

Somatometri Tulang Ekstremitas Ayam Jantan Setelah Pemberian Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Pakan Tambahan

Somatometry of Rooster Extremity Bones Supplemented *Moringa oleifera* Leaf Meal in Diet

Kencana Ayudya Prabahandari*, Kasiyati Kasiyati, Muhammad Anwar Djaelani, Sunarno Sunarno

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

*Email:kencanapraba21@gmail.com

Diterima 6 April 2021 / Disetujui 25 Agustus 2021

ABSTRAK

Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan bagian tanaman yang mengandung nutrisi pendukung pertumbuhan tulang ekstremitas ayam jantan, meliputi protein dan mineral kalsium. Atas dasar potensi tersebut, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis pakan tambahan tepung daun kelor pada pertumbuhan tulang ekstremitas ayam jantan. Parameter uji penelitian ini meliputi panjang sayap, panjang tibiotarsus, panjang tarsometatarsus, panjang badan, dan panjang paruh. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 5 perlakuan meliputi P0 (pakan standar 100%), P1, P2, P3 dan P4 berturut-turut mendapat tambahan tepung daun kelor 1%, 2%, 3%, dan 4% dengan pakan standar 99%, 98, 97%, dan 96%, tiap perlakuan diulang 3 kali. Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan uji lanjut *Duncan Multi Range Test* (DMRT) ($P < 0,05$). Hasil penelitian didapatkan bahwa pemberian tepung daun kelor berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan panjang sayap dan panjang tarsometatarsus, namun tidak berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan panjang tibiotarsus, panjang badan, dan panjang paruh. Kesimpulan dari penelitian ini adalah penambahan tepung daun kelor pada pakan berpotensi meningkatkan panjang tulang sayap dan tulang tarsometatarsus yang merupakan bagian dari tulang ekstremitas ayam jantan.

Kata kunci : kalsium, ekstremitas, tibiotarsus

ABSTRACT

Moringa leaf (*Moringa oleifera*) is part of plant that contains nutrients that support rooster extremity bone growth, including protein and calcium minerals. Base on this potential, doing research to analyzing effect of supplemented Moringa meal on growth of rooster extremity bones. The test parameters of this study include wing length, tibiotarsus length, tarsometatarsus length, body length, and beak length. The research used completely randomized design (CRD) which consisted of 5 treatments including P0 (standard feed 100%), P1, P2, P3, and P4, respectively, received moringa leaf additions of 1%, 2%, 3%, and 4% with standard feed of 99%, 98, 97%, and 96%, each treatment was repeated 3 times. Data were analyzed using *Analysis of Variance* (ANOVA) and *Duncan Multi Range Test* (DMRT) advanced test ($P < 0.05$). The results showed that supplementation of Moringa meal was significantly different ($P < 0.05$) of the wing and tarsometatarsal length. However, it was not significantly different ($P > 0.05$) in tibiotarsal length, body length, and beak length. Supplementation of Moringa leaf meal on the diet of rooster did not increase extremity bones at grower phase. The conclusion was addition of Moringa leaf meal in diet potentially increase wing and tarsometatarsal bone length which are part of rooster extremity bones.

Keywords : calcium, extremity, tibiotarsal

PENDAHULUAN

Populasi penduduk yang tinggi diikuti dengan meningkatnya kebutuhan pangan, salah satunya adalah protein hewani. Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian (2020) melaporkan bahwa ketersediaan protein mengalami penurunan dari 89,82 g/kapita/hari pada tahun 2018 menjadi 72,85 g/kapita/hari pada tahun 2019 bahwa protein hewani hanya menyumbang jumlah kecil, yaitu 1%-21% dari total ketersediaan protein. Ayam jantan merupakan komoditi sektor peternakan yang memiliki potensi untuk menyediakan ketersediaan protein di Indonesia karena memiliki nilai gizi yang tinggi. Pakan tambahan merupakan aspek penting dalam menunjang pertumbuhan ayam, salah satunya dengan daun kelor (*Moringa oleifera*). Daun kelor dapat digunakan sebagai sumber nutrisi pada pakan tambahan hewan unggas karena pada setiap 100 g tepung daun kelor mengandung 24,4 g-27,1 g protein dan 2,003 g mineral kalsium (Gopalakrishnan et al., 2016; Olagbemide et al., 2014). Protein mempunyai fungsi penting dalam mempertahankan integritas dan peningkatan massa tulang. Metabolisme kalsium memerlukan protein melalui mekanisme CaBP atau *Calcium Binding Protein*. CaBP merupakan sel-sel yang terbentuk menjadi kolagen sebagai pembawa Ca untuk dideposisikan pada tulang (Kurniawan et al., 2012), sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tulang ekstremitas ayam jantan. Somatometri pertumbuhan tulang ekstremitas dapat dijadikan sebagai indikator pertumbuhan ayam jantan karena memiliki laju pertumbuhan yang cepat daripada anggota tubuh yang lain. Hal ini terjadi karena nutrisi tersdistribusi lebih besar pada bagian tubuh yang aktif bergerak (Rahayu et al., 2019).

Khan et al. (2017) melaporkan bahwa pemberian tepung daun kelor sebanyak 1,2% dari pakan mampu meningkatkan bobot tubuh ayam pedaging. Hasil penelitian Moreki et al. (2014), menunjukkan pemberian tepung daun kelor kadar 5%-20% dalam pakan broiler dapat meningkatkan pertumbuhan, sementara pemberian tepung daun kelor kadar 10% pada pakan layer dapat meningkatkan produksi telur. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pakan tambahan yang mengandung protein dan kalsium akan memberikan

peningkatan pertumbuhan tulang ekstremitas sehingga penelitian ini sangat penting dilakukan, tujuan dari penelitian ini adalah pertumbuhan tulang ekstremitas anterior dan posterior ayam jantan setelah pemberian suplementasi tepung daun kelor dalam pakan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi Struktur Fungsi Hewan, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 5 perlakuan meliputi P0 (pakan standar 100%), P1, P2, P3, dan P4 berturut-turut mendapat tambahan tepung daun kelor 1%, 2%, 3%, dan 4% dengan pakan standar 99%, 98%, 97%, dan 96%, tiap perlakuan diulang 3 kali. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$). Jika terdapat perbedaan yang signifikan antarperlakuan akan dilanjutkan dengan uji Duncan. Analisis data menggunakan aplikasi SPSS versi 20.0 (Roslinawati et al., 2019).

Alat dan Bahan

Alat digunakan meliputi jangka sorong, 15 buah petak kandang, tempat makan, tempat minum, lampu pijar 10 watt. Bahan yang digunakan meliputi ksbel ties, 30 ekor ayam jantan umur 1 minggu, pakan BR-2, sekam padi, tepung daun kelor, dan air minum.

Pemberian Pakan

Ayam dipelihara pada kandang petak dengan sistem *baterai*, pemberian pakan dan minum dilakukan secara *ad libitum*, diberikan 2 kali sehari, setiap pagi (pukul 07.00 WIB) dan setiap sore hari (pukul 15.00 WIB). Pakan perlakuan diberikan selama 7 minggu, dimulai pada ayam umur 2 minggu sampai 9 minggu.

Pengukuran Somatometri

Parameter yang diamati disajikan pada Gambar 1, meliputi panjang sayap, panjang

tibiotarsus, panjang tarsometatarsus, serta parameter pendukung yang terdiri dari panjang badan dan panjang sayap. Prosedur pengukuran somatometri tulang ekstremitas ayam jantan yaitu:



Gambar 1. Parameter penelitian ayam jantan

Keterangan : Panjang Sayap (cm) = diukur mulai dari *humerus* sampai ujung *phalanges* dengan bantuan pita ukur, Panjang Tibiotarsus (cm) = diukur mulai dari paha, *patella* hingga ujung *tibia* dengan bantuan pita ukur, Panjang Tarsometatarsus (cm) = diukur dengan melekatkan pita ukur di sepanjang tulang tarsometatarsus, Panjang Badan (cm) = diukur mulai dari *cervical vertebrae* bagian akhir hingga *caudal vertebrae* dengan bantuan pita ukur, Panjang Paruh (mm): diukur dari *premaxillary bone* hingga bagian cauda *maxillary bone* dengan menggunakan jangka sorong.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahasan utama pada penelitian ini meliputi somatometri panjang mingguan dan somatometri pertambahan panjang masing-masing parameter. Data somatometri panjang mingguan sayap, tibiotarsus, tarsometatarsus, badan, dan paruh disajikan dalam Tabel 1-3, sementara pertambahan panjang disajikan pada Gambar 2-6. Hasil Uji ANOVA (*Analysis of Variance*) somatometri panjang sayap pada penambahan tepung daun kelor tidak menunjukkan adanya pengaruh signifikan pada minggu pertama, kedua, ketiga, kelima, dan keenam ($P > 0,05$), hal ini disebabkan oleh pertumbuhan panjang sayap relatif konstan. Memperkuat pernyataan Ariawan et al. (2016) bahwa bagian dada dan paha memiliki laju pertumbuhan yang lebih dominan selama pertumbuhan apabila dibandingkan dengan bagian sayap sehingga perkembangan sayap relatif konstan. Hasil uji

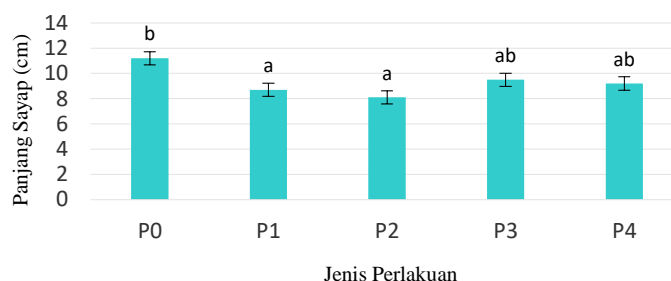
ANOVA pada perlakuan minggu keempat dan ketujuh terdapat pengaruh signifikan ($P < 0,05$). Hal ini terjadi karena pada saat usia 0-6 minggu, ayam jantan berada pada fase pertumbuhan cepat (Lapik et al., 2016). Pertumbuhan yang cepat akan menunjukkan adanya perubahan ukuran dimensi panjang yang nyata sehingga perbedaan antarkelompok dapat terlihat. Penjelasan tersebut sesuai dengan pendapat Sampurna (2013) bahwa setiap organ, jaringan ataupun bagian tubuh pada setiap fase mempunyai kecepatan atau laju pertumbuhan yang berbeda.

Hasil uji ANOVA yang disajikan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pemberian tepung daun kelor pada pakan ayam jantan memberikan pengaruh signifikan terhadap pertambahan panjang sayap ($P < 0,05$). Hasil analisis dengan uji Duncan menunjukkan bahwa kelompok P3 dan P4 tidak berbeda nyata dengan kontrol, sementara kelompok P1 dan P2 berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini memberikan bukti bahwa pemberian tepung daun kelor kadar 1% dan 2% dapat mempengaruhi pertambahan panjang sayap. Rata-rata pertambahan panjang sayap lebih rendah daripada perlakuan kontrol. Tambahan tepung daun kelor pada kadar rendah cenderung tidak meningkatkan pertambahan panjang sayap. Kondisi ini diduga berkaitan dengan kandungan bioaktif yang memiliki sifat antagonis dalam daun kelor, yaitu tanin (Susetyarini, 2015). Hidayah (2016) menyatakan bahwa tanin merupakan senyawa yang memiliki gugus hidroksi-fenolik yang memungkinkan senyawa ini dapat membentuk ikatan kompleks dengan protein selama di usus halus sehingga protein tidak terhidrolisis oleh protease. Ikatan antara tanin dengan protein sangat kuat sehingga protein tidak mampu dicerna dan diabsorpsi. Senyawa tanin dalam pakan dapat menghambat kinerja beberapa enzim pencernaan seperti enzim tripsin, amilase dan lipase yang berdampak pada penurunan ketersediaan karbohidrat reduksi, asam lemak, gliserol, peptida dan asam amino. Kondisi ini mengakibatkan proses metabolisme terganggu akibat substrat metabolisme yang rendah (Sunarno, 2018). Ketersediaan substrat yang rendah akan berdampak pada menurunnya produk metabolisme yang akhirnya akan memengaruhi pertumbuhan sayap (Pratiwi et al., 2019).

Tabel 1. Rata-rata panjang sayap pada ayam jantan

Minggu ke-	Kelompok				
	P0	P1	P2	P3	P4
1	12,2 ± 1,1	11,0 ± 0,7	11,9 ± 0,2	11,8 ± 0,3	11,7 ± 0,7
2	14,4 ± 1,6	12,7 ± 0,7	13,0 ± 0,9	14,0 ± 0,2	13,5 ± 0,8
3	15,4 ± 1,2	14,5 ± 0,7	14,0 ± 0,9	14,6 ± 0,3	14,4 ± 0,7
4	17,6 ^b ± 1,1	15,8 ^a ± 0,8	17,1 ^{ab} ± 0,8	17,3 ^{ab} ± 0,2	16,1 ^a ± 0,8
5	18,4 ± 1,8	17,5 ± 0,3	17,7 ± 0,4	17,5 ± 0,3	17,6 ± 0,5
6	20,6 ± 2,0	18,3 ± 0,4	19,4 ± 1,3	20,1 ± 2,4	20,1 ± 1,0
7	22,5 ^b ± 0,5	19,4 ^a ± 0,5	20,0 ^a ± 1,0	20,9 ^{ab} ± 2,1	20,8 ^{ab} ± 0,9

Keterangan : Angka dengan superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan ($P < 0,05$). P0 = kontrol, pakan standar 100%, P1 = 99% pakan standar dan 1 % daun kelor, P2 = 98% pakan standar dan 2 % daun kelor, P3 = 97% pakan standar dan 3 % daun kelor, dan P4 = 96% pakan standar dan 4 % daun kelor. Data yang ditampilkan rata-rata ± SD.



Gambar 2. Histogram pertambahan panjang sayap ayam jantan minggu ke-2 hingga ke-9

Pemberian tepung daun kelor tidak memberikan pengaruh nyata pada pertambahan panjang sayap di konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 3% dan 4%. Hal ini diduga karena adanya peningkatan kadar tepung daun kelor pada pakan yang berakibat pada perubahan fisik tekstur, bau, rasa, dan warna pada pakan standar. Perubahan pada pakan menyebabkan penurunan palatabilitas ayam jantan (Setyaadi et al., 2018). Palatabilitas yang menurun dapat mengurangi konsumsi pakan sehingga kadar tanin yang masuk kedalam tubuh menjadi lebih sedikit. Pertumbuhan tulang sayap sama dengan kontrol karena ketersediaan tanin yang relatif rendah cenderung tidak mengganggu proses metabolisme di dalam tulang. Hasil penelitian ini mendukung laporan penelitian Riry et al. (2016) bahwa pemberian pakan unggas dengan tepung kelor konsentrasi 5% menyebabkan penurunan asupan pakan unggas.

Penambahan tepung daun kelor 3% dan 4% meskipun tidak berpengaruh signifikan terhadap pertambahan panjang sayap, namun memberikan hasil pertumbuhan yang lebih tinggi daripada

perlakuan P1 dan P2. Hal ini mungkin berkaitan dengan kandungan vitamin C dan senyawa antioksidan dalam tepung daun kelor. Pada 100 g tepung daun kelor mengandung 17,3 mg vitamin C yang bereperan sebagai antioksidan (Gopalakrishnan et al., 2016). Vitamin C sangat dibutuhkan untuk hidroksilasi prolin dan lisin menjadi hidroksiprolin yang merupakan bahan penting dalam pembentukan kolagen (Guyton, 2007). Kolagen merupakan senyawa protein yang mempengaruhi integritas struktur sel di semua jaringan ikat terutama di jaringan tulang. Vitamin juga merupakan senyawa yang memiliki sifat antioksidan. Antioksidan lain yang terdapat dalam daun kelor diantaranya adalah steroid, triterpenoid, flavonoid, saponin, antarquinon, dan alkaloid (Kasolo et al., 2010). Antioksidan berfungsi untuk menjaga struktur makromolekul karena dapat menghambat oksidasi zat yang mudah teroksidasi dan dapat menangkal radikal bebas oksigen reaktif (Kumar et al., 2013), dengan demikian proses pertumbuhan tulang tarsometatarsus dapat berlangsung dengan baik tanpa adanya reaksi

berantai yang menimbulkan kerusakan pada jaringan tulang.

Hasil uji ANOVA memberikan hasil bahwa panjang tibiotarsus pada penambahan tepung daun kelor tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) pada minggu kedua, keempat, kelima, keenam, dan ketujuh, namun berpengaruh nyata ($P<0,05$) pada minggu pertama dan ketiga. Laju pertumbuhan tulang tibia terjadi lebih awal sehingga perbedaan antarkelompok dapat terlihat di awal pertumbuhan. Laju pertumbuhan panjang tibia lebih cepat daripada panjang badan. Ariawan et al. (2016) menyatakan bahwa laju pertumbuhan dan perkembangan tubuh ayam paling cepat terjadi pada bagian depan termasuk paruh yang kemudian diimbangi oleh pertumbuhan kaki dan bagian tubuh atas lainnya.

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa pemberian tepung daun kelor pada pakan ayam jantan berpengaruh tidak signifikan ($P>0,05$) terhadap pertambahan panjang tibiotarsus. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan tepung daun kelor pada konsentrasi 1%-4% belum dapat meningkatkan panjang tibiotarsus karena diduga belum mampu terdistribusi secara merata pada seluruh bagian anggota tubuh, termasuk tulang tibiotarsus (Gambar 3). Hasil penelitian yang serupa dilakukan oleh Pratiwi et al. (2019), bahwa pemberian tambahan tepung daun kelor konsentrasi 2,5%, 5%, 7,5%, 10% tidak berpengaruh nyata terhadap bobot otot tibia, bobot tulang tibia, panjang tulang tibia, diameter tulang tibia dan rasio otot tulang tibia.

Hasil uji ANOVA pada somatometri panjang tarsometatarsus pada penambahan tepung daun kelor tidak berbeda nyata ($P>0,05$) pada minggu kelima dan keenam, namun pada minggu pertama, kedua, ketiga, keempat, dan ketujuh memperlihatkan perbedaan nyata. Terdapat dugaan bahwa mineral kalsium dan fosfor dari daun kelor terdeposisi lebih banyak pada tulang tarsometatarsus sehingga terjadi pertumbuhan yang lebih baik daripada tulang ekstremitas lainnya. Bangun et al. (2013) menyatakan bahwa tulang tarsometatarsus merupakan tulang kering yang aktif bergerak sehingga merupakan tempat deposisi mineral kalsium dan fosfor paling banyak yang

digunakan untuk pembentukan kerangka tulang dibandingkan dengan tulang panjang lainnya.

Hasil uji ANOVA yang disajikan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa pemberian tepung daun kelor pada pakan ayam jantan memberikan pengaruh signifikan ($P<0,05$) terhadap pertambahan panjang tarsometatarsus. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa penambahan tepung daun kelor 1%, 2% dan 4% tidak berbeda nyata dengan kontrol, sementara perlakuan P3 berbeda nyata dengan kontrol. Hasil penelitian ini memberikan bukti bahwa pemberian tepung daun kelor 3% berpengaruh pada pertambahan panjang tarsometatarsus. Rata-rata pertambahan panjang tarsometatarsus dosis tepung daun kelor 3% lebih rendah daripada kelompok kontrol. Hasil penelitian ini memberikan bukti bahwa tambahan tepung daun kelor hanya berpengaruh kecil dalam meningkatkan pertumbuhan panjang tarsometatarsus. Kondisi ini diduga berkaitan senyawa tanin yang mengikat protein sehingga terbentuk ikatan kompleks tanin-protein. Ikatan kompleks tanin-protein bersifat mengganggu sistem regulasi mineral tubuh. Protein memiliki peranan penting dalam penyerapan Ca yang akan dideposisikan pada tulang melalui pembentukan CaBP. CaBP atau *Calcium Binding Protein* merupakan sel-sel tulang yang terbentuk menjadi kolagen sebagai pembawa Ca untuk dideposisikan pada tulang (Kurniawan et al., 2012). Protein yang terikat oleh tanin menyebabkan proses deposisi pada tulang terganggu sehingga menghambat pertumbuhan tulang tarsometatarsus. Protein yang terbatas juga menyebabkan proses metabolisme tubuh yang berbahan baku protein dan asam amino menjadi terhambat termasuk hiperplasia, hipertrofi, pembentukan massa tubuh, sintesis antibodi (Riswandha et al., 2016).

Kelompok kontrol memiliki penambahan panjang sayap dan penambahan panjang tarsometatarsus lebih tinggi daripada perlakuan pemberian tambahan tepung daun kelor pada pakan, diduga karena komposisi pada pakan standar telah disesuaikan dengan metabolisme ayam jantan sehingga dapat mendukung proses pertumbuhan secara normal tanpa adanya zat penghambat pertumbuhan. Kandungan nutrisi pakan standar ayam jantan yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas 13,0 % kadar air, 20 %-21,5% protein

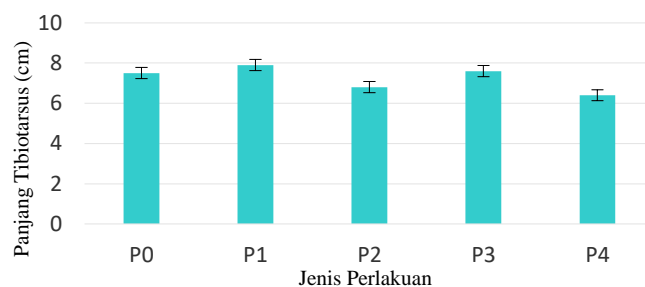
kasar, 5,0 % lemak kasar, 5,0 % serat kasar, 7,0 % abu, 0,9 % kalsium, 0,6 % fosfor, 0,6 % fosfor, dan 3.880 kkal/g-4.100 kkal/g. Penggunaan pakan standar dengan komposisi yang tepat mampu menstimulasi pengambilan glukosa dari intestinum dan meningkatkan pengambilan glukosa dari sistem sirkulasi oleh sel hati. Glukosa selanjutnya diproses

melalui proses metabolisme oksidasi menjadi sumber energi (Nuraeni et al., 2019). Sumber energi yang berasal dari bahan baku metabolisme hasil pencernaan secara efektif ditransportasikan ke bagian tulang sayap dan tulang tarsometatarsus lebih besar daripada ke bagian tubuh lainnya.

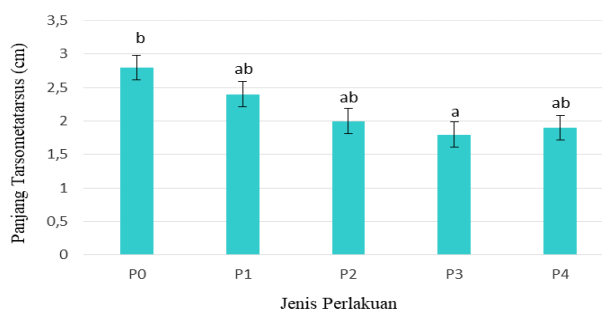
Tabel 2. Rata-rata panjang tibiotarsus dan panjang tarsometatarsus pada ayam jantan

Parameter	Minggu ke-	Kelompok				
		P0	P1	P2	P3	P4
Panjang Tibiotarsus (cm)	1	11,7 ^b ±0,2	11,1 ^a ± 0,1	11,6 ^b ± 0,4	10,9 ^a ± 0,2	11,0 ^a ± 0,2
	2	13,1 ± 0,5	12,0 ± 0,7	12,3 ± 1,0	12,6 ± 0,8	12,4 ± 0,6
	3	14,5 ^b ± 0,8	14,0 ^{ab} ± 0,6	13,4 ^{ab} ± 0,9	13,2 ^{ab} ± 0,6	12,9 ^a ± 0,6
	4	15,9 ± 1,4	14,6 ± 0,4	14,4 ± 1,2	15,0 ± 1,2	15,4 ± 0,9
	5	17,0 ± 2,0	15,4 ± 0,5	15,8 ± 1,0	16,0 ± 1,4	15,9 ± 0,8
	6	18,2 ± 1,9	16,7 ± 0,3	17,3 ± 1,4	17,6 ± 1,7	16,4 ± 0,5
	7	19,5 ± 1,0	19,2 ± 2,1	18,4 ± 1,2	18,3 ± 1,4	17,4 ± 0,8
Panjang Tarsometatarsus (cm)	1	4,6 ^b ± 0,2	4,1 ^a ± 0,1	4,2 ^{ab} ± 0,2	4,2 ^{ab} ± 0,1	4,2 ^{ab} ± 0,4
	2	5,0 ^b ± 0,1	5,0 ^b ± 0,1	4,4 ^a ± 0,3	4,7 ^{ab} ± 0,1	4,5 ^a ± 0,2
	3	5,3 ^b ± 0,2	5,2 ^{ab} ± 0,1	5,1 ^{ab} ± 0,3	4,9 ^a ± 0,2	4,8 ^a ± 0,2
	4	5,8 ^b ± 0,4	5,3 ^{ab} ± 0,2	5,4 ^{ab} ± 0,8	5,3 ^{ab} ± 0,8	5,2 ^a ± 0,1
	5	5,9 ± 0,5	5,5 ± 0,2	5,6 ± 0,5	5,6 ± 0,5	5,5 ± 0,2
	6	6,5 ± 0,8	5,7 ± 0,1	5,9 ± 0,6	5,9 ± 0,7	5,7 ± 0,3
	7	7,4 ^b ± 0,2	6,4 ^a ± 0,6	6,2 ^a ± 0,5	6,2 ^a ± 0,6	6,2 ^a ± 0,2

Keterangan : Angka dengan superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan (P<0,05). P0 = kontrol, pakan standar 100%, P1 = 99% pakan standar dan 1 % daun kelor, P2 = 98% pakan standar dan 2 % daun kelor, P3 = 97% pakan standar dan 3 % daun kelor, dan P4 = 96% pakan standar dan 4 % daun kelor. Data yang ditampilkan rata-rata ± SD.



Gambar 3. Histogram pertambahan panjang tibiotarsus ayam jantan minggu ke-2 hingga ke-9



Gambar 4. Histogram pertambahan panjang tarsometatarsus ayam jantan minggu ke-2 hingga ke-9

Somatometri panjang badan pada penambahan tepung daun kelor pada penelitian ini tidak berpengaruh signifikan pada minggu ketiga, kelima, keenam, ketujuh ($P>0,05$), sedangkan pada minggu pertama, kedua, dan keempat terdapat pengaruh signifikan ($P<0,05$). Kondisi ini mungkin berkaitan dengan aktivitas *growth hormone* ayam jantan pada perlakuan minggu pertama, kedua dan keempat yang meningkat pada *fase starter* sehingga mempengaruhi pola pertumbuhan panjang badan. Soeroso (2004) menyatakan bahwa pada hewan jantan bekerja hormon androgen/testosteron yang berfungsi meningkatkan sintesis protein jaringan tubuh dan menurunkan konversi asam amino menjadi urea. Retensi nitrogen akibat aktivitas testosteron menghasilkan kenaikan bobot badan, pembesaran serat jaringan daging pada ternak jantan serta peningkatan pertumbuhan kerangka tulang termasuk tulang badan. Pertumbuhan panjang badan yang signifikan ini menyebabkan perbedaan pertumbuhan antarkelompok dapat terlihat.

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa pemberian tepung daun kelor pada pakan ayam jantan tidak signifikan ($P>0,05$) terhadap penambahan panjang badan. Pambahan tepung daun kelor pada konsentrasi 1%-4% masih tergolong normal sehingga tidak mempengaruhi pertumbuhan panjang badan ayam jantan (Gambar 5). Komponen fitokimia tepung daun kelor yang mungkin diserap oleh saluran pencernaan belum sepenuhnya mempengaruhi metabolisme tubuh, terutama metabolisme protein dan mineral yang berperan dalam proses pertumbuhan. Nutrisi dalam kadar normal cenderung tidak memberikan efek terhadap hiperplasia dan hipertropi sel (Sunarno, 2018) sehingga tidak ada peningkatan pertumbuhan badan. Nutrisi daun kelor pada kadar normal ini tidak memberikan pengaruh nyata pada hiperplasia dan hipertropi sel dalam penambahan panjang badan.

Hasil pengolahan data penelitian dengan ANOVA menunjukkan bahwa panjang paruh pada penambahan tepung daun kelor tidak berbeda nyata ($P>0,05$) pada minggu kesatu, keempat, kelima, keenam, ketujuh, sedangkan pada minggu kedua dan ketiga terdapat perbedaan nyata ($P<0,05$). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ayam

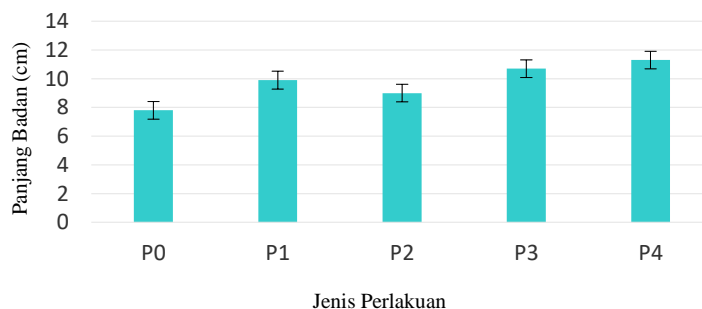
memberikan respons yang berbeda pada berbagai tahapan umur pertumbuhan. Umur dua hingga empat minggu dikategorikan sebagai tahap pertumbuhan cepat. Pemberian suplementasi tepung daun kelor memberikan respons pertumbuhan panjang paruh yang berbeda pada kelompok P3 dengan P4. Panjang paruh pada kelompok P3 lebih tinggi dibandingkan dengan P4, diduga komponen bioaktif tepung daun kelor hingga konsentrasi 3% dapat diabsorpsi dengan baik sehingga bisa menstimulasi proses pertumbuhan tulang paruh. Sebaliknya, pada konsentrasi 4% kehadiran zat antinutritif yang lebih tinggi kemungkinan dapat menurunkan deposisi substrat yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan paruh. Susanti (2003) menyatakan bahwa pertumbuhan pada umumnya mempunyai dua tahap, yaitu tahap cepat dan tahap lambat. Tahap cepat terjadi sebelum dewasa kelamin sementara tahap lambat terjadi pada fase setelah dewasa kelamin. Nguyen et al. (2005) menjelaskan bahwa ayam yang masih muda lebih sensitif terhadap kecukupan nutrisi yang berasal dari asupan pakan. Nutrisi ayam muda harus tercukupi dengan baik untuk menunjang pembentukan jaringan dan pertumbuhan.

Secara keseluruhan hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) menunjukkan bahwa suplementasi tepung daun kelor pada pakan ayam jantan tidak signifikan ($P>0,05$) pada penambahan panjang paruh. Hasil pengukuran pertumbuhan paruh ayam selama penelitian berbeda dengan hasil pengukuran panjang paruh per minggu. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan tepung daun kelor pada konsentrasi 1%-4% tidak berpengaruh pada total penambahan panjang paruh (Gambar 6), diduga komponen bioaktif tepung daun kelor tidak menghambat absorpsi nutrient esensial untuk sintesis substrat tulang pembentuk paruh. Nutrien dengan kadar normal memiliki korelasi dengan kinerja enzim pencernaan seperti enzim amilase, enzim tripsin, dan enzim lipase. Kondisi ini mengakibatkan ketersediaan asam-asam amino, karbohidrat reduksi, asam lemak, dan gliserol hanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan pokok namun tidak mendukung proses pertumbuhan jaringan (Rossida et al., 2019).

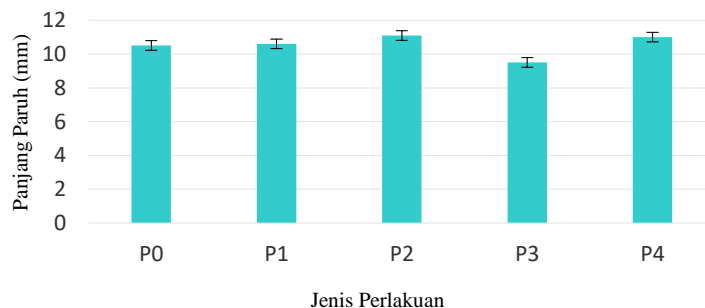
Tabel 3. Rata-rata panjang badan dan panjang paruh pada ayam jantan

Parameter	Minggu ke-	Kelompok				
		P0	P1	P2	P3	P4
Panjang Badan (cm)	1	13,5 ^b ± 2,1	11,4 ^{ab} ± 0,9	11,8 ^{ab} ± 1,6	11,1 ^{ab} ± 0,7	10,5 ^a ± 0,1
	2	14,6 ^b ± 1,5	13,3 ^{ab} ± 0,2	13,3 ^{ab} ± 0,6	13,3 ^{ab} ± 0,7	12,7 ^a ± 0,7
	3	15,9 ± 1,0	14,1 ± 0,8	16,0 ± 0,8	15,1 ± 1,1	14,6 ± 1,7
	4	18,0 ^b ± 1,6	15,9 ^a ± 0,9	16,8 ^{ab} ± 0,9	16,1 ^{ab} ± 0,3	17,0 ^{ab} ± 1,0
	5	18,7 ± 1,7	17,6 ± 0,5	17,8 ± 1,0	17,0 ± 0,5	17,9 ± 0,4
	6	19,7 ± 2,1	18,9 ± 0,9	19,5 ± 1,2	19,8 ± 1,5	19,8 ± 0,8
	7	21,9 ± 1,5	20,9 ± 0,6	20,8 ± 1,0	22,0 ± 1,3	21,8 ± 1,0
Panjang Paruh (mm)	1	23,8 ± 0,7	23,6 ± 1,6	22,5 ± 1,8	23,6 ± 0,8	22,6 ± 1,5
	2	25,4 ^{ab} ± 0,6	24,6 ^{ab} ± 0,8	25,0 ^{ab} ± 1,1	26,1 ^b ± 0,3	24,0 ^a ± 1,6
	3	26,5 ^{ab} ± 0,7	27,3 ^{ab} ± 1,7	26,0 ^{ab} ± 1,7	28,2 ^b ± 0,3	24,9 ^a ± 1,7
	4	29,9 ± 1,1	28,9 ± 1,7	29,3 ± 0,7	30,0 ± 0,5	29,3 ± 0,7
	5	30,8 ± 1,7	30,1 ± 0,9	31,2 ± 0,5	31,5 ± 1,2	31,5 ± 1,1
	6	32,9 ± 2,0	31,4 ± 0,8	32,5 ± 1,7	33,0 ± 1,2	32,7 ± 1,2
	7	34,1 ± 1,5	33,5 ± 1,1	33,6 ± 1,2	34,0 ± 1,4	33,7 ± 1,7

Keterangan : Angka dengan superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan (P<0,05). P0 = kontrol, pakan standar 100%, P1 = 99% pakan standar dan 1 % daun kelor, P2 = 98% pakan standar dan 2 % daun kelor, P3 = 97% pakan standar dan 3 % daun kelor, dan P4 = 96% pakan standar dan 4 % daun kelor. Data yang ditampilkan rata-rata ± SD.



Gambar 5. Histogram pertambahan panjang badan ayam jantan minggu ke-2 hingga ke-9



Gambar 6. Histogram pertambahan panjang paruh ayam jantan minggu ke-2 hingga ke-9

KESIMPULAN

Penambahan tepung daun kelor 1% sampai 4% dalam pakan standar tidak mengubah panjang tulang tibiotarsus, panjang badan, serta panjang

paruh ayam jantan, sedangkan penambahan tepung daun kelor 3% dan 4% menghasilkan pertambahan panjang tulang sayap yang lebih baik daripada kadar 1% dan 2%. Penambahan tepung daun kelor 1%, 2%, dan 4% menghasilkan pertambahan

panjang tulang tarsometatarsus lebih baik daripada kadar 3%. Kesimpulan dari penelitian ini adalah penambahan tepung daun kelor pada pakan berpotensi meningkatkan panjang tulang sayap dan tulang tarsometatarsus yang merupakan bagian dari tulang ekstremitas ayam jantan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana dengan adanya dukungan dana dari proyek penelitian yang bersumber dari dana DIPA Fakultas Sains dan Matematik UNDIP tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariawan, P. T. B., Siti, N. W., & Sukmawati, N. M. S. (2016). Pengaruh Pemberian Pakan Diferentiasi dengan Probiotik Berbasis Sari Daun Pepaya terhadap Potongan Karkas Komersial Ayam Kampung. *Jurnal Peternakan Tropika*, 4(2), 351-362.
- Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian. (2020). Rencana Startegis Badan Ketahanan Pangan tahun 2015-2019. 51.
- Bangun, G. D. B., Mahfuds, L. D., & Sunarti, D. (2013). Pengaruh Penggunaan Tepung Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) dalam Ransum Ayam Broiler Terhadap Berat dan Ukuran Tulang Tibia dan Tarsometatarsus. *Animal Agriculture Journal*, 2(1), 489-496.
- Gopalakrishnan, L., Doriya, K., & Kumar, D. S. (2016). *Moringa oleifera*: A Review on Nutritive Importance and Its Medicinal Application. *Food Science and Human Wellness Journal*, 5: 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>
- Guyton. (2007). Buku Ajar Kedokteran. EGG, Jakarta.
- Hidayah, N. (2016). Pemanfaatan Senyawa Metabolit Sekunder Tanaman (Tanin dan Saponin) dalam Mengurangi Emisi Metan Ternak Ruminansia. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 11(2), 89-98. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.11.2.89-98>
- Kasolo, J. N., Bimenya, G.S., Ojok, L., Ochieng, O., & Jasper, J. (2010). Phytochemicals and Uses of *Moringa oleifera* Leaves in Uganda Rural Communities. *Medical Plant Research*, 753-757. <https://doi.org/10.5897/JMPR10.492>
- Khan, K., Zaneb, I., Masood, S. H., Yousaf, M. S., Rehman, H. F., & Rehman, H. (2017). Effect of *Moringa oleifera* Leaf Powder Supplementation on Growth Performance and Intestinal Morphology in Broiler Chickens. *Animal Physiology Animal Nutrition Journal*, 101, 114-121. <https://doi.org/10.1111/jpn.12634>
- Kumar, S. & Pandey, A. (2013). Chemistry and Biological Activities of Flavonoid : An Overview. *The Scientific World Journal*, 1-16. <https://doi.org/10.1155/2013/162750>
- Kurniawan, L. A., Atmomarsono, U., & Mahfudz, L. D. (2012). Pengaruh Berbagai Frekuensi Pemberian Pakan dan Pembatasan Pakan Terhadap Pertumbuhan Tulang Ayam Broiler. *Jurnal Agromedia*, 30(2), 14 - 22. <https://doi.org/10.47728/ag.v30i2.29>
- Lapik, S. E. M., Sampurna, I. P., & Suatha, I. K. (2016). Pola Pertumbuhan Dimensi Panjang Tubuh Itik Bali Betina. *Indonesia Medicus Veterinus*, 5(5), 338-398.
- Moreki, J. C., & Gabanakgosi, K. (2014). Potential Use of *Moringa Olifera* in Poultry Diets. *Global Journal of Animal Scientific Research*. 2(2).
- Nguyen, V. T., & Bunchasak, C. 2005. Effect of Dietary Protein and Energy on Growth Performance and Carcass Characteristics of Betong Chicken at Early Growth Stage. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 27, 1171-1178.
- Nuraeni, S., Djaelani, M. A., Sunarno, S., & Kasiyati, K. (2019). Nilai Haugh Unit (HU), Indeks Kuning Telur (IKT) dan pH Telur Itik Pengging Setelah Pemberian Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 2(4), 12-20. <https://doi.org/10.14710/baf.4.2.2019.107-115>
- Olagbemide, P. T., & Alikwe, P. C. 2014. Proximate Analysis and Chemical Composition of Raw and Defatted *Moringa oleifera*. *Advance Life Science Technology*, 24: 92-99.
- Pratiwi, H. P., Sunarno, S., Kasiyati, K., & 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. <https://doi.org/10.14710/jbt.2.2.54-61>
- Rahayu, I. H. S., Darwati, S., & Mu'iz, A. (2019). Morfometrik Ayam Broiler dengan Pemeliharaan Intensif dan Akses Free Range di Daerah Tropis. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 7(2), 75-80. <https://doi.org/10.29244/jipthp.7.2.75-80>

- Riry, F.H., Elkloub, K., Moustafa, M. E. L., Mousa, M. A. M., Youssef, S. F., & Hanan, A. H. (2016). Effect of Using *Moringa oleifera* Seed Meal on Japanese Quail Performance During Growing Period: *Proceeding of the 9th International Poultry Conference*, Hurghada, Egypt, 322–337.
- Riswandha, M. I., Sutrisna, R., & Kurtini, T. (2016). Ratio Effect with Different Crude Protein Levels on The Growth of Mojosari Duck Female. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 4(4), 300-306.
- Roslinawati, E., Prihatini, W., & Haryoko, T. (2019). Variasi Ciri Morfometrik Burung Bondol di Indonesia. *Zoo Indonesia*, 26(2). <https://doi.org/10.52508/zi.v26i2.3722>
- Rossida, K. F. P., Sunarno, S., Kasiyati K., & 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. <https://doi.org/10.14710/jbt.2.2.41-47>
- Sampurna I. P. (2013). *Patterns of Growth Organ and Body Parts Broiler* [Institut Pertanian Bogor (IPB)].
- Setyaadi, U., Manshur, E., & Notarianto, N. (2018). Pengaruh Penambahan Tepung Daun Kelor dalam Pakan Terhadap Palatabilitas Pakan dan Pertumbuhan Puyuh. *Jurnal Ilmiah Respati Pertanian*, 12(1), 777-784. <https://doi.org/10.52643/jir.v9i1.83>
- Soeroso. (2004). *Performance Kambing Berdasarkan Sifat Kuantitatif dan Kualitatif*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sunarno. (2018). Efek Suplemen Kulit Kayu Manis dan Daun Pegagan Terhadap Produktivitas Puyuh Petelur Strain Australia (*Coturnix coturnix australica*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 1(3), 89- 96. <https://doi.org/10.14710/baf.3.1.2018.89-96>
- Susanti, T. (2003). Strategi Pembibitan Itik Alabio dan Itik Mojosari [Institut Pertanian Bogor (IPB)].
- Susetyarini, E. (2015). Aktivitas Tanin Daun Beluntas Terhadap Kadar Spermatozoa Tikus Putih Jantan. *Jurnal Gamma*, 8(2), 14-20.