

MODEL KURVA PERTUMBUHAN BERAT BADAN PADA SAPI TURKISH HOLSTEIN JANTAN

The Growth Curve Model of Body Weight in Turkish Holstein Bulls

Widya Pintaka Bayu Putra^{1,2*} dan Nisa Zakiyah Fajrina³

¹Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor 16911

²Departemen Zooteknik, Fakultas Pertanian, Bursa Uludağ University, Turki 16059

³Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan, Ondokuz Mayıs University, Turki 55200

*e-mail: widya.putra.lipi@gmail.com

Diterima September 2019; diterima pasca revisi Desember 2019
Layak diterbitkan Februari 2020

ABSTRAK

Pertumbuhan pada ternak merupakan salah satu proses biologis yang penting sebagai bentuk ekspresi genetik terhadap sifat-sifat kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model kurva pertumbuhan berat badan pada sapi Turkish Holstein (TH) jantan. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dari hasil penelitian Galiç dan Takma (2019) yang berbeda dengan penelitian ini. Estimasi kurva pertumbuhan pada penelitian ini diestimasi menggunakan program komputer CurveExpert 1.4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat dewasa (asimtot) sapi TH jantan sebesar 600,62 kg (Logistik) dan 688,53 kg (Gompertz). Titik infleksi berat (IW) dan titik infleksi umur (IA) pada model Logistik masing-masing dicapai pada 300,31 kg dan 5 bulan. Sedangkan pada model Gompertz nilai IW dan IA masing-masing dicapai pada 253,14 kg dan 4 bulan. Laju pertumbuhan maksimal (GR) pada sapi TH jantan sebesar 66,07 kg/bulan (Logistik) dan 63,32 kg/bulan (Gompertz). Disimpulkan bahwa model Gompertz memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dari model Logistik karena memiliki nilai simpangan baku (SB) terkecil.

Kata kunci: Sapi TH, Berat badan, Kurva pertumbuhan, Titik infleksi, Laju pertumbuhan

ABSTRACT

The growth of livestock is one of biological process that important as a genetic expression form to quantitativ traits. This reseach was aimed to identify the growth curve model of body weight in Turkish Holstein (TH) bulls. The data used in this study based on Galiç dan Takma (2019) with different to this study. The growth curve estimation was performed with CurveExpert 1.4 computer program. Research resulted that the mature weight (asymtote) in TH bulls was 600.62 kg (Logistic) and 688.53 kg (Gompertz). The inflection point of weight (IW) and inflection point of age (IA) in Logistic model were 300.31 kg and 5 months respectively. Meanwhile, the IW and IA values in Gompertz model were 253.14 kg and 4 months respectively. The maximum growth rate (GR) in TH bulls was 66.07 kg/month (Logistik) and 63.32 kg/month (Gompertz). It was concluded that the Gompertz model had high of accuracy level because of lower in standard error (SB) value.

Keywords: TH bulls, Body weight, Growth curve, Inflection point, Growth rate

Pendahuluan

Sapi Friesian Holstein (FH) merupakan salah satu bangsa sapi *Bos taurus* yang telah digunakan sebagai ternak penghasil susu secara luas di seluruh dunia. Selain sebagai penghasil susu, sapi FH jantan juga dapat digunakan sebagai ternak potong (sapi pedaging). Dalam usaha penggemukan sapi potong (*feedlot*), pertumbuhan ternak dapat dievaluasi dengan melihat pola kurva pertumbuhannya. Kurva pertumbuhan pada sapi secara umum berbentuk *sigmoid* yang mencerminkan pertumbuhan ternak dari awal dilahirkan, kemudian fase percepatan sampai mencapai titik infleksi, selanjutnya ternak mencapai dewasa tubuh dan pada fase ini terjadi perlambatan sampai relatif konstan. Kurva pertumbuhan dapat digunakan untuk melihat kemampuan suatu individu atau populasi untuk tumbuh sampai ukuran maksimal (dewasa) sesuai dengan kondisi lingkungannya (Fitzhugh, 1976). Soeparno (1994) menyatakan bahwa terdapat tiga proses utama dalam proses pertumbuhan. Pertama adalah pertumbuhan seluler yang meliputi proses hiperplasia (perbanyakkan sel atau produksi sel-sel baru) dan hipertrofi (pembesaran sel dan akresi atau penambahan material struktural nonseluler. Kedua adalah diferensiasi sel-sel induk di dalam embrio menjadi jaringan ektoderm, mesoderm dan endoderm. Ketiga adalah kontrol pertumbuhan dan diferensiasi yang melibatkan banyak proses. Pada proses pertumbuhan juga terjadi proses perkembangan yang melibatkan ekspansi perubahan bentuk atau konformasi tubuh termasuk perubahan struktur, kemampuan dan komposisi tubuh.

Dalam usaha peternakan, kurva pertumbuhan dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan pakan, mengevaluasi respon seleksi, memprediksi berat badan, menentukan umur panen dan menentukan titik infleksi. Pertumbuhan pada ternak dipengaruhi oleh faktor genetik (bangsa,

jenis kelamin) dan lingkungan (pakan, iklim, manajemen pemeliharaan) serta interaksi keduanya (Hardjosubroto, 1994). Kurva pertumbuhan telah banyak digunakan untuk mengevaluasi performans pada beberapa bangsa sapi di Indonesia antara lain sapi FH (Anggraeni *et al.*, 2008; Tazkia dan Anggraeni, 2009; Lia *et al.*, 2012; Sutomo *et al.*, 2013; Lia *et al.*, 2014; Lia *et al.*, 2015; Ratnasari *et al.*, 2019), Bali (Pradana *et al.*, 2014; Rachma *et al.*, 2011), Madura (Karnaen, 2007), Aceh (Putra *et al.*, 2018) Peranakan Ongole dan Brahman (Amrullah, 2016). Selain itu, kurva pertumbuhan juga telah digunakan untuk mengevaluasi performans pada beberapa bangsa sapi di dunia antara lain Belgian Blue (Behr *et al.*, 2001), N'Dama (Mgbere and Olutogun, 2002), Nellore (Forni *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2011), Dhofari (Bahashwan *et al.*, 2015), Parda de Montana (Gano *et al.*, 2016), Aberdeen Angus (Goldberg and Ravagnolo, 2015), Podolica (Selvaggi *et al.*, 2016) dan FH (Koskan and Ozkaya, 2014), Tutkun, 2019).

Sejauh ini informasi tentang pola pertumbuhan pada sapi FH jantan di Indonesia belum dilaporkan. Oleh sebab itu informasi tentang pola pertumbuhan sapi FH dari negara lain cukup penting sebagai data pembanding bagi pelaku usaha penggemukan sapi potong (*feedloter*) yang menggunakan sapi FH jantan. Selain itu, informasi pola pertumbuhan sapi FH jantan juga dapat digunakan oleh pemulia ternak (*breeder*) untuk seleksi sifat-sifat pertumbuhan pada sapi FH. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola pertumbuhan sapi FH jantan di Turki (Turkish Holstein) sehingga dapat digunakan sebagai sumber informasi bagi *feedloter* dan *breeder* sapi FH di Indonesia pada masa mendatang.

Materi dan Metode

Penelitian ini dilakukan menggunakan data primer berupa data pertumbuhan berat badan sapi Turkish

Holstein (TH) jantan dari hasil penelitian Galiç dan Takma (2019) yang melakukan penelitian berbeda dengan studi ini. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini tersaji pada Tabel 1. Model kurva pertumbuhan yang digunakan pada

penelitian ini adalah Logistik dan Gompertz dengan rumus persamaan seperti pada Tabel 2. Kurva pertumbuhan berat badan pada penelitian ini dirancang menggunakan program komputer Curve Expert 1.4.

Tabel 1. Rumus persamaan pada model regresi non-linier Logistik dan Gompertz

Model	Rumus persamaan			
Logistik	$Y_t = \frac{a}{1 + be^{-ct}}$	$IW = 1/2(a)$	$IA = (\ln.b)/c$	$GR = c(IW) \left(1 - \frac{IW}{a}\right)$
Gompertz	$Y_t = ae^{-e^{b-ct}}$	$IW = a/c$	$IA = b/c$	$GR = c(IW) \ln \left(\frac{IW}{a}\right)^{-1}$

Y_t : proporsi kedewasaan ukuran tubuh ternak; a: berat badan dewasa (asimtot); b: Nilai skala parameter; c: rataan laju pertumbuhan; e: bilangan natural; t: umur; IW: titik infleksi berat badan (kg); IA: titik infleksi umur (minggu); GR: laju pertumbuhan maksimal (kg). (Sumber: Pinho *et al.*, 2013; Amrullah, 2016).

Tabel 2. Rata-rata berat badan sapi TH jantan pada fase umur yang berbeda*

Fase	Umur (bulan)	N	Rataan	SB	Minimum	Maksimum
1	1-2	57	72,56	0,70	58	84
2	3-4	46	150,61	3,87	100	208
3	5-6	192	194,27	2,46	109	278
4	7-8	254	254,50	2,39	137	361
5	9-10	235	312,07	3,00	173	455
6	11-12	215	375,23	3,49	210	487
7	13-14	198	436,36	4,33	288	615
8	15-16	183	475,71	4,53	331	656
9	17-18	73	519,26	7,18	353	739
10	>19	23	550,30	20,70	372	832
Total		1476				

N: jumlah sampel; SB: simpangan baku. *Galiç dan Takma (2019)

Tabel 3. Koefisien teknis pada kurva pertumbuhan berat badan sapi TH jantan

Model / Sex	a	b	c	R ²	SE	IW	IA	GR
Logistik	600,62	8,15	0,44	0,98	11,31	300,31	4,77	66,07
Gompertz	688,53	0,99	0,25	0,98	8,33	253,14	3,96	63,32

a: berat badan dewasa (asimtot); b: Nilai skala parameter; c: rataan laju pertumbuhan hingga mencapai dewasa tubuh (kg/bulan); e: bilangan natural; IW: titik infleksi berat badan (kg); IA: titik infleksi umur (bulan); GR: laju pertumbuhan maksimal (kg); R²: koefisien determinasi; SB: simpangan baku

Hasil dan Pembahasan

Berat dewasa (asimtot) pada sapi TH jantan sebesar 600,62 kg (Logistik) dan 688,53 kg (Gompertz) seperti pada Tabel 3. Berat dewasa sapi TH jantan pada model Logistik dalam penelitian ini terlihat dalam kisaran angka yang sama seperti pada sapi FH jantan lainnya di Turki (672,94 kg) dan sapi Belgian Blue

(BB) jantan (639 kg) dengan model yang sama (Tabel 4). Dari Tabel 4 diketahui bahwa berat dewasa sapi TH jantan pada penelitian ini kecil dari sapi Podolica jantan. Berat dewasa pada sapi dipengaruhi oleh genetik (bangsa, jenis kelamin), dan lingkungan (manajemen pemeliharaan, pakan, kondisi iklim dan letak geografis). Titik infleksi berat (IW) pada sapi TH jantan dalam penelitian ini

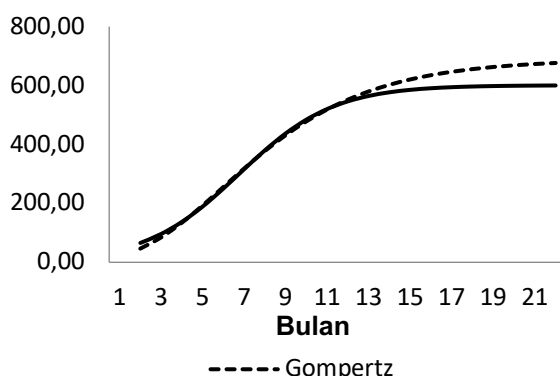
sebesar 300,31 kg (Logistik) dan 253,14 kg (Gompertz) dengan titik infleksi umur (IA) sebesar 5 bulan (Logistik) dan 4 bulan (Gompertz). Pada Tabel 4 terlihat bahwa nilai IW dan IA sapi TH jantan pada penelitian ini lebih rendah dari sapi TH jantan lainnya di Turki. Selain itu, nilai IW sapi TH jantan pada model Logistik dalam penelitian ini terlihat dalam kisaran angka yang sama seperti pada sapi betina Fries Holland di Sukabumi (343,60 kg), Dhofari (317 kg) dan Brahman (348,54 kg). Nilai IA sapi TH jantan pada model Logistik dalam penelitian ini terlihat lebih tinggi dari sapi betina TH (1,12 bulan), Nellore (3,12 bulan), Synthetic (2,92 bulan) dan Hereford

(3,05 bulan). Menurut Brody (1974), titik infleksi merupakan titik yang paling ekonomis pada ternak karena sebagai indikator ternak telah mencapai dewasa tubuh dan telah mencapai umur pubertas. Dapat disimpulkan bahwa dewasa tubuh Sapi TH jantan dicapai pada umur sekitar 4-5 bulan dengan berat badan sekitar 250-300 kg. Rata-rata laju pertumbuhan (c) sapi TH jantan pada penelitian ini terlihat lebih besar dari beberapa bangsa sapi pada Tabel 4 kecuali sapi Syntetic dan Hereford (0,55 kg/bulan) Semakin tinggi nilai c maka nilai IA akan semakin rendah. Artinya umur pubertas pada ternak ditentukan oleh kecepatan pertumbuhannya.

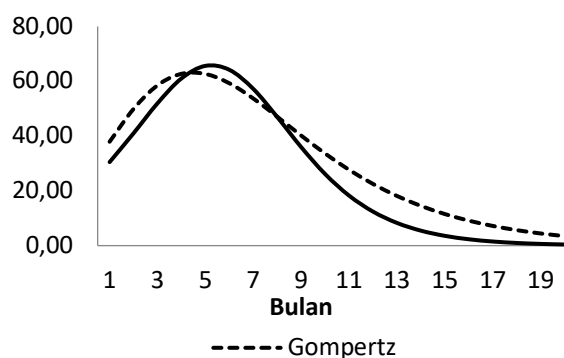
Tabel 4. Beberapa koefisien teknis pada kurva pertumbuhan berat badan dari berbagai bangsa sapi berdasarkan model Logistik dan Gompertz

Bangsa	Sex	Model	Lokasi	a	c	IW	IA
Friesian Holstein ¹	Betina	Gompertz	KPSBU Lembang	454,10	0,003	166,95	8,00
Friesian Holstein ²	Betina	Logistik	Sukabumi	343,60	0,14	145,45	7,55
Friesian Holstein ²	Betina	Gompertz	Sukabumi	354,50	0,12	130,41	6,45
Friesian Holstein ³	Betina	Logistik	BBPTU-HPT	514,20	0,11	214,70	9,29
Friesian Holstein ⁴	Betina	Gompertz	BBPTU-HPT Baturraden	523,70	0,09	192,66	7,65
Turkish Holstein ⁵	Betina	Logistik	Turki	213,00	0,02	106,50	1,12
Turkish Holstein ⁵	Betina	Gompertz	Turki	543,40	0,01	199,78	8,80
Turkish Holstein ⁶	Jantan	Logistik	Turki	672,94	0,01	336,47	10,92
Turkish Holstein ⁶	Jantan	Gompertz	Turki	986,44	0,004	362,89	10,23
Nellore ⁷	Betina	Logistik	Brazil	170,00	0,16	85,00	3,12
Angus ⁸	Betina	Logistik	Uruguay	437,10	0,004	218,55	13,24
Angus ⁸	Betina	Gompertz	Uruguay	444,70	0,003	163,49	21,56
Synthetic ⁹	Betina	Logistik	USA	443,39	0,55	221,70	2,92
Hereford ⁹	Betina	Logistik	USA	419,64	0,55	209,82	3,05
Belgian Blue ¹⁰	Jantan	Gompertz	Belgia	974,00	0,003	358,09	31,67
Belgian Blue ¹⁰	Jantan	Logistik	Belgia	639,00	0,01	319,50	7,52
Belgian Blue ¹⁰	Betina	Gompertz	Belgia	481,00	0,004	176,84	18,42
Belgian Blue ¹⁰	Betina	Logistik	Belgia	431,00	0,01	215,50	5,77
Parda de Montana ¹¹	Betina	Gompertz	Spanyol	520,00	0,005	191,18	6,30
Parda de Montana ¹¹	Betina	Logistik	Spanyol	489,00	0,008	244,50	8,30
Dhofari ¹²	Betina	Gompertz	Oman	319,00	0,11	117,00	7,00
Dhofari ¹²	Betina	Logistik	Oman	317,00	0,13	158,00	9,00
Brahman ¹³	Betina	Gompertz	BPTU-HPT	357,99	0,08	131,74	6,32
Brahman ¹³	Betina	Logistik	BPTU-HPT Sembawa	348,54	0,11	174,27	10,90
Peranakan Ongole ¹³	Betina	Gompertz	Kab. Kebumen	454,81	0,07	167,31	10,28
Peranakan Ongole ¹³	Betina	Logistik	Kab. Kebumen	438,23	0,10	219,11	15,55
Podolica ¹⁴	Jantan	Gompertz	Italia	936,90	0,003	344,70	12,39
Podolica ¹⁴	Jantan	Logistik	Italia	778,50	0,006	389,30	13,87

a: berat dewasa atau asimtot (kg); c: rata-rata laju pertumbuhan hingga mencapai dewasa tubuh (kg/bulan); IW: titik infleksi berat (kg); IA titik infleksi umur (bulan); ¹Tazkia dan Anggraeni (2009); ²Lia et al. (2012); ³Lia et al. (2014); ⁴Ratnasari et al. (2019); ⁵Koskan dan Ozkaya, (2014); ⁶Tutkun (2019); ⁷Santos et al. (2011); ⁸Goldberg dan Ravagnolo (2015); ⁹Goonewardene et al. (1981); ¹⁰Behr et al. (2001); ¹¹Gano et al. (2016); ¹²Bahashwan et al. (2015); ¹³Amrullah (2016); ¹⁴Selvaggi et al. (2016).



Gambar 1. Model kurva pertumbuhan berat badan pada sapi TH jantan



Gambar 2. Grafik laju pertumbuhan absolut pada sapi TH jantan

Pubertas adalah periode dimana organ-organ reproduksi mulai berfungsi dan berkembang. Pubertas pada sapi jantan ditandai dengan kemampuan berkopulasi dan menghasilkan sperma disamping perubahan-perubahan alat kelamin sekunder. Pada sapi betina pubertas ditandai dengan adanya estrus dan ovulasi. Rata-rata umur pubertas sapi FH dicapai pada umur 8-12 bulan (Bath *et al.*, 1985) atau 8-18 bulan (Noor, 2001). Pubertas pada sapi dipengaruhi oleh genetik, pakan, musim, temperatur (suhu) lingkungan dan mekanisme hormonal. Nilai IA yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa seleksi bakalan sapi potong dari FH jantan di Indonesia dapat dilakukan berdasarkan berat badan umur 4-5 bulan (berat sapih). Berat sapih diketahui memiliki korelasi genetik (r_g) positif yang tinggi terhadap berat setahun (umur 365 hari) pada beberapa bangsa sapi potong di Indonesia antara lain sapi Madura (0,59); Bali (0,72); Brahman cross (0,51) dan Sumba Ongole (0,98) (Usri *et al.*, 2001; Sukmasari *et al.*, 2002; Gushairiyanto dan Depison, 2009; Putra *et al.*, 2018).

Laju pertumbuhan maksimal (GR) sapi TH jantan pada titik infleksi dalam penelitian ini sebesar 66,07 kg/bulan (Logistik) dan 63,32 kg/bulan (Gompertz). Hasil ini terlihat lebih kecil dari sapi Parada de Montana betina yang mencapai 0,98 kg/minggu (Logistik) dan 0,90 kg/minggu (Gompertz) pada titik

infleksi (Gano *et al.*, 2016). Estimasi kurva pertumbuhan pada sapi TH jantan dalam penelitian ini berbentuk *sigmoid* dengan berat dewasa (asimtot) sekitar 600-700 kg pada umur lebih dari 20 bulan (Gambar 1). Selain itu, pada grafik laju pertumbuhan berat badan absolut (Gambar 2) terlihat bahwa laju pertumbuhan maksimal terjadi pada umur 4-5 bulan. Kurva pertumbuhan berat badan model Logistik dan Gompertz memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) yang sama yaitu sebesar 0,98. Akan tetapi nilai simpangan baku (SB) pada model Gompertz terlihat paling kecil sehingga lebih akurat untuk menduga model kurva pertumbuhan berat badan sapi TH jantan.

Kesimpulan

Kurva pertumbuhan berat badan model Gompertz memiliki akurasi yang baik untuk menggambarkan pola pertumbuhan pada sapi TH jantan. Berdasarkan model Gompertz, berat dewasa (asimtot) pada sapi TH jantan sebesar 253,14 kg dan umur pubertas dicapai pada umur 4 bulan. Berat badan sapi TH jantan setelah lahir sampai umur dewasa dapat diprediksi menggunakan rumus persamaan Gompertz yaitu:

$$Y_t = 253,14 (2,72)^{-2,72^{0,99-0,25t}}$$

Daftar Pustaka

- Amrullah, A.H.K. 2016. Prediksi umur pubertas dan laju pertumbuhan sapi Betina Peranakan Ongole dan Brahman dengan model matematik *nonlinear*. Tesis. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Anggraeni, A., Kurniawan, N, dan Cece, S. 2008. Pertumbuhan pedet betina dan dara sapi Friesian-Holstein di wilayah kerja bagian barat KPSBU Lembang. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2008. Bogor. 11-12 November 2008. pp. 122- 131.
- Bahashwan, S., Alrawas, A.S., Alfadli, S., and Johnson, E.S. 2015. Dhofari cattle growth curve prediction by different non-linear model functions. *Livest. Res. Rur. Dev.* 27(12).
- Bath, D.I., Dickinson, F.N., Tucker, H.A., and Appleman R.D. 1985. *Dairy Cattle: Principles, Practices, Problems, Profits*. Lea & Febiger. London.
- Behr, V., Hornick, J.L., Cabaraux, J.F., Alvarez, A., and Istasse, L. 2001. Growth patterns of Belgian Blue replacement heifers and growing males in commercial farms. *Livest. Prod. Sci.* 71: 121-130.
- Brody, S. 1974. *Bioenergetics and Growth: With Special Reference to the Efficiency Complex in Domestic Animals*. Macmillan Publishing Co. Inc. New York.
- Fitzhugh, H.A. 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J. Anim. Sci.* 42(4): 1036-1051.
- Forni, S., Piles, M., Blasco, A., Varona, L., Oliveira, H.N., Lobo, R.B., Albuquerque, L.G. 2009. Comparison of different nonlinear functions to describe Nellore cattle growth. *J. Anim. Sci.* 87: 496-506.
- Galiç, A. and Takma, Ç. 2019. Estimates of genetic parameters for body weight in Turkish Holstein bulls using random regression model. *J. Agric. Sci.* 25: 328-333.
- Gano, G., Blanco, M., Casasus, I., Cortes-Lacruz, X., and Villalba, D. 2016. Comparison of B-splines and non-linear functions to describe growth patterns and predict mature weight of female beef cattle. *Anim. Prod. Sci.* 56: 1787-1796.
- Goonewardene, L.A., Berg, R.T., and Hardin, R.T. 1981. A growth study of beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 61: 1041-1048.
- Goldberg, V., and Ravagnolo, O. 2015. Description of the growth curve for Angus pasture-fed cows under extensive systems. *J. Anim. Sci.* 93: 4285-4290.
- Gushairiyanto dan Depison. 2009. Korelasi genetik antara bobot sapih dengan bobot satu tahun dan laju pertumbuhan pasca sapih sapi Brahman cross. *JlIP.* 12(4): 171-175.
- Hardjosubroto, W. 1994. *Aplikasi Pemuliabiakan Ternak di Lapangan*. Gramedia Widiasarana. Jakarta.
- Karnaen. 2007. Model kurva pertumbuhan prasapih dari sapi Madura jantan dan betina. *JIT.* 7(1): 48-51.
- Koskan, O., and Ozkaya, S. 2014. Determination of growth curves of female Holstein calves using five non-linear models. *Pak. J. Agric. Sci.* 51(1): 225-228.
- Lia, B.S., Ronny, R.N., Saefuddin, A., and Talib, C. 2012. Comparison on accuracy of Logistic, Gompertz and Von Bertalanffy models in predicting growth of new born calf until first mating of Holstein Friesian heifers. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.* 37(2): 151-160.
- Lia, B.S., Cece, S., Ronny, R.N., Asep, A., dan Chalid, T. 2014. Kurva pertumbuhan sapi perah

- Fries Hollands dari lahir sampai umur kawin pertama dengan model matematika Logistik. *J. Informatika Pertanian*. 23(1): 75-84.
- Lia, B.S., Cece, S., Ronny, R.N., Asep, A., dan Chalid, T. 2015. Kurva pertumbuhan sapi Friesian Holstein dari lahir sampai siap kawin berdasarkan tingkat kelahiran. *J. Veteriner*. 16(1): 96-106.
- Mgbere, O.O., and Olutogun, O. 2002. A comparison of non-linear models for describing weight-age relationships in N'Dama cattle. *J. Anim. Appl. Res.* 22: 225-230.
- Noor, R.R. 2001. Manajemen Inseminasi Buatan pada Sapi dan Unggas. Program Pendidikan Pertanian Terpadu (P3T). Ma'had Al Zaytun. Indramayu.
- Pinho, S.Z., Carvalho, L.R., Mischan, M.M., and Passos, J.R.S. 2013. Critical points on growth curves in autoregressive and mixed models. *Scientia Agricola*. 71(1): 30-37.
- Pradana, I.Y.W., Sampurna, I.P., dan Suatha, I.K. 2014. Pertumbuhan dimensi tinggi tubuh pedet sapi Bali. *Bul. Vet. Udayana*. 6(1): 81-85.
- Putra, W.P.B., Agung, P.P., and Said, S. 2018. Non-genetic factor and genetic parameter analysis for growth traits in Sumba Ongole (SO) cattle. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.* 43(2): 94-106.
- Putra, W.P.B., Sumadi, Tety, H., dan Hendra, S. 2018. Pendugaan model kurva pertumbuhan berat badan pada sapi Aceh. *JITPI*. 4(1): 166-171.
- Rachma, A.B.S., Harada, H. and Ishida, T. 2011. The estimation of growth curve of Bali cattle at Bone and Barru Districts, South Sulawesi, Indonesia using ten body measurements. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.* 36(4): 228-236.
- Ratnasari, D., Afton, A., Bagus, P.P., and Lia, B.S. 2019. Growth patterns of Holstein Friesian dairy cow (FH) from birth to first child based on mathematical analysis of the Gompertz model. *Bullet. Anim. Sci.* 43(3): 184-187.
- Santos, S.A., Geraldo, S.S., Ciniro, C., Urbano, G.P.A., Fabiana, V.A. and Luis, C.V.I. 2011. Growth curve in Nellore calves reared on natural pasture in the Pantanal. *R. Bras. Zootec.* 40(12): 2947-2953.
- Selvaggi, M., Laudadio, V., D'Alessandro, A.G., Dario, C., Tufarelli, V. 2016. Comparison on accuracy of different nonlinear models in predicting growth of Podolica bulls. *Anim. Sci. J.* 1-6.
- Soeparno. 1994. Ilmu dan Teknologi Daging. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sukmasari, A.H., Noor, R.R., Martojo, H. dan Talib, C. 2002. Pendugaan nilai pemuliaan dan kecenderungan genetika bobot badan sapi Bali di Proyek Pembibitan dan Pengembangan Sapi Bali. *Hayati*. 9(4): 109-113.
- Sutomo, S., Bagus, P.P. dan Idat, G.P. 2013. Studi hubungan respon ukuran tubuh dan pemberian pakan terhadap pertumbuhan pedet dan dara pada lokasi yang berbeda. *JITP*. 2(3): 175-188.
- Tazkia, R. dan Anggraeni, A. 2009. Pola dan estimasi kurva pertumbuhan sapi Friesian- Holstein di wilayah kerja bagian timur KPSBU Lembang. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2009. Bogor. 13-14 Agustus 2009. pp. 121-135.
- Tutkun, M. 2019. Growth curve prediction of Holstein-Friesian bulls using different non-linear model functions. *Appl. Ecol. Env. Res.* 17(2): 4409-4416.

Usri, N., Rukmana, M.P., Paggi,
Karnaen, Rudiono, D. and Anang,
A. 2001. Genetic and phenotypic

correlations for several productive
traits on Madura cattle. Med. Vet.
8(1): 15-18.