

Corak pertumbuhan lembu Brakmas

(Growth curve of Brakmas cattle)

Mohd. Hafiz Abd Wahab, Mohamad Hifzan Rosali, Izuan Bahtiar
Ab. Jalal, Mohd Rosly Shaari dan Marini Ahmad Marzuki

Pendahuluan

Lembu Brakmas merupakan baka lembu pedaging yang telah dibangunkan hasil daripada kacukan awal antara baka Brahman dan baka lembu tempatan Kedah-Kelantan (KK). Proses ini mengambil masa sehingga empat generasi dan proses pemilihan yang ketat telah dilakukan dengan tujuan untuk membangunkan gerompok lembu Brahman-KK dengan fenotip yang seragam iaitu berwarna putih kelabu. Lembu KK tulen mempunyai kelebihan dari segi kesuburan dan telah beradaptasi terhadap persekitaran tempatan, namun kadar pertumbuhan yang rendah menyebabkan ramai penternak kurang berminat untuk menternak baka ini. Program kacukan Brahman-KK menghasilkan anak yang mempunyai prestasi pertumbuhan yang lebih baik berbanding KK tulen dengan menunjukkan peningkatan prestasi bagi berat lahir, cerai susu, berat pada umur setahun dan dua tahun.

Pada tahun 1978, program penilaian beberapa kacukan KK seperti Hereford-KK (HK), Friesian-KK (FK) dan Brahman-KK (BK) telah dijalankan bagi meningkatkan prestasi pengeluaran lembu KK. Hasil penilaian mendapati FK mencatatkan kematian anak yang tinggi, lalu penilaian lanjut hanya dijalankan terhadap kacukan HK dan BK. Kacukan HK menunjukkan prestasi yang lebih baik berbanding dengan BK dari segi berat sapih, berat pada umur setahun dan dua tahun. Kacukan HK juga menunjukkan prestasi pembiakan yang memberangsangkan dengan melahirkan anak yang pertama pada umur 33.7 ± 1.70 bulan berbanding dengan kacukan BK iaitu pada umur 37.5 ± 0.85 bulan. Walau bagaimanapun, kacukan BK menunjukkan adaptasi yang lebih baik untuk ditenak di ladang kelapa sawit berbanding dengan kacukan HK kerana kadar survival yang lebih tinggi. Punca utama kematian dalam baka kacukan HK ialah septisemia, radang paru-paru, jangkitan *E. coli* dan serangan parasit dalaman. Proses pembiakan dan pemilihan yang sistematik dan berterusan telah dijalankan ke atas kacukan BK dan hasilnya satu baka komposit baharu iaitu Brakmas telah berjaya dibangunkan dan diisytiharkan pada tahun 1999. Lembu Brakmas mempunyai potensi untuk pengeluaran lembu pedaging secara komersial di ladang kelapa sawit kerana menunjukkan adaptasi yang baik, toleransi yang tinggi terhadap haba, kutu dan parasit, dan mudah ditenak dengan masalah kesihatan yang minimum.

Pemilihan haiwan adalah penting untuk penternak bagi menentukan ternakan yang akan menjadi induk bagi menghasilkan anak pada generasi akan datang. Objektif pemilihan haiwan mungkin terdiri daripada kecukupan pembiakan yang

tinggi (kadar beranak, kadar cerai susu, kebolehan ibu) dan pertumbuhan yang lebih pantas dan cekap (berat lahir, berat cerai susu, berat setahun dan kadar pertumbuhan relatif). Pertumbuhan memainkan peranan penting untuk memastikan kemampuan operasi lembu pedaging di samping kecekapan pembiakan, yang merupakan kriteria penting untuk dinilai semasa pemilihan dijalankan. Pertumbuhan ditakrifkan sebagai pertambahan saiz dan bilangan sel serta pengumpulan bahan ekstraselular. Pengetahuan berkenaan corak pertumbuhan ternakan adalah penting untuk menentukan umur dan berat badan yang optimum untuk dijadikan induk atau bagi tujuan pengeluaran daging. Tambahan pula, pengurusan pemakanan secara strategik boleh dilaksanakan untuk mencapai berat badan yang diinginkan tanpa menambah kos yang tinggi. Walau bagaimanapun, kajian pertumbuhan sering mengambil masa yang lama, oleh itu penggunaan model algebra tidak linear digunakan secara meluas untuk menggambarkan corak pertumbuhan haiwan.

Model algebra tidak linear ialah kaedah yang berkesan untuk menerangkan corak pertumbuhan dalam beberapa parameter yang boleh ditafsir secara biologi. Corak pertumbuhan yang berbentuk sigmoid boleh dibahagikan kepada fasa *acceleration* dan fasa *self-inhibition*. Titik pertemuan antara dua fasa ini dikenali sebagai titik infleksi. Salah satu kelebihan utama dalam menggunakan model matematik untuk menggambarkan pertumbuhan ialah ia menyatukan maklumat yang terkandung dalam data umur-berat kepada tiga atau empat parameter yang boleh ditafsir secara biologi dan digunakan untuk memperoleh ciri pertumbuhan lain yang berkaitan. Parameter ini kemudiannya boleh dibandingkan antara populasi dan kumpulan baka. Parameter yang ditetapkan bagi model pertumbuhan ini juga boleh digunakan untuk mengira dan meramalkan kadar pertumbuhan (mutlak, relatif, serta-merta atau seumur hidup) dan kadar kematangan haiwan atau kumpulan baka serta tahap kematangan. Model pertumbuhan ternakan pertama kali diterangkan oleh Brody (1945) dan Richards (1959) untuk meramalkan pertumbuhan dalam lembu. Model Brody, Gompertz, Logistic, von Bertalanffy dan Richards adalah model regresi tidak linear yang selalu digunakan untuk menggambarkan corak pertumbuhan sigmoid dalam lembu tenusu dan pedaging. Model pertumbuhan ini telah digunakan untuk meringkaskan ciri pertumbuhan penting seperti kadar pertumbuhan, saiz dan berat badan yang matang dan selang antara kelahiran dan kematangan.

Titik infleksi merupakan titik di mana fasa pertumbuhan yang laju bertemu dengan fasa pertumbuhan mula perlahan. Ia terletak kira-kira pada satu pertiga daripada saiz matang dalam model von Bertalanffy dan Gompertz, manakala titik infleksi bagi model Logistic adalah separuh daripada nilai saiz matang. Parameter A adalah had asimptotik untuk ukuran saiz badan yang ditafsirkan sebagai saiz matang dan bukan anggaran ukuran terbesar atau saiz terbesar yang dicapai oleh haiwan. Pemalar kamiran (b)

tidak mempunyai tafsiran biologi manakala k adalah kadar pertumbuhan selepas kelahiran berbanding dengan ukuran saiz matang. Maklumat mengenai corak pertumbuhan pelbagai baka ternakan berguna dalam membangunkan program peningkatan genetik untuk menghasilkan jenis biologi yang paling cekap untuk persekitaran pemakanan tertentu dalam situasi pasaran tertentu. Pengukuran badan lembu mempengaruhi kecekapan, keperluan penyelenggaraan, keuntungan, pembiakan dan nilai lembu yang dimusnahkan. Pencirian beberapa ukuran badan lembu pedaging yang berkaitan dengan pertumbuhan akan membawa kepada penggunaan sumber genetik yang lebih cekap. Penggunaan kaedah pemodelan corak pertumbuhan haiwan ternakan adalah penting bagi tujuan pemilihan yang memberi impak kepada ekonomi penternak. Objektif kajian ini adalah untuk menentukan model tidak linear yang paling sesuai untuk menganggar berat matang dan parameter corak pertumbuhan lembu Brakmas.

Metodologi kajian

Data berat badan direkodkan daripada 279 ekor lembu betina Brakmas daripada lahir sehingga berumur 10 tahun bagi menentukan model regresi tidak linear terbaik bagi kajian corak pertumbuhan. Data direkodkan menggunakan penimbang digital dengan umur ternakan adalah berdasarkan rekod ternakan di ladang.

Data berat badan ternakan telah dipadankan kepada empat model regresi tidak linear dengan tiga parameter iaitu Brody, Gompertz, von Bertalanffy dan Logistic untuk menentukan corak pertumbuhan lembu Brakmas. Model tiga parameter ini dipilih berdasarkan kaedah pengiraan yang mudah. Keempat-empat model tersebut adalah seperti berikut:

Brody	: $Y = A(1 - Be^{-kt})$
Gompertz	: $Y = Ae^{-Be^{-kt}}$
von Bertalanffy	: $Y = A(1 - Be^{-kt})^3$
Logistic	: $Y = A/(1 + Be^{-kt})$

di mana Y ialah ukuran saiz yang dikaji pada umur t (bulan), A ialah saiz matang, B ialah pemalar integrasi dan k ialah kadar kematangan. Pekali penentuan (R^2) dan purata ralat kuasa dua (MSE) digunakan untuk menentukan model terbaik bagi menggambarkan corak pertumbuhan lembu Brakmas. Model yang menghasilkan R^2 yang lebih tinggi dan MSE yang lebih rendah dianggap sebagai model yang lebih sesuai kerana menerangkan kebolehubahan dalam berat badan yang lebih tinggi daripada model dengan R^2 yang lebih rendah dan MSE yang lebih tinggi.

Keputusan dan perbincangan

Jadual 1 menunjukkan parameter keluk pertumbuhan berat badan lembu Brakmas yang diperolehi daripada model Gompertz, Brody, von Bertalanffy dan Logistic. Berat matang daripada keempat-

empat model adalah dalam julat 328.8 ± 4.91 ke 364.0 ± 9.69 kg. Berat matang lembu Brakmas yang dianggarkan oleh model Logistic (328.8 ± 4.9 kg) adalah lebih tinggi daripada lembu Kedah-Kelantan tempatan iaitu 227.8 ± 2.3 kg, tetapi lebih rendah daripada lembu Brahman sebanyak 343.4 ± 4.0 kg. Model Brody memberikan anggaran berat matang tertinggi untuk lembu Brakmas, diikuti oleh model von Bertalanffy, Gompertz dan Logistic. Nilai R^2 bagi model yang digunakan dalam kajian ini ialah $0.912 - 0.973$. Model Logistic dan Gompertz memberikan nilai R^2 tertinggi untuk corak pertumbuhan lembu Brakmas, diikuti oleh von Bertalanffy dan Brody. Nilai R^2 untuk model Logistic dan Gompertz adalah setanding dengan model yang sama untuk menganggarkan berat lembu Lagune dan lembu Nellore.

Turutan kesesuaian model-model ini adalah berdasarkan nilai R^2 dan disokong oleh nilai MSE yang rendah iaitu model Logistic, diikuti oleh Gompertz dan von Bertalanffy. Model Brody menunjukkan nilai R^2 terendah dan MSE yang paling tinggi. Kajian seperti ini telah dijalankan terhadap lembu Nellore, namun model von Bertalanffy dinilai sebagai model terbaik dalam menentukan corak pertumbuhan lembu Nellore diikuti oleh model Logistic, Brody dan Gompertz. Kajian terhadap corak pertumbuhan baka lembu Lagune mendapati model Brody merupakan model terbaik diikuti model Gompertz dan Logistic. Ia menunjukkan bahawa baka dan persekitaran memainkan peranan dalam menentukan model terbaik bagi menggambarkan corak pertumbuhan ternakan.

Kadar kematangan (k) ialah $0.025 - 0.089$ dan model Logistic menganggarkan kadar kematangan tertinggi, diikuti oleh model Gompertz, von Bertalanffy dan Brody. Nilai k menunjukkan kadar pertumbuhan haiwan untuk mencapai saiz matang. Ternakan dengan nilai k yang tinggi menunjukkan kadar untuk mencapai saiz matang yang lebih cepat berbanding dengan ternakan yang mempunyai nilai k yang rendah. Hasil analisis menunjukkan bahawa model Brody memberikan nilai k yang paling rendah, oleh itu model ini cenderung untuk menganggarkan berat matang tertinggi dan mencapai saiz matang lebih lambat berbanding dengan model lain. Ini terbukti dengan penemuan yang sama

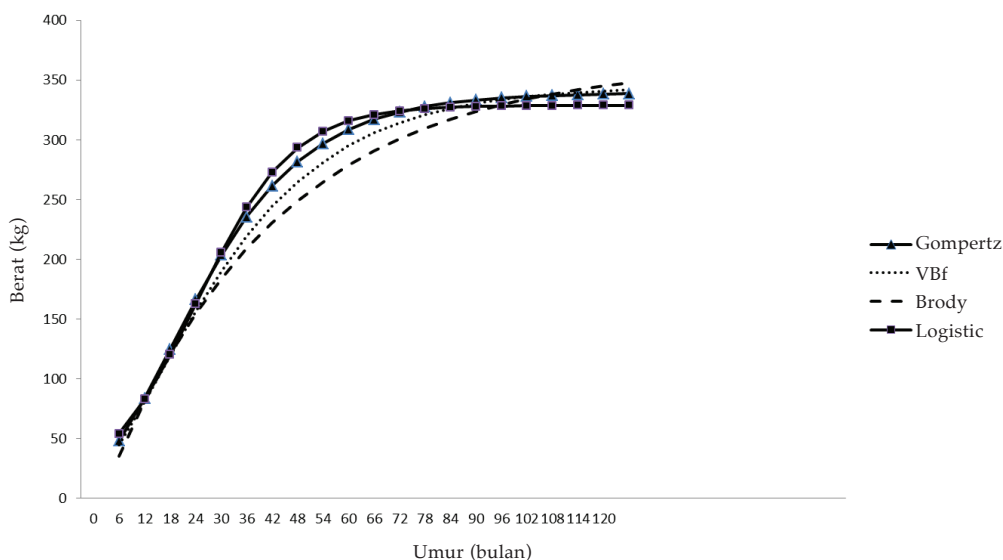
Jadual 1. Parameter pertumbuhan lembu Brakmas yang diterbitkan menggunakan model regresi tak linear Gompertz, Brody, von Bertalanffy dan Logistic

Model	Parameter corak pertumbuhan ¹			r	R^2	MSE
	A (kg)	b	k			
Gompertz	339.3 ± 6.075	1.955 ± 0.060	0.056 ± 0.007	-0.704	0.973	1050.4
Brody	364.0 ± 9.690	0.902 ± 0.011	0.025 ± 0.004	-0.874	0.912	1132.5
von Bertalanffy	345.1 ± 6.834	0.493 ± 0.012	0.042 ± 0.005	-0.764	0.972	1067.1
Logistic	328.8 ± 4.917	5.057 ± 0.295	0.089 ± 0.005	-0.528	0.973	1037.4

¹A = anggaran saiz matang; b = pemalar integrasi; k = kadar kematangan; r = korelasi antara A dan k; R^2 pekali penentuan, MSE = purata ralat kuasa dua

dalam kacukan biri-biri Dorper dan biri-biri Barbarine, kadar pertumbuhan testis biri-biri Blackbelly dan biri-biri Santa Ines serta lembu Lagune, di mana model Brody menganggarkan kadar mencapai saiz matang yang rendah dan menunjukkan nilai A yang tertinggi. Kajian menunjukkan bahawa nilai A yang lebih besar ini dikaitkan dengan nilai k yang lebih kecil. Perkaitan antara berat matang dan kadar matang adalah negatif untuk semua model antara -0.874 hingga -0.528 di mana model Brody memberikan korelasi negatif tertinggi antara berat matang dan kadar matang. Perkaitan negatif antara parameter A dan k akan menunjukkan bahawa haiwan dengan kadar matang yang rendah akan mencapai berat matang mereka pada usia yang lebih tua berbanding lembu dengan kadar matang yang lebih tinggi. Lembu dengan kadar matang yang lebih cepat akan mengambil masa yang lebih singkat untuk mencapai berat matangnya.

Corak pertumbuhan berbentuk sigmoid lebih jelas ditunjukkan oleh model Logistic dan Gompertz (*Rajah 1*). Pada usia yang sama sebelum pertumbuhan menjadi mendatar, model Logistic dan Gompertz berada pada anggaran berat badan yang lebih tinggi daripada dua model lain. Daripada graf corak pertumbuhan juga mendapati sebelum titik infleksi model Brody tidak memberikan anggaran berat badan yang tinggi, namun model ini menunjukkan pertumbuhan yang berterusan selepas titik infleksi. Ia juga tidak mencapai titik persilangan seperti model lain pada usia 72 bulan di mana model Brody menunjukkan corak pertumbuhan yang berterusan menjelaskan mengapa model Brody memberikan anggaran berat matang tertinggi.



Rajah 1. Corak pertumbuhan lembu Brakmas dengan menggunakan model regresi tidak linear Gompertz, von Bertalanffy (vBf), Brody dan Logistic

Kesimpulan

Model Logistic dan Gompertz memberikan nilai R^2 tertinggi menunjukkan bahawa kedua-dua model ini adalah model yang sesuai untuk menggambarkan corak pertumbuhan berat badan lembu Brakmas. Walau bagaimanapun, model Logistic menunjukkan nilai MSE terendah berbanding dengan Gompertz yang merupakan model terbaik dalam menentukan corak pertumbuhan dalam lembu Brakmas. Perkaitan antara berat matang dan kadar matang didapati negatif untuk semua model, menunjukkan bahawa haiwan dengan kadar matang yang rendah akan mengambil masa yang lebih lama untuk mencapai berat matang mereka.

Penghargaan

Penulis mengucapkan setinggi penghargaan kepada kakitangan Unit Biakbaka Lembu Pedaging MARDI Muadzam Shah, Pahang atas bantuan dalam menjalankan kajian dan pengumpulan data.

Bibliografi

- Ariff, O.M., Hifzan, R.M., Zuki, A.B.M, Jiken, A.J. dan Lehan, S.M. (2010). Maturing pattern for body weight, body length and height at withers of Jamnapari and Boer goats. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 33(2): 269 – 276
- da Silva, L.S.A., Fraga, A.B., da Silva, F.D.L., Beelen, P.M.G., de Oliveira Silva, R.M., Tonhati, H. dan da Costa Barros, C. (2012). Growth curve in Santa Inês sheep. *Small Rum. Res.* 105(1): 182 – 185
- Freetly, H.C., Kuehn, L.A and Cundiff, L.V. (2011). Growth curves of crossbred cows sired by Hereford, Angus, Belgian Blue, Brahman, Boran, and Tuli bulls, and the fraction of mature body weight and height at puberty. *J. Anim. Sci.* 89: 2,373 – 2,379
- Gbangboche, A.B., Alkoiret, T.I., Toukourou, Y., Kagbo, A. dan Mensah, G.A. (2011). Growth curves of different body traits of Lagune cattle. *Res. J. Anim. Sci.* 5(2): 17 – 24
- Hamouda, M.B. dan Atti, N. (2011). Comparison of growth curves of lamb fat tail measurements and their relationship with body weight in Babarine sheep. *Small Rum. Res.* 95(2): 120 – 127
- Jiménez-Severiano, H., Reynoso, M.L., Román-Ponce, S.I. dan Robledo, V.M. (2010). Evaluation of mathematical models to describe testicular growth in Blackbelly ram lambs. *Theriogenology* 74(7): 1,107 – 1,114
- Johari, J.A. dan Jasmi, Y. (2009). Breeds and breeding program for beef production in Malaysia. In *Proceedings of the 8th Malaysia Congress on Genetics*, 4 – 6 August 2009, Genting Highlands, m.s. 22 – 28
- Lopes, F.B., da Silva, M.C., Marques, E.G. dan McManus, C.M. (2012). Analysis of longitudinal data of beef cattle raised on pasture from northern Brazil using nonlinear models. *Trop. Anim. Health and Prod.* 44(8): 1,945 – 1,951

- Malhado, C.H.M., Carneiro, P.L.S., Affonso, P.R.A.M., Souza, A.A.O. dan Sarmiento, J.L.R. (2009). Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. *Small Rum.Res.* 84(1): 16 – 21
- Nešetřilová, H. 2005. Multiphasic growth models for cattle. *Czech J. Anim. Sci.* 50(8): 347 –354
- Sri Rachma, A.B., Harada, H. dan 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

Ringkasan

Objektif kajian ini adalah untuk menilai model regresi tidak linear yang sesuai bagi menggambarkan corak pertumbuhan lembu betina Brakmas. Anggaran berat matang, kadar matang dan pemalar integrasi daripada model Brody, von Bertalanffy, Gompertz dan Logistic berdasarkan data berat badan yang diambil daripada 279 ekor lembu Brakmas daripada lahir sehingga berumur 96 bulan di MARDI Muadzam Shah. Pekali penentuan [*coefficient of determination* (R^2)] dan ralat min kuasa dua [*mean square of error* (MSE)] digunakan untuk menentukan model terbaik bagi menggambarkan corak pertumbuhan lembu Brakmas. Model Logistic adalah model terbaik untuk menentukan berat matang lembu Brakmas berdasarkan nilai R^2 tertinggi dan nilai MSE terendah (masing-masing pada 0.973 dan 1037.4), diikuti oleh Gompertz (masing-masing pada 0.973 dan 1050.4), von Bertalanffy (masing-masing pada 0.972 dan 1067.1) dan Brody (masing-masing pada 0.912 dan 1037.4). Perkaitan antara kadar matang dan berat matang didapati negatif dalam julat -0.528 hingga -0.874 untuk semua model, menunjukkan bahawa haiwan dengan berat matang yang tinggi mempunyai kadar matang yang lebih rendah. Penggunaan model regresi tidak linear boleh meringkaskan hubungan antara umur dan berat ternakan kepada beberapa parameter yang mudah untuk ditafsirkan berbanding dengan keseluruhan data umur-berat yang sukar untuk ditafsirkan dan mengambil masa yang panjang.

Summary

The objective of this study was to evaluate the best fit non-linear regression model to describe the growth pattern of Brakmas cows. Estimates of asymptotic mature weight, rate of maturing and constant of integration were derived from Brody, von Bertalanffy, Gompertz and Logistic models which were fitted to cross-sectional data of body weight taken from 279 Brakmas cows raised in MARDI Muadzam Shah. Coefficient of determination (R^2) and residual mean squares (MSE) were used to determine the best fit model in describing the growth pattern of Brakmas cows. Logistic model was the best model among the four growth functions evaluated to determine the mature weight of Brakmas cattle as shown by the highest R^2 and lowest MSE values (0.973 and 1037.4, respectively), followed by Gompertz (0.973 and 1050.4, respectively), von Bertalanffy (0.972 and 1067.1, respectively) and Brody (0.912 and 1037.4, respectively) models. The correlation between rate of maturing and mature weight was found to be negative in the range of -0.528 to -0.874 for all models, indicating that animals of heavier mature weight had lower rate of maturing. The use of non-linear model could summarize the weight-age relationship into several biologically interpreted parameters compared to the entire lifespan weight-age data points that are difficult to interpret.

Pengarang

Mohd. Hafiz Abd. Wahab

Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, MARDI Muadzam Shah

Peti Surat No. 62, 26700 Muadzam Shah, Pahang

E-mel: whafiz@mardi.gov.my

Mohamad Hifzan Rosali dan Mohd Rosly Shaari (Dr.)

Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Izuan Bahtiar Ab. Jalal

Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, MARDI Muadzam Shah

Peti Surat No. 62, 26700 Muadzam Shah, Pahang

Marini Ahmad Marzuki (Dr.)

Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, MARDI Kemaman

Peti Surat 44, 24007 Kemaman, Terengganu