan penelitian ini menjelaskan bahwa penambahan tepung daun kelor tidak menimbulkan perbedaan yang signifikan terhadap bobot badan, panjang badan, panjang sayap, tibia, tarsometatarsus, dan paruh. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi dan absorpsi nutrisi, serta laju metabolisme dan pembentukan jaringan tubuh, cenderung normal. Beberapa faktor yang mungkin berperan antara lain kandungan nutrisi dan senyawa bioaktif dalam tepung daun kelor serta fase pertumbuhan puyuh saat perlakuan diberikan. Menurut Lokapirnasari (2017), kebutuhan nutrisi puyuh periode produksi meliputi energi metabolis minimal 2800 Kkal/kg, protein 18-22%, lemak maksimal 7%, kalsium 2,5-3,5%, dan serat kasar maksimal 7%. Sementara menurut Wulandari *et al.* (2015), kadar karbohidrat dalam pakan sebesar 41,20%, kandungan fosfat dalam bahan pakan juga berada dalam kisaran normal (0,4-1,00%) dan berperan penting bersama kalsium dalam

pembentukan tulang.

Pakan terdiri atas senyawa kompleks seperti karbohidrat, protein, dan lemak yang dimetabolisme menjadi produk buangan berupa CO₂ dan air. Pencernaan karbohidrat dimulai di mulut oleh enzim amilase, dilanjutkan di usus halus oleh enzim maltase, laktase, dan sukrase yang mengubah disakarida menjadi monosakarida. Glukosa dan monosakarida lainnya diserap usus, digunakan sebagai energi, dan kelebihanannya disimpan sebagai glikogen atau lemak tubuh (Sjofjan dkk., 2019). Proses ini tidak berdampak nyata pada ukuran somatometri dan bobot badan puyuh. Protein dalam makanan belum mengalami pencernaan saat berada di dalam rongga mulut.

Proses pencernaan protein dimulai di lambung, ketika enzim pepsin dan asam klorida (HCl) mulai bekerja. HCl mendaturasi struktur protein dan mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin saat pH turun di bawah 4. Setelah aktif, pepsin memecah

protein menjadi polipeptida rantai pendek (Probosari, 2019). Di usus halus, enzim pankreas seperti tripsinogen, kimotripsinogen, endopeptidase, dan karboksipeptidase melanjutkan proses pencernaan (Barasi, 2009). Enterokinase yang disekresikan oleh mukosa usus halus mengaktifasi tripsinogen dan endopeptidase sebagai respons terhadap kehadiran kimus. Polipeptida terurai menjadi dipeptida, tripeptida, dan asam amino melalui aktivitas enzim

tersebut. Mukosa usus halus juga menghasilkan enzim protease untuk memecah ikatan peptida berikutnya (Probosari, 2019). Tubuh menggunakan sebagian kecil hasil metabolisme protein sebagai sumber energi, sedangkan sisanya digunakan dalam sintesis hormon, enzim, protein struktural, dan komponen darah. Meskipun proses ini berlangsung normal, hasilnya tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap bobot badan maupun parameter somatometri puyuh.

Tabel 4. Rata-rata panjang tibia, panjang tarsometatarsus, dan paruh puyuh umur 41, 55, dan 76 hari setelah penambahan tepung daun kelor ke dalam pakan.

Variabel Somatometri	Perlakuan	Hasil Pengukuran ($\bar{X} \pm SD$)		
		41 hari	55 hari	76 hari
Panjang Tibia (cm)	P0	4,35±0,42	5,15±0,22	5,50±0,20
	P1	4,70±0,13	5,03±0,23	5,42±0,23
	P2	4,82±0,12	5,08±0,17	5,23±0,08
	P3	4,72±0,25	4,93±0,22	5,25±0,15
	P4	4,65±0,16	4,92±0,13	5,23±0,14
Panjang Tarsometatarsus (cm)	P0	8,30±0,35	8,67±0,22	9,13±0,53
	P1	8,28±0,30	8,63±0,24	8,92±0,43
	P2	8,10±0,17	8,52±0,23	8,73±0,32
	P3	8,05±0,39	8,47±0,29	8,60±0,26
	P4	8,32±0,19	8,52±0,18	8,83±0,37
Panjang Paruh (mm)	P0	14,50±1,23	15,80±1,13	16,44±1,30
	P1	14,76±0,36	15,45±0,58	17,40±1,94
	P2	14,61±0,90	15,52±0,51	16,70±1,63
	P3	14,87±0,82	15,78±0,61	16,02±0,66
	P4	14,27±0,68	15,48±0,64	16,12±0,70

Keterangan: Tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antar perlakuan ($P>0,05$). P0: pakan kontrol; P1–P4: pakan dengan tambahan tepung daun kelor sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Data disajikan sebagai rata-rata \pm standar deviasi (SD).

Penelitian ini menggunakan pakan dengan kandungan lemak sebesar 7,12–7,95%. Garam empedu berperan dalam mengemulsikan lemak sekaligus membantu penyerapan vitamin A, D, E, dan K (Jacob & Pescatore, 2013). Lemak tidak larut dalam air, sehingga tubuh membentuk kompleks lipoprotein dalam plasma darah untuk mengangkutnya. Di usus halus, sistem pencernaan memecah trigliserida dan kolesterol dari makanan menjadi asam lemak bebas dan kolesterol. Tubuh kemudian membentuk kembali senyawa tersebut menjadi trigliserida dan kolesterol ester untuk menghasilkan kilomikron. Kilomikron

membawa lemak ke dalam aliran darah. Enzim lipoprotein lipase menguraikan trigliserida tersebut menjadi asam lemak bebas dan kilomikron remnan (Haines *et al.*, 2013).

Asam lemak bebas dapat disimpan kembali sebagai trigliserida di jaringan lemak, atau dibawa ke hati untuk pembentukan trigliserida hati jika berlebih. Saat energi dibutuhkan, trigliserida dipecah melalui lipolisis menjadi asam lemak dan gliserol, lalu diangkut oleh albumin ke jaringan untuk dioksidasi. Sisa kilomikron dimetabolisme di hati menjadi kolesterol, yang sebagian diubah menjadi asam

empedu untuk membantu penyerapan lemak, dan sisanya didistribusikan ke jaringan atau dikeluarkan melalui empedu. Hati juga memproduksi kolesterol dengan bantuan enzim HMG Koenzim-A Reduktase (Haines *et al.*, 2013). Hasil metabolisme lemak digunakan untuk regenerasi sel, penyimpanan energi, dan proses tubuh lainnya. Namun, hal ini tidak berpengaruh nyata terhadap ukuran somatometri maupun bobot badan puyuh.

Variabel kontrol dan perlakuan yang berbeda tidak nyata diduga karena tepung daun kelor tidak bersifat toksik. Kandungan tanin dalam pakan (2,5-10%) tergolong rendah, sehingga tidak mengganggu pencernaan, penyerapan nutrisi, atau pertumbuhan puyuh. Hal ini sesuai dengan Susetyarini (2015) yang menjelaskan bahwa bahan bioaktif dalam daun kelor, seperti tanin, dapat bersifat antagonis terhadap proses pencernaan dan metabolisme, tetapi pada kadar rendah tidak berdampak signifikan. Tanin dalam kadar rendah tidak menurunkan palatabilitas dan konsumsi pakan, sehingga pertumbuhan jaringan tetap optimal di semua fase. Selain itu, tanin rendah tidak membentuk kompleks dengan protein dan tidak menghambat kerja enzim pencernaan seperti amilase, lipase, dan tripsin. Akibatnya, ketersediaan karbohidrat, lemak, dan protein tetap baik, serta nutrisi seperti glukosa, asam amino, dan asam lemak tersedia dalam jumlah yang cukup (Pratiwi *et al.*, 2019; Sunarno, 2018). Penjelasan tersebut sesuai hasil penelitian yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata pertumbuhan biomassa antara perlakuan dan kontrol.

Interaksi antara tanin dan protein bersifat spesifik tergantung karakter senyawanya. Tanin pada kadar rendah tidak bersifat toksik dan tidak menghambat sintesis protein (Susetyarini, 2015). Selain itu, tanin dalam jumlah rendah tidak menunjukkan efek anti-nutrisi, tidak menurunkan kecernaan bahan organik, dan tidak mengganggu pertumbuhan (Minieri *et al.*, 2016). Hal ini ditunjukkan dengan tetap normalnya palatabilitas dan konsumsi pakan pada kedua kelompok, yang berdampak pada ketersediaan nitrogen, asam amino esensial, asam lemak, glukosa, serta komponen

pencernaan lainnya, sehingga menjelaskan hasil pertumbuhan yang tidak berbeda nyata.

Pertumbuhan tulang dipengaruhi oleh aktivitas hormon pertumbuhan (somatotropin) dan kalsium. Somatotropin meningkatkan jumlah dan ukuran sel pembentuk tulang, sementara kalsium membantu proses mineralisasi. Osifikasi atau pembentukan tulang terjadi melalui dua cara, yaitu osifikasi intramembran dan endokondral. Osifikasi intramembran membentuk tulang langsung dari jaringan serabut, dimulai dari tulang spons, lalu sumsum merah, dan akhirnya tulang padat di bagian luar. Osifikasi endokondral dimulai dari tulang rawan hialin yang membentuk rongga melalui pemecahan jaringan rawan. Rongga ini dimasuki oleh kuncup periosteum yang berisi sel pembentuk tulang, sumsum, saraf, dan pembuluh darah. Proses ini membentuk rongga medula dan kemudian digantikan oleh tulang padat. Selanjutnya terbentuk pusat osifikasi sekunder di epifisis. Sisa rawan di ujung tulang menjadi rawan sendi, dan yang di antara epifisis dan diafisis membentuk lempeng epifisis (Wulandari *et al.*, 2015).

KESIMPULAN

Pernambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dalam pakan puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) pada fase grower hingga produksi telur tidak memberikan dampak negatif pada pertumbuhan dan somatometri puyuh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro yang telah mendanai penelitian ini melalui kontrak penelitian No. 1966/UN7.5.8/PP/2020 sumberdana selain APBN Tahun Anggaran 2020.

DAFTAR PUSTAKA

Alifah, S., Sunarno, Kasiyati, & Djaelani, M. A. (2020). Aplikasi tepung daun kelor terhadap masa produksi itik pengging berbasis

- pendekatan somatometri. *Media Bina Ilmiah*, 14(12), 3695-3710.
- Aminah, S., Ramdhan, T., & Yanis, M. (2015). Kandungan nutrisi dan sifat fungsional tanaman kelor (*Moringa oleifera*). *Buletin Pertanian Perkotaan*, 5(2), 35-44.
- Barasi, M. E. (2009). *At a Glance Ilmu Gizi*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dirjennakeswan (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan). (2021). *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2021 (Livestock and Animal Health Statistics 2021)*. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian RI, Jakarta.
- Haines, B. E., Wiest, O., & Stauffacher, C. V. (2013). The Increasingly Complex Mechanism of HMG-CoA Reductase. *Accounts of Chemical Research*, 46(11), 2416–2426.
- Has, H., Napirah, A., & Indi, A. (2014). Efek peningkatan serat kasar dengan penggunaan daun murbei dalam ransum broiler terhadap persentase bobot saluran pencernaan. *Jurnal Jitro*, 1, 63-69.
- Jacob, J., & Pescatore, T. (2013). *Avian Digestive System*. Animal Sciences, University of Kentucky College of Agriculture.
- Kaselung, P. S., Montong, M. E. K., Sarayar, C. L. K., & Saerang, J. L. P. (2014). Pertambahan rimpang kunyit (*Curcuma domestica* val.), rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* roxb) dan rimpang temu putih (*Curcuma zedoaria* rosc.) dalam ransum komersial terhadap performans burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*). *Jurnal Zootehnik*, 34(1), 114-123.
- Khoir, M., Dahlan, M., & Wahyuni. (2021). Pengaruh & (*Moringa oleifera*) pada pakan komersial terhadap palatabilitas puyuh petelur (*Coturnix coturnix japonica*). *International Journal of Animal Science*, 4(1), 16-20.
- Lokapirnasari, W. P., Dewi, A. R., Fathinah, A., Hidanah, S., Harijani, N., Soeharsono, Karimah, B. & Andriani, A. D. (2017). Effect of probiotic supplementation on organic feed to alternative antibiotic growth promoter on production performance and economics analysis of quail. *Veterinary World*, 10(12), 1508-1514.
- Manihuruk, F. H., Ismail, I., Rastina, R., Razali, R., Sabri, M., Zuhrawati, & Jalaluddin, M. (2018). Effect of fermented moringa leaf (*Moringa oleifera*) powder in feed. *Jurnal Medika Veterinaria*, 12(2), 103-109.
- Melo, A. M., Joly, C. A., Maron, M., & Menz, M. H. M. (2013). Prioritas peningkatan skala tropis proyek restorasi hutan: pelajaran awal dari atlantik pakta pemulihan hutan: ilmu dan kebijakan lingkungan. *Pharmacology Journal*, 3, 352-358.
- Minieri, S., Buccioni, A., Serra, A., Aligani, I. G., Pezzati, A., Rapaccini, S., & Antongiovanni, M. (2016). Nutritional characteristics and quality of eggs from laing hens fed on a diet supplemented whit chestnut tannin extract (*Castanea sativa* Miller). *British Poultry Science*, 57(6), 824-832.
- Panjaitan, I., Sofiana, A., & Priabudiman, Y. (2012). Suplementasi tepung jangkrik sebagai sumber protein pengaruhnya terhadap kinerja burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*). *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 15(1), 8-14.
- Pratiwi, H. P., Kasiyati, Sunarno, & Djaelani, M. A. (2019). Bobot otot dan tulang tibia itik pengging (*Anas platyrhynchos domesticus* L.) setelah pemberian imbuhan tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dalam pakan. *Jurnal Biologi Tropika*, 2(2), 54-61.
- Probosari, E. (2019). Pengaruh protein diet terhadap indeks glikemik. *Journal of Nutrition and Health*, 7(1), 33-39.
- Purba, I. E., Warnoto, & Zain, B. (2018). Penggunaan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) dalam ransum terhadap kualitas telur ayam ras petelur dari umur 20 bulan. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 13(4), 377-387.
- Ridla. (2014). *Pengenalan Bahan Makanan Ternak*. IPB Press, Bogor.
- Rohman, F., Handarini, R., & Nur, H. 2018. Performa burung puyuh (*Coturnix-coturnix japonica*) periode pertumbuhan yang diberi larutan daun kelor. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 4(2), 75-82.
- Rossida, K. F. P., Sunarno, Kasiyati, & Djaelani, M. A. (2019). Pengaruh imbuhan tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dalam pakan pada kandungan protein dan kolesterol telur itik pengging (*Anas platyrhynchos domesticus* L.). *Jurnal Biologi Tropika*, 2(2), 41-47.
- Saputra, D. R., Kurtini, T., & Erwanto. (2016). Pengaruh penambahan feed aditif dalam ransum dengan dosis yang berbeda terhadap bobot telur dan nilai haugh unit (HU) telur

- ayam ras. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 4(3), 230-236.
- Sembiring, F., Hamdan E. M., & Wandhono. (2012). Analisis morfometri kerbau lumpur (*Bubalus bubalis*) Kabupaten Karo Sumatera Utara. *Jurnal Peternakan Intergratif*, 1(2), 134-145.
- Sjofjan, O., Natsir, M. H., Chuzaemi, S., & Hartutik. (2019). *Ilmu Nutrisi Ternak Dasar*. UB Press, Malang.
- Slamet, W. (2014). *Beternak & Berbisnis Puyuh 3,5 Bulan Balik Modal*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Subekti, E. (2012). Pengaruh penambahan vitamin c pada pakan non komersial terhadap efisiensi pakan puyuh petelur. *Mediagro*, 8(1), 1-8.
- Sunarno. (2018). Efek suplemen kulit kayu manis dan daun pegagan terhadap produktivitas puyuh petelur strain Australia (*Coturnix coturnix australica*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 3(1), 89-96.
- Suryawan, I. M. E., Sampurna, I. P., & Suatha, I. K. 2017. Pola pertumbuhan dimensi panjang alat gerak tubuh itik bali betina. *Buletin Veteriner Udayana*, 9(2), 178-186.
- Susetyarini, E. (2015). Aktivitas tanin daun beluntas terhadap kadar spermatozoa tikus putih jantan. *Jurnal Gamma*, 8(2), 14-20.
- Utomo, J. W., Sudjarwo, E., & Hamiyanti, A. A. (2014). Pengaruh penambahan tepung darah pada pakan terhadap konsumsi pakan, penambahan bobot badan, konversi pakan serta umur pertama kali bertelur burung puyuh. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 24(2), 41-48.
- Wheindrata. (2014). *Panduan Lengkap Beternak Burung Puyuh Petelur*. Lily Publisher, Yogyakarta.
- Widodo, E. (2018). *Ilmu Nutrisi Unggas*. UB Press, Malang.
- Widyastuti, W., Muflichatun, S. M., & Saraswati, T. R. (2014). Pertumbuhan puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) setelah pemberian tepung kunyit (*Curcuma longa* L.) pada pakan. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 22(2), 12-20.
- Wulandari, D., Sunarno, & Saraswati, T. R. (2015). Perbedaan somatometri itik tegal, itik magelang. *Bioma*, 17(2), 94-101.