

Osteometri Kaki Belakang Ayam Broiler Strain Lohmann pada Hari ke-7, 21 dan 35

Hindlimb Osteometry of Lohmann Broiler on 7, 21 and 35 days

Ulfiani Fauzia Hanafi¹, Yeni Dhamayanti^{2*}, Muhammad Thohawi Elziyad Purnama², Soeharsono², Prima Ayu Wibawati³, Ragil Angga Prastiya⁴

¹Pendidikan Profesi Dokter Hewan, ²Departemen Anatomi Veteriner, ³Departemen Kesehatan Masyarakat Veteriner, ⁴Departemen Reproduksi Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Kampus C Mulyorejo, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia 60115,
*Corresponding author: yeni-d@fk.unair.ac.id

Abstrak

Pola pertumbuhan dapat ditentukan salah satunya melalui pengukuran kuantitatif, yakni osteometri. Tujuan penelitian ini untuk menentukan pola pertumbuhan ayam broiler strain Lohmann berdasarkan osteometri kaki belakang pada usia pertumbuhan 7, 21 dan 35. Penelitian menggunakan 30 ayam broiler strain Lohmann berumur 7, 21 dan 35 hari. Teknik osteometri dilakukan pada semua tulang penyusun kaki belakang ayam dengan variabel *Greatest length (GL)*, *Breadth of the proximal end (Bp)*, *Breadth of the distal end (Dp)*, *minimum breadth of diaphysis (Sd)*, *Circular of the proximal end (Cp)*, *Circular of corpus (Cc)*, dan *Circular of distal end (Cd)*. Data yang diperoleh dicatat dalam satuan *centimeter (cm)*. Data bobot badan dan berat masing-masing tulang juga dicatat dalam satuan gram (g). Data dianalisis dengan uji ANOVA, apabila didapatkan hasil dengan signifikansi 5% maka pengujian dilanjutkan dengan *Pos Hoc Duncan*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 6 variabel osteometri, bobot badan dan massa tulang diperoleh perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$). Laju pertumbuhan tercepat dicapai saat ayam broiler strain Lohmann berumur 21 hari.

Kata kunci: pola pertumbuhan, osteometri, *hindlimb*, broiler, strain Lohmann

Abstract

Patterns of growth can be determined one of them through quantitative measurements, namely osteometry. The aim of this study was to determine the growth of patterns of Lohmann broiler chickens based on hindlimb osteometry at the age of 7, 21 and 35 days. This study used 30 Lohmann broiler chickens aged 7, 21 and 35 days. Osteometry techniques are performed on all the bones of hindlimb with variable Greatest length (GL), Breadth of the proximal end (Bp), Breadth of the distal end (Dd), Minimum breadth of diaphysis (Sd), Circular of the proximal end (Cp), Circular of corpus (Cc), and Circular of distal end (Cd). The data obtained is recorded in units of centimeters (cm). Data of body weight and weight of each bone are also recorded in grams (g). Data were analyzed by ANOVA test, if the result obtained with a significance of 5% then the test continued with Pos Hoc Duncan. The results showed that from 6 osteometry variables, body weight, and bone mass obtained significant differences ($p < 0.05$). The fastest growth rate is reached when Lohmann broiler chickens are 21 days old.

Keywords: growth pattern, osteometry, *hindlimb*, broiler, strain Lohmann

Received: 8 Januari 2020

Revised: 12 Februari 2020

Accepted: 28 April 2020

PENDAHULUAN

Ayam broiler termasuk salah satu ternak yang berperan untuk memenuhi kebutuhan protein hewani. Ayam broiler merupakan ayam ras dengan produk utama adalah daging dengan laju pertumbuhannya cepat. Laju pertumbuhan

ayam broiler yang cepat diikuti dengan laju perlemakan yang cepat pula. Penimbunan lemak cenderung meningkat seiring dengan penambahan bobot badan ayam (Pratikno, 2010). Kurniawan dkk. (2012) menyatakan bahwa pertumbuhan tulang pada ayam broiler tidak secepat laju pertumbuhan pada daging.



Suthama (2006) melaporkan hasil penelitian terhadap ayam Kedu bahwa laju pertumbuhan dapat ditinjau salah satunya dari pergantian protein tubuh saat diberi pakan yang lebih baik, secara fisiologis protein dan energi dalam metabolisme berkaitan dengan siklus tukar protein (*protein turnover*) dalam tubuh. Hasil metabolisme protein tubuh digunakan untuk menghitung siklus tukar protein dan dapat digunakan sebagai indeks kemampuan pertumbuhan unggas. Siklus tukar protein yang dihitung meliputi perbedaan laju sintesis dan degradasi protein. Peningkatan kualitas dan kandungan nutrisi dalam pakan mampu memberikan laju peningkatan meskipun lambat pada bobot badan dan massa protein otot pada ayam Kedu. Suthama (2006) menambahkan bahwa tingginya FCR dan peningkatan laju pertumbuhan yang lambat disebabkan oleh variasi genetik ayam Kedu yang belum mampu mengefisienkan nutrisi dalam pakan. Setiyono dkk. (2015) menyatakan bahwa pertumbuhan ayam didukung oleh beberapa faktor, yaitu strain ayam, jenis kelamin, dan faktor lingkungan.

Blair (2008) dalam bukunya *Nutrition and Feeding of Organic Poultry* menyatakan bahwa strain adalah hasil dari persilangan yang dilakukan oleh perusahaan internasional dalam budidayanya untuk dapat mengembangkan produksi dengan skala yang besar. Perusahaan sebagai produsen unggas melakukan inovasi-inovasi yang melibatkan variasi genetik (Agustono et al., 2019). Inovasi genetik bertujuan untuk memperoleh strain-strain unggas yang mempunyai sifat menguntungkan. Penelitian mengenai pola pertumbuhan ayam broiler berdasarkan osteometri tulang penyusun kaki belakang, khususnya strain Lohmann belum banyak diteliti. Hal inilah yang mendasari penulis untuk melakukan penelitian mengenai osteometri pada *os femur*, *os tibiotarsus*, *os fibula*, *os tarsometatarsus*, dan *ossa digiti* ayam broiler strain Lohmann.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan osteometri pada kerangka

kaki belakang ayam yang terdiri dari *os femur*, *os tibiotarsus*, *os fibula*, *ossa tarsometatarsal*, dan *ossa digiti*. Prosedur atau tindakan pembedahan dalam penelitian dilakukan sesuai dengan *Standarts Operasional Procedur* (SOP) melalui uji etika medik dengan sertifikat no. 768/HRECC.FODM/XII/2019.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah ayam broiler strain Lohmann. Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain jangka sorong (*Vernier caliper*) (*Herma*[®]), timbangan analitik atau ohaus (*Pioneer*[®] dan *Scout pro*[®]), timbangan digital (*Newtech*[®]), dan benang nilon. Bahan dan alat pembuatan sampel tulang terdiri atas larutan 3% NaOH, *aluminium foil* (*Best fresh*[®]), *drying oven* (*Binder*[®]), tisu, *gloves* (*Nitrile*[®]), masker *surgical* (*Onemed*[®]), plastik, gelas ukur plastik, panci, kompor, dan alat bedah minor (*Onemed*[®]).

Ayam sebelum dieuthanasi terlebih dahulu dihitung bobotnya menggunakan timbangan digital. Ayam broiler kemudian dieuthanasia berdasarkan kaidah penyembelihan halal. Pembedahan dilakukan setelah euthanasia untuk menguakkan daging dan karkas pada sampel menggunakan alat bedah, agar tulang dan daging dapat dipisahkan secara sempurna maka selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam larutan 3% NaOH selama ± 3 menit (Singh et al., 2015). Tulang-tulang yang telah terpisah dengan jaringan-jaringan lunak disekitarnya kemudian dicuci dengan air dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100°C (Hartadi et al., 2018).

Setiap sampel sebagai variabel diukur dengan jangka sorong (*Vernier caliper*) menggunakan teknik osteometri dan ditimbang beratnya dengan timbangan analitik untuk memberikan data pola pertumbuhan. Variabel osteometri terdiri dari *Greatest length (GL)*, *Breadth of the proximal end (Bp)*, *Breadth of the distal end (Bd)*, *minimum breadth of diaphysis (SD)* (Alpak et al., 2009), *Circular of the proximal end (Cp)*, *Circular of corpus (Cc)*, dan *Circular of distal end (Cd)* pada *os femur*, *os tibiotarsus*, dan *ossa tarsometatarsal* (Gambar 1). Variabel pengukuran *os fibula* antara lain *Greatest length (GL)*, *Breadth of the proximal end (Bp)*, *Breadth of the distal end (Bd)*,

minimum breadth of diaphysis (SD) (Gambar 1). Variabel lainnya adalah panjang masing-masing *os phalanx* pada *ossa digiti* I sampai IV (Gambar 2). Semua data osteometri yang diukur, dicatat dalam satuan *centimeter* (cm) dan data sampel yang ditimbang, dicatat dalam satuan gram (g).

GL pada *os femur* diukur dari *trochanter mayor* hingga *condylus lateralis*. Pengukuran Bp dimulai dari *trochanter mayor* hingga *caput ossis femoris* sedangkan pada Bd dimulai dari *condylus lateralis* hingga *condylus medialis*. Pengukuran keliling pada titik epifisis proksimal (Cp) dan distal (Cd) dilakukan sepanjang *trochanter mayor* hingga *caput ossis femoris* dan sepanjang *condylus lateralis* hingga *condylus medialis*. Sd yang merupakan diameter diafisis pada *corpus os femur* diukur pada *corpus femoris* dan kelilingnya (Cc) melingkari *corpus femoris* (Gambar 1).

GL *os tibiotarsus* diukur dari *condylus tibialis lateralis* hingga *malleolus lateralis*. Pengukuran lebar epifisis proksimal (Bp) dan keliling (Cp) *os tibiotarsus* dilakukan pada *condylus tibialis lateralis* hingga *condylus tibialis medialis* sedangkan pengukuran epifisis distal (Bd) dan (Cd) dilakukan pada *malleolus lateralis* hingga *malleolus medialis*. Sd dan Cc pada *os tibiotarsus* dilakukan pada *corpus os tibiotarsus* (Gambar 1). Pada *os fibula*, pengukuran GL dilakukan pada *caput fibulae* hingga *fibula* bagian *distal*. Pengukuran Bp dan Bd dilakukan untuk mengukur lebar *caput fibula* dan *fibula* bagian distal sedangkan Sd dilakukan pada *corpus os fibula* (Gambar 1).

Pengukuran GL *os tarsometatarsus* dilakukan pada *cotyla lateralis* hingga *trochlea metatarsi*. Bp dan Cp diukur pada *cotyla lateralis* hingga *cotyla medialis* sedangkan Bd dan Cd diukur pada *trochlea metatarsi* II hingga IV. Sd dan Cc diukur pada *corpus os tarsometatarsus* (Gambar 1). Pengukuran yang dilakukan pada *os phalanx* dari *ossa digiti* I hingga IV adalah *Greatest of length (GL)*. Pengukuran GL dilakukan dari *cartilago (car)* hingga *tarsus (tar)*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Perbedaan osteometri tulang-tulang ayam broiler strain Lohmann dan pola

pertumbuhannya ditentukan dengan uji *Analysis of Variance (ANOVA)* dengan tingkat signifikan 5%. Jika terdapat perbedaan signifikan ($p < 0.05$) maka dilanjutkan uji *Post Hoc Duncan*. Keseluruhan data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak IBM SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versi 20.0.0. (Vistro, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertambahan Bobot Badan

Penimbangan bobot hidup ayam broiler diperoleh data dalam satuan gram (g). Hasil dari penimbangan bobot hidup ayam broiler pada umur 7, 21 dan 35 hari menunjukkan hasil yang meningkat dan signifikan ($p < 0,05$). Hasil yang signifikan menunjukkan adanya pertambahan bobot hidup ayam broiler strain Lohmann terhadap Rataan bobot hidup ayam broiler strain Lohmann pada hasil penelitian ini tidak sama dengan rekomendasi pada buku Lohmann Meat (2007) yang menyatakan bahwa bobot hidup untuk strain Lohmann betina berumur 7, 21 dan 35 hari secara berurutan adalah 165 g; 788 g; dan 1827 g. Rata-rata dan simpangan bakunya (mean \pm SD) ditunjukkan pada Tabel 1.

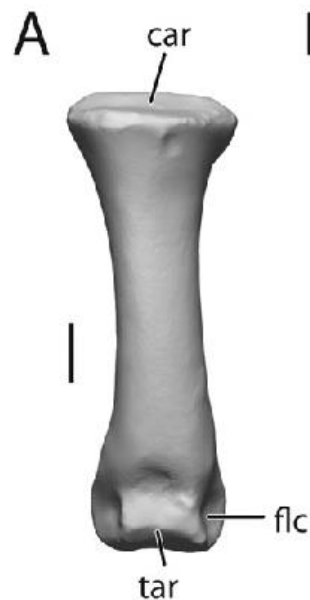
Menurut Anggitasari *et al* (2016) perolehan bobot badan dapat dipengaruhi oleh faktor pakan. Ransum dalam pakan merupakan salah satu faktor penting yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan jaringan tubuh ayam broiler atau pedaging. Nutrisi pada pakan untuk diberikan kepada ayam broiler atau pedaging harus cukup dan sesuai dengan kebutuhan meliputi energi, protein, lemak, serat kasar, vitamin, mineral, dan asam amino (Deviana *et al.*, 2018). Energi metabolisme yang dibutuhkan oleh ayam broiler berbeda yang dipengaruhi oleh umur, suhu, dan jenis kelamin. Energi metabolisme yang dibutuhkan digunakan untuk pertumbuhan jaringan tubuh, produksi, aktivitas fisik, dan mempertahankan kestabilan suhu normal (Qurniawan, 2016).

Osteometri dan Massa Tulang

Variabel GL digunakan sebagai variabel untuk mengukur panjang tulang dari titik epifisis



Gambar 1. Variabel osteometri (a) *os femur* dan (b) *os tibiotarsus* (Alpak et al., 2009). Variabel Osteometri (c) *os tarsometatarsus* dan (d) *os fibula* (https://royalbcmuseum.bc.ca/Natural_History/Bones/methods.html).



Gambar 2. Variabel osteometri ossa digiti (Claessens et al., 2015).

Tabel 1. Bobot hidup ayam broiler umur 7, 21 dan 35 hari

Variabel	Hari (Mean ± SD)		
	7	21	35
Bobot tubuh (gram)	153.447 ± 18.969 ^a	941.800 ± 94.421 ^b	1573.600 ± 221.667 ^c

^{a,b,c}Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (p<0,05).

Tabel 2. Osteometri dan massa tulang ayam broiler umur 7, 21 dan 35 hari

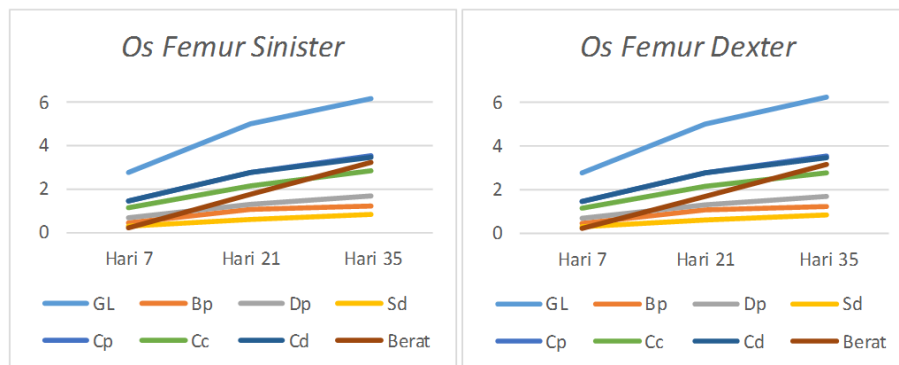
Variabel		Hari (Mean ± SD)		
		7	21	35
<i>Os femur</i>				
GL	sin	2.774 ± 0.142 ^a	5.036 ± 0.198 ^b	6.222 ± 0.181 ^c
	dex	2.762 ± 0.170 ^a	5.034 ± 0.167 ^b	6.241 ± 0.205 ^c
Bp	sin	0.466 ± 0.043 ^a	1.020 ± 0.064 ^b	1.224 ± 0.064 ^c
	dex	0.470 ± 0.042 ^a	1.019 ± 0.060 ^b	1.219 ± 0.073 ^c

Dp	sin	0.631 ± 0.039 ^a	1.259 ± 0.088 ^b	1.644 ± 0.068 ^c
	dex	0.629 ± 0.022 ^a	1.271 ± 0.078 ^b	1.641 ± 0.074 ^c
Sd	sin	0.288 ± 0.017 ^a	0.600 ± 0.026 ^b	0.800 ± 0.050 ^c
	dex	0.287 ± 0.015 ^a	0.609 ± 0.020 ^b	0.795 ± 0.047 ^c
Cp	sin	1.430 ± 0.094 ^a	2.800 ± 0.194 ^b	3.560 ± 0.117 ^c
	dex	1.440 ± 0.084 ^a	2.790 ± 0.159 ^b	3.510 ± 0.099 ^c
Cc	sin	1.100 ± 0.047 ^a	2.150 ± 0.071 ^b	2.810 ± 0.129 ^c
	dex	1.110 ± 0.032 ^a	2.140 ± 0.070 ^b	2.780 ± 0.113 ^c
Cd	sin	1.480 ± 0.113 ^a	2.790 ± 0.087 ^b	3.480 ± 0.169 ^c
	dex	1.440 ± 0.097 ^a	2.790 ± 0.137 ^b	3.470 ± 0.164 ^c
Berat	sin	0.211 ± 0.041 ^a	1.733 ± 0.174 ^b	3.198 ± 0.269 ^c
	dex	0.222 ± 0.037 ^a	1.697 ± 0.190 ^b	3.134 ± 0.293 ^c
<i>Os tibiotarsus</i>				
GL	sin	3.724 ± 0.216 ^a	6.409 ± 0.216 ^b	8.146 ± 0.315 ^c
	dex	3.733 ± 0.209 ^a	6.390 ± 0.201 ^b	8.148 ± 0.291 ^c
Bp	sin	0.818 ± 0.056 ^a	1.667 ± 0.096 ^b	2.102 ± 0.076 ^c
	dex	0.807 ± 0.040 ^a	1.685 ± 0.096 ^b	2.126 ± 0.047 ^c
Dp	sin	0.756 ± 0.046 ^a	1.373 ± 0.076 ^b	1.719 ± 0.101 ^c
	dex	0.749 ± 0.038 ^a	1.378 ± 0.067 ^b	1.664 ± 0.055 ^c
Sd	sin	0.271 ± 0.018 ^a	0.563 ± 0.023 ^b	0.739 ± 0.058 ^c
	dex	0.264 ± 0.017 ^a	0.571 ± 0.034 ^b	0.754 ± 0.059 ^c
Cp	sin	1.580 ± 0.155 ^a	3.280 ± 0.162 ^b	4.130 ± 0.170 ^c
	dex	1.540 ± 0.158 ^a	3.250 ± 0.158 ^b	4.160 ± 0.158 ^c
Cc	sin	1.120 ± 0.092 ^a	1.930 ± 0.082 ^b	2.450 ± 0.143 ^c
	dex	1.110 ± 0.088 ^a	1.950 ± 0.085 ^b	2.440 ± 0.135 ^c
Cd	sin	1.430 ± 0.067 ^a	2.450 ± 0.127 ^b	3.010 ± 0.087 ^c
	dex	1.450 ± 0.071 ^a	2.450 ± 0.135 ^b	2.960 ± 0.184 ^c
Berat	sin	0.334 ± 0.057 ^a	2.292 ± 0.240 ^b	4.625 ± 0.541 ^c
	dex	0.329 ± 0.051 ^a	2.390 ± 0.264 ^b	4.562 ± 0.532 ^c
<i>Os fibula</i>				
GL	sin	2.348 ± 0.489 ^a	4.720 ± 0.140 ^b	5.831 ± 0.292 ^c
	dex	2.589 ± 0.176 ^a	4.730 ± 0.164 ^b	5.790 ± 0.433 ^c
Bp	sin	0.126 ± 0.011 ^a	0.263 ± 0.028 ^b	0.345 ± 0.034 ^c
	dex	0.124 ± 0.012 ^a	0.256 ± 0.026 ^b	0.343 ± 0.041 ^c
Dp	sin	0.032 ± 0.011 ^a	0.057 ± 0.013 ^b	0.070 ± 0.007 ^c
	dex	0.033 ± 0.007 ^a	0.056 ± 0.008 ^b	0.065 ± 0.017 ^b
Sd	sin	0.089 ± 0.012 ^a	0.192 ± 0.019 ^b	0.218 ± 0.020 ^c
	dex	0.092 ± 0.009 ^a	0.193 ± 0.018 ^b	0.223 ± 0.023 ^c
Berat	sin	0.014 ± 0.004 ^a	0.101 ± 0.012 ^b	0.202 ± 0.025 ^c
	dex	0.015 ± 0.004 ^a	0.099 ± 0.012 ^b	0.198 ± 0.029 ^c
<i>Os tarsometatarsus</i>				
GL	sin	2.642 ± 0.135 ^a	5.075 ± 0.167 ^b	6.294 ± 0.241 ^c
	dex	2.622 ± 0.148 ^a	5.036 ± 0.186 ^b	6.255 ± 0.266 ^c
Bp	sin	0.773 ± 0.052 ^a	1.474 ± 0.079 ^b	1.851 ± 0.087 ^c
	dex	0.769 ± 0.035 ^a	1.461 ± 0.095 ^b	1.870 ± 0.065 ^c
Dp	sin	0.771 ± 0.053 ^a	1.365 ± 0.025 ^b	1.644 ± 0.057 ^c
	dex	0.781 ± 0.058 ^a	1.365 ± 0.048 ^b	1.621 ± 0.069 ^c
Sd	sin	0.370 ± 0.027 ^a	0.746 ± 0.038 ^b	1.020 ± 0.142 ^c
	dex	0.363 ± 0.025 ^a	0.751 ± 0.044 ^b	0.970 ± 0.054 ^c
Cp	sin	1.590 ± 0.129 ^a	2.830 ± 0.170 ^b	3.520 ± 0.169 ^c
	dex	1.560 ± 0.107 ^a	2.850 ± 0.135 ^b	3.530 ± 0.149 ^c
Cc	sin	1.170 ± 0.048 ^a	2.100 ± 0.047 ^b	2.830 ± 0.157 ^c
	dex	1.150 ± 0.053 ^a	2.120 ± 0.063 ^b	2.840 ± 0.165 ^c
Cd	sin	1.320 ± 0.079 ^a	2.310 ± 0.166 ^b	2.860 ± 0.184 ^c
	dex	1.320 ± 0.103 ^a	2.280 ± 0.140 ^b	2.880 ± 0.162 ^c

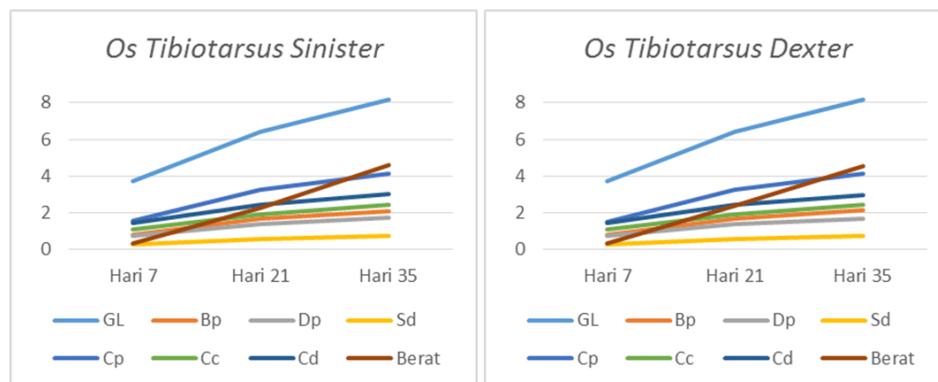
Berat	sin	0.197 ± 0.044 ^a	1.513 ± 0.181 ^b	3.050 ± 0.241 ^c
	dex	0.208 ± 0.044 ^a	1.520 ± 0.189 ^b	3.025 ± 0.214 ^c
<i>Ossa digiti I</i>				
GL	sin	0.585 ± 0.052 ^a	1.078 ± 0.052 ^b	1.307 ± 0.041 ^c
	dex	0.603 ± 0.073 ^a	1.062 ± 0.049 ^b	1.300 ± 0.047 ^c
Berat	sin	0.008 ± 0.002 ^a	0.044 ± 0.007 ^b	0.097 ± 0.007 ^c
	dex	0.008 ± 0.002 ^a	0.041 ± 0.005 ^b	0.092 ± 0.007 ^c
<i>Ossa digiti II</i>				
<i>Os phalanx I</i>				
GL	sin	0.855 ± 0.065 ^a	1.448 ± 0.054 ^b	1.765 ± 0.065 ^c
	dex	0.840 ± 0.064 ^a	1.458 ± 0.056 ^b	1.795 ± 0.077 ^c
Berat	sin	0.019 ± 0.004 ^a	0.098 ± 0.009 ^b	0.204 ± 0.011 ^c
	dex	0.018 ± 0.003 ^a	0.100 ± 0.011 ^b	0.204 ± 0.010 ^c
<i>Os phalanx II</i>				
GL	sin	0.660 ± 0.037 ^a	1.111 ± 0.047 ^b	1.321 ± 0.055 ^c
	dex	0.641 ± 0.023 ^a	1.103 ± 0.030 ^b	1.344 ± 0.036 ^c
Berat	sin	0.010 ± 0.002 ^a	0.050 ± 0.006 ^b	0.107 ± 0.005 ^c
	dex	0.009 ± 0.001 ^a	0.054 ± 0.004 ^b	0.102 ± 0.005 ^c
<i>Ossa digiti III</i>				
<i>Os phalanx I</i>				
GL	sin	0.855 ± 0.056 ^a	1.460 ± 0.052 ^b	1.792 ± 0.079 ^c
	dex	0.857 ± 0.043 ^a	1.456 ± 0.052 ^b	1.792 ± 0.092 ^c
Berat	sin	0.027 ± 0.005 ^a	0.149 ± 0.021 ^b	0.306 ± 0.013 ^c
	dex	0.028 ± 0.004 ^a	0.149 ± 0.016 ^b	0.300 ± 0.026 ^c
<i>Os phalanx II</i>				
GL	sin	0.694 ± 0.050 ^a	1.150 ± 0.055 ^b	1.390 ± 0.048 ^c
	dex	0.677 ± 0.035 ^a	1.130 ± 0.044 ^b	1.391 ± 0.057 ^c
Berat	sin	0.016 ± 0.003 ^a	0.081 ± 0.010 ^b	0.165 ± 0.011 ^c
	dex	0.016 ± 0.004 ^a	0.079 ± 0.009 ^b	0.157 ± 0.011 ^c
<i>Os phalanx III</i>				
GL	sin	0.594 ± 0.045 ^a	1.005 ± 0.054 ^b	1.203 ± 0.055 ^c
	dex	0.592 ± 0.049 ^a	0.997 ± 0.043 ^b	1.205 ± 0.060 ^c
Berat	sin	0.009 ± 0.001 ^a	0.047 ± 0.007 ^b	0.097 ± 0.012 ^c
	dex	0.009 ± 0.002 ^a	0.047 ± 0.005 ^b	0.096 ± 0.007 ^c
<i>Ossa digiti IV</i>				
<i>Os phalanx I</i>				
GL	sin	0.614 ± 0.041 ^a	1.041 ± 0.053 ^b	1.258 ± 0.055 ^c
	dex	0.622 ± 0.037 ^a	1.031 ± 0.051 ^b	1.264 ± 0.058 ^c
Berat	sin	0.014 ± 0.003 ^a	0.068 ± 0.010 ^b	0.143 ± 0.006 ^c
	dex	0.015 ± 0.003 ^a	0.068 ± 0.008 ^b	0.137 ± 0.004 ^c
<i>Os phalanx II</i>				
GL	sin	0.388 ± 0.033 ^a	0.657 ± 0.040 ^b	0.791 ± 0.028 ^c
	dex	0.381 ± 0.031 ^a	0.656 ± 0.049 ^b	0.780 ± 0.032 ^c
Berat	sin	0.008 ± 0.002 ^a	0.036 ± 0.006 ^b	0.072 ± 0.006 ^c
	dex	0.007 ± 0.001 ^a	0.034 ± 0.005 ^b	0.068 ± 0.003 ^c
<i>Os phalanx III</i>				
GL	sin	0.334 ± 0.039 ^a	0.570 ± 0.049 ^b	0.691 ± 0.029 ^c
	dex	0.335 ± 0.021 ^a	0.560 ± 0.043 ^b	0.684 ± 0.030 ^c
Berat	sin	0.005 ± 0.001 ^a	0.024 ± 0.004 ^b	0.049 ± 0.004 ^c
	dex	0.005 ± 0.001 ^a	0.022 ± 0.004 ^b	0.047 ± 0.004 ^c
<i>Os phalanx IV</i>				
GL	sin	0.379 ± 0.031 ^a	0.656 ± 0.035 ^b	0.789 ± 0.033 ^c
	dex	0.386 ± 0.036 ^a	0.656 ± 0.031 ^b	0.775 ± 0.038 ^c
Berat	sin	0.004 ± 0.001 ^a	0.021 ± 0.003 ^b	0.042 ± 0.004 ^c

dex 0.005 ± 0.001^a 0.020 ± 0.002^b 0.040 ± 0.003^c

Keterangan: *Greatest of length (GL); Breadth of the proximal end (Bp); Breadth of distal end (Dp); Minimum breadth of diaphysis (Sd); Circular of the proximal end (Cp); Circular of corpus (Cc); Circular of the distal end (Cd).* ^{a,b,c}Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (p<0,05).



Gambar 3. Pertumbuhan *os femur sinister* dan *dexter* ayam broiler umur 7, 21 dan 35 hari.



Gambar 4. Pertumbuhan *os tibiotarsus sinister* dan *dexter* ayam broiler umur 7, 21 dan 35 hari.

proksimal hingga epifisis distal. Variabel Bp dan Bd merupakan variabel pengukuran lebar epifisis dibagian proksimal dan distal tulang. Pengukuran lebar diafisis digambarkan dengan variabel SD (Alpak et al., 2009). Bagian epifisis proksimal maupun distal serta diafisis diukur lingkaran kelilingnya.

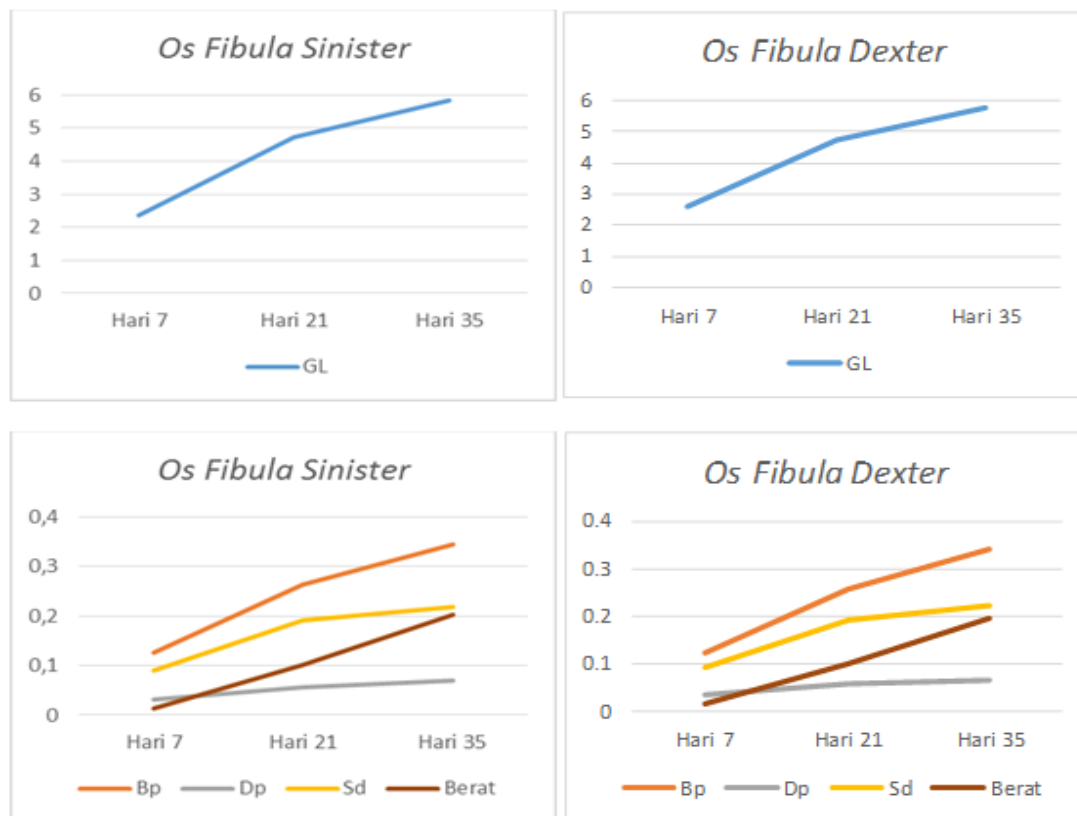
Pertumbuhan dan perkembangan tulang menurut Gkiatas et al. (2015) merupakan hasil dari interaksi yang kompleks antara faktor genetik dan lingkungan. Pertumbuhan longitudinal pada tulang tergantung pada *growth plate* yang memiliki lima zona berbeda dengan peran fungsional yang berbeda-beda. *Growth plate* merupakan organ target akhir pertumbuhan

longitudinal atau memanjang. Panjang tulang dipengaruhi oleh beberapa faktor sistemik, lokal dan mekanik. Gkiatas et al. (2015) menambahkan bahwa pertumbuhan lebar tulang juga dipengaruhi oleh faktor genetik.

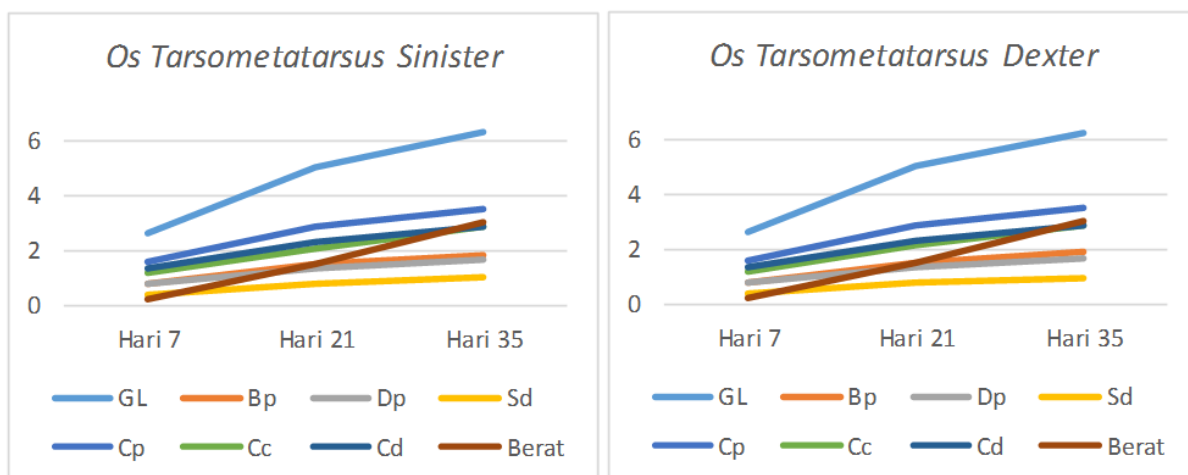
Hasil analisis statistik osteometri serta massa tulang *os femur*, *os tibiotarsus*, *os fibula*, *os tarsometatarsus*, dan *ossa digiti* didapatkan hasil sebagai berikut pada Tabel 2.

Os Femur

Pola pertumbuhan *os femur* diukur pada titik osteometri yang meliputi variabel *Greatest of length (GL)*, *Breadth of the proximal end (Bp)*, *Breadth of distal end (Dp)*, *Minimum*



Gambar 5. Pertumbuhan os fibula sinister dan dexter ayam broiler umur 7, 21 dan 35 hari.



Gambar 6. Pertumbuhan os tarsometatarsus sinister dan dexter ayam broiler umur 7, 21 dan 35 hari.

breadth of diaphysis (Sd), Circular of the proximal end (Cp), Circular of corpus (Cc), Circular of the distal end (Cd), dan berat tulang os femur. Pengujian signifikansi os femur pada setiap variabel pengukuran dan berat os femur yang tercantum pada Tabel 2 menunjukkan hasil yang signifikan ($p < 0,05$), hal ini disebabkan oleh panjang tulang yang terus meningkat seiring bertambahnya umur, sehingga tidak ada faktor

yang mengganggu atau menghambat perkembangan os femur. Peningkatan panjang os femur pada umur 35 hari tidak secepat perkembangan os femur saat umur 7 hingga 21 hari, hal ini digambarkan oleh mulai melandainya pola pertumbuhan pada grafik pola pertumbuhan os femur (Gambar 3).

Os Tibiotarsus

Variabel yang sama dengan *os femur* juga digunakan pada osteometri *os tibiotarsus* dan berat *os tibiotarsus*. Pengukuran variabel dilakukan pada *os tibiotarsus sinister* maupun *dexter*. Hasil pola pertumbuhan *os femur* ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 4. Perhitungan hasil statistik tiap variabel pada Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil pengukuran signifikan pada *os tibiotarsus* ($p < 0,05$).

Pengukuran penampang diafisis pada *os tibiotarsus* ayam broiler strain Lohmann didasarkan pada variabel pengukuran diameter (Sd) dan lingkaran diafisis (Cc) pada *corpus os tibiotarsus* memberikan hasil yang signifikan ($p < 0,05$). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Škrbić, et al. (2009) terhadap pengukuran penampang diafisis (*cross sectional*) *os tibiotarsus* pada ayam broiler strain Arbor Acres dan Cobb memberikan hasil yang signifikan ($p < 0,05$).

Laju pertumbuhan tercepat pada *os tibiotarsus* dicapai pada saat umur 7 hari hingga 21 hari. Penelitian yang telah dilakukan oleh Williams et al. (2000) pada ayam broiler strain Ross terhadap tulang *tibiotarsus* juga memberikan hasil yang meningkat pada panjang tulang, lebar tulang serta lebar tulang kortikal seiring dengan bertambahnya usia. Tulang kortikal, lebar tulang meningkat lebih cepat dan mencapai ketebalan yang lebih besar antara umur 4 hingga 18 hari, hal ini menunjukkan bahwa pada periode tersebut terjadi pembentukan tulang intensif untuk mendukung pembentukan kerangka yang memadai bagi pertumbuhan ayam sebagai penopang tubuh.

Os Fibula

Pola pertumbuhan *os fibula sinister* dan *dexter* ditunjukkan oleh Gambar 5. Variabel osteometri yang diukur meliputi *Greatest of length (GL)*, *Breadth of the proximal end (Bp)*, *Breadth of distal end (Dp)*, *Minimum breadth of diaphysis (Sd)*, dan berat *os fibula* ayam broiler umur 7, 21 dan 35 hari. Pada hasil ukuran rata-rata Dp pada *os fibula* menunjukkan hasil rata-rata yang tidak signifikan pada *os fibula dexter* umur 21 dan 35 hari ($p > 0,05$). Hal ini

dikarenakan pada hasil uji statistik disebutkan bahwa ukuran rata-rata *Breadth of distal end* diperoleh hasil yang tidak berbeda jauh. Berdasarkan hasil tersebut, pengukuran pada *os fibula* mengalami *technical error* karena *os fibula* mengalami fusi atau perlekatan bersama *os tibiotarsus* dan struktur dari *os fibula* yang mudah rapuh.

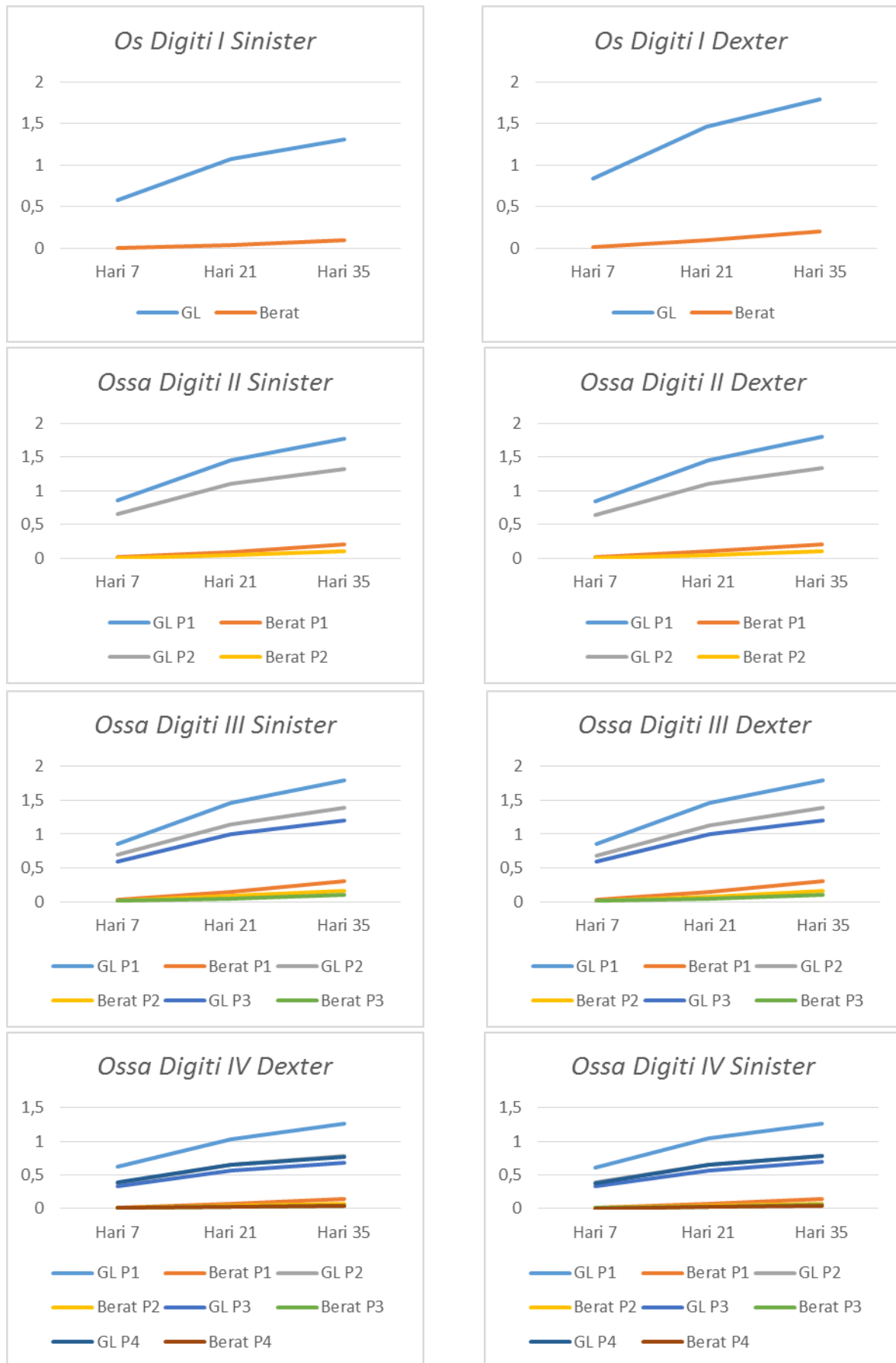
Os Tarsometatarsus

Pola pertumbuhan *os tarsometatarsus* ayam broiler umur 7, 21 dan 35 hari dengan variabel *Greatest of length (GL)*, *Breadth of the proximal end (Bp)*, *Breadth of distal end (Dp)*, *Minimum breadth of diaphysis (Sd)*, *Circular of the proximal end (Cp)*, *Circular of corpus (Cc)*, *Circular of the distal end (Cd)*, dan berat *os tarsometatarsus*. Hasil pengukuran pola pertumbuhan disajikan pada Gambar 6.

Pola pertumbuhan pada *os tarsometatarsus* menunjukkan hasil yang signifikan ($p < 0,05$) pada *os tarsometatarsus sinister* maupun *dexter*. Sama seperti beberapa variabel lain yang telah diteliti, yakni *os femur* dan *os tibiotarsus* menunjukkan hasil rata-rata yang terus meningkat seiring pertambahan umur pada ayam broiler dan mulai melandai pertumbuhannya antara umur 21 hingga 35 hari (Tabel 2 dan Gambar 6).

Ossa Digiti

Pengukuran *ossa digiti* dilakukan terhadap masing-masing *os phalanx* yang menyusun digitalis I-IV. Hasil pengukuran terhadap variabel panjang dan berat tulang memberikan hasil yang signifikan ($p < 0,05$). Panjang *ossa digiti* kedua dan ketiga pada ayam broiler strain Lohmann memberikan hasil peningkatan pertumbuhan tercepat dibanding pertumbuhan *ossa digiti* I maupun IV. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya terhadap pengukuran panjang *ossa digiti* pernah dilakukan oleh Oka (2016) pada ayam kampung memberikan hasil bahwa terdapat korelasi positif antara variabel kaki (panjang *os femur*, *os tibiotarsus*, dan *ossa tarsometatarsus*) dengan panjang *ossa digiti* ketiga yang berkembang dan mencapai peningkatan tertinggi. Pola pertumbuhan *ossa*



Gambar 7. P1: os phalanx I; P2: os phalanx II; P3: os phalanx III; P4: os phalanx IV. Pertumbuhan ossa digiti I-IV sinister dan dexter ayam broiler umur 7, 21 dan 35 hari.

digiti I-IV ditunjukkan dengan grafik pada Gambar 7.

Pola pertumbuhan merupakan gambaran dari hasil proses pertumbuhan dari waktu ke waktu seiring dengan bertambahnya usia yang meliputi pertambahan panjang atau massa suatu sel maupun organ pada makhluk hidup (Islami *et al.*, 2018). Pengukuran pola pertumbuhan pada penelitian ini didasarkan pada pengukuran bobot hidup, osteometri serta massa dari masing-masing tulang pada sistem kerangka kaki belakang (Megawati *et al.*, 2020). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat dijelaskan bahwa pola pertumbuhan pada sistem kerangka kaki belakang memberikan hasil yang signifikan seiring dengan bertambahnya umur ayam broiler strain Lohmann. Hal ini dibuktikan dengan terus meningkatnya grafik pertumbuhan tulang pada ayam broiler dari umur 7 hingga 35 hari.

Berdasarkan hasil penelitian, laju peningkatan pada pola pertumbuhan semakin menurun seiring dengan bertambahnya usia. Penurunan laju pola pertumbuhan menurut hasil penelitian mulai terjadi antara umur 21 hingga 35 hari pada ayam broiler strain Lohmann. Penurunan laju pola pertumbuhan dapat dipengaruhi salah satunya oleh keberadaan hormon estrogen (Rahmaningtyas *et al.*, 2017). Kondisi setelah dewasa kelamin, produksi hormon estrogen dari ovarium mengalami penurunan sehingga jaringan tulang yang hilang semakin banyak (Purnama *et al.*, 2019). Fungsi estrogen dalam pertumbuhan tulang adalah untuk menjaga kepadatan dan kekuatan tulang (Bondensson *et al.*, 2015). Defisiensi estrogen berhubungan dengan ketidaksesuaian antara resorpsi tulang dan pembentukan tulang, hal ini menunjukkan bahwa peran estrogen juga penting dalam mempertahankan pembentukan tulang pada tingkat sel (Khosla *et al.*, 2012).

Rath, *et al.* (2000) mengatakan bahwa pencapaian pada kematangan tulang dan fungsional tulang yang maksimal membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan pada proses pertumbuhan tulang itu sendiri. Murwani (2010) mengatakan bahwa periode pemeliharaan ayam broiler terbagi menjadi periode *starter* (umur 1-21 hari) dan *finisher* (umur 22-35 hari). Periode

finisher dapat dimulai sesuai umur (22-35 hari) atau hingga diperoleh bobot badan ayam broiler yang diinginkan. Masa kritis atau masa *brooding* ayam broiler menurut Fatmaningsih, dkk. (2016) terjadi pada dua minggu pertama dari fase hidup awal ayam broiler. Usia tersebut diperlukan perhatian yang intensif, salah satunya dalam pemberian pakan (Fikri dan Purnama, 2020).

Pemberian pakan yang efisien dan nutrisi yang cukup sangat diperlukan untuk menunjang peningkatan pola pertumbuhan yang maksimal. Kalsium merupakan salah satu unsur yang mendukung proses pertumbuhan tulang. Pemberian kalsium pada masa pertumbuhan harus cukup agar dapat didapatkan hasil pertumbuhan tulang yang maksimal. Defisiensi estrogen perlu pemberian kalsium dalam pakan untuk dapat menghambat resorpsi tulang (Sihombing, 2012). Sistem kerangka kaki belakang memerlukan kepadatan tulang yang maksimal, hal ini tentunya sangat menunjang produktivitas daging pada ayam broiler maksimal serta menghindari kecacatan dalam menompang berat tubuhnya yang semakin meningkat.

Proses pembentukan tulang mencapai titik maksimum dan mulai terjadi penurunan, energi yang didapat tidak lagi berfokus untuk pembentukan tulang tetapi juga pertumbuhan daging. Menurut Bench *et al.* (2017), pakan ayam broiler dengan pemberian protein kasar standar mampu meningkatkan densitas tulang, berat karkas dan presentase berat karkas saat penyembelihan (*dressing percent*) tetapi menurunkan dada, sayap, dan hasil total daging yang dapat dimakan (Kartikasari *et al.*, 2019). Berdasarkan hasil penelitian, pemberian nutrisi dalam pakan seperti karbohidrat untuk menunjang produktivitas daging ayam broiler agar lebih maksimal perlu ditambahkan saat ayam broiler berumur antara 21 hingga 35 hari.

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan ukuran tulang penyusun kaki belakang pada setiap usia pertumbuhan ayam broiler strain Lohmann pada umur pemeliharaan

7, 21 dan 35 hari. Hasil yang signifikan ($p < 0,05$) diperoleh terhadap nilai rata-rata bobot badan, GL, Bp, Dp, Sd, Cp, Cc, Cd, serta massa dari *os femur*, *os tibiotarsus*, *os tarsometatarsus*, serta *ossa digiti* I-IV. Laju pertumbuhan tulang tercepat dicapai saat ayam broiler strain Lohmann berumur 21 hari atau kurang lebih pada minggu ke-3. Laju pertumbuhan tersebut digambarkan dengan peningkatan pola pertumbuhan yang lebih cepat dibanding saat berumur antara 21 hari hingga 35 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Universitas Airlangga PSDKU Banyuwangi atas izin, dukungan, dan fasilitas yang telah diberikan kepada peneliti untuk melaksanakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustono, B., Al Arif, M. A., Yunita, M. N., Purnama, M. T. E., & Ulkhaq, F. (2019). Bioactivity of Digestive Enzymes and Histological Descriptions of Jejunum of Broilers Supplemented with Sunflower Seed Flour (*Helianthus Annuus L*). *Indian Veterinary Journal*, 96(08), 12-15.
- Alpak, H., Onar, V., & Mutuş, R. (2009). The Relationship between Morphometric and Long Bone Measurements of the Morkaraman Sheep. *Turkish Journal Veterinary Animal Science*, 33(3), 199-207.
- Anggitasari, S., Sjojfan, O., & Djunaidi, I. H. (2016). Pengaruh Beberapa Jenis Pakan Komersial Terhadap Kinerja Produksi Kuantitatif dan Kualitatif Ayam Pedaging. *Bulletin Peternakan*, 40(3), 187-196.
- Bench, C. J., Oryschak, M. A., Korver, D. R., & Beltranena, E. (2017). Behaviour, Growth Performance, Foot Pad Quality, Bone Density, and Carcass Traits of Broiler Chicken Reared with Barrier Perches and Fed Different Dietary Crude Protein Levels. *Canadian Journal Animal Science*, 97, 268-280.
- Blair, R. (2008). Nutrition and Feeding of Organic Poultry. CAB International. Cambridge. 248, 251.
- Bondesson, M., Hao, R., Lin, C. Y., Williams, C., & Gustafsson, J. A. (2015). Estrogen Receptor Signaling during Vertebrate Development. *Biochemistry and Biophysics*, 1849(2), 142-151.
- Claessens, L. P. M., Meijer, H. J. M., & Hume, J. P. (2015). The morphology of the Thirioux dodos. *Journal Vertebrate Paleontology*, 35(sup1), 29-187.
- Deviana, D., Cahyo, N. P. D., Kumalaningrum, D. R., Kusuma, W. A., Lailiyah, F., & Purnama, M. T. E. (2018). Rekayasa Konsentrat Bekatul dengan Tepung Jantung Pisang Dapat Meningkatkan Berat Badan dan Menurunkan Kadar Kolesterol Kambing. *Jurnal Sain Veteriner*, 36(1), 74-79.
- Fatmaningsih, R., Riyanti, & Nova, K. (2016). Performa Ayam Pedaging pada Sistem Brooding Konvensional dan Thermos. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 4(3), 222-229.
- Fikri, F., & Purnama, M. T. E. (2020). Biosecurity Application of Small Scale Chicken Abattoir in Sidoarjo, East Java, Indonesia. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(6), 226-229.
- Gkiatas, I., Lykissas, M., Koastas-Agnantis, I., Korompilias, A., Batistatou, A., & Beris, A. (2015). Factors Affecting Bone Growth. *American Journal Orthopedi*, 44(2), 61-67.
- Hartadi, E. B., Dewi, W. K., Listyasari, N., & Purnama, M. T. E. (2018). Studi Morfometrik pada Os Scapula Hewan Kelinci New Zealand White (*Oryctolagus*

- cuniculus*). *Jurnal Medik Veteriner*, 1(3), 87-92.
- Islami, D. N., Dewi, C. M. S., Triana, N. M., & Purnama, M. T. E. (2018). Laporan Kasus: Otitis Eksterna dan Auricular Hematoma (Othematoma) pada Anjing Samoyed. *Jurnal Medik Veteriner*, 1(3), 80-86.
- Kartikasari, A. M., Hamid, I. S., Purnama, M. T. E., Damayanti, R., Fikri, F., & Praja, R. N. (2019). Isolasi dan identifikasi bakteri *Escherichia coli* kontaminan pada daging ayam broiler di rumah potong ayam Kabupaten Lamongan. *Jurnal Medik Veteriner*, 2(1), 66-71.
- Khosla, S., Oursler, M. J., & Monroe, D. G. (2012). Estrogen and The Skeleton. *Trends Endocrinology Metabolism*, 23(11), 576-580.
- Kurniawan, L. A., Atmomarsono, U., & Mahfudz, L. D. (2012). Pengaruh Berbagai Frekuensi Pemberian Pakan dan Pembatasan Pakan Terhadap Pertumbuhan Tulang Ayam Broiler. *Agromedia*, 30(2), 14-22.
- Lohmann Meat. (2007). Broiler Stock Performance Objectives. Aviagen. Scotland. 4.
- Megawati, N. I., Dhamayanti, Y., Purnama, M. T. E., Soeharsono, A. Y., Yudhana, A., & Yunita, M. N. (2020). Pola Pertumbuhan Ayam Broiler Strain Lohmann Berdasarkan Osteometri Tulang Sayap. *Jurnal Medik Veteriner*, 3(2), 216-223.
- Murwani, R. (2010). Broiler Modern. Cet. I. Widya Karya. Semarang. Hal: 2-16.
- Oka, T. (2016). Growth and Morphological Traits for Two Lines of Native Japanese Chicken, Oh-Shamo. *International Journal Poultry Science*, 15(9), 358-364.
- Pratikno, H. (2010). Pengaruh Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica vahl*) Terhadap Bobot Badan Ayam Broiler (*Gallus sp.*). *Bulletin Anatomi dan Fisiologi*, 18(2), 39-46.
- Purnama, M. T. E., Rahmaningtyas, I. H., Pratama, A. R., Prastika, Z., Kartikasari, A. M., & Cahyo, N. P. D. (2019). Tadpole serum activity (*Rana catesbeiana*) in caspase-3 as a marker of the role of apoptosis and total cytotoxic T lymphocytes in albino rats' epithelial cells induced by neoplasia. *Veterinary World*, 12(1), 63.
- Qurniawan, A., Arief, I. I., & Afnan, R. (2016). Performans Produksi Ayam Pedaging pada Lingkungan Pemeliharaan dengan Ketinggian yang Berbeda di Sulawesi Selatan. *Jurnal Veteriner*, 17(4), 622-633.
- Rahmaningtyas, I. H., Yulianto, R., Prastika, D. W., Arifin, K., Oktaviana, V., Setiabudi, R. S., & Purnama, M. T. E. (2017). Efektivitas tepung teritip (*Cirripedia sp*) terhadap penambahan berat badan dan feed conversion ratio (fcr) ayam pedaging. Surabaya. *Jurnal Agro Veteriner Universitas Airlangga*, 5(2).
- Rath, N. C., Huff, G. R., Huff, W. E., & Balog, J. M. (2000). Factors Regulating Bone Maturity and Strength in Poultry. *Poultry Science*, 79, 1024-1032.
- RoyalBCMuseum.____https://royalbcmuseum.bc.ca/Natural_History/Bones/methods.html. [15 Agustus 2019]
- Setiyono, E., Sudrajat, D., & Anggraeni. (2015). Penggunaan Kadar Protein Ransum yang Berbeda Terhadap Performa Ayam Jantan Petelur. *Jurnal Pertanian*, 6(2), 68-74.
- Sihombing, I., Wangko, S., & Kalangi, S. J. R. (2012). Peran Estrogen pada Remodelling Tulang. *Jurnal Biomedik*, 4(3), S18-28.

- Singh, N. S., Bamon, I., Dixit, A. S., & Sougrakpam, R. (2015). Structural Variations and Their Adaptive Significances in the Bones of Some Migratory and Resident Birds. *Journal Basic Applied Zoology*, 70, 33-40.
- Škrbić, Z., Pavlovski, Z., Vitorović, D.M. Lukić, M., Petričević, V., & Milošević, N. (2009). The Effects of Stocking Density and Light Program on Tibia Quality of Broilers of Different Genotype. *Archives Zootechnica*, 12(3), 56-63.
- Suthama, N. (2006). Kajian Aspek "Protein Turnover" Tubuh pada Ayam Kedu Periode Pertumbuhan. *Media Peternakan*, 29(2), 47-53.
- Williams, B., Solomon, S., Waddington, D., Thorp, B., & Farquharson, C. (2000). Skeletal Development in the Meat-Type Chicken. *British Poultry Science*, 41(2), 141-149.
- Vistro, W. A., Kalhoro, I. B., Shah, M. G. U., Rajput, N., Khan, S. A., Memon, K. H., & Fareed, S. K. (2015). Comparative Anatomical Studies on Humerus of Comercial Broiler and Desi Chicken. *Academic Research International*, 6(6), 153-158.
