

# KURVA PERTUMBUHAN SAPI PERAH FRIES HOLLANDS DARI LAHIR SAMPAI UMUR KAWIN PERTAMA DENGAN MODEL MATEMATIKA LOGISTIC

## *Growth Curve of Frisian- Holstein Birth to First Mating Age Using Logistic Mathematical Model*

Lia Budimulyati Salman<sup>1</sup>, Cece Sumantri<sup>2</sup>, Ronny Rachman Noor<sup>2</sup>, Asep Saefuddin<sup>3</sup> dan Chalid Talib<sup>4</sup>

1. Fakultas Peternakan UNPAD, Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21 Jatinangor, Sumedang

2. Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi, Fak. Peternakan IPB, Jl. Agatis, Darmaga, Bogor

3. Departemen Statistik, Fak. Matematika dan IPA IPB, Jl. Meranti, Darmaga Bogor

4. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Jl. Raya Padjadjaran, Bogor

E-mail: rulia1959@yahoo.com

(Makalah diterima, 20 Desember 2013 – Disetujui, 20 Mei 2014)

### ABSTRAK

Tujuan utama dalam pembuatan model kurva pertumbuhan adalah untuk deskripsi dan prediksi. Tujuan deskripsi merupakan upaya untuk bisa mempermudah interpretasi dari proses pertumbuhan ternak menjadi hanya beberapa parameter, sedangkan tujuan prediksi lebih fokus bagaimana metode untuk memprediksi dari beberapa parameter. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk membuat model kurva pertumbuhan sapi perah Fries Hollands dari lahir sampai siap kawin yang sesuai dengan situasi dan kondisi skala industri peternakan sapi perah. Data bobot badan sapi betina yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil penimbangan bobot badan dari sapi perah Fries Hollands yang dipelihara oleh PT Taurus Dairy Farm Sukabumi dari tahun 2001 sampai 2011, sejumlah 1221 ekor, individu yang mempunyai data lengkap dari lahir sampai umur kawin pertama sebanyak 373 ekor. Sedangkan untuk data BPPTU Baturraden 214 ekor data kelahiran sampai ternak siap untuk dikawinkan pertama kali dari 2010 sampai 2011. Data dianalisis menggunakan program SAS 9.2 dengan prosedur NLIN (*Non Linear*). Kurva yang dihasilkan dapat dipakai sebagai standar kurva pertumbuhan sapi perah Fries Hollands di Indonesia dari lahir hingga siap kawin. Model matematik *Logistic* dapat dipakai untuk menduga kurva pertumbuhan karena mempunyai tingkat akurasi yang tinggi dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) lebih dari 90%.

**Kata Kunci:** Bobot Tubuh, Kurva Pertumbuhan, Model Logistic, Fries Hollands

### ABSTRACT

*The main objectives in modeling of the growth curve is for growth of livestock description and prediction. The purpose of description is an attempt to be able to simplify the interpretation of the process to only a few parameters, while the prediction goal is to focus more on the method on how to predict from several parameters. The purpose of this research is to create a model of the growth curve of Holstein dairy cattle from birth to first mating age according to the situation and condition of industrial-scale dairy farm. Cow weight data used was obtained from weighing Holstein dairy cows maintained by PT Taurus Dairy Farm, Sukabumi, West Java from 2001 to 2011. There were 1221 cows involved, but only 373 cows covered the complete data from birth to first mating age for PT Taurus Dairy Farm. As for the data from BPPTU Baturraden 214 heads of cattle birth data is ready to be mated for the first time from 2010 to 2011. Data were analyzed using SAS 9.2 software with the procedure NLIN (non-linear). The resulting curve can be used as a standard growth curve of Holstein dairy cattle in Indonesia from birth until they are ready to be mated. Mathematical logistic models can be used to estimate the growth curve because it has a high degree of accuracy with the coefficient of determination ( $R^2$ ) of more than 90%.*

**Keywords:** Body Weight, Growth Curve, Logistic Model, Holstein

## PENDAHULUAN

Ketersediaan ternak pengganti atau *replacement stock* masih sangat kurang untuk meningkatkan populasi sapi perah di Indonesia. Tidak tersedianya ternak pengganti disebabkan banyak peternak yang tidak mau memelihara pedet sampai menjadi dara siap kawin, karena dianggap kurang menguntungkan.

Bibit unggul dapat dihasilkan dari tetua yang unggul juga. Kendala yang terjadi pada peternak sapi perah adalah terlambatnya kawin pertama dikarenakan tidak tercapainya bobot badan siap kawin, yaitu antara 300-325 kg untuk sapi FH. Pencapaian bobot kawin pertama ini sangat ditentukan oleh pertumbuhan pedet, yang dipengaruhi oleh potensi genetik, asupan pakan dan manajemen pemeliharaan, dari mulai dilahirkan sampai pada saat siap kawin. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah belum lengkapnya catatan tentang identifikasi dari setiap ternak sapi perah yang dilahirkan pada setiap peternakan sebagai unsur pendukung utama. Selain itu, sampai saat ini masih belum terdapat standar pertumbuhan optimum untuk pedet sapi perah di Indonesia, sehingga peternak sulit untuk menentukan pemenuhan kondisi pedet pada batas minimal atau di bawah batas minimal bobot badan pada umur tertentu agar dapat mencapai bobot kawin pertama yang diharapkan.

Tujuan utama memelihara pedet adalah untuk memperoleh sapi dara sehat, aktif, dan beranak pertama kali umur 2–2,5 tahun. Dikawinkan pada umur 15–21 bulan, tergantung pada kondisinya. Laju pertumbuhan tiap hari setelah lahir sampai kawin pertama sebaiknya paling sedikit 500 gram per hari. Oleh karena itu pada kondisi ini, bobot badan pedet setiap periode waktu harus diketahui dengan cara menimbang atau menduga dengan ukuran lingkaran dada.

Pertumbuhan menurut definisi Hafez (1963) adalah gejala dari perubahan ukuran, bentuk, komposisi dan struktur yang secara normal perubahan itu akan meningkatkan ukuran dan bobot badan dari hewan. Pertumbuhan menurut Soeparno (1994) mempunyai 3 proses utama. Pertama merupakan proses dasar pertumbuhan selular yang meliputi hyperplasia yaitu perbanyakan sel atau produksi sel-sel baru dan hipertrofi, yaitu pembesaran sel dan akresi atau penambahan material struktural non-selular. Kedua merupakan diferensiasi sel-sel induk di dalam embrio menjadi *ektoderm*, *mesoderm* dan *endoderm*. Ketiga, kontrol pertumbuhan dan diferensiasi yang melibatkan banyak proses.

Perkembangan adalah kemajuan secara gradual dari kompleksitas yang lebih rendah menjadi kompleksitas yang lebih tinggi. Perkembangan juga melibatkan ekspansi ukuran atau perubahan bentuk atau konformasi tubuh, termasuk perubahan struktur, kemampuan dan

komposisi tubuh. Perkembangan selalu berkaitan dengan pertumbuhan. Selama pertumbuhan dan perkembangan, bagian-bagian dan komponen tubuh mengalami perubahan. Jaringan-jaringan tubuh mengalami pertumbuhan yang berbeda dan mencapai pertumbuhan maksimal dengan kecepatan berbeda pula. Komponen tubuh secara kumulatif mengalami penambahan bobot selama pertumbuhan sampai mencapai kedewasaan. Jadi, pertumbuhan mempengaruhi pula distribusi bobot dan komposisi kimia komponen-komponen tubuh termasuk tulang, otot dan lemak. Tulang, otot dan lemak merupakan komponen utama penyusun tubuh (Soeparno, 1994).

Lawrence dan Fowler (2002) menjelaskan bahwa pertumbuhan adalah salah satu sifat utama dari sesuatu yang hidup. Dinyatakan pertumbuhan suatu proses nyata yang terlihat tetapi sulit untuk didefinisikan secara formal. Konsep sederhana pertumbuhan adalah bertambah besar. Dijelaskan lebih jauh, ada dua alasan dasar mengapa terjadi perubahan bentuk ternak selama pertumbuhan, pertama sebagai kenyataan relatif, yaitu perubahan ternak dalam kebutuhan kedewasaan fisiologinya. Contohnya pada anak sapi yang baru dilahirkan, dan selama periode pemeliharaan akan disapih, fungsi rumen tetap kecil dan tidak berkembang, sementara tahap ini memiliki abomasum yang relatif besar. Namun, setelah diberikan pakan hijauan, maka alat pencernaannya akan berfungsi. Kedua sebagai akibat paksaan, misalnya ternak darat akan merespon sebagai suatu konsekuensi fisik dari besarnya pertumbuhan, ternak darat harus melawan gravitasi, sehingga bermasalah dengan bertambahnya bobot badan.

Bobot tubuh ternak perah berkorelasi positif dengan produksi susu dan demikian juga volume ambing dengan produksi susu. Ternak yang lambat dewasa dengan kurva pertumbuhan mendatar cenderung menghasilkan susu lebih banyak dibandingkan ternak yang tumbuh lebih cepat. Ternak perah mempunyai bobot badan lebih rendah daripada ternak pedaging. Peningkatan pertumbuhan hingga bobotnya dua kali bobot lahir ternak kambing perah membutuhkan sekitar 420 gram bahan pakan sumber karbohidrat dan lemak (Atabany, 2001).

Bibit unggul dapat dihasilkan dari tetua yang unggul juga. Kendala yang terjadi pada peternak sapi perah adalah terlambatnya kawin pertama dikarenakan tidak tercapainya bobot badan siap kawin, yaitu antara 300-325 kg untuk sapi Holstein. Pencapaian bobot kawin pertama ini sangat ditentukan oleh pertumbuhan pedet, yang dipengaruhi oleh potensi genetik, asupan pakan dan manajemen pemeliharaan, dari mulai dilahirkan sampai pada saat siap kawin. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah belum lengkapnya catatan tentang identifikasi dari setiap ternak sapi perah yang dilahirkan pada setiap peternakan sebagai unsur pendukung utama. Selain itu, sampai saat ini masih belum terdapat standar pertumbuhan

optimum untuk pedet sapi perah di Indonesia, sehingga peternak sulit untuk menentukan pemenuhan kondisi pedet pada batas minimal atau di bawah batas minimal bobot badan pada umur tertentu agar dapat mencapai bobot kawin pertama yang diharapkan.

Pertumbuhan menurut Williams (1982) adalah perubahan bentuk atau ukuran seekor ternak yang dapat dinyatakan dengan panjang, volume ataupun massa. Menurut Swatland (1984) dan Aberle et al. (2001) pertumbuhan dapat dinilai sebagai peningkatan tinggi, panjang, ukuran lingkar dan bobot yang terjadi pada seekor ternak muda yang sehat serta diberi pakan, minum dan mendapat tempat berlindung yang layak. Peningkatan sedikit saja ukuran tubuh akan menyebabkan peningkatan yang proporsional dari bobot tubuh, karena bobot tubuh merupakan fungsi dari volume. Pertumbuhan mempunyai dua aspek yaitu: menyangkut peningkatan massa per satuan waktu dan pertumbuhan yang meliputi perubahan bentuk serta komposisi sebagai akibat dari pertumbuhan diferensial komponen-komponen tubuh (Berg dan Butterfield, 1976; Tulloh, 1978; Edey, 1983; Lawrie, 2003).

Analisis pertumbuhan seringkali dikaitkan dengan kurva penambahan bobot badan dalam rentang umur tertentu. Berdasarkan teori dasar, pertumbuhan dibagi dalam dua fase yang berbeda, yaitu fase dengan laju pertumbuhan (*slope*) bersifat positif dan pada kondisi *slope* bersifat negatif. Titik peralihan dari dua sifat yang berbeda ini akan didapatkan pada titik belok suatu lereng kurva pertumbuhan. Penentuan titik peralihan tersebut memerlukan model yang tepat, karena model konvensional yang hanya menggunakan perhitungan dengan *regresi linier* tidak mampu menjelaskan fenomena yang ada (Brody 1945).

Kurva pertumbuhan merupakan pencerminan kemampuan suatu individu atau populasi untuk mengaktualisasikan diri sekaligus sebagai ukuran akan berkembangnya bagian-bagian tubuh sampai mencapai ukuran maksimal (dewasa) pada kondisi lingkungan yang ada (Fitzhugh, 1976). Lingkungan tersebut biasanya berupa level produksi individu, kuantitas dan kualitas pakan, lokasi dan lingkungan secara umum (Fitzhugh, 1976).

Tujuan utama dalam pembuatan model kurva pertumbuhan ada dua macam yaitu tujuan untuk deskripsi dan prediksi. Tujuan deskripsi merupakan upaya untuk bisa mempermudah interpretasi dari proses pertumbuhan ternak menjadi hanya beberapa parameter, sedangkan tujuan prediksi lebih fokus bagaimana metode untuk memprediksi dari beberapa parameter, diantaranya pertumbuhan, kebutuhan pakan, respon terhadap seleksi serta banyak parameter lainnya (Fitzhugh, 1976).

Menurut Brown et al. (1976) model pertumbuhan non-linier yang paling sering digunakan diantaranya

adalah Broody, Richards, Logistic, Gompertz dan Von Bertalanffy. Ketiga model terakhir adalah model yang memiliki tiga parameter ( $A$  = bobot dewasa,  $b/M$  = konstanta integral, dan  $k$  = laju pertumbuhan menuju dewasa tubuh) yang sering digunakan karena relatif mudah dalam proses perhitungan dan mempunyai kemampuan yang baik dalam menjelaskan data di lapangan dengan akurat serta dapat menjelaskan waktu yang paling penting (titik infleksi) bagi seekor ternak.

Model Gompertz dan model von Bertalanffy memiliki kemampuan yang baik dalam menduga pertumbuhan ukuran-ukuran tubuh dan bobot badan sapi FH betina, dapat dilihat dari nilai dugaan asimtot ( $A$ ) yaitu bobot dewasa tubuh dan nilai dugaan ( $k$ ) yaitu rata-rata laju pertumbuhan hingga ternak mencapai dewasa tubuh yang hampir sama dari kedua model matematik. Berdasarkan pertimbangan aspek biologis, model von Bertalanffy lebih baik dalam menduga umur pubertas sapi FH betina dibandingkan model Gompertz. Sebaliknya dari aspek teknis, model von Bertalanffy lebih mudah digunakan untuk menduga kurva pertumbuhan sapi FH betina (Tazkia dan Anggraeni, 2009).

Nilai parameter  $M$  dalam kurva pertumbuhan sangat berperan dalam penentuan terjadinya titik infleksi. Model Brody yang mempunyai nilai  $M = 1$  tidak mempunyai titik infleksi, sedangkan kurva model von Bertalanffy dan Gompertz mempunyai titik infleksi yang tetap. Namun hal tersebut kurang dapat diterima oleh Nedler (1961) yang mempunyai nilai  $M$  (yang juga terdapat pada model Richard) berupa angka dan berbeda untuk setiap individu atau setiap populasi dan lebih dapat diterima dari segi biologis.

Model *Logistic* pada dasarnya mengacu pada bentuk persamaan regresi logistik (Myers, 1990). Model ini menggunakan tiga parameter, yaitu  $A$ ,  $b$ , dan  $k$  sebagai fungsi untuk menentukan titik infleksi. Parameter  $A$  adalah pertumbuhan yang terbatas atau bobot dewasa (asimtot),  $b$  adalah konstanta integral sedangkan  $k$  adalah laju pertumbuhan menuju dewasa. Ketiga parameter inilah dapat membentuk fungsi *logistic* baru sehingga dapat diinterpretasikan, yaitu *ploting* data antara  $Y$  (bobot badan) dan  $X$  (umur) akan membentuk kurva sigmoid.

Hassen et al. (2004) melakukan penelitian membandingkan antara kurva non linier model Brody, von Bertalanffy, *Logistic* dan Gompertz untuk membandingkan hubungan bobot badan dan waktu pada jantan muda dan sapi Angus dara. Hasilnya untuk perbandingan antar kurva pertumbuhan dalam individu ternak hanya model *Logistic* merupakan satu-satunya model yang mencapai konvergen pada 98% dari individu yang diteliti.

Keakuratan model *Logistic* menurut Ptak et al. (1994) cenderung berada di bawah Gompertz dan von Bertalanffy pada kurva pertumbuhan kelinci galur murni

dan persilangannya. Inounu *et al.* (2007) menyatakan bahwa model *Logistic* merupakan model yang paling mudah dalam proses perhitungan terhadap domba Garut dan persilangannya.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat model kurva pertumbuhan sapi perah FH dari lahir sampai siap kawin yang sesuai dengan situasi dan kondisi skala industri peternakan sapi perah. Peternakan yang dijadikan objek adalah PT Taurus Dairy Farm Sukabumi dan Balai Besar Pembibitan Ternak Unggulan (BBPTU) Sapi Perah Baturraden yang berlokasi di Desa Kemutug Lor, Kecamatan Baturraden, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah, yang merupakan peternakan sapi perah yang mempunyai pencatatan yang baik dan teratur.

### METODE PENELITIAN

Data bobot badan sapi betina yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil penimbangan bobot badan dari sapi perah FH yang dipelihara oleh PT Taurus Dairy Farm Sukabumi dari tahun 2001 sampai 2011, sejumlah 1221 ekor, sedangkan individu yang mempunyai data lengkap dari lahir sampai umur kawin pertama sebanyak 373 ekor sebagai wakil dari usaha peternakan. Sedangkan untuk data Balai Besar Pembibitan Ternak Unggulan (BBPTU) Sapi Perah Baturraden sebanyak 214 ekor data kelahiran sampai ternak siap untuk dikawinkan pertama kali dari tahun 2010 sampai 2011 mewakili usaha pembibitan. Data ini digunakan dalam analisis kurva pertumbuhan model *Logistic*, dengan model matematika sebagai berikut:

### Interpretasi Biologis Parameter Kurva Pertumbuhan

Fitzhugh (1976) memberikan penjelasan tentang interpretasi biologis parameter dalam kurva pertumbuhan sebagai berikut :

- A : Nilai asimtot merupakan nilai untuk  $t \rightarrow \infty$ ; secara umum dapat diinterpretasikan sebagai rata-rata bobot badan saat ternak mencapai dewasa tubuh terlepas dari fluktuasi karena faktor lingkungan.
- Ut : Merupakan nilai proporsi bobot badan dibandingkan dengan bobot badan dewasa pada umur tersebut
- k : Parameter yang menunjukkan rata-rata laju pertumbuhan menuju bobot dewasa. Ternak dengan nilai k besar cenderung mempunyai bobot dewasa dini (cepat mencapai bobot dewasa).
- t : Umur ternak dalam satuan waktu.
- M : Parameter yang mempunyai fungsi sebagai penentu bentuk dari kurva untuk membantu penentuan titik infleksi.

### Penentuan Titik Infleksi

Titik infleksi merupakan titik maksimum pertumbuhan bobot badan, pada titik tersebut terjadi peralihan perubahan yang asalnya percepatan pertumbuhan. Pada titik tersebut menurut Brody (1945) saat dimana ternak tersebut mengalami pubertas. Waktu titik infleksi tercapai adalah saat paling ekonomis dari ternak, karena pada waktu tersebut tingkat mortalitas ternak berada pada titik terendah dan pertumbuhan paling cepat. Penentuan titik infleksi secara biologis sulit untuk ditentukan namun dengan bantuan kurva pertumbuhan nonlinier masalah tersebut dapat dipecahkan.

Tabel 1. Model Matematik Kurva Pertumbuhan *Logistic*

Model	Persamaan	M	$U_t$	Sumber Pustaka
Logistic	$Y = A(1 + e^{-kt})^{-M}$	parameter	$(1 + e^{-kt})^{-M}$	Brown <i>et al.</i> (1976)

Keterangan: A = bobot badan tubuh (asimtot), yaitu pada nilai t mendekati tak terhingga;  
 e = logaritma dasar (2,718282); k = rata-rata laju pertumbuhan hingga ternak mencapai dewasa tubuh;  
 M = Nilai yang berfungsi dalam pencarian titik infleksi (bentuk kurva);  
 $U_t = Y/A$  = proporsi kedewasaan ternak dibandingkan dengan bobot dewasa; t = waktu dengan satuan bulan

Untuk estimasi bobot badan dan umur pada saat infleksi model *Logistic* dapat dihitung dengan rumus :

- Bobot infleksi =  $A \{M/(M+1)\}M$
- Umur infleksi =  $(\ln M)/k$

Keterangan: A = bobot badan tubuh (asimtot), yaitu pada nilai t mendekati tak terhingga, k = Rataan laju pertumbuhan, M = Nilai yang berfungsi dalam pencarian titik infleksi (bentuk kurva).

### Penggunaan Program Komputer

Prinsip dasar dari proses iterasi adalah pendugaan parameter untuk mendapatkan kuadrat sisa terkecil dari beberapa kombinasi yang diawali dari nilai yang telah ditentukan yang sebaiknya berdasarkan penelitian sebelumnya (Ismail *et al.*, 2003). Proses tersebut berhenti saat jumlah kuadrat sisa pada proses iterasi selanjutnya relatif sama atau sering disebut telah mengalami konvergen. Program komputer sangat diperlukan dalam pendugaan parameter-parameter dalam model non linier. Paket program SAS 9.2 (SAS Institute Inc, 2004) menyediakan program khusus untuk mencari parameter dalam model non linier yaitu dengan menggunakan prosedur NLIN (*Non Linear*).

### Turunan Parsial Parameter Model

Metode *Marquardt* yang digunakan dalam proses iterasi memerlukan penurunan parsial terhadap parameter yang diduga. Turunan parsial tiap model kurva pertumbuhan *non linier* yang digunakan tersaji pada Tabel 2.

### Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi merupakan koefisien yang menggambarkan tingkat variasi dari data lapangan yang dapat dijelaskan oleh suatu model. Rumus koefisien determinasi yang akan diperoleh dari pengolahan program SAS 9.2 Proc NLIN adalah:

$$R^2 = \left( 1 - \frac{JKS}{JKTT} \right)$$

$R^2$  = Koefisien determinasi (%); JKS = Jumlah Kuadrat Sisa (*Residual Sum Square*);  
JKTT = Jumlah Kuadrat Total Terkoreksi (*Corrected Total Sum Squares*)

Tabel 2. Turunan Parsial Model *Logistic*

Penurunan Parsial Terhadap Beberapa Parameter	
Model Logistic	$Y = A (1 + e^{-kt})^{-M}$
$dY/dA$	$(1 + e^{-kt})^{-M}$
$dY/dk$	$A M k (1 + e^{-kt})^{-(M+1)} (e^{-kt})$
$dY/dM$	$(-A) (\ln(1 + e^{-kt})^{-(M+1)}) ((1 + e^{-kt})^{-M})$

Keterangan : A = Bobot hidup dewasa (Asimtot);  
e = Bilangan natural (e = 2,718282);  
k = Rataan laju pertumbuhan menuju dewasa tubuh;  
M = Nilai yang berfungsi dalam pencarian titik infleksi (bentuk kurva)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

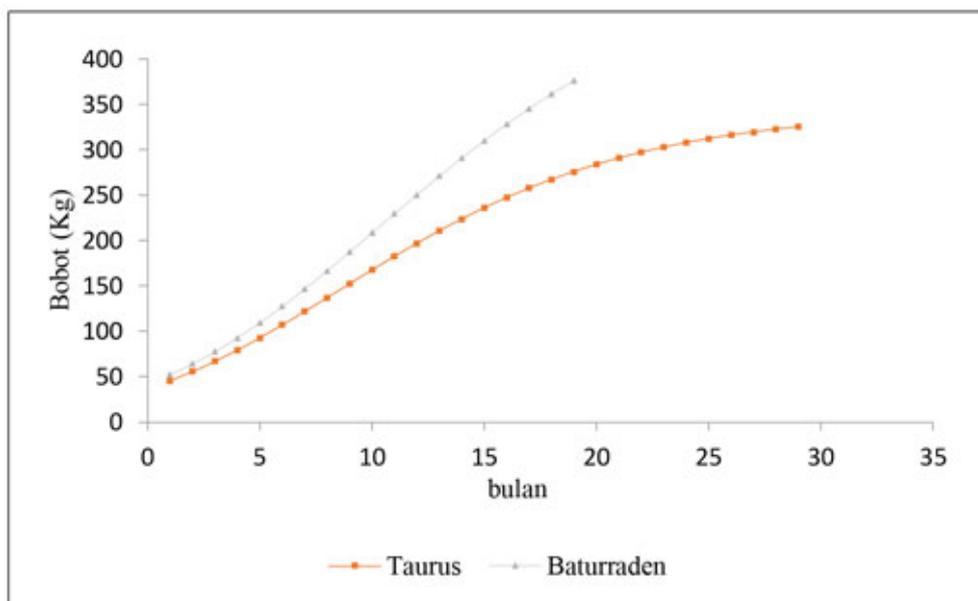
Hasil analisis kurva pertumbuhan dari lahir sampai kawin pertama, umur dan bobot titik infleksi pada sapi perah FH dengan menggunakan model kurva pertumbuhan *Logistic* adalah sebagai berikut.

Nilai parameter A (bobot dewasa) di Taurus dan Baturraden 343,6 kg dan 514,2 kg. Nilai parameter M (koefisien integrasi atau proporsi bobot dewasa yang dicapai setelah lahir), pada usaha pembibitan (Baturraden) lebih besar dibandingkan dengan usaha peternakan (Taurus), yaitu 3.2964 dan 2.9119. Grafik model *Logistic* tertera pada Gambar 1 berikut ini.

Tabel 3. Persamaan Model Kurva Pertumbuhan Sapi Perah FH dari Lahir Sampai Kawinpertama, Umur dan Bobot Saat Pubertas

Model	Model	$t_{(i)}$ (bulan)	$Y_{(i)}$ (kg)
Logistic	$Y = A (1 + e^{-kt})^{-M}$		
Taurus	$Y = 343.6 (1 + e^{-0.1416t})^{-2.9119}$	7.5481	145.4503
Baturraden	$Y = 514.2 (1 + e^{-0.1284t})^{-3.2964}$	9.2900	214.7002

Keterangan:  $t_i$  = waktu infleksi (bulan);  
 $Y_i$  = bobot pada saat titik infleksi (kg);  
 $e$  = bilangan natural ( $e = 2.718282$ );  
 $t$  = waktu pencatatan (bulan)



Gambar 1. Kurva Pertumbuhan Sapi Perah FH dari Lahir Sampai Siap Kawin dengan Model Matematik Logistic

Kurva pertumbuhan secara umum berpola *sigmoid* yang mencerminkan pertumbuhan ternak dari awal dilahirkan, kemudian fase percepatan sampai mencapai titik infleksi, selanjutnya ternak mencapai dewasa tubuh dan pada fase ini sudah mulai terjadi perlambatan sampai pertumbuhan relatif konstan. Pada kurva pertumbuhan terdapat titik penting, yaitu titik balik/infleksi pada saat ternak mencapai umur pubertas atau disebut titik infleksi. Hasil penelitian ini ternyata pada usaha peternakan titik infleksi dicapai pada umur 7,5 bulan dengan bobot badan 145,45 kg, sedangkan untuk usaha pembibitan dicapai pada umur 9.3 bulan dengan bobot badan 214,70 kg. Pubertas pada sapi FH terjadi pada umur 8-12 bulan (Folley *et al.* 1973), sedangkan Noor (2001) menyatakan bahwa pubertas pada sapi terjadi pada umur 8-18 bulan. Beberapa kejadian yang spesifik dapat ditemui pada titik infleksi tersebut, antara lain kecepatan pertumbuhan yang maksimal, saat terjadinya pubertas dan mortalitas yang paling rendah. Titik infleksi pada sapi tercapai pada umur enam bulan yang berarti 30 persen dari pertumbuhan dewasa telah dicapai (Brody, 1945).

Pada usaha peternakan titik infleksi dicapai pada umur yang lebih muda dengan bobot badan yang rendah, sehingga umur kawin pertama akan lebih lama supaya mencapai bobot badan kawin pertama yang diharapkan, yaitu 285-300 kg pada umur 15-18 bulan (Alim *et al.*, 2006). Hal ini akan menyebabkan kerugian karena lama masa produksi sapi perah tersebut menjadi lebih singkat. Kejadian ini dapat diatasi dengan perbaikan manajemen pemeliharaan yang lebih baik.

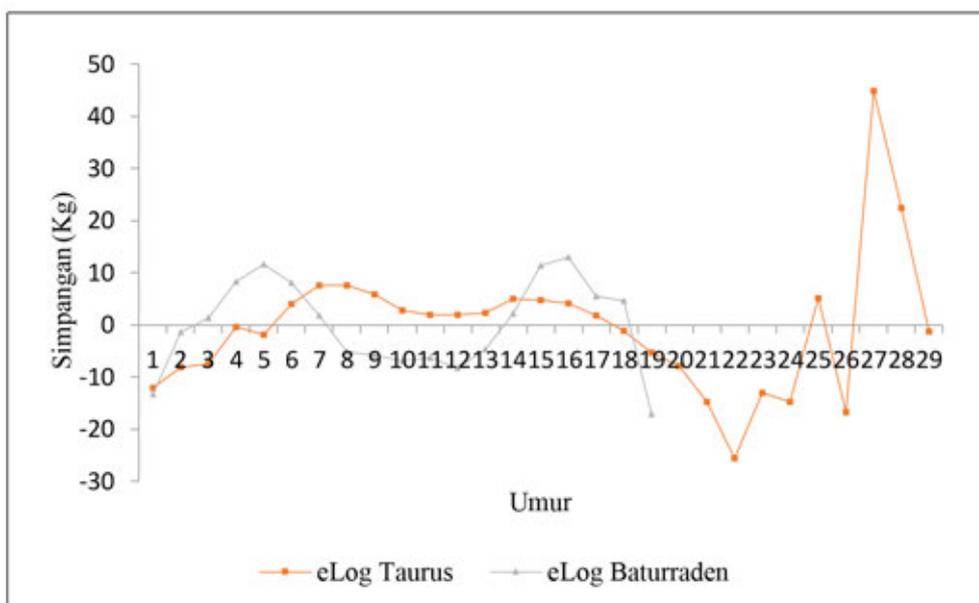
Bobot pada saat terjadinya titik infleksi dipengaruhi oleh faktor yang juga mempengaruhi bobot dewasa (A),

karena bobot saat infleksi didapatkan melalui perkalian persentase dewasa pada titik infleksi ( $t_i$ ) dengan bobot dewasa (A). Umur pada saat terjadinya titik infleksi pertumbuhan merupakan titik yang paling ekonomis pada ternak. Titik tersebut mengindikasikan beberapa hal yaitu (1) terdapatnya pertumbuhan maksimal dari ternak, (2) umur pada saat pubertas, (3) titik terendah dalam mortalitas dan (4) titik tersebut bisa digunakan dalam determinasi geometris dalam perbandingan antar spesies (Brody 1945).

Perbandingan tingkat keakuratan antar model dalam penjelasan data lapang dapat dilakukan dengan evaluasi perbedaan secara keseluruhan antara data lapang dengan data yang dihasilkan oleh parameter model kurva pertumbuhan. Perbandingan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan parameter simpangan data secara keseluruhan berupa koefisien determinasi. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) untuk usaha peternakan mencapai nilai 0.9970 sedangkan untuk usaha pembibitan 0.9987. Perbandingan yang dilakukan menggunakan beragam umur terakhir penimbangan karena koefisien determinasi sangat dipengaruhi oleh data terakhir penimbangan. Berdasarkan parameter tingkatan keakuratan dari model secara keseluruhan menunjukkan tidak ada perbedaan koefisien determinasi.

Perbandingan keakuratan antara model juga dapat dilakukan berdasarkan simpangan antara data lapang dengan estimasi dari model dalam berbagai umur untuk melihat kecenderungan simpangan dari tiap model dalam penggambaran data lapang.

Simpangan antara data simulasi dengan lapang dari lahir sampai umur siap kawin pada PT Taurus Dairy



Gambar 2. Grafik Rataan Simpangan Data Model dibandingkan Data Lapang

Farm terlihat *underestimate* pada awal pertumbuhan sampai umur lima bulan, kemudian *overestimate* sampai umur 18 bulan lalu kembali *underestimate*. Adapun untuk Baturraden simpangan antara data estimasi dan lapang awal pertumbuhan *underestimate*, tetapi *overestimate* pada bulan kedua sampai keenam selanjutnya kembali *underestimate*.

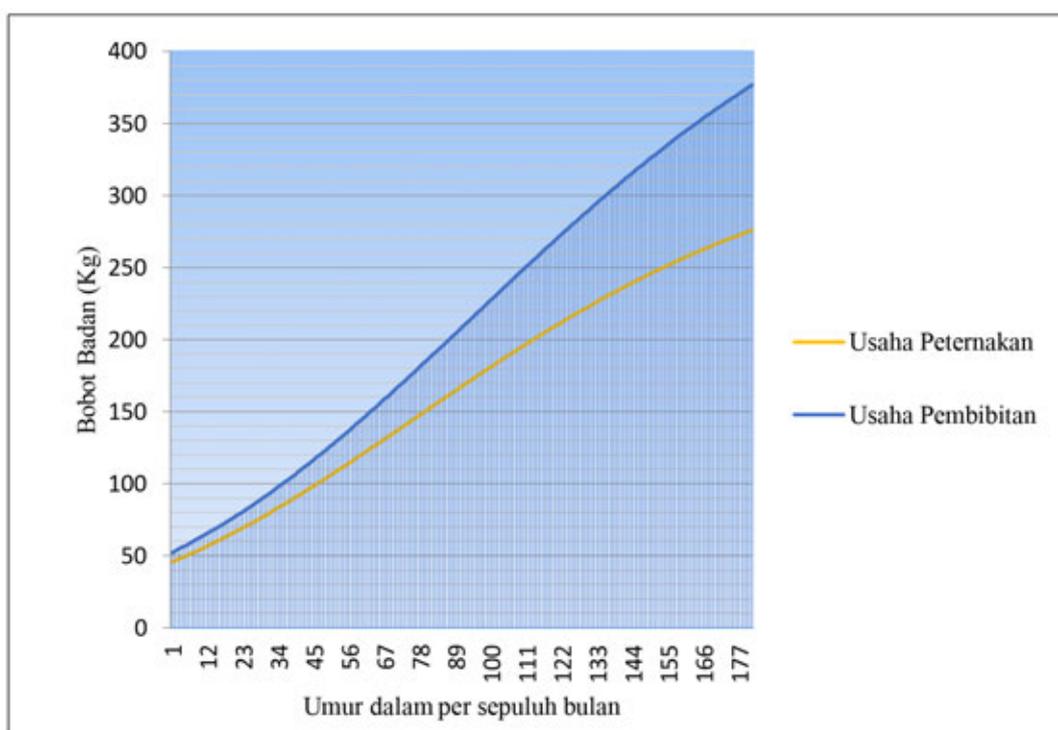
Hal ini salah satunya disebabkan oleh lingkungan yang berbeda, peternakan sapi perah P.T. Taurus Dairy Farm terletak di desa Tenjo Ayu, kecamatan Cicurug, kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Lokasi peternakan ini berada pada ketinggian antara 450 sampai 550 meter diatas permukaan laut, temperatur 19-30 oC, kelembaban berkisar antara 70-80%, dan curah hujan 300 m3 per tahun. Sedangkan Balai Besar Pembibitan Ternak Unggul Sapi Perah (BBPTU-SP) Baturraden adalah salah satu Unit Pelaksana Teknis di bawah Direktorat Jenderal Peternakan Kementerian Pertanian dan satu-satunya UPT pembibitan yang memiliki tugas dan tanggung jawab dalam pengembangan sapi perah di Indonesia. Temperatur rata-rata di daerah ini adalah 18-28°C dengan kelembaban berkisar antara 70% - 80% dengan curah hujan yang cukup tinggi yaitu sekitar 6 000-9 000 mm/tahun. Keadaan klimatik di BBPTU-SP-SP Baturraden tergolong nyaman untuk hidup dan berproduksi bagi sapi perah yang berasal dari iklim sedang seperti FH. Kisaran temperatur udara yang baik untuk sapi perah yang berasal dari Eropa adalah sekitar 5-21 °C dengan kelembaban relatif 50% - 70% (Ensminger, 1980).

### Validasi Bobot Badan pada Usaha Peternakan dan Usaha Pembibitan

Hasil validasi data di lapangan baik di usaha peternakan maupun usaha pembibitan mendapatkan hasil bahwa pada usaha peternakan dicapai pada umur 19 bulan dengan bobot badan 283,81 kg, sedangkan untuk usaha pembibitan didapat pada umur 15 bulan tercapai bobot badan 328,38 kg untuk melaksanakan kawin pertama (IB). Kawin pertama yang dilakukan pada perusahaan peternakan maupun pembibitan dilakukan berdasarkan bobot badan sesuai dengan pendapat Lindsay *et al.* (1982).

Kawin pertama seekor sapi perah dara tergantung pada dua faktor utama yaitu umur dan bobot badan. Apabila perkawinan sapi perah dara terlalu cepat dengan kondisi tubuh yang terlalu kecil, maka akibat yang terjadi antara lain adalah, kesulitan melahirkan dan tubuhnya yang tetap kecil nantinya setelah menjadi induk sehingga dapat berakibat kemandulan dan rendahnya produksi susu. Sapi FH dara dan Brown Swiss memerlukan bobot badan 350 kg-375 kg untuk perkawinan yang pertama sedangkan Peranakan Fries Holland (PFH) pada bobot 300-325 kg. Sedangkan untuk kondisi di Indonesia sapi dara dapat dikawinkan pertama kali pada umur 15-18 bulan dengan bobot badan 285-300 kg (Alim, *et al.*, 2006).

Sapi dara yang berahi tidak langsung dikawinkan, melainkan diperiksa kondisi fisiologinya, yaitu dengan



Gambar 3. Kurva pertumbuhan sapi perah FH dari lahir sampai kawin pertama setelah divalidasi dengan data lapangan

melihat bobot badan sebagai acuan bahwa sapi dara tersebut sudah dewasa kelamin. Menurut Lindsay *et al.* (1982) pada beberapa keadaan, perkawinan betina sengaja ditunda dengan maksud agar induk tidak terlalu kecil waktu beranak. Umur ternak betina pada saat pubertas mempunyai variasi yang lebih luas daripada bobot badan pada saat pubertas. Hal ini berarti bahwa bobot badan lebih berperan terhadap pemunculan pubertas daripada umur ternak. Kurva ini diharapkan menjadi standar kurva pertumbuhan untuk ternak perah yang dipelihara di Indonesia.

### KESIMPULAN

Kurva yang dihasilkan dapat dipakai sebagai standar kurva pertumbuhan sapi perah Fries Hollands di Indonesia dari lahir hingga siap kawin. Model matematik *Logistic* dapat dipakai untuk menduga kurva pertumbuhan karena mempunyai tingkat akurasi yang tinggi dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) lebih dari 90%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aberle DE, Forrest JC, Gerrard DE, Mills EW. 2001. *Principles of Meat Science*. 4<sup>th</sup> Edition. W.H. Freeman and Company. San Francisco, United States of America.
- Alim, A.F., A. Arfiana dan T. Hidaka. 2006. Pakan dan Tatalaksana Sapi Perah. Dissemination of Appropriate Dairy Technology Utilizing Local Project in Indonesia 2007. Bandung. Hlm. 37-41.
- Brody, S. 1945. Reprinted 1974. *Bioenergetics and Growth* : With Special Reference to the Efficiency Complex in Domestic Animals. Hafner Press. A Division of Macmillan Publishing Co, Inc. New York. p. 489-493, 498, 502.
- Brown, J.E., Jr. H.A Fitzhugh, and T.C Cartwright. 1976. A Comparison of nonlinear models for describing weight-age relationship in cattle. *J Anim Sci* 42:810-818.
- Ensminger ME. 1993. *Dairy Cattle Science*. 3rd Edition. Interstate Publishers, Inc. Denville, Illinois. Published by Prentice Hall (1993-01-01).
- Fitzhugh, Jr HA. 1976. Analysis of Growth Curves and Strategies for Altering Their Shape. *J Anim Sci* 42(4): 1036-1051
- Foley, R., D.L Bath, F.N Dickinson, and H.A Tucker. 1973. *Dairy Cattle Principles, Practices, Problems Profits*. Philadelphia. Lea and Febriger. p. 316-319.
- Hassen, A., D.E Wilson, G.H Rouse and R.G Tait. 2004. Use of Linear and Non Linear Growth Curves to Describe Body Weight Changes of Young Angus and heifers. Iowa State University Animal Industry Report. A.S Leaflet R1869
- Inounu, I., D. Mauluddin, R.R Noor, dan Subandriyo. 2007. Analisis Kurva Pertumbuhan Domba Garut dan Persilangannya. *JITV* 12(4):286-299.
- Ismail, Z., A. Khamis, and M.Y Jaafar. 2003. Fitting Nonlinear Gompertz Curve to Tobacco Growth Data. *Pak. J. Agron* 2(4):233-236.
- Lawrence, T.L.J and V.R Fowler. 2002. Growth of Farm Animals. 2nd Ed., CABI Publishing, Oxon, UK. p. 193-196.
- Lawrie, R.A. 2003. Ilmu Daging. Diterjemahkan oleh: A. Parakkasi. Edisi Kelima. Universitas Indonesia, Jakarta. Hlm. 14-17.
- Lindsay, D.R., K.W Entwistle, and A. Winantea. 1982. *Reproduction in Domestic Livestock in Indonesia*. Australian Universities International Development Program (AUIDP), University of Queensland Press, Melbourne. p. 1-76.
- Myers, R.H. 1990. *Classical and Modern Regression with Application*. 2<sup>nd</sup> Edition. Duxbury Advanced Series in Statistics. Boston: PWS-KENT Publishing Company.
- Noor, R.R. 2001. Manajemen Inseminasi Buatan pada Sapi dan Unggas. Program Pendidikan Pertanian Terpadu (P3T). Ma'had Al Zaytun. Indramayu.
- Ptak, E., J. Bieniek, and W. Jagusiak. 1994. Comparison of Growth Curves of Purebred and Crossbred Rabbits. *In Proceeding of the 5<sup>th</sup> World Congress of Genetic Applied to Livestock Production*, Guelph, Canada, 7-12 August 1994, 19: 201-204.
- Tazkia, R. dan A. Anggraeni. 2009. Pola dan Estimasi Kurva Pertumbuhan Sapi Friesian-Holstein di Wilayah Kerja bagian Timur KPSBU Lembang. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Hlm. 121-135.

SAS Institute Inc. (Statistical Analysis System). 2004. SAS 9.1 SQL Procedure User's Guide SAS Institute Inc. Technical Support Division, SAS Campus Drive, Cary, NC 27513.

Soeparno. 1994. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Cetakan kedua. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.