

Penelitian

# Penerapan *Multivariate Adaptive Regression Spline* sebagai Alat untuk Pemodelan Pertumbuhan Ayam Broiler

(Application of *Multivariate Adaptive Regression Spline* as a Tool for Growth Modeling in Broiler Chickens)

Benjamin Christoffel Tehupuring<sup>1\*</sup>, Soeharsono<sup>1</sup>, Saiful Hadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Anatomi Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya

<sup>2</sup>Departemen Riset SIRAD Produce

\*Penulis untuk korespondensi: [bencthp@yahoo.com](mailto:bencthp@yahoo.com)

Diterima 17 Oktober 2014, Disetujui 12 Desember 2014

## ABSTRAK

Model pertumbuhan mempunyai fungsi utama sebagai alat pengambilan kebijakan pada pengolahan ayam broiler. Sebanyak 9 jenis pakan dicobakan pada ayam umur satu hari tanpa membedakan jenis kelamin. Pertambahan bobot badan dan jumlah konsumsi pakan diamati setiap minggu selama tiga minggu. Data dikumpulkan dari tiga model pertumbuhan yaitu model I untuk ayam yang mendapat perlakuan pakan 9. Model II untuk ayam yang mendapat perlakuan pakan 1, 2, 4, dan 7. Model III mendapat perlakuan pakan 3, 5, 6, dan 8. Hasil analisa data dengan menggunakan MARS pada data yang dikumpulkan, memperoleh hasil yang sama yaitu terdapat perbedaan kecepatan pertumbuhan antara umur satu sampai dengan dua minggu, kemudian dua sampai tiga minggu, sedangkan pengaruh jumlah konsumsi, beragam bergantung pada jenis pakan.

**Kata kunci:** MARS, umur, pertambahan bobot badan, ayam broiler

## ABSTRACT

Growth model has a primary function as a policy-making tool in the processing of broiler chickens. A total of 9 types of feed tested at one day old chickens, regardless of their sex. Body weight gain and feed intake were observed every week for three weeks. Data were collected from three models of growth, ie. the Model I are chickens treated with feed 9. Model II are chickens reated with feed 1, 2, 4, and 7. Model III are chickens treated with feed 3, 5, 6 and 8. The results of data analysis using MARS, obtained the same results that there are differences in growth rate between the ages of one to two weeks, and then between two to three weeks, whereas the effect of the amount of consumption varies depending on the type of feed.

**Keywords:** MARS, age, weight gain, broiler chickens

## PENDAHULUAN

Ayam ras pedaging atau *broiler* mulai terkenal di Indonesia sejak tahun 1980. Kepopuleran ini meningkat pada saat terjadi kelangkaan daging asal ruminansia. Pemahaman dalam mengatasi kondisi yang demikian, menyebabkan daging ayam menjadi sebuah pilihan untuk memenuhi kebutuhan sumber protein asal hewan (Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, 2000). Populasi ayam pedaging, di Jawa Timur mulai tahun 2011 mengalami perubahan secara perlahan dan meningkat pesat pada 2013

menuju tahun 2014. Kecenderungan peningkatan terhadap permintaan ayam ras sebesar 7% pertahun, memungkinkan kelanjutan budidaya ayam ras pedaging sebagai salah satu usaha yang menjanjikan keuntungan (Bank Indonesia, 2014). Nilai ekonomis dalam peternakan ayam ras pedaging ditentukan oleh beberapa faktor, salah satu diantaranya dan yang paling utama adalah kecepatan pertumbuhan yang terukur dalam penambahan bobot badan. Jika bobot badan digunakan sebagai indikator pertumbuhan, maka dapat didefinisikan sebagai fungsi waktu atau umur terhadap bobot badan (Peraturan Menteri Kesehatan Republik

Indonesia Nomor 66, 2014). Sehubungan dengan demikian, maka bobot badan ayam dapat diduga dari umur. Hasil pendugaan ini diwujudkan dalam bentuk sebagai model. Penelitian Fernandez et al. (2013) dengan menggunakan persamaan regresi, *product moment*, antara umur dan bobot badan pada ayam pedaging jenis Cobb 500, diperoleh model yang tidak linier baik pada jenis kelamin jantan maupun betina. Sehubungan dengan itu berbagai upaya telah dilakukan untuk mendapatkan model antara umur dan bobot badan pada ayam, dengan menggunakan model regresi tidak linier Gompertz, syaraf tiruan dan regresi logistik (Roush et al., 2006; Wardhani & Setiarini, 2010). Model yang tidak linier juga pernah ditemukan pada hubungan bobot badan dan jumlah konsumsi pakan (Morel et al., 2001).

*Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS)*, merupakan model tidak parametrik yang digunakan untuk menjelaskan hubungan kompleks dari beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon. Model ini diperkenalkan oleh Friedman pada tahun 1991, sebagai upaya untuk mengatasi masalah yang tidak terjawab oleh model parametrik. Model tidak parametrik ini dibangun berdasarkan kekhususan data pada lokasi tertentu dengan bentuk linieritas. Penampilan kurva yang ditampilkan oleh MARS bisa berupa garis linier tunggal atau serangkaian garis linier yang berhubungan dengan garis lain yang memberikan kesan pada garis patah-patah (*spline*). Titik patah (pertemuan) antar garis akan menunjukkan perubahan respon terhadap variabel prediktornya. Kelebihan lain yang dimiliki oleh MARS adalah besar variabel respon yang disebabkan oleh variabel tunggal dan atau interaksi antara variabel prediktor. Variabel prediktor dapat berupa gabungan data mempunyai skala yang berbeda. MARS adalah bentuk generalisasi dari *recursive partitioning regression (RPR)* yang merupakan paradigma utama dalam memahami model tak parametrik. Hubungan MARS dan RPR digambar dalam bentuk :

$$f(X) = a_0 + \sum_{m=1}^M a_m H_m(X)$$

$a_0$  adalah konstanta,  $a_m$  adalah koefisien *Basic Function* dari ke 1 hingga ke  $m$  dan  $H_m(X)$  adalah *Basic function* yang dibangun dari interaksi ( $K_m$ ) antara variabel ( $v_{k,m}$ ) pada knot ( $t_{k,m}$ ).

$$H_m(X) = \prod_{km=1}^M [\max(s_{k,m}(x_{v(km)} - t_{k,m}, 0)]$$

*Basic Function (BF)* didefinisikan sebagai fungsi yang menjelaskan hubungan variabel prediktor dengan variabel respon. *Basic function* dinyatakan dalam:

$$H_m(x) = \begin{cases} 1, & x \in R_m \\ 0, & \text{yang lain} \end{cases}$$

Agar mudah menginterpretasikan jumlah BF dianjurkan tidak melebihi empat kali variabel prediktornya. Jumlah interaksi tidak lebih dari tiga dan jumlah observasi (jarak Knot) tidak lebih dari tiga. Kesesuaian model dalam MARS ditentukan oleh nilai terendah dari *generalized cross validation (GCV)* yang besarnya dihitung dari:

$$GCV(M) = \frac{1}{M} \sum_{l=1}^M \frac{[y_l - f(x_l)]^2}{[1 - \frac{C(M)}{M}]^2}$$

$f$  adalah model prediksi MARS pada BF,  $y$  adalah variabel respon,  $N$  adalah jumlah observasi.  $C(M)$  ukuran kompleksitas dari model yang mengandung BF.

## BAHAN DAN METODE

### Hewan coba

Sebanyak 4,608 ekor ayam potong umur satu hari tanpa dibedakan jenis kelamin terbagi dan dipelihara ke dalam 36 buah kandang. Setiap kandang diisi 128 ekor yang dipilih secara acak. Selanjutnya ke-36 kandang tersebut diberi perlakuan sembilan macam jenis pakan dikenakan secara acak. Setiap perlakuan diulang tiga kandang. Penimbangan bobot badan selanjutnya dilakukan setiap minggu hingga umur tiga minggu. Jumlah pakan yang diberikan ketika ayam berumur satu hari sebesar 50 kg. Pada akhir minggu pertama sisa pakan setiap kandang ditimbang. Selisih jumlah pakan yang diberikan dengan sisa pakan menggambarkan jumlah konsumsi pakan pada minggu pertama. Hal yang sama dilakukan pada minggu kedua dan ketiga. Jumlah pakan yang diberikan pada minggu kedua sebesar sisa pakan minggu pertama ditambah 50 kg pakan baru untuk setiap kandang. Jumlah pakan minggu ketiga sebesar sisa pakan minggu kedua ditambah 50 kg pakan baru untuk setiap kandang.

### Analisa data

Pemodelan hubungan umur, jumlah konsumsi pakan dan jenis pakan terhadap bobot badan menggunakan MARS dilakukan pada saat ayam sudah berumur satu minggu. Piranti yang digunakan adalah MARS versi 2.0. Pada waktu ayam masih berumur satu hari dan secara acak ditempatkan ke dalam kandang, ditimbang bobot badannya. Selanjutnya data hasil penimbangan dianalisis untuk memastikan tidak terdapat perbedaan bobot badan ayam sebelum diperlakukan. Bobot badan ayam umur satu hari tidak berbeda nyata jika hasil analisis data tersebut mendapatkan nilai peluang lebih besar dari lima persen ( $p > 0,05$ ). Teknik analisis data bobot badan ayam umur satu hari menggunakan perangkat lunak SPSS versi 2.0.

### HASIL

Hasil analisis varian terhadap bobot badan ayam dari perlakuan sembilan jenis pakan yang dipro-

duksi oleh pabrik yang berbeda tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p = 0,11$ ). Bobot badan ayam percobaan umur satu hari (bobot awal penelitian) disajikan dalam Tabel 1. Bobot badan dan jumlah pakan mingguan selama perlakuan disajikan dalam Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1 Bobot badan ayam umur satu hari (g)

1	40,95 ± 0,44
2	41,17 ± 0,25
3	40,67 ± 0,49
4	41,09 ± 0,40
5	40,62 ± 0,16
6	40,62 ± 0,16
7	40,50 ± 0,12
8	41,07 ± 0,34
9	40,84 ± 0,21

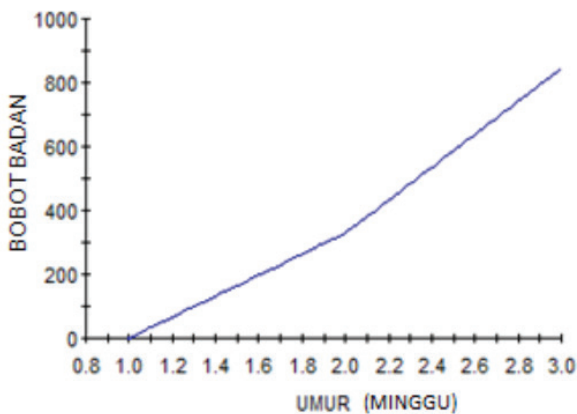
Tabel 2 Pertumbuhan bobot badan ayam umur selama tiga minggu pertama (g)

Jenis Pakan	Bobot Badan (g)		
	Minggu I	Minggu II	Minggu III
1	195,87 ± 4,46	529,25 ± 12,82	1038,90 ± 26,83
2	195,72 ± 4,97	529,59 ± 13,52	1041,15 ± 27,66
3	201,25 ± 5,71	542,68 ± 12,78	1048,18 ± 12,37
4	199,18 ± 4,99	526,78 ± 4,90	1059,61 ± 15,22
5	201,27 ± 2,98	526,90 ± 3,97	1046,86 ± 15,22
6	201,27 ± 2,98	526,90 ± 3,97	1046,86 ± 4,43
7	193,00 ± 5,83	525,68 ± 17,41	1044,42 ± 22,30
8	202,45 ± 1,05	526,91 ± 10,72	1065,99 ± 22,48
9	197,20 ± 6,80	507,86 ± 9,16	1008,56 ± 30,42

Tabel 3 Jenis dan jumlah pakan yang dikonsumsi ayam percobaan selama tiga minggu

Jenis Pakan	Jumlah Pakan yang Dikonsumsi (g)		
	Minggu I	Minggu II	Minggu III
1	159,29 ± 9,17	561,17 ± 12,10	1271,29 ± 26,34
2	157,30 ± 8,77	540,16 ± 20,32	1242,76 ± 47,21
3	155,61 ± 12,72	550,49 ± 43,58	1231,72 ± 96,20
4	155,21 ± 2,97	545,42 ± 18,41	1206,45 ± 68,26
5	151,71 ± 5,12	536,52 ± 17,92	1355,27 ± 171,73
6	150,72 ± 2,17	544,59 ± 19,06	1248,36 ± 54,44
7	154,09 ± 2,73	551,42 ± 6,77	1251,92 ± 8,64
8	155,95 ± 11,26	536,81 ± 17,09	1198,13 ± 91,12
9	155,51 ± 7,71	547,25 ± 20,74	1251,66 ± 78,34

Model MARS terbaik pertama untuk menggambarkan hubungan umur, jenis pakan dan jumlah konsumsi pakan terhadap bobot badan yang muncul, diperoleh pada MO = 0, MI = 1 dan MBF = 9 atau MF = 0, MI = 2 dan MBF = 3. Keduanya memberikan nilai GCV terkecil yaitu sebesar 212,591. Dalam model tersebut, umur termasuk unsur utama dalam menentukan bobot badan karena umur mempunyai kepentingan dalam model sebesar 100. Jenis pakan menempati faktor kedua setelah umur. Nilai kepentingan jenis pakan terhadap bobot badan sebesar 1,782 sedangkan jumlah konsumsi pakan tidak mempunyai sumbangan dalam model tersebut. Pada model ini berkaitan pula dengan bobot badan tetapi tidak berinteraksi dengan umur ayam. Model hubungan umur dan jenis pakan terhadap bobot badan ayam penelitian selengkapnya disajikan dalam Gambar 1.

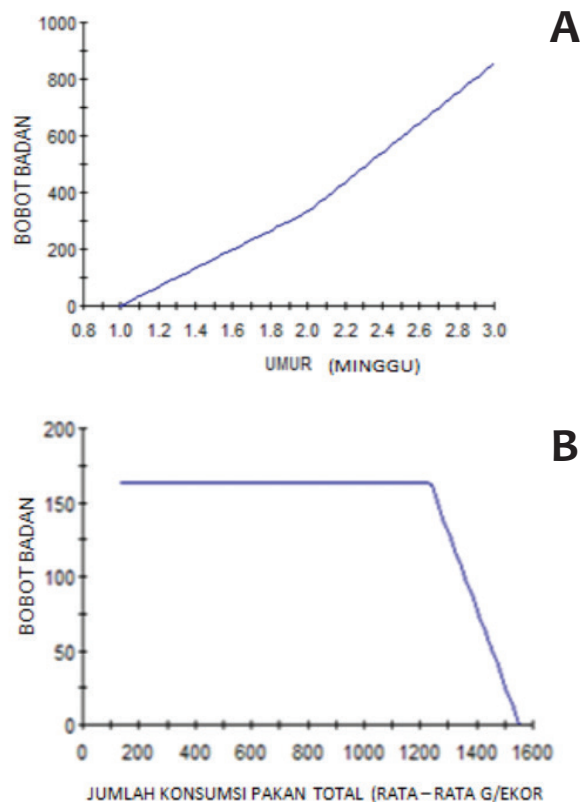


Gambar 1 Model hubungan umur, jenis pakan nomor 9 dan jumlah konsumsi terhadap bobot badan ayam. (Hubungan pakan terhadap bobot badan ditunjukkan oleh persamaan  $Y = 529,637 + 516,692 * BF_1 - 328,531 * BF_2 - 21,150 * BF_3$ ; Y melambangkan bobot badan ayam yang diestimasi. BF1 dan BF2 melambangkan fungsi umur dengan ketentuan,  $BF_1 = \max(0, umur - 2.000)$ ,  $BF_2 = \max(0, 2.000 - umur)$ . BF3 melambangkan fungsi pakan dengan ketentuan (pakan = 9)).

Seperti tersaji di dalam persamaan model didapatkan  $BF_1 = \max(0, umur - 2.000)$ ,  $BF_1 = \max(0, 2.000 - umur)$  dan  $BF_3 = 9$ .  $BF_1 = \max(0, umur - 2.000)$ , menunjukkan bahwa koefisien BF1 mempunyai arti jika umur ayam lebih dari dua minggu tetapi sebaliknya untuk  $BF_2 = \max(2.000 - umur)$ .  $BF = (pakan = 1)$ , fungsi ini dimaknai model berlaku jika pakan yang dikonsumsi berjenis 9. Jadi dalam model tersebut dapat dimaknai jika pakan yang di-

konsumsi ayam berjenis 9 oleh ayam berumur lebih dari dua minggu maka setiap kenaikan umur satu satuan akan diikuti pertambahan bobot badan sebesar 516,692. Sebaliknya jika pakan jenis 9 diberikan pada ayam berumur kurang dari dua minggu maka setiap kenaikan bobot umur satu satuan akan diikuti pertambahan bobot badan sebesar 201,390 satu satuan umur.

Langkah berikutnya, setelah bobot pakan akibat pemberian pakan berjenis 9 dikeluarkan, maka hubungan antara bobot badan, jenis pakan dan jumlah konsumsi didapatkan model yang tersaji dalam Gambar 2.



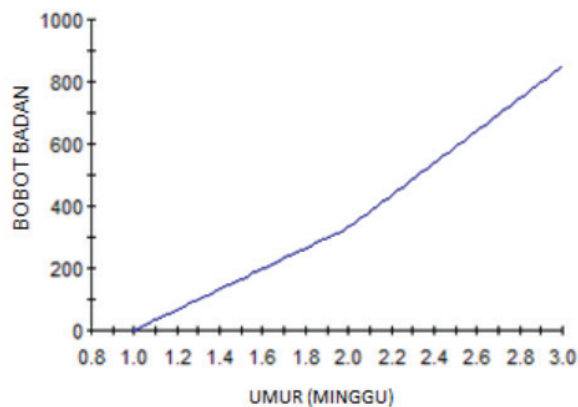
Gambar 2 Model hubungan umur, jenis pakan, dan jumlah pakan yang dikonsumsi terhadap bobot badan pada jenis pakan satu, dua, empat, atau 7. A. Hubungan umur terhadap bobot badan, B. Hubungan jumlah konsumsi pakan terhadap bobot badan, Hubungan umur, jenis pakan dan jumlah pakan terhadap bobot badan dimodekanl dalam persamaan  $Y = 529.726 + 524.658 * BF_1 - 331.083 * BF_2 - 0.514 * BF_8$ , dengan  $BF_1 = \max(0, UMUR - 2.000)$ ;  $BF_2 = \max(0, 2.000 - umur)$ ;  $BF_6 = (pakan = 1 \text{ atau } pakan = 2 \text{ pakan} = 4 \text{ atau } pakan = 7)$ ;  $BF_8 = \max(0, minggu - 1234.650) * BF_6$ ; ,GCV terkecil didapat pada MO = 0, MI = 2 dan MBF = 9 atau MO = 0, MI = 3 dan MBF = 9.



## PEMBAHASAN

Model yang disajikan dalam Gambar 2 berlaku untuk pakan berjenis 1, 2, 4, atau 7. Dalam pemodelan jenis pakan dilambangkan oleh BF6. Kepentingan jenis pakan yang dikonsumsi terhadap bobot badan sebesar 1,251. Berbeda dengan model hubungan umur dengan bobot badan yang disajikan oleh Gambar 1. Selain umur dan jenis pakan, jumlah pakan yang dikonsumsi mempunyai sumbangan terhadap bobot badan yaitu sebesar 1,251. Dalam pemodelan sumbangan jumlah konsumsi pakan dilambangkan oleh BF8 yang besarnya  $-0,514 * BF8$  dengan  $BF8 = \max(0, \text{minggu} - 1234,650)$ . Hal ini dimaknai jika jumlah pakan yang dikonsumsi sama atau melebihi 1234,650 g maka terjadi penurunan bobot badan sebesar 0,514 satu satuan.

Model ketiga terdapat pada ayam yang diberi pakan jenis dan 8. Dalam model jenis ketiga, umur merupakan faktor utama dalam menentukan bobot badan. Model hubungan umur dan bobot badan pada ayam yang diberi pakan jenis dan 3, 5, dan 8 disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3 Model hubungan umur, dengan bobot badan pada jenis pakan tiga. Hubungan umur, jenis pakan dan jumlah pakan terhadap bobot badan dimodelkan dalam persamaan  $Y = 531.756 + 519.923 * BF1 - 330.222 * BF2$ ,  $BF1 = \max(0, \text{umur} - 2,000)$ ;  $BF2 = \max(0, 2.000 - \text{umur})$ . Besar MO, MI, MBF dan GCV berturut turut adalah 0, 3, 3 dan 179,170.

Pemodelan pertumbuhan pada ayam pedaging berguna untuk mengestimasi produksi yang akan datang berkesesuaian dengan kebutuhan pasar dan menganalisis keuntungan maksimum melalui pengkombinasian pakan, biaya, fungsi pertumbuhan, konversi pakan dan penerimaan produk kepasar (Wang *et al.*, 2012). Sesuai dengan kenyataan model pertumbuhan yang diperkenalkan umumnya model yang tidak linier (Raji *et al.*, 2014).

Hasil analisis MARS terhadap pertumbuhan ayam pedaging dikaitkan dengan umur, jumlah konsumsi pada 9 jenis pakan yang diberikan didapatkan tiga model yang berbeda. Model pertama sesuai untuk ayam yang diberi pakan jenis 9. Model kedua sesuai untuk ayam yang diberi pakan jenis 1, 2, 4, dan 7. Model ketiga sesuai untuk ayam yang diberi pakan berjenis 3, 5, 6, dan 8. Model pertama dan model ketiga mempunyai kemiripan yaitu umur memegang peran utama dalam menentukan bobot badan. Hal tersebut terlihat dari nilai kepentingan pakan pada bobot badan sebesar 100, sedang jumlah pakan yang dikonsumsi dan jenis pakan mempunyai nilai kepentingan sebesar nul. Berbeda dengan model pertama atau model ketiga. Pada model kedua tidak sepenuhnya umur sebagai faktor utama dalam menentukan bobot badan, karena jenis dan jumlah pakan yang dikonsumsi mempunyai peran dalam fungsi tersebut. Pengaruh umur terhadap bobot badan baik pada model pertama, dan model ketiga mempunyai pola yang sama yaitu berupa dua buah garis lurus yang bertemu pada umur dua minggu. Kemiringan garis setelah umur dua minggu lebih tumpul daripada sebelum umur dua minggu. Gambaran ini mengindikasikan terdapat perbedaan kecepatan pertumbuhan pada umur setelah dua minggu dibanding sebelum umur dua minggu (Morel *et al.*, 2001). Pengaruh jumlah pakan yang dikonsumsi terhadap bobot badan beragam bergantung pada jenis pakan yang dikonsumsi. Temuan ini sesuai dengan hasil pendapat Morel *et al.* (2001). Tidak ditemukan pengaruh jumlah pakan yang dikonsumsi pada ayam yang menerima pakan berjenis 3, 5, 6, 8, dan 9 dalam pemodelan dan dimungkinkan pengaruhnya relatif sangat kecil dibanding umur terhadap bobot badan. Pada ayam yang menerima pakan berjenis 1, 2, 4, dan 7 menyebabkan penurunan ketika mengkonsumsi pakan sekurang-kurangnya sebanyak 1234,650. Jumlah pakan yang dikonsumsi sebanyak 1234,650 setara dengan jumlah pakan yang dikonsumsi pada umur tiga minggu, maka dimaknai bobot badan ayam yang mengkonsumsi pakan jenis 1, 2, 4, dan 7 menurun setelah mencapai umur tiga minggu. Perbedaan jumlah pakan yang dikonsumsi berkaitan jenis pakan disebabkan perbedaan kandungan jumlah lisin dalam pakan (Ullah *et al.*, 2012).

Kesimpulan hasil penelitian yang dilakukan terhadap anak ayam ras pedaging menunjukkan bahwa ada tiga model pertumbuhan dimana ternyata diperoleh gambaran yang sama yaitu terdapat per-

bedaan kecepatan pertumbuhan antara umur satu sampai dengan dua minggu dengan dua sampai tiga minggu sedangkan pengaruh jumlah konsumsi pakan, beragam tergantung pada jenis pakan.

“Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak-pihak yang terkait dalam penelitian ini”.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bank Indonesia. 2014. Pola Pembiayaan Usaha Kecil (PPUK) Budidaya Ayam Ras Pedaging. BANK INDONESIA Direktorat Kredit, BPR dan UMKM. p1-29.
- Fernandez JIM, Bortoluzzi C, Triques GE, Fróes A, Neto G, Peiter DC. 2013. Effect of strain, sex and age on carcass parameters of broilers. *Acta Scientiarum Animal Sciences* 35: 99-105.
- Friedman JH. 1991. Multivariate adaptive regression spline. *The Annals of Statistics* 19: 1-67.
- Morel PCH, Timmers JA, De Wit TATH, Wod GR, Sheriff R, Camden BJ, Yhoma DV, Ravindran V. 2001. Prediction of Feed Intake in Modern Broilers. *Proceeding Australian Poultry Science Symposium*.p152-156.
- Peraturan Pemerintah Kesehatan Nomor 66. 2014. Pemantauan Pertumbuhan, Perkembangan, dan Gangguan Tumbuh Kembang Anak. Jakarta.
- Raji AO, Mbap ST, Aliyu J. 2014. Comparison of different models to describe growth of the japanese quail (*Coturnix japonica*). *Trakia Journal of Sciences* 2: 182-188.
- Roush WB, Dozier WA, Branton SL. 2006. Comparison of gompertz and neural network models of broiler growth. *Poultry Science* 85: 794-797.
- Ullah MS, Pasha TN, Ali Z, Saima, Khattak FM, Hayat Z. 2012. Effects of different pre-starter diets on broiler performance, gastro intestinal tract morphometry and carcass yield. *The Journal of Animal and Plant Science* 22: 570-575.
- Wang BY, Chien LH, Roan SW. 2012. Poma – Broiler: computer simulation model to evaluate the optimal market age of broiler. *Journal of Animal and Veterinary Advance* 11: 2493-2502.
- Wardhani WS, Setiarini EPF. 2010. Menduga Pertumbuhan Bobot Badan Ayam Broiler Strain Lohmann Dengan Pendekatan Model Logistic dan Gompertz. *Veterinary Medicine* 3: 105-108.