

**ESTIMASI NILAI PEMULIAAN DAN MPPA (*Most Probable Producing Ability*)
KUDA PACU BERDASARKAN SIFAT KECEPATAN LARI****Muh. M. Suryana, B.J. Takaendengan*, U. Paputungan, E. Pudjihastuti****Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115****ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan angka pendugaan nilai pemuliaan dari masing masing induk/pejantan kuda pacu yang dipelihara di Minahasa sebagai dasar seleksi kuda pacu berdasarkan keunggulan genetik sifat kecepatan. Penelitian ini pertama menggunakan analisis deskriptif berupa analisis rata-rata, standar defisiensi, dan koefisien keragaman untuk melihat gambaran umum kecepatan dan performa lari kuda pacuan. Kemudian data kecepatan kuda pacu dihitung nilai heritabilitas dan riptabilitas untuk menduga nilai pemuliaan *probability breeding value* (PBV). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai heritabilitas dan riptabilitas yang diperoleh bervariasi dari rendah sampai tinggi. Hasil Pendugaan *Breeding Value* (PBV) tertinggi = 0,08691 (pejantan H). Sedangkan untuk nilai MPPA (*Most Probable Producing Ability*) tertinggi dalam populasi = 0,1845 (individu B010) dimana rata-rata nilai MPPA seluruh populasi sebesar = 0,0239. Kesimpulan dari penelitian ini menempatkan kuda pacu atas nama "Swift Jhon" dan "Super Princes" sebagai pejantan dan individu yang memiliki pertambahan rata-rata sifat kecepatan lari tertinggi dimiliki oleh individu atas nama "Super Princes".

Kata kunci : Kuda pacu, kecepatan lari, EBV, MPPA

ABSTRACT

ESTIMATION BREEDING VALUE AND MPPA (*Most Probable Producing Ability*) OF RACEHORSES BASED ON NATURE OF RUNNING SPEED. The aim of this study was to obtain the estimated number of breeding values from the racehorses parent in Minahasa for racehorse selection based on the superiority of genetic traits of speed. The descriptive analysis such as average, standard deviation and coefficient of variation of the speed and performance were done as the first step. Heritability, riptability and the probability of breeding value (PBV) were calculated after all. The results of this study indicate that the value of heritability and repeatability obtained varies from low to high. The highest estimation of breeding value (PBV) for male (H), the highest MPPA (*Most Probable Producing Ability*) value in the population (individual B010) and the average MPPA value for the entire population were 0.0869, 0.1845 and 0.0239 respectively. The conclusion of this study puts the racehorse with the name "Swift Jhon" and "Super Princes" as males and individuals who have an average increase in the nature of the highest running speed.

Keywords: Racehorse, Speed, EBV, MPPA

*Korespondensi (*corresponding author*):

Email : juvarda@unsrat.ac.id

PENDAHULUAN

Kuda pacu yang bermutu tinggi memiliki nilai ekonomi tersendiri dan merupakan kebanggaan tersendiri bagi pemiliknya, karena selain keuntungan dalam hal kepuasan pribadi juga dapat memberikan keuntungan nyata dalam bentuk perolehan hadiah pada prestasi yang berhasil diraih oleh kuda pacu tersebut. Kuda pacu Indonesia merupakan kuda hasil *grading-up* kuda lokal sumba dengan kuda pacu unggul *thoroughbred* yang membentuk “bangsa baru” yang telah beradaptasi baik dengan lingkungan Indonesia sehingga dianggap sebagai kuda lokal (Ambo, 2014). Kuda silangan jantan *Thoroughbred* Australia dengan betina poni lokal, menghasilkan kuda pacu lokal. Istilah kuda pacu lokal, dikenal dengan istilah G1 untuk keturunan pertama, kedua (G2), dan seterusnya memiliki postur badan yang besar. Persilangan ini menjadi syarat utama mengikuti pacuan kuda klasik yang diselenggarakan di Indonesia. Kuda pacu, salah satu jenis ternak yang perlu mendapat perhatian khusus karena merupakan sumber daya yang sangat strategis untuk dikembangkan (Oroh *et al.*, 2004).

Performa kecepatan kuda pacu menurut Tolley *et al.* (1983), adalah dengan melihat kecepatan kuda pada jarak lari yang ditempuh. Oleh sebab itu catatan perlombaan pacuan kuda dapat

dimanfaatkan sebagai salah satu cara yang terbaik untuk menyeleksi pejantan/indukan kuda yang unggul, sehingga diharapkan kualitas bibit kuda pacu dan mutu genetik kuda lokal bisa lebih ditingkatkan (Langlois, 2007).

Metode seleksi merupakan upaya pemuliaan untuk meningkatkan sifat kecepatan lari kuda pacu Indonesia, sehingga karakteristik kecepatan lari kuda pacu Indonesia khususnya kuda pacu Minahasa dapat ditingkatkan. Masalahnya di Minahasa sampai saat ini peternak kuda pacu belum melakukan upaya pemuliaan yang didasarkan pada hasil kajian ilmiah yang benar. Berdasarkan permasalahan itulah penulis ingin melakukan penelitian guna memperoleh informasi mengenai potensi keunggulan fenotipik dan genetik kuda pacu di Minahasa berdasarkan sifat kecepatan lari kuda yang bersumber dari kumpulan hasil perlombaan pacuan kuda yang diselenggarakan oleh Persatuan Olahraga Berkuda (PORDASI) Sulawesi Utara.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan angka pendugaan nilai pemuliaan dari masing masing induk/pejantan kuda pacu yang dipelihara di Minahasa sebagai dasar upaya seleksi kuda pacu berdasarkan keunggulan genetik sifat kecepatan lari. Diharapkan dari pejantan/induk yang terseleksi diperoleh bibit kuda pacu unggul di Minahasa.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Materi penelitian merupakan sumber data yang diperoleh dari berbagai even kejuaraan pacuan kuda yang dilaksanakan di Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia sejak tahun 1998-2018. Data-data tersebut berupa data sekunder (Takaendengan *et al.*, 2011) dan data hasil wawancara dengan berbagai pihak yang terlibat pada kejuaraan yang dilaksanakan. Data yang dikumpulkan terdiri darinama kuda, nama induk dan pejantan, nama pemilik kuda, nama *event*, waktu tempuh, jarak lintasan lomba, dan selisih jarak dengan kuda peserta yang *finish* sebelumnya. Kesemuanya kuda yang dicatat berasal dari Minahasa (Sulawesi Utara).

Metode Penelitian

Awalnya data dihimpun dari berbagai sumber data. Data terkumpul diseleksi untuk mendapatkan data kuda pacu yang berasal dari Minahasa. Data-data tersebut dianalisa menggunakan analisis deskriptif dengan menghitung rata-rata, standar defisiensi, dan koefisien keragaman. Hal ini dilakukan untuk melihat gambaran umum kecepatan dan performa lari kuda pacuan. Kemudian data kecepatan kuda pacu dihitung nilai heritabilitas dan ripitabilitas untuk menduga nilai pemuliaan *probability breeding value* (PBV). Tabulasi

dan perhitungan menggunakan *Excell Microsoft Office* 2007. Untuk pendugaan nilai ripitabilitas dalam penelitian ini, data(sampel) yang digunakan adalah data anak kuda (individu) yang memiliki catatan waktu *finish* 5-6 kali. Penyeragaman jumlah sampel ini bertujuan untuk menghindari terdapatnya perbedaan nilai *k* (koefisien dengan jumlah anak yang berbeda per pejantan) yang signifikan sehingga menyebabkan hasil perbandingan nilai antara individu (saudara tiri seapak) tidak relevan (Becker, 1968).

$$h_s^2 = \frac{4\sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_w^2}$$

$$\sigma_w^2 = MS_w \text{ dan } \sigma_s^2 = \frac{MS_s - MS_w}{K}$$

Keterangan:

- h_s^2 = Nilai heritabilitas dari pejantan
- σ_w^2 = Ragam antar individu dalam kelompok anak
- σ_s^2 = Ragam antar rata-rata kelompok anak dan pejantan
- MS_w = Kuadrat tengah anak
- MS_s = Kuadrat tengah pejantan

Dimana,

$$k = \frac{1}{s-1} \left(n - \frac{\sum n_i^2}{n} \right)$$

Keterangan :

- k = Koefisien dengan jumlah anak yang berbeda per pejantan
- n = Jumlah anak total
- n_i = Jumlah anak per pejantan
- s = Banyak pejantan

$$R = \frac{\sigma_w^2}{\sigma_w^2 + \sigma_e^2}$$

$$\sigma_e^2 = MSe \text{ dan } \sigma_w^2 = \frac{MSw - MSe}{K1}$$

R = nilai fenotipe individu terseleksi

Keterangan :

- R = Rerapabilitas
- σ^2w = Ragam kecepatan pacu antara individu-individu yang diamati
- σ^2e = Ragam kecepatan pacu berdasarkan pengukuran-pengukuran dalam individu yang diamati
- MSw = Kuadrat tengah kecepatan pacu
- MSe = Kuadrat tengah individu yang diamati
- k1 = Jumlah pencatatan atau ulangan

Menurut Ardika *et al.* (2015) secara umum pendugaan nilai pemuliaan atau PBV untuk sifat kuantitatif menggunakan formula:

$$PBV = P + b1 (Pi - P)$$

Keterangan :

- PBV = *Probable breeding value*
- b1 = Koefisien regresi genotype individu dengan fenotipenya
- P = Rataan fenotipe individu contemporary
- Pi = Nilai fenotipe individu terseleksi

Untuk mendapatkan rata-rata populasi dan rata-rata individu dengan menggunakan *Most Probable Producing Ability (MPPA)* menurut Warwick *et al.* (1987):

$$MPPA = \frac{nr}{1 + (n - 1)r} (\bar{P}_x - \bar{P}_o)$$

Keterangan :

- \bar{P}_o = *probable breeding value*
- \bar{P}_x = koefisien regresi genotype individu dengan fenotipenya
- N = Rataan fenotipe individu contemporary

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rataan, Standar Deviasi dan Koefisien Variasi Kecepatan Lari Kuda Pacu di Minahasa.

Berdasarkan hasil yang tertera pada Tabel 1 terlihat bahwa kecepatan rata-rata berkisar antara $14,62 \pm 0,79$ m/detik sampai dengan $15,45 \pm 1,34$ m/detik atau ± 52 km/jam sampai dengan ± 55 km/jam. Kecepatan tertinggi dari kuda pacu yang di ukur adalah 23,21 m/detik dan kecepatan terendah adalah 9,35 m/detik dengan kecepatan rata-rata dari seluruh populasi kuda yang dipacu adalah $15,13 \pm 0,80$ m/detik.

Hasil rata-rata kecepatan populasi kuda pacu (Tabel 1) lebih tinggi jika dibandingkan dengan rata-rata kecepatan dari kuda pacu Arab murni yang ada di Belanda yaitu 13,80 m/detik (Schurink *et al.*, 2009) dan kuda pacu Arab Thoroughbred yang ada di Bulgaria yaitu 12,90 m/detik (Sabeva, 2000). Namun, hasil ini lebih rendah jika dibandingkan dengan rata-rata kecepatan kuda pacu Thoroughbred Turki yaitu 15,30 m/detik (Ekiz dan Koçak, 2007) dan rata-rata kecepatan kuda quarter Brazil yaitu 17,10 m/detik (Corrêa dan Mota, 2007). Adanya perbedaan hasil rata-rata kecepatan antara

Tabel 1. Nilai Rataan, Standar Deviasi, dan Koevisien Variasi Sifat Kecepatan Kuda Pacu Pejantan di Minahasa.

Pejantan	Rataan Kecepatan Jenis Kuda (m/detik) \pm SD	Max (m/detik)	Min (m/detik)	C.V (%)
A	15,09 \pm 0,75	19,89	9,35	4,98
B	14,62 \pm 0,79	18,22	13,23	5,39
C	15,14 \pm 0,63	16,31	10,43	4,15
D	15,37 \pm 0,62	16,99	13,97	4,01
E	15,12 \pm 1,25	16,64	9,75	8,27
F	15,02 \pm 0,50	16,33	14,22	3,30
G	15,13 \pm 0,35	15,88	14,41	2,34
H	15,45 \pm 1,34	23,21	11,31	8,67
I	14,90 \pm 0,55	16,33	12,90	3,71
J	15,30 \pm 0,56	16,92	14,00	3,68
K	15,07 \pm 1,13	16,77	11,33	7,53
L	15,15 \pm 0,86	16,32	11,36	5,68
M	15,25 \pm 0,53	16,66	14,12	3,49
N	15,22 \pm 1,55	16,14	9,60	10,18
Rataan	15,13 \pm 0,80	23,21	9,35	5,29

Keterangan : Pejantan A=Manguni Makasiaow ; B=Century Time ; C=Putra Bunaken ; D=Sabeil Esa Tama ; E=Decibel II ; F=Champ ; G=Putra Pinabentengan ; H=Swift John ; I=Bunaken ; J=Decibel ; K=Lord Lichen ; L=Imaginero ; M=Soputan Tulen ; N=Juragan Tanjungsari.

kuda pacu diatas mungkin disebabkan oleh beberapa faktor seperti jenis kuda yang berbeda di setiap negara, jenis lintasan/perlombaan (Bowling dan Ruvinsky, 2000), atau iklim di Negara tersebut (Butram *et al*, 1998). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat keragaman yang tinggi terhadap sifat kecepatan lari kuda berkisar antara 2,34% sampai dengan 10,18%. Tingginya keragaman pada populasi ini bisa dimanfaatkan untuk dilakukannya seleksi demi mendapatkan pejantan/ turunan yang memiliki kualitas genetik yang unggul

berdasarkan sifat kecepatan lari (Makalalag *et al.*, 2014).

Analisis Nilai Heritabilitas dan PBV Pejantan

Untuk pendugaan nilai heretabilitas berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan pejantan B memiliki nilai heritabilitas terendah ($h^2 = 0,07$) dan pejantan N memiliki nilai heritabilitas tertinggi ($h^2 = 0,48$). Sedangkan untuk pengklasifikasian nilai heritabilitas pejantan menurut petunjuk Sulastri dan Hamdani (2013) adalah pejantan A, B, C, dan D termasuk dalam

klasifikasi rendah (0,0 - 0,1), pejantan E, F, G, H, I, J, dan L termasuk dalam klasifikasi sedang (0,1 - 0,3), pejantan K, M, dan N termasuk dalam klasifikasi tinggi (0,3 - 1,0). Sedangkan untuk pendugaan nilai pemuliaan (NP) / *estimated breeding value* (EBV) berdasarkan Tabel 2 adalah pejantan H merupakan kuda yang memiliki nilai EBV tertinggi (0,08691) meskipun memiliki nilai heritabilitas (h^2) yang tergolong sedang (0,21). Sedangkan pejantan K hanya masuk urutan ke-9 (0,01115) dengan nilai heritabilitas (h^2) yang tergolong tinggi (0,34). Hal tersebut wajar karena menurut Sulastri dan Hamdani (2013) nilai

heritabilitas bukan merupakan nilai mutlak namun merupakan hasil pendugaan potensi genetik suatu sifat dalam populasi yang diestimasi atau diduga berdasarkan sifat luar yang dapat diukur (sifat kuantitatif).

Oleh karena itu, diperlukan penentuan EBV untuk melakukan penilaian yang berdasar pada mutu genetik ternak untuk suatu sifat tertentu yang diberikan secara relatif atas kedudukannya didalam populasi (Hardjosubroto, 1994). Estimasi nilai heritabilitas (h^2) pejantan yang telah diranking berdasarkan nilai pemuliaan (BV) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Heretabilitas dan EBV Pejantan

Pejantan	h^2	S.E (h^2)	PBV	Ranking
A	0,05	0,22	0,00247	11
B	0,07	0,26	-0,03025	14
C	0,08	0,32	0,00751	10
D	0,07	0,31	0,02218	7
E	0,14	0,45	0,01158	8
F	0,19	0,53	-0,00343	12
G	0,25	0,57	0,02346	6
H	0,21	0,56	0,08691	1
I	0,20	0,62	-0,02885	13
J	0,22	0,64	0,05692	4
K	0,34	0,79	0,01115	9
L	0,29	0,78	0,03250	5
M	0,35	0,71	0,07535	3
N	0,48	0,82	0,08389	2

Keterangan : Pejantan A=Manguni Makasiaow ; B=Century Time ; C=Putra Bunaken ; D=Sabeil Esa Tama ; E=Decibel II ; F=Champ ; G=Putra Pinabentengan ; H=Swift John ; I=Bunaken ; J=Decibel ; K=Lord Lichen ; L=Imaginero ; M=Soputan Tulen ; N=Juragan Tanjungsari

Nilai Ripitabilitas dan MPPA Individu

Untuk pendugaan nilai ripitabilitas berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan pejantan N memiliki nilai ripitabilitas terendah ($R = 0,1476$) dan pejantan J memiliki nilai ripitabilitas tertinggi ($R = 0,6914$). Sedangkan untuk pengklasifikasian nilai ripitabilitas pejantan menurut petunjuk Sulastri dan Hamdani (2013) adalah

pejantan A, B, F dan N termasuk dalam klasifikasi rendah (0,0 - 0,2) pejantan H termasuk dalam klasifikasi sedang (0,2 - 0,4), pejantan C, I, dan J termasuk dalam klasifikasi tinggi (0,4 - 1,0) seperti yang tertera pada Tabel 3.

Nilai MPPA (*Most Probable producing Producing Ability*) pada individu B010 dari hasil analisis menunjukkan

Tabel 3. Nilai Ripitabilitas dan MPPA Individu

Individu	AVG Individu (m/detik)	Pejantan	AVG Pejantan (m/detik)	R	S.E (R.)	MPPA (m/detik)	Rank
B010	15,80	B	14,62	0,1561	0,1251	0,1845	1
C007	15,52	C	15,14	0,4172	0,2008	0,1574	2
J001	15,48	J	15,30	0,6914	0,3675	0,1262	3
B013	15,42	B	14,62	0,1561	0,1251	0,1248	4
A009	15,73	A	15,09	0,1880	0,1125	0,1201	5
B006	15,35	B	14,62	0,1561	0,1251	0,1150	6
B007	15,33	B	14,62	0,1561	0,1251	0,1113	7
B011	15,30	B	14,62	0,1561	0,1251	0,1063	8
C003	15,39	C	15,14	0,4172	0,2008	0,1060	9
C004	15,38	C	15,14	0,4172	0,2008	0,1016	10
C001	15,37	C	15,14	0,4172	0,2008	0,0973	11
B008	15,24	B	14,62	0,1561	0,1251	0,0965	12
B002	15,18	B	14,62	0,1561	0,1251	0,0877	13
A007	15,51	A	15,09	0,1880	0,1125	0,0792	14
H003	15,67	H	15,45	0,3538	0,2849	0,0787	15
N001	15,74	N	15,22	0,1476	0,3032	0,0780	16
F001	15,41	F	15,02	0,1877	0,2596	0,0736	17
B003	15,08	B	14,62	0,1561	0,1251	0,0720	18
A003	15,46	A	15,09	0,1880	0,1125	0,0686	19
N002	15,66	N	15,22	0,1476	0,3032	0,0652	20
I002	15,05	I	14,90	0,4244	0,3472	0,0651	21
H002	15,63	H	15,45	0,3538	0,2849	0,0649	22
...
F002	14,69	F	15,02	0,1877	0,2596	-0,0627	74

Keterangan: Individu B010=Super Princes ; C007=Gentelement Esah ; J001=Blessing Star ; B013=Siouw kurur ; A009=Noni Toraget ; B006=Maesa Queen ; B007=Maesa Star ; B011=Toroani ; C003=Perkasa MM ; C004=Putra MM ; C001=Bunga Kasih ; B008=Minsel Queen ; B002=Beringin KK ; A007=Maesa Putra ; H003=Prince Alzao ; N001=Anglia ; F001=Ratu Pinasiowan ; B003=Brutus MM ; A003=Bunga Bangsa ; N002=Biruang Hitam ; I002=Putri Sanubari ; H002=Cinto Nagari ; F002=Red Princes.

bahwa kuda ini memiliki nilai MPPA tertinggi dari seluruh populasi yang merupakan anak keturunan dari pejantan B yaitu 0,1845 m/detik. Ini menunjukkan bahwa kuda B010 yang merupakan anak keturunan dari pejantan B memiliki estimasi nilai pertambahan rata-rata kecepatan lari sebesar 0,1845 m/detik yang berasal dari sifat kecepatan lari yang diturunkan dari pejantan B. Oleh sebab itu, berdasarkan hasil MPPA individu diatas diharapkan kuda pacu generasi berikutnya akan mempunyai pertambahan kecepatan sesuai dengan nilai MPPA-nya. Meskipun hal tersebut tidak mutlak karena mungkin saja nilai MPPA tersebut dipengaruhi juga oleh nilai riptabilitas dari gen betina/induk dari kuda (Astuti *et al.*, 2011).

KESIMPULAN

Kuda atas nama “Swift Jhon” merupakan pejantan yang memiliki estimasi nilai pertambahan rata-rata sifat kecepatan terbaik diantara semua pejantan. Sedangkan untuk nilai MPPA (*Most Probable Producing Ability*) tertinggi dalam populasi yang memiliki pertambahan rata-rata sifat kecepatan lari dimiliki oleh individu atas nama “Super Princes”

SARAN

Penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih banyak perlu dilakukan sehingga menambah jumlah keragaman guna mendapatkan hasil yang lebih optimal. Untuk para peternak dapat memilih pejantan yang sesuai dengan kemampuan dana masing-masing berdasarkan dengan hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambo S.F., S. Adiani, U Paputungan, dan J. Paat. 2014 Riptabilitas kecepatan lari dan tinggi pundak anak kuda pacu umur berbeda pada keturunan pejantan “Manguni Makasiow” dengan metode korelasi dalam klas. J. Zootek 34(2): 71-81.
- Astuti, V.D., R.R. Noor, dan B.J. Takaendengan 2011. Riptabilitas Sifat Kemampuan Kuda Pacu Indonesia Mempertahankan Kecepatan Berlari. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ardika, I.N., D.A. Warmadewi, I.G.L. Oka, N.P. Sarini, dan M. Dewantari. 2015. Bahan Ajar Ilmu Pemuliaan Ternak. Universitas Udayana, Denpasar.
- Becker, W. A. 1968. Manual of Procedures in Quantitative Genetics. 2nd Ed. Washington State Universty Press, Washington
- Bowling, A.T. dan A. Ruvinsky. 2000. The Genetics of the Horse. CABI Publishing. London.
- Buttram, S.T., R. L. Willham, D. E. Wilson, dan J. C. Heird. 1988. Genetics of racing performance in the American Quarter Horse: I. Description of the Data. J. Anim. Sci. 66: 2791-2799.

- Corrêa, M.J.M. dan M.D.S. Mota. 2007. Genetic evaluation of performance traits in Brazilian Quarter Horse. *J. Appl. Genet.* 48:145–151.
- Ekiz, B., dan Ö. Koçak. 2007. Estimates of genetic parameters for racing times of Thoroughbred horses. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 31: 1–5.
- Hardjosubroto, W. 1994. Aplikasi Pemuliabiakan Ternak di Lapangan. PT Grasindo. Jakarta
- Langlois, B. dan C. Blouin. 2007. Annual, career or single race records for breeding value estimation in race horses. *J. Livestock Science* 107(2): 132-147.
- Makalalag, T.T., J.H. Manopo, H.F.N. Lopian, dan U. Paputungan. 2014. Heritabilitas kecepatan lari dan tinggi badan anak kuda pacu umur 2 tahun dengan metode korelasi dalam kelas (*Intraclas Corelation*). *J. Zootec* 34(2): 89-98.
- Oroh, R.K.P., J.S. Mandey, I.M. Untu, dan C.A. Rahasia. 2004. Determinasi kebutuhan energi untuk kerja berdasarkan jumlah pakan yang dikonsumsi dalam bahan kering, bobot metabolik, dan beban kerja kuda pacu. *J. Zootek* 25(1): 30-38.
- Sabeva, I. 2000. Sources of specific variance and heritability of race time and speed in horses from thoroughbred Arabian breed. *Bulg. J. Agric. Sci.* 6:223–226.
- Schurink, A., M.C.J. Theunissen, B.J. Ducro, P. Bijma, dan E.M. van Grevenhof. 2009. Identification of environmental factors affecting the speed of purebred Arabian racehorses in The Netherlands. *Livestock Science Journal* 125:97–100.
- Sulastrri, dan M. Hamdani. 2013. Dasar Pemuliaan Ternak. CV. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung
- Takaendengan, B.J., S. Adiani, dan R.R. Noor. 2011. Morphometric characterization of Minahasa Horse for breeding and conservation purposes. *Media Peternakan* 34(2): 99-104
- Tolley, E.A., D.R. Notter, dan T. J. Marlowe. 1983. Heritability and Repitability Of Speed For 2- and 3-Year-Old Standardbred Racehorses. Virginia Polytechnic Institute and State University 3, Blacksburg 24061.
- Warwick, E. J. dan J. E. Legates. 1979. Breeding and Improvement of farm Animal. 7th ed. McGraw-Hill Publishing Company Ltd, New Delhi.